

УДК: 633.11

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-74-86

EDN: JMSZDO

Научная статья

Продуктивность озимой пшеницы в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарской Республики

Х. Ш. Тарчоков, М. М. Чочаев, А. Х. Шогенов, О. Х. Матаева

Институт сельского хозяйства –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния агротехнических приемов на урожайность и качество зерна сельскохозяйственных культур в условиях среднегорной зоны Кабардино-Балкарской Республики. Работа выполнена в 2021–2022 гг. в с.п. Белокаменское Зольского района КБР на склоне Северо-Западной экспозиции со средним уклоном 3,5°, высота над уровнем моря 980 м. Схема опыта предусматривала размещение исследуемых культур по разным вариантам склона: верхняя (водораздел), средняя и нижняя части при посеве вдоль и поперек опытного участка. Представлены классификация земель по степени эродированности и условиям работы сельскохозяйственных машин, сведения о качестве посевного материала озимой пшеницы сортов Южанка и Таулан (двуручка), результаты фенологических наблюдений и анализа сноповых образцов по вариантам полевого опыта. В результате проведенной научно-исследовательской работы выявлено, что посев поперек склона является наиболее реальным и наименее затратным способом увеличения урожайности и качества зерна озимых и яровых колосовых культур на склоновых пахотных землях крутизной до 4°. Целью данной работы является изучение влияния способов посева на урожайность и качество зерна колосовых культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики.

Ключевые слова: среднегорная зона, почва, склоновые земли, агротехнические приемы, способы посева, урожайность, качество зерна

Поступила 24.08.2023, одобрена после рецензирования 15.09.2023, принята к публикации 22.09.2023

Для цитирования. Тарчоков Х. Ш., Чочаев М. М., Шогенов А. Х., Матаева О. Х. Продуктивность озимой пшеницы в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 74–86. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-74-86

Original article

Productivity of winter wheat in the conditions of slope farming in the Kabardino-Balkarian Republic

Kh.Sh. Tarchokov, M.M. Chochaev, A.Kh. Shogenov, O.Kh. Mataeva

Institute of Agriculture –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of agrotechnical techniques on the yield intensity quality of agricultural crops in the conditions of the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic. The work was carried out in 2021–2022 in the Zolsky district of the village settlement of

Belokamenskoye, KBR, on the slope of the North-Western exposure with an average slope of 3.50 altitude above sea level 980 m. The scheme of the experiment provided for the placement of the studied crops according to different places of the slope: the upper (watershed), middle and lower parts when sowing along and across the experimental site. The classification of lands according to the degree of erosion and working conditions of agricultural machines, information on the quality of sowing material of winter wheat of the Yuzhanka and winter wheat of the Taulan (two-handed), the results of phenological observations and analysis of sheaf samples according to variants of field experience are presented. As a result of the research work carried out, it was revealed that the use of the method of sowing across the slope is the most realistic and least costly way to increase the yield and grain quality of winter and spring crops on sloping arable lands with a steepness of up to 40. The purpose of this work is to study the influence of sowing methods on the yield and quality of grain of ear crops on the slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic.

Keywords: foothill zone, ground, sloping lands, agrotechnical techniques, seeding method, yield intensity, crop quality

Submitted 24.08.2023,

approved after reviewing 15.09.2023,

accepted for publication 22.09.2023

For citation. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Shogenov A.Kh., Mataeva O.Kh. Productivity of winter wheat in the conditions of slope farming in the Kabardino-Balkarian Republic. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 5(115). Pp. 74–86. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-74-86

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение и поддержание на высоком уровне плодородия почв на склонах – актуальная задача современного земледелия. Необходимо не только защищать пашню от водной эрозии, но и обеспечивать благоприятные условия для формирования высокого уровня урожайности возделываемых культур. Однако для того чтобы обеспечить непрерывный рост урожайности, человечеству надо предотвратить снижение плодородия почв в результате эрозии и других деградационных процессов. Известно, что смытые почвы характеризуются неблагоприятными агрофизическими свойствами и низким потенциальным плодородием в сравнении с почвами, не подвергнутыми водной эрозии [1].

Эрозионные процессы не только разрушают почвенную структуру, ухудшают водно-физические свойства почв, но и способствуют выносу основных элементов питания растений.

Защита почвы имеет важнейшее значение в жизни и питании человека. В результате различных воздействий земля подвергается биологической деградации, становится экологически загрязненной, а плодородие почвы снижается.

