

УДК: 631/635

DOI: 10.35330/1991-6639-2020-5-97-5-19

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Х.Ш. ТАРЧОКОВ, М.М. ЧОЧАЕВ, О.Х. МАТАЕВА,  
А.Х. ШОГЕНОВ, А.З. КУШХАБИЕВ**

Институт сельского хозяйства –  
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр  
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»  
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224  
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

*В статье приведены результаты изучения влияния способов посева на смыв почвы и урожайность колосовых культур и сои в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарии. Показано, что для борьбы с водной эрозией на посевах зерновых колосовых культур большое значение имеют способ посева и направление движения агрегатов по отношению к падению склона. Противоэрозионная роль такого посева заключается в том, что каждый ряд растений замедляет поверхностный сток дождевых вод, осаждаёт и задерживает взмученные почвенные частицы, уменьшает смыв, улучшает рост и развитие растений, способствует сохранению плодородия почв, повышает их защитную роль и урожай.*

*Выявлено, что замена продольного посева зерновых колосовых культур поперечным является одним из важнейших почвозащитных агроприемов на склоновых землях крутизной от 3 до 6,2°, способствует снижению объема смыва почвы в 1,7 раза и повышению урожайности колосовых культур сплошного сева на 2,5-2,6 ц/га за счет более равномерного распределения основного лимитирующего фактора влаги вместе с растворенными в ней основными элементами питания.*

*Результаты проведенных исследований по защите почв от водной эрозии рекомендовано включить в систему обязательных технологических операций при возделывании полевых культур сплошного сева на территории предгорной, среднегорной и горной природно-климатических зон Кабардино-Балкарии.*

*Научно-исследовательскими учреждениями в последние годы предложено немало противоэрозионных мероприятий, направленных на дальнейшую разработку вопросов теории и практики почвозащитного земледелия в зональном аспекте и прежде всего влияния механизма эрозионных процессов на изменение плодородия почв и разработку как отдельных почвозащитных приемов, так и региональных комплексов.*

*Однако эти противоэрозионные мероприятия могут дать положительный результат тогда, когда будут испытаны в различных регионах с учетом особенностей природно-климатических условий республики.*

*Целью данной работы является изучение влияния способов посева на интенсивность эрозионных процессов и урожайность сельскохозяйственных культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики.*

*Исследования проведены в условиях среднегорной зоны Кабардино-Балкарской Республики, высота над уровнем моря – 960 м, сумма эффективных температур – выше 10°C – 2600°C, количество выпадающих осадков – 700-780 мм, гидротермический коэффициент – 1,4.*

*Научно-исследовательская работа по теме «Изучение влияния почвозащитных систем земледелия на интенсивность эрозионных процессов и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях склонового земледелия» проводится с 2017 года. Результаты научных исследований ежегодно публикуются в рецензируемых журналах РФ. В данной статье представлены итоги исследований за 2019 год.*

**Ключевые слова:** склоновые земли, способы посева, варианты склона, эрозионные процессы, интенсивность осадков, крутизна склона, учетный профиль, смыв почвы, водороины, плодородие, урожайность.

## ВВЕДЕНИЕ

В Кабардино-Балкарской Республике более 20% пашни, 65% сенокосов и 85% пастбищ расположены на склоновых землях. В условиях малоземельной республики склоновые земли являются большим резервом производства сельскохозяйственной продукции. Специфические условия склоновых земель (сложный рельеф, мелкоконтурность земельных угодий, маломощность почвы) создают определенные трудности в их использовании и являются природными факторами, определяющими возможность формирования стока – непосредственной причины возникновения эрозии. Однако основной причиной ее активного проявления является неправильная хозяйственная деятельность человека, особенно связанная с ухудшением состояния растительного покрова территории или его уничтожением.

В связи с изменением климата (увеличение количества осадков, неравномерность их выпадения и повышение температуры) на территории республики значительно усилилась деградация почв. Наблюдаемое в последние десятилетия глобальное потепление климата в условиях недостаточного увлажнения является одним из главных вызовов современного земледелия. В работе [1] проанализированы изменения температурных условий в Краснодарском крае и Республике Кабардино-Балкария за 32 года (1986-2017 гг.). Установлено, что при общем глобальном потеплении климата имеет место локальное усиление температурных стрессов по силе и частоте их проявления в период зимнего развития. За 20 лет наблюдений по метеостанции «Куян» Терского района КБР (степная зона) среднегодовая температура воздуха возросла на 1,6-2,3°C, аналогичные результаты получены и по метеостанции «Нальчик». Усиление процессов водной эрозии во многом связано с увеличением интенсивности выпадающих осадков, так, если в 1960-1975 годах метеостанцией «Нальчик» было зарегистрировано 17 случаев выпадения осадков интенсивностью свыше 30 мм, то в 2000-2010 годах уже свыше 43. В их числе доля суточных осадков слоем более 50 мм, квалифицируемых как опасные природные явления, увеличилась с 48 до 65%. В ряде районов республики, расположенных в предгорной и горной природно-климатических зонах, процесс разрушения почв принял угрожающий характер. Интенсивная эрозия в настоящее время привела к тому, что сельскохозяйственные угодья постепенно выходят из режима естественной компенсации антропогенных нарушений.

Существующая технология и комплекс машин, применяемых для возделывания сельскохозяйственных культур на склоновых землях, не обеспечивают надежной защиты почв и получения устойчивых урожаев. С каждым годом верхний слой почвы становится более податливым разрушительному воздействию воды, почва на больших площадях теряет плодородие и становится непригодной для возделывания сельскохозяйственных культур.

В связи с этим изучение и разработка эффективных агротехнических приемов по защите почв от водной эрозии в условиях Кабардино-Балкарии, около половины территории которой занимают склоновые земли, является одной из актуальных проблем (табл. 1, рис. 1) [2].

**Таблица 1**

ПЛОЩАДИ СКЛОНОВ РАЗЛИЧНОЙ КРУТИЗНЫ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПОДСЧЕТ)

Уклон в градусах	Площадь, га	% от общей площади
Менее 1	235063	18,87
1-3	209652	16,82
3-5	70511	5,68
5-8	88615	7,13
8-16	201218	16,19
Более 16	442459	35,31

Среднее значение уклона местности для административных районов КБР представлено на рисунке 1 (в градусах) [3].

Из данных таблицы 1 видно, что на территории Кабардино-Балкарии только 18,87% земельной площади имеют уклоны менее  $1^\circ$  и не подвержены воздействию водной эрозии, вся остальная территория требует постоянного применения комплекса противоэрозионных мероприятий.



*Рис. 1. Среднее значение уклона местности для административных районов Кабардино-Балкарии*

По экспозиции склоновые земли представлены: северная – 48%; западная – 21%; южная – 18%; восточная – 13%.

В балансе почвенных ресурсов республики имеется 290,6 тыс. га земель, подверженных водной эрозии, из них на многолетних насаждениях – 3,2, сенокосах – 15,5, пастбищах – 98,9 и свыше 56,0 тыс. га пашни на склонах, нуждающихся в постоянной и надежной защите от разрушительных эрозионных процессов. Кроме того, 340,0 тыс. га земель, расположенных на склонах, относится к категории эрозионно-опасных [4].

По силе и выраженности эрозионных процессов Кабардино-Балкария занимает одно из первых мест в Северо-Кавказском регионе. Сочетание природных условий и характера хозяйственного использования сильно расчлененной территории создает здесь благоприятные условия для проявления ускоренной эрозии.

Как известно, основными факторами, определяющими эрозионную опасность земель, являются крутизна склона и интенсивность выпадения осадков [5]. Движение воды и растворенных соединений по наклонным поверхностям возможно при минимальном отклонении их горизонтального положения, которое может составлять величину, измеряемую минутами и даже секундами. Потому процессы миграции растворенных веществ активизируются с возрастанием уклонов. Однако перемещение твердого вещества, имеющее какое-либо практическое значение, начинается только на поверхностях с уклонами  $0,5-1,5^\circ$ , но часто оно фиксируется лишь при уклонах  $1-3^\circ$ , в связи с чем к

наклонным поверхностям или склонам относятся поверхности территорий, имеющих угол наклона  $2^\circ$  и более [6].

Огромное влияние на формирование поверхностного стока и развитие эрозии оказывает интенсивность выпадения осадков. Сток может сформироваться тогда, когда объем выпадения осадков превышает возможности впитывания воды почвой. И чем больше разница между интенсивностью выпадения осадков и способностью поглощения их почвой, тем серьезнее создается опасность для формирования значительного стока и, следовательно, усиления эрозионных процессов.

Склоновый сток осадков часто приводит к серьезному повреждению посевов. Струи стекающей воды, смывая почву, нередко уничтожают всходы, обнажают корневую систему растений, вызывают их полегание, повреждение и гибель. Иногда при ливнях 80-90% годового смыва вызывается двумя-тремя интенсивными осадками. При этом пики максимальной интенсивности их выпадения, продолжающиеся всего 2-3 минуты, вызывают самый интенсивный смыв почвы [7].

Водная эрозия почвы – активный процесс, и если с ней не вести систематическую борьбу, она может охватывать все новые площади, подвергая их катастрофическому разрушению. В то же время применяя уже давно известные и проверенные на практике приемы, связанные с важнейшими факторами эрозии, можно полностью прекратить или значительно ослабить разрушительное действие водной эрозии.

Эрозия является следствием сложного взаимодействия природных факторов и хозяйственной деятельности человека. Установлено, что эффективная защита почв от эрозии достигается лишь на основе применения целого почвозащитного комплекса, включающего в себя противоэрозионную организацию территории, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия.

Среди данных направлений работы агротехнические приемы борьбы с эрозией почвы в общем комплексе являются важными и эффективными способами задержания и уменьшения смыва и размыва почвы. Они просты, доступны каждому хозяйству, не требуют больших дополнительных затрат, т.е. в основном проводятся вместе с полевыми работами или являются таковыми.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в соответствии с учебным пособием «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» Б.А. Доспехова [8], методическими рекомендациями по учету поверхностного стока и смыва почвы при изучении водной эрозии [9]. Почва опытного участка – типичный горный чернозем с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Подвижные формы фосфора и калия определялись по методу Мачигина, гумус – по методу Тюрина. Приготовление солевой вытяжки и определение pH – по методу ЦИНАО. Пахотный чернозем мощностью 0-20 см перед закладкой опыта имел следующие агрохимические показатели: pH – 5,8-6,3; содержание гумуса – 4,8-5,3%; общего азота – 13,5-39,4 мг/кг; подвижного фосфора – 21,5-35,5 мг/кг; обменного калия – 430-600 мг/кг.