В результате антропогенных процессов полезный фонд земель разрушен, плодородные земли взяты под различные постройки и дороги. Процессы эрозии и депрессии в производстве носят глобальный характер, и площадь пахотных земель уменьшается с каждым годом [2].

Почвенный покров на склонах чаще всего подвергается водной эрозии, что требует проведения специальных почвозащитных приемов для того, чтобы снизить процессы его деградации. В связи с этим возрастает необходимость использования новых агротехнических приемов для защиты и охраны склоновых земель от водной эрозии.

В балансе почвенных ресурсов республики имеется более 290,0 тыс. га средне- и сильно смытых почв, заметно утративших свое первоначальное плодородие, и свыше 45,0 тыс. га пашни на склонах, нуждающихся в постоянной и надежной защите от разрушительного влияния эрозионных процессов [3].

Очевидно, что обозначенные земли нуждаются в постоянной, надежной и бережной защите достаточно эффективными агротехническими приемами от разрушительных эрозионных процессов. Так как земельный баланс республики является сверхнапряженным, данная проблема приобретает особую актуальность и значимость.

Территория Кабардино-Балкарии занимает одно из первых мест на юге России, в частности в Северо-Кавказском федеральном округе, по интенсивности и силе проявления процессов эрозии на склоновых землях предгорной и среднегорной природно-климатических зон из-за сложных условий пересеченного рельефа. Поэтому формирование территории землепользователей и размещение полей севооборотов на склоновых землях с учетом высокой эрозионной опасности имеет большое природоохранное и народнохозяйственное значение.

Существенное влияние на интенсивность эрозионных процессов оказывают природные и антропогенные факторы: частота и интенсивность выпадающих осадков, характер снеготаяния, растительность, система земледелия [4]. Постепенно верхние почвенные слои склоновых земель подвергаются разрушительному воздействию воды и с каждым последующим годом эрозионные процессы усиливаются. При этом почва на значимых по объему площадях теряет плодородие и становится существенно менее пригодной для возделывания сельскохозяйственных культур. Задачи борьбы с эрозией и повышения продуктивности земель неотделимы одна от другой. Требования повышения интенсификации использования эрозионно-опасных земель диктуют необходимость усиления мер защиты почв от эрозии. В обозначенных выше неблагоприятных условиях губительного действия водной эрозии мероприятия по защите сельхозугодий должны быть разработаны для каждого землепользователя в зависимости от размеров возделываемых площадей, экологических и природно-климатических факторов и условий окружающей среды [5]. Существующие системы технологий и комплексов машин, применяемых для возделывания растениеводческой продукции, не могут быть использованы на склоновых землях, мало приспособлены для комплексной защиты почв и получения устойчивых прогнозируемых урожаев зерновых культур, условий горного земледелия [6]. Традиционные системы организации землепользования и возделывания зерновых культур в основном применялись с использованием широкозахватной техники на полях крупных размеров [7]. Поэтому разработка и исследование новых эффективных агротехнических приемов по защите почв от эрозии на склоновых пахотных землях и получение более высоких и устойчивых урожаев зерновых культур в условиях предгорной и среднегорной зон КБР является востребованным и актуальным научным направлением.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в соответствии с учебным пособием «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» [8], методическими указаниями по производственному испытанию агротехнических приемов защиты почв от водной эрозии [9]. Математическая обработка статистических результатов опытных данных проведена с использованием дисперсионного анализа [10].

Экспериментальную работу выполняли на опытном поле научно-производственного участка № 3 Института сельского хозяйства КБНЦ РАН общей площадью 6,0 га, в том числе под опытами – 5,8 га, расположенного в среднегорной зоне КБР на высоте 980,0 м над уровнем моря, на выпуклом склоне, когда крутизна увеличивается с удалением от водораздела с уклонами в верхней части 3,2°, средней – 3,6° и нижней – 3,8°. Сумма эффективных температур выше 10° С составляет до 2700° С за вегетационный период, количество выпадающих осадков – 650-800 мм, гидротермический коэффициент – 1,2-1,3.

Материалом для проведения исследований были сорта озимой пшеницы Южанка и Таулан (двуручка). Использованные для проведения исследований семена по своим важнейшим показателям (чистота, крупность и выравненность, влажность, всхожесть и энергия прорастания) соответствовали требованиям, предъявляемым к элитным семенам.

Земельный участок по вариантам склона был разделен на 12 опытных делянок размером $176,4 \times 24,5$ м²; $176,4 \times 23,5$ м² площадью 0,43 и 0,41 га при 3-кратной повторности. В верхней, средней и нижней части склона размещены по 4 опытных делянки озимой пшеницы сортов Южанка и Таулан (двуручка), посеянных вдоль и поперек склона.