Агрохимические анализы почвенных образцов по вариантам опыта проводили в лаборатории Станции агрохимической службы ФГБУ «Кабардино-Балкарская» (табл. 2, 3).

Таблица 2

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЫ ОПЫТНОГО УЧАСТКА № 1  
(с.п. БЕЛОКАМЕНСКОЕ, ЗОЛЬСКИЙ РАЙОН КБР, 2018)

Общий азот, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	Почвенный органический углерод	pH
Верхняя часть склона				
22,4	22,5	520,0	5,2	6,0
24,0	23,5	508,0	5,1	6,0
23,4	24,0	534,0	5,4	5,9
Средняя часть склона				
14,0	28,0	520,0	5,6	5,8
27,1	21,5	480,0	5,3	5,9
26,0	20,5	460,0	5,1	6,0
Нижняя часть склона				
26,0	24,0	470,0	4,9	6,2
30,5	22,5	532,0	5,1	6,3
31,2	23,8	517,0	5,1	6,3

Таблица 3

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЫ ОПЫТНОГО УЧАСТКА № 2  
(с.п. БЕЛОКАМЕНСКОЕ, ЗОЛЬСКИЙ РАЙОН КБР, 2018)

Общий азот, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	Почвенный органический углерод	pH
Верхняя часть склона				
20,0	21,5	450,0	4,8	5,8
24,0	27,7	470,0	5,1	5,9
16,8	23,8	510,0	5,2	6,0
Средняя часть склона				
22,3	20,5	480,0	5,1	6,3
18,2	22,5	520,0	5,1	6,1
20,1	24,0	515,0	5,1	6,0
Нижняя часть склона				
30,5	24,7	532,0	5,1	6,2
24,0	26,0	517,0	5,4	6,0
24,2	21,5	600,0	5,2	6,0

Сравнительная агрохимическая оценка результатов анализа почвенных образцов с разных элементов склона по опытным полям № 1, 2 свидетельствует о том, что больших различий в содержании гумуса и основных элементов питания между ними не наблюдается, что подчеркивает типичность опытного участка и его соответствие методическим рекомендациям по проведению противоэрозионных исследований на склоновых землях.

Экспериментальную работу выполняли в 2019 году на двух опытных полях научно-производственного отделения № 3 Института сельского хозяйства КБНЦ РАН общей площадью 9,2 га, в т.ч. под опытами 7,7 га, расположенных в среднегорной зоне Кабардино-Балкарской Республики – с.п. Белокаменское Зольского района, высота над уровнем моря – 960 м.

Первое опытное поле площадью 5,6 га и крутизной 3,6<sup>0</sup>, расположенное на склоне северо-западной экспозиции, было разделено по элементам склона на три варианта – верхняя часть (водораздел), средняя и нижняя, 12 опытных делянок и в трех повторностях.

На опытном поле изучалось влияние способов сева вдоль и поперек склона на смыв почвы и урожайность озимой пшеницы сорта Южанка и ярового ячменя сорта Гетьман.

Второе опытное поле площадью 2,6 га крутизной 6,2% было также разделено по рельефу склона на три варианта и 12 опытных делянок в трех повторностях. Изучалось влияние способов сева рядового с междурядьем 15 см и широкорядного – 30 см при посеве вдоль и поперек склона на смыв почвы и урожайность раннеспелого сорта сои Бара.

В верхней, средней и нижней частях склона на двух опытных полях размещены по 6 опытных делянок посева исследуемых культур вдоль и поперек склона. Агротехника в опытах общепринятая при возделывании озимых, ранних яровых культур и сои в условиях среднегорной природно-климатической зоны Кабардино-Балкарии.

В соответствии с методикой полевого опыта посев озимой пшеницы, ярового ячменя проводился рядовым способом с междурядьем 15 см на глубину 4-5 см, нормы высева озимой пшеницы сорта Южанка – 5,5 млн; ярового ячменя сорта Гетьман – 4,5 млн; сои сорта Бара рядовым (15 см) и широкорядным способом (30 см); 650 тыс. всхожих семян на 1 га универсальной сеялкой СЗУ-3,6.

Учет смыва почвы по элементам склона проводился сравнительно-географическим методом путем обмера водороев (струйчатых размывов) на специальных учетных профилях, проложенных поперек опытных полей по двум вариантам полевого опыта в верхней и нижней частях склона.

Первый учетный профиль размещен вдоль нижней границы опытного участка, на равном расстоянии от него по вариантам опыта вверх по склону проложен второй учетный профиль. В течение вегетационного периода проводился учет количества выпавших осадков по данным ближайшего метеопоста «Каменноостское» Зольского района КБР (табл. 4), велись фенологические наблюдения за ростом и развитием исследуемых культур. По размерам водороев были определены объемы смыва по всем учетным профилям (рис. 2, 3).



*Рис. 2. Водороины на склонах*



*Рис. 3. Замер водороев*

Таблица 4

КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ, ВЫПАВШИХ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД (АПРЕЛЬ-АВГУСТ 2018 Г.), ПО ДАННЫМ ГИДРОМЕТЕОПОСТА «КАМЕННОМОСТСКОЕ», В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ «ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ», НПО № 3 С.П. БЕЛОКАМЕНСКОЕ, ЗОЛЬСКИЙ РАЙОН, КБР

Дата выпадения	Количество, мм	Дата выпадения	Количество, мм	Дата выпадения	Количество, мм	Дата выпадения	Количество, мм	Дата выпадения	Количество, мм
Апрель		Май		Июнь		Июль		Август	
11	0,4	1	3,4	4	14,2	5	8,7	2	3,6
12	1,2	3	10,6	5	20,2	6	7,5	3	1,5
16	2,6	4	14,1	6	6,0	9	8,5	11	0,5
17	2,7	5	3,0	7	4,5	12	3,7	17	6,5
18	22,8	8	4,5	11	0,5	13	15,8	18	11,8
19	4,7	10	4,7	12	5,7	14	6,8	25	7,7
20	5,0	12	0,7	17	9,8	15	9,7	26	1,5
21	0,5	13	2,1	18	7,5	16	9,9		5,5
22	1,7	19	0,4	21	3,2	17	20,1		
28	4,5	20	21,9	28	0,7	18	3,2		
29	3,6	22	5,5	29	6,9	19	3,3		
30	9,7	23	3,5	30	14,4	20	6,7		
		24	1,4			21	2,0		
		26	7,5			22	0,5		
		27	0,6			23	4,7		
		28	9,7			24	8,3		
						25	9,2		
						26	4,4		
						31	5,5		
							0,6		
<b>Итого</b>	<b>59,4</b>	<b>Итого</b>	<b>93,6</b>	<b>Итого</b>	<b>93,4</b>	<b>Итого</b>	<b>139,1</b>	<b>Итого</b>	<b>38,6</b>

После прошедших ливневых дождей 20 мая и 5 июня 2019 года интенсивностью более 20 мм в течение 40 минут, вызвавших смывы почвы, был проведен замер ширины и глубины водороев с точностью до 1 см по учетным профилям, расположенным в верхней и нижней частях двух вариантов опыта. По размерам водороев были определены объемы смыва и размыва почвы по учетным профилям опытного поля.

Уборку ярового ячменя и сои проводили сплошным способом. Урожайность приводили к стандартной 14-процентной влажности. До начала уборки провели визуальный осмотр всего опытного участка. В связи с тем, что в ходе осмотра не были обнаружены существенные отклонения в состоянии урожая, вызванные случайными причинами (погоды, огрехи, заезд тракторов), урожай с опытных делянок учитывался отдельно со всей площади, а урожай побочной продукции определялся по результатам лабораторного анализа проб снопа. Сравнение полученных результатов по разным элементам склона позволило установить тенденцию изменения проверяемых показателей и биологического урожая по разным элементам склона (верхняя, средняя и нижняя части).

Исследуемые агротехнические приемы оценивали по следующим показателям:

– влияние рекомендуемого способа сева на смыв и размыв почвы;

- прибавка урожая в натуральном и денежном выражении, полученная в результате применения изучаемого приема;
- дополнительные прямые затраты на проведение данного агротехнического приема;
- доход от проведения противоэрозионного агроприема из расчета на 1 га вычисляется по разнице между стоимостью дополнительно полученной продукции и дополнительными затратами.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного исследования по учету смыва почвы в полевом опыте и противоэрозионной эффективности способов сева на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики установлено следующее.

На первом опытном поле посева ярового ячменя рядовым способом вдоль и поперек склона крутизной  $3,6^{\circ}$  водороинов и смыва почвы не обнаружено. На втором опытном поле крутизной  $6,2^{\circ}$  в результате ливневого дождя слоем 21,9 мм, прошедшего 20 мая с  $14^{00}$  до  $15^{00}$  часов, произошел смыв и размыв почвы по всем вариантам полевого опыта.

На первом учетном профиле посева сои сорта Бара вдоль склона рядовым способом (делянка 1,1) образовалось 4 водороины. Площадь их сечения составила  $0,0385 \text{ м}^2$ ; объем смытой почвы –  $0,770 \text{ м}^3$ , что в пересчете на 1 га составляет  $4,8 \text{ м}^3$ . Следовательно, после ливневого дождя, прошедшего 20 мая слоем 21,9 мм, на посеве сои сорта Бара смыв почвы с 1 га составил  $4,8 \text{ м}^3$ .

В почвозащитном варианте опыта посева сои сорта Бара рядовым способом поперек склона в верхней части склона (делянка 1,2) образовалось 2 водороины, площадь их сечения составила  $0,014 \text{ м}^2$ , объем смытой почвы –  $0,28 \text{ м}^3$ , что в пересчете на 1 га составляет  $1,7 \text{ м}^3$ . Таким образом, в почвозащитном варианте первого учетного профиля смыв почвы в пересчете на 1 га оказался меньше, чем на контроле, в 2,8 раза, что подчеркивает высокую противоэрозионную эффективность направления движения посевных агрегатов по отношению к падению склона при возделывании сельскохозяйственных культур на склоновых землях крутизной  $6,2^{\circ}$  (делянка 3,1).

На втором учетном профиле посева сои вдоль склона (контроль) рядовым способом в нижней части склона образовалось 5 водороев. Площадь их сечения составила  $0,084 \text{ м}^2$ ; объем смытой почвы –  $3,5 \text{ м}^3$ , что в пересчете на 1 га составляет  $11,5 \text{ м}^3$ . В почвозащитном варианте опыта посева сои сорта Бара рядовым способом поперек склона (делянка 3,2) образовалось 3 водороины. Площадь их сечения составила  $0,007 \text{ м}^2$ ; объем смытой почвы  $1,55 \text{ м}^2$ , что в пересчете на 1 га составляет  $5,1 \text{ м}^3$ .