Контролем в данном опыте является способ посева озимой пшеницы сорта Южанка и озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка) вдоль склона.

Посев озимой пшеницы сорта Южанка под урожай 2021 года проводился 26.10.2020 г., под урожай 2022 года – 22.10.2021 г. рядовым способом (15 см) универсальной сеялкой СЗУ-3,6 на глубину 5-6 см. Норма высева озимой пшеницы Южанка – 5,5 млн., озимой пшеницы Таулан (двуручка) – 5,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Различная норма высева исследуемых сортов озимой пшеницы связана с тем, что при испытании данных сортов в трех природно-климатических зонах (степная, предгорная, среднегорная) наивысшую урожайность они показали при этих нормах высева.

На опытном поле изучалось влияние направлений посева относительно склона исследуемых сортов озимой пшеницы на урожайность и качество зерна при размещении рядков по горизонталям и вертикалям склона.

Для оценки противоэрозионной эффективности посева (вдоль и поперек склона) на склоновых землях важно получить данные о прибавке урожая и качестве зерна исследуемых объектов.

Перед уборкой урожая в соответствии с методикой проведения исследования с каждой делянки были отобраны сноповые образцы для определения числа растений на 1 м², общего числа стеблей, включая колосоносные, веса пробы снопа, веса пробы зерна, отношения веса зерна к весу соломы, веса 1000 семян и биологического урожая.

Уборку урожая проводили сплошным способом. Урожайность зерна приводили к стандартной 14 % влажности. До ее начала провели визуальный осмотр всего опытного поля.

Поскольку в ходе осмотра не было обнаружено существенных отклонений в состоянии урожая, вызванных случайными причинами (потравы, огрехи, заезд тракторов), урожай с опытных делянок учитывался отдельно со всей площади, а урожай побочной продукции определялся по результатам анализа проб снопа. Сравнение полученных результатов анализа сноповых образцов по разным элементам склона позволило установить тенденцию изменения проверяемых показателей и биологического урожая в зависимости от расположения по разным элементам склона (верхняя, средняя и нижняя части).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Почва опытного участка представляет собой чернозем обыкновенный с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Содержание общего азота определяли по методу Кьельдаля, подвижные формы фосфора и калия – по методу Чирикова, гумус – по методу Тюрина. Приготовление солевой вытяжки и определение рН проводили по методу ЦИНАО. Почвенный горизонт мощностью 0-25 см перед закладкой имел следующие агрохимические показатели: рН – 5,45-5,6; содержание гумуса – 4,05-4,45 %; общего азота – 47,6-52,5 мг/кг; обменного калия – 320-446 мг/кг; подвижного фосфора – 23,7 мг/кг. Агрохимический анализ почвенных образцов по вариантам опыта проводили в лаборатории Станции агрохимической службы «Кабардино-Балкарская» (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (с.п. Белокаменское, Зольский р-н, КБР, в среднем по вариантам склона, 2021–2022 гг.)

Table 1. Agrochemical characteristics of the soil of the experimental area (village settlement Belokamenskoye, Zolsky district, KBR, on average for slope options, 2021-2022)

Годы	Варианты склона	Общий азот, мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	Гумус	pH
2021	Верхняя	45,1	49,3	130,0	4,0	5,6
	Средняя	46,7	51,0	140,0	4,2	5,4
	Нижняя	47,9	53,3	147,0	4,3	5,5
2022	Верхняя	50,1	56,1	145,0	4,1	5,2
	Средняя	54,6	59,4	150,0	4,3	5,5
	Нижняя	57,2	62,4	164,0	4,6	5,7
В среднем по вариантам склона 2021–2022 гг.	Верхняя	47,6	52,7	137,5	4,05	5,45
	Средняя	50,6	55,2	145,0	4,25	5,4
	Нижняя	52,5	57,8	155,5	4,45	5,6

В годы проведения исследований выявлено значительное варьирование природных факторов в периоды вегетации растений. В осеннее время преобладал дефицит влаги, зимой наблюдались оттепели с выпадением и сходом снега, весной в марте и апреле 2021–2022 годов, как правило, отмечали недостаток влаги, особенно в период активного роста и развития растений озимой пшеницы сортов Южанка и Таулан. Четкий дефицит влаги имел место в 2021 году, когда за март выпало 137 мм осадков при среднемноголетней норме 22 мм, за апрель – 19,5 мм при норме 44,0 мм. В первой половине мая наблюдалось небольшое похолодание и нехватка влаги в почве, по температуре отклонение от нормы составило 2,7° С.