Сравнение полученных результатов смыва почвы на втором учетном профиле при посеве сои сорта Бара вдоль склона рядовым способом (контроль) и поперек склона показало, что в почвозащитном варианте объем смыва почвы уменьшился в 2,2 раза.

На первом учетном профиле при посеве сои сорта Бара широкорядным способом вдоль склона (контроль – делянка 1,3) образовалось 4 водороины. Площадь их сечения составила  $0,045 \text{ м}^2$ ; объем смытой почвы –  $0,9 \text{ м}^3$ .

В почвозащитном варианте опыта посева сои сорта Бара поперек склона в верхней части склона (делянка 1,4) образовалось 3 водороины. Площадь их сечения составила  $0,031 \text{ м}^2$ ; объем смытой почвы –  $0,49 \text{ м}^3$ , что в пересчете на 1 га составляет  $3,1 \text{ м}^3$ . Таким



образом, в почвозащитном варианте первого учетного профиля посева сои широкорядным способом смыв почвы в пересчете на 1 га оказался меньше, чем на контроле, в 1,8 раза.

На втором учетном профиле при посеве сои в нижней части склона широкорядным способом (делянка 3,3) образовалось 4 водороины. Площадь их сечения составила  $0,069 \text{ м}^3$ ; объем смытой почвы –  $2,9 \text{ м}^3$ , что в переводе на 1 га составляет  $9,6 \text{ м}^3$ . В почвозащитном варианте опыта посева сои поперек склона широкорядным способом (делянка 3,4) образовалось 3 водороины. Площадь их сечения –  $0,046 \text{ м}^2$ ; объем смытой почвы –  $1,0 \text{ м}^3$ , что в пересчете на 1 га составляет  $6,3 \text{ м}^3$ .

Приведенные данные полевого опыта о результатах исследований «О влиянии способов сева на интенсивность эрозионных процессов и урожайность озимой пшеницы, ярового ячменя и сои в условиях склонового земледелия» свидетельствуют о высокой противоэрозионной эффективности сева сельскохозяйственных культур поперек склона на склоновых землях крутизной до  $6,2^\circ$ .

Средний смыв почвы по всем вариантам полевого опыта на участке № 2 при посеве вдоль склона (контроль) составил  $7,8 \text{ м}^3$ ; в почвозащитном варианте –  $4,05 \text{ м}^3$ , или в 1,7 раза ниже, чем при посеве вдоль склона, что подчеркивает высокую противоэрозионную эффективность направления рядков поперек склона при посеве колосовых культур и сои на склоновых землях крутизной до  $6,2^\circ$ .

Одновременно с изучением влияния способов посева на развитие эрозионных процессов по разным вариантам опыта проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием ярового ячменя сорта Гетьман, озимой пшеницы сорта Южанка и сои сорта Бара, размещенных на разных элементах склона при посеве вдоль и поперек опытных полей 1, 2.

Перед уборкой урожая в соответствии с методикой проведения исследования с каждой опытной делянкой были отобраны сноповые образцы для определения числа растений на  $1 \text{ м}^2$ , общего числа стеблей, из них колосоносных, вес пробы снопа, вес пробы зерна, отношение веса зерна к весу соломы, вес 1000 семян и биологический урожай.

Результаты лабораторного анализа сноповых образцов озимой пшеницы сорта Южанка, ярового ячменя сорта Гетьман и сои сорта Бара представлены в табл. 5, 6, 7.

Как видно из таблиц 5, 6 и 7, в результате проведенных полевых исследований, лабораторного анализа сноповых образцов озимой пшеницы сорта Южанка, ярового ячменя сорта Гетьман и сои сорта Бара, размещенных вдоль склона (контроль), и посевов культур поперек склона (почвозащитный вариант) получены следующие результаты по урожайности:

– средняя урожайность ярового ячменя сорта Гетьман, посеянного поперек склона, по всем трем вариантам опыта превысила урожайность на контроле (посев вдоль склона) по основной продукции на  $2,5 \text{ ц/га}$  и побочной продукции – на  $6,3 \text{ ц/га}$ ;

– средняя урожайность озимой пшеницы сорта Южанка, посеянной поперек склона, составила по основной продукции  $53,3 \text{ ц/га}$ , побочной –  $80,5 \text{ ц/га}$  и превысила урожайность на контроле по основной продукции на  $2,6 \text{ ц/га}$ , побочной – на  $4,6 \text{ ц/га}$ ;

– урожайность сои сорта Бара, посеянной поперек склона, превысила урожайность на контроле (посев вдоль склона) по основной продукции на  $1,7 \text{ ц/га}$  и побочной – на  $3,4 \text{ ц/га}$ .

**Таблица 5**

Влияние различных способов посева по вариантам склона на формирование урожая ярового ячменя сорта Гетьман по анализам сноповых образцов

№ п/п	Вариант опыта	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Общее число стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Число колосонных стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений (см)	Вес пробы снопа (г)	Вес зерен пробы (г)	Отношение веса зерна к весу соломы (%)	Вес 1000 зерен (г)	Биологический урожай (ц/га)
<b>Посев вдоль склона</b>												
1.	Д-1/3	292	550	502	1,9	1,7	66,0	768,0	280,0	57,0	39,9	28,0
2.	Д-2/3	316	572	519	1,8	1,6	69,0	841,0	316,0	60,0	44,2	31,6
3.	Д-3/3	318	722	523	16,0	1,6	71,0	947,0	372,0	61,0	43,9	37,2
<b>Посев поперек склона</b>												
4.	Д- 1/4	323	565	513	1,6	1,6	71,0	834,0	292,0	58,0	43,8	29,2
5.	Д- 2/4	331	619	567	1,7	1,7	72,0	914,0	331,0	61,0	41,8	35,1
6.	Д- 3/4	342	622	574	1,7	1,7	74,0	1021,0	401,0	69,0	48,2	40,1

**Примечание:** опытные делянки 1/3, 1/4 расположены в верхней части; 2/3, 2/4 – в средней части; 3/3, 3/4 – в нижней части склона

**Таблица 6**

Влияние различных способов сева по вариантам склона на формирование урожая озимой пшеницы сорта Южанка по анализам сноповых образцов

№ п/п	Вариант опыта	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Общее число стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Число колосонных стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений (см)	Вес пробы снопа (г)	Вес зерен пробы (г)	Отношение веса зерна к весу соломы (%)	Вес 1000 зерен (г)	Биологический урожай (ц/га)
<b>Посев вдоль склона</b>												
1.	Д-1/1	357	684	561	1,9	1,6	57	1224,0	494,0	67	36,8	49,4
2.	Д-2/1	361	721	564	1,8	1,6	60	1284,0	509,0	65	38,2	50,9
3.	Д-3/1	379	764	597	1,9	1,6	82	1296,0	523,0	68	42,4	52,0
<b>Посев поперек склона</b>												
4.	Д. 1/2	372	704	575	1,9	1,5	61	1263,0	518,0	69	39,6	52,0
5.	Д. 2/2	364	758	629	1,9	1,6	67	1349,0	531,0	65	40,5	53,0
6.	Д. 3/2	391	764	647	1,9	1,7	91	1401,0	548,0	64	44,7	55,0

**Примечание:** опытные делянки 1/1, 1/2 расположены в верхней части; 2/1, 2/2 – в средней части; 3/1, 3/2 – в нижней части склона

Таблица 7

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СЕВА ПО ВАРИАНТАМ СКЛОНА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СОИ СОРТА БАРА ПО АНАЛИЗАМ СНОПОВЫХ ОБРАЗЦОВ

№ п/п	Вариант опыта	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Высота растений (см)	Вес семян пробы (г)	Вес снопа (г)	Отношение веса зерна к весу соломы (%)	Вес 1000 зерен (г)	Биологический урожай
<b>Рядовой посев (15 см) вдоль склона</b>								
1.	Д-1/1	54	51	171,0	554,0	44,6	141,0	17,1
2.	Д-2/1	53	55	198,0	581,0	51,0	146,0	19,8
3.	Д-3/1	69	57	221,5	623,0	55,2	162,0	22,1
<b>Поперек склона</b>								
4.	Д-1/2	57	63	180,4	574,0	45,6	153,7	18,0
5.	Д-2/2	61	65	196,0	611,0	45,0	167,0	21,7
6.	Д-3/2	70	66	228,0	632,0	55,4	171,0	24,2
<b>Ширококорядный посев (30 см) вдоль склона</b>								
7.	Д-1/3	52	67	227,0	648,0	54,0	155,0	22,7
8.	Д-2/3	53	69	234,0	684,0	52,0	172,0	24,6
9.	Д-3/3	56	72	246,0	728,0	51,0	173,0	24,6
<b>Поперек склона</b>								
10.	Д-1/4	63	74	237,0	681,0	53,0	174,0	23,7
11.	Д-2/4	57	78	250,0	762,0	50,0	187,0	25,0
12.	Д-3/4	62	85	321,0	821,0	56,0	191,0	32,1

**Примечание:** опытные делянки 1/1, 1/2, 1/3, 1/4 расположены в верхней части склона; делянки 2/1, 2/2, 2/3, 2/4 – в средней части склона; делянки 3/1, 3/2, 3/3, 3/4 – в нижней части склона.

Результаты фенологических наблюдений за ростом и развитием растений ярового ячменя, озимой пшеницы и сои в период вегетации и лабораторный анализ сноповых образцов, проводимый перед уборкой урожая в трех вариантах и повторностях, показали, что в нижней части опытного поля при посеве ярового ячменя сорта Гетьман поперек склона (делянки 1/4, 2/4, 3/4) высота растений, число колосонных стеблей, вес пробы снопа и зерна оказались значительно выше по сравнению с посевом вдоль склона (контроль, делянки 1/3, 2/3, 3/3) в среднем на 3-5 см, 11-51 стеблей, 66-74 г, 14-29 г соответственно.

Аналогичные результаты получены и при анализе сноповых образцов озимой пшеницы сорта Южанка и сои сорта Бара, что подчеркивает высокую эффективность изучаемого противоэрозийного агротехнического приема на смыв и размыв почвы, а также урожайность полевых культур в склоновом земледелии (табл. 8).