Вторая половина мая и июнь были жаркими с обильным количеством выпавших осадков (превышение температуры воздуха составило 3,1-4,2° С, а по сумме осадков в мае-июне – 21 мм). Конец вегетации также характеризовался повышением температуры воздуха на 5,2° С, количество выпавших осадков было несколько ниже – на 14,1 мм от среднемноголетних значений.

Погодные условия вегетационного периода 2022 года были неоднородными. Весенне-летний период (май-июнь) отличался недостаточной теплообеспеченностью и повышенной влажностью. Средняя температура воздуха в мае составила 14,5° С, что ниже среднемноголетних показателей (15,7° С). Сумма осадков в мае составила 110,4 мм, что значительно больше среднемноголетних данных (72,0 мм). Сумма осадков в июне превышала норму на 24,5 мм. Температура июня была несколько ниже среднемноголетней и составила 19,3° С. Дальнейшая вегетация растений проходила при относительно теплой и засушливой погоде июля-августа.

Отмеченные метеорологические условия оказали влияние на рост и развитие растений, а следовательно, на формирование урожайности и качества зерна исследуемых культур, что подтверждается данными фенологических наблюдений и анализа сноповых объектов исследований (табл. 2, 3, 4)

Результаты анализа почвенных образцов с разных элементов склона свидетельствуют 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.

Таблица 2. Результаты фенологических наблюдений за ростом и развитием сортов озимой пшеницы Южанка и Таулан (двуручка) в 2021–2022 годах

Table 2. Results of phenological observations of the growth and development of winter wheat varieties Yuzhanka and Taulan (two-handed) in 2021-2022

Годы	Варианты опыта	Посев	Всходы	Кущение	Выход в трубку (стеблевание)	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Продолжительность периода от посева до уборки (дней)
Средняя часть склона										
2021	Сорт Южанка	26.10	05.11	16.03	19.04	17.05	18.06	11.07	17.07	258 дней вместе с периодом покоя 107,0
	Сорт Таулан (двуручка)	28.04	16.05	18.05	27.05	19.06	17.07	10.08	14.08	
2022	Сорт Южанка	22.10	04.11	13.03	15.04	14.05	15.06	09.07	14.07	264,0
	Сорт Таулан (двуручка)	25.04	04.05	16.05	24.05	17.06	15.07	08.08	16.08	113,0

Результаты лабораторного анализа сноповых образцов, а также статистических оценок значимости и разницы между средними по наименьшей существенной разности (НСР) представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Влияние направления посева относительно склона по вариантам опыта на формирование урожая озимой пшеницы сорта Южанка по анализам сноповых образцов (НПУ № 3, с.п. Белокаменское, Зольский р-н, КБР, 2021–2022 гг.)

Table 3. The influence of the sowing direction relative to the slope according to the experimental options on the formation of the harvest of winter wheat variety Yuzhanka breed according to the analysis of sheaf samples (NPU No. 3, village settlement Belokamenskoye, Zolsky district, KBR, 2021-2022)

Годы	Варианты опыта	Число растений на 1 м ²	Общее число стеблей на 1 м ²	Число продуктивных стеблей на 1 м ²	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Вес пробы снопа с 1 м ² , г	Вес зерна пробы, г	Отношение веса зерна к весу соломы, %	Вес 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Посев вдоль склона (контроль)												
2021	Д-1	437	553	504	1,26	1,1	79	820	408	50,0	43,4	41,0
	Д-5	452	581	549	1,3	1,2	88	817	418	51,0	44,0	42,0
	Д-9	489	604	582	1,25	1,1	89	837	426	51,0	45,1	42,6
	В среднем	459	579	545	1,27	1,13	85,3	824	418	50,6	44,1	41,8
	Посев поперек склона											
	Д-2	449	596	514	1,3	1,15	81	853	421	49,3	44,2	42,1
	Д-6	472	604	568	1,3	1,2	92	870	447	51,4	42,7	44,7
	Д-10	596	634	627	1,27	1,17	94	927	483	52,0	44,8	48,3
В среднем	505	619	569	1,29	1,17	89,0	883	450	50,9	44,0	45,0	
НСР-05												2,9
Посев вдоль склона (контроль)												
2022	Д-1	441	567	509	1,29	1,15	81	819	422	51,0	44,3	42,2
	Д-5	463	594	551	1,3	1,2	92	897	428	48,0	43,8	42,8
	Д-9	498	611	587	1,23	1,17	94	909	442	49,0	44,2	44,2
	В среднем	467	590	549	1,27	1,17	89	875	429	49,3	44,1	43,0