Таблица 8

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ АГРОПРИЕМОВ  
НА ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

№ п/п	Вариант опыта	Урожайность, ц/га						Рыночная цена, руб./га				Стоимость прибавки урожая, руб./га		Всего, руб./га
		посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		± к контролю		посев вдоль склона		посев поперек склона				
		основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	
1	Верхняя часть склона	28,0	48,8	29,2	54,2	1,2	5,4	800,0	50,0	800,0	50,0	960,0	270,0	1230,0
2	Средняя часть склона	31,6	52,5	33,1	58,3	1,5	5,8	800,0	50,0	800,0	50,0	1200,0	2900,0	1490,0
3	Нижняя часть склона	37,2	54,4	40,1	62,0	2,9	7,6	800,0	50,0	800,0	50,0	2320,0	380,0	2700,0
											Итого	4480,0	940,0	5420,0
Дополнительные затраты на противоэрозионный прием														2150,0
Чистый доход по всем вариантам опыта														3270,0
Чистый доход с 1 га														1090,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований в 2019 году средний смыв почвы по всем вариантам опыта на участке № 2 при посеве сои вдоль склона (контроль) составил 7,8 м<sup>3</sup>, в почвозащитном варианте – 4,05 м<sup>3</sup>, или в 1,7 раза ниже, чем при посеве вдоль склона.

Сравнительная оценка урожайности: средняя урожайность ярового ячменя по всем трем вариантам опыта, размещенного поперек склона, превысила урожайность на контроле (посев вдоль склона) по основной продукции на 2,5 ц/га, побочной – на 6,3 ц/га.

В целом стоимость прибавки урожая составила по основной продукции – 4400,0 руб., побочной – 640,0 руб., в том числе по вариантам склона в верхней части – 1230,0 руб.; средней – 1490,0 руб.; нижней части – 2700,0 руб.

Аналогичные результаты по урожайности получены и при анализе сноповых образцов озимой пшеницы сорта Южанка и сои сорта Бара.

В результате проведенных исследований впервые для условий Кабардино-Балкарии на стационарных полевых опытах определены величины смыва почвы при возделывании сельскохозяйственных культур на склоновых землях.

Замена продольного посева зерновых колосовых культур поперечным является одним из важнейших агроприемов на склоновых землях крутизной от 3,6 до 6,2°.

Установлено, что на склоновых землях крутизной до 3,6° посев колосовых культур поперек склона при выпадении осадков слоем до 22 мм в течение 60 минут полностью защищает почвы от смыва и размыва.

На склоновых землях крутизной до 6,2° посеvy сои при размещении рядков поперек склона способны задержать ливневые осадки и уменьшить смыв почвы с 7,8 до 4,05 м<sup>3</sup>/га, или в 1,7 раза ниже, чем при посеве вдоль склона.

Результаты проводимых исследований по защите почв от эрозии следует включить в систему обязательных технологических приемов при возделывании полевых культур сплошного сева на всех эрозионно-опасных землях Кабардино-Балкарии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Драгавцева И.А., Ахматова З.П., Моренец А.С. Особенности и тенденции вариабельности лимитирующих факторов среды для плодовых культур Северного Кавказа в зимне-весенний период с учетом изменения климата (на примере абрикоса). Саратов: ООО «Амирит», 2018. С. 38-43.
2. Тарчоков Х.Ш., Чочаев М.М., Кушхабиев А.З., Шогенов А.Х., Гажева Р.А. Противоэрозионная эффективность способов посева на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3 (35). С. 66-72.
3. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Эркенов Т.Х. и др. Ресурсный потенциал земель Кабардино-Балкарии для возделывания плодовых культур. Нальчик, 2011. С. 17-21.
4. Молчанов Э.Н. Почвенная карта Кабардино-Балкарской АССР (главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР). М., 1999. С. 15-17.
5. Константинов М.С. Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. Кишинев: Изд-во Штиинца, 1987. С. 24-26.
6. Башоров В.А. Технология комплексной оценки состояния земель Кабардино-Балкарской Республики. Изд. центр «Эльза», 1999. С. 39-41.
7. Заславский М.А. Эрозия почв. М.: Изд-во «Мысль», 1979. С. 40-41.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 107-109.
9. Соболев С.С. и др. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почвы при изучении водной эрозии. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 87-88.

## REFERENCES

1. Dragavtseva I.A., Akhmatova Z.P., Morenets A.S. *Osobennosti i tendentsii variabel'nosti limitiruyushchikh faktorov sredy dlya plodovykh kul'tur Severnogo Kavkaza v zimne-vesenniy period s uchetom izmeneniya klimata (na primere abrikosa)* [Features and tendencies of variability of limiting environmental factors for fruit crops of the North Caucasus in the winter-spring period, taking into account climate change (on the example of apricot)]. Saratov: LLC «Amirit», 2018. Pp. 38-43.
2. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Kushkhabiev A.Z., Shogenov A.Kh., Gazheva R.A. *Protivoerozionnaya effektivnost' sposobov poseva na sklonovykh zemlyakh Kabardino-Balkarskoy respubliki* [Anti-erosion efficiency of sowing methods on slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic] // Bulletin of AIC Stavropol. 2019. No. 3 (35). Pp. 66-72.
3. Dragavtseva I.A., Savin I.Yu., Erkenov T.Kh. et al. *Resursnyy potentsial zemel' Kabardino-Balkarii dlya vzdelyvaniya plodovykh kul'tur* [Resource potential of the lands of Kabardino-Balkaria for the cultivation of fruit crops]. Nalchik, 2011. Pp. 17-21.
4. Molchanov E.N. *Pochvennaya karta Kabardino-Balkarskoy ASSR (glavnoye upravleniye geodezii i kartografii pri Sovete Ministrov SSSR)* [Soil map of the Kabardino-Balkarian Autonomous Soviet Socialist Republic (Main Directorate of Geodesy and Cartography under the USSR Council of Ministers)]. M., 1999. Pp. 15-17.
5. Konstantinov M.S. *Zashchita pochv ot erozii pri intensivnom zemledelii* [Protection of soil from erosion during intensive farming]. Kishinev: "Shtiintsa" Publishing House, 1987. Pp. 24-26.
6. Bashorov V.A. *Tekhnologiya kompleksnoy otsenki sostoyaniya zemel' Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Technology for a comprehensive assessment of the state of the lands of the Kabardino-Balkarian Republic]. Publishing center "Elsa", 1999. Pp. 39-41.
7. Zaslavsky M.A. *Eroziya pochv* [Soil erosion]. M.: "Mysl" Publishing House, 1979. Pp. 40-41.
8. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. M.: Agropromizdat, 1985. Pp. 107-109.
9. Sobolev S.S. et al. *Metodicheskiye rekomendatsii po uchetu poverkhnostnogo stoka i smывa pochvy pri izuchenii vodnoy erozii* [Methodological recommendations for accounting for surface runoff and soil washout in the study of water erosion]. L.: Gidrometeoizdat, 1975. Pp. 87-88.

## INFLUENCE OF WAYS OF SEEDING AGRICULTURAL CROPS ON THE INTENSITY OF EROSION PROCESSES AND YIELD OF AGRICULTURAL CROPS ON SLOPE LANDS OF KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

H.Sh. TARCHOKOV, M.M. CHOCHAEV, O.Kh. MATAEVA  
A.Kh. SHOGENOV, A.Z. KUSHKHABIEV

Institute of Agriculture –  
branch of FSBSE “Federal scientific center  
«Kabardin-Balkar scientific center of the Russian Academy of Sciences»  
360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224  
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

*The article presents the results of a study of the influence of sowing methods on soil erosion and the yield of spike crops and soybeans in the conditions of sloping agriculture in Kabardino-Balkaria. It has been shown that in order to combat water erosion in crops of cereal crops, the method of sowing and the direction of movement of aggregates with respect to the fall of the slope are of great importance. The anti-erosion role of such sowing is that each row of plants slows down the surface runoff of rainwater, precipitates and retains agitated soil particles, reduces runoff, improves plant growth and development, helps to preserve soil fertility, increases their protective role and yield.*

*It was revealed that the replacement of longitudinal sowing of cereal crops with transverse is one of the most important soil-protective agricultural practices on sloping lands with steepness from 3 to 6.2°, contributes to a 1.7-fold decrease in soil erosion and an increase in the yield of continuous sowing crops by 2.5-2,6 c / ha due to a more uniform distribution of the main limiting factor of moisture along with the main nutrients dissolved in it.*

*The results of studies on the protection of soils from water erosion are recommended to be included in the system of mandatory technological operations for the cultivation of continuous crops in the foothill, mid-mountain and mountain climatic zones of Kabardino-Balkaria.*

*In recent years, research institutions have proposed many anti-erosion measures aimed at further development of the issues of the theory and practice of soil-protective agriculture in the zonal aspect and, above all, the influence of the mechanism of erosion processes on changing soil fertility and the development of separate soil-protective methods and regional complexes.*

*However, these anti-erosion measures can give a positive result when they are tested in various regions, taking into account the peculiarities of the natural and climatic conditions of the republic.*

*The aim of this work is to study the influence of sowing methods on the intensity of erosion processes and crop yields on the slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic.*

*The studies were carried out in the mid-mountain zone of the Kabardino-Balkarian Republic, with altitude 960m above sea level, the sum of effective temperatures above 10° C - 2600° C, the amount of precipitation 700-780 mm, hydrothermal coefficient - 1.4.*

*Research work on the topic "Study of the influence of soil-protective systems of agriculture on the intensity of erosion processes and crop yields in conditions of sloping agriculture" has been carried out since 2017. The results of scientific research are published annually in peer-reviewed journals of the Russian Federation. This article presents the results of research for 2019.*

**Keywords:** slope lands, sowing methods, slope options, erosion processes, precipitation intensity, slope steepness, accounting profile, soil washout, water weeds, fertility, yield.

*Работа поступила 06.07.2020 г.*

**Сведения об авторах:**

**Тарчоков Хасан Шамсадинович**, к.с.-х.н., в.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

Тел.: 8-906-189-19-89.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Чочаев Магомед Махмудович**, с.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

Тел.: 8-928-715-38-80.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Матаева Оксана Хасановна**, м.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

Тел.: 8-938-694-71-09.

E-mail: o-mataeva@mail.ru

**Шогенов Анзор Хасанович**, к.с.-х.н., м.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

Тел.: 8-918-720-85-25.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Кушхабиев Аслан Зулимбиевич**, к.с.-х.н., с.н.с. Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224.

Тел.: 8-903-425-95-22.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Information about the authors:**

**Tarchokov Khasan Shamsadinovich**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, Institute of Agriculture – a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

Ph.: 8-906-189-19-89.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Chochoev Magomed Makhmudovich**, senior researcher, Institute of Agriculture – a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

Ph.: 8-928-715-38-80.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Mataeva Oksana Khasanovna**, junior researcher, Institute of Agriculture – a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

Ph.: 8-938-694-71-09.

E-mail: o-mataeva@mail.ru

**Shogenov Anzor Khasanovich**, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher, Institute of Agriculture – a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

Ph.: 8-918-720-85-25.

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Kushkhabiev Aslan Zulimbievich**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, Institute of Agriculture – a branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360004, KBR, Nalchik, Kirov street, 224.

Ph.: 8-903-425-95-22

E-mail: kbniish2007@yandex.ru