Посев поперек склона												
Д-2	463	611	528	1,3	1,14	87	854	425	50,0	44,3	43,5	
Д-6	489	634	572	1,28	1,17	94	897	450	50,5	44,7	45,0	
Д-10	528	621	589	1,23	1,11	97	918	477	52,0	44,1	47,7	
В среднем	493	622	563	1,27	1,14	93	889,7	451	50,8	44,3	45,1	
НСР-05												2,92

Д-1, Д-2 – верхняя часть склона
 Д-5, Д-6 – средняя часть склона
 Д-9, Д-10 – нижняя часть склона

Таблица 4. Влияние направления посева относительно склона по вариантам опыта на формирование урожая озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка) по анализам сноповых образцов (НПУ № 3, с. п. Белокаменское, Зольский р-н, КБР, 2021–2022 гг.)

Table 4. Influence of sowing direction relative to the slope according to the experimental options on the formation of the yield of winter wheat of the Taulan breed (two-handed) according to the analysis of sheaf samples (NPU No. 3, village settlement Belokamenskoye, Zolsky district, KBR, 2021-2022)

Годы	Варианты опыта	Число растений на 1 м ²	Общее число стеблей на 1 м ²	Число продуктивных стеблей на 1 м ²	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Вес пробы снопа с 1 м ² , г	Вес зерна пробы, г	Отношение веса зерна к весу соломы	Вес 1000 зерен	Урожайность, ц/га
Посев вдоль склона												
2021	Д-3	413	485	465	1,2	1,1	80	813	384	47,0	42,6	38,4
	Д-7	428	509	491	1,2	1,1	83	854	417	49,0	42,0	41,7
	Д-11	447	547	514	1,23	1,15	92	857	432	49,2	44,2	42,2
	В среднем	429	513	490	1,21	1,12	85	841	422	48,4	43,0	40,7
	Посев поперек склона											
	Д-4	422	503	472	1,3	1,2	84	837	405	48,3	42,0	40,5
	Д-8	441	517	523	1,2	1,1	89	886	451	51,0	43,0	45,1
	Д-12	469	565	539	1,15	1,1	98	981	434	49,0	43,1	43,4
В среднем	444	528	511	1,21	1,13	90,3	903	445	49,5	42,7	43,0	
НСР-05												1,54
Посев вдоль склона												
2022	Д-1	409	487	470	1,2	1,15	78	840	407	50,0	43,7	41,0
	Д-7	427	528	504	1,24	1,18	81	820	423	51,0	44,1	42,3
	Д-11	449	561	518	1,25	1,15	88	871	437	50,0	46,0	43,7
	В среднем	428	525	497	1,23	1,16	82	843	422	50,3	44,6	42,1
	Посев поперек склона											
	Д-4	425	499	477	1,17	1,12	81	858	418	49,0	44,1	41,8
	Д-8	439	541	523	1,23	1,19	89	878	441	50,0	43,0	44,1
	Д-12	463	578	541	1,2	1,16	98	957	462	48,0	42,0	46,2
В среднем	442	539	514	1,2	1,17	89,3	897	440	49,0	43,0	44,0	
НСР-05												1,3

Д-3, Д-4 – верхняя часть склона
 Д-7, Д-8 – средняя часть склона
 Д-11, Д-12 – нижняя часть склона

В результате проведенных наблюдений и лабораторного анализа сноповых образцов сортов озимой пшеницы Южанка и Таулан (двуручка) в среднем за годы исследований выявлено, что изучаемый способ посева колосовых культур поперек склона оказывает положительное влияние на рост и развитие растений, а также продуктивность полевых культур в склоновом земледелии.

Из данных биометрического анализа показателей, представленных в таблицах 5, видно, что при посеве озимой пшеницы поперек склона (делянки 2, 6, 10) общее число стеблей, число колосоносных стеблей, высота растений, вес пробы снопа и зерна сложились значительно выше, чем при посеве вдоль склона (делянки 1, 5, 9), в среднем за 2021–2022 годы по вариантам опыта на 36 стеблей, 19 стеблей; 3,9 см, 36,5 г и 27 г соответственно.

Заметное преимущество размещения озимой пшеницы поперек склона наблюдается и при сравнительном анализе урожайности по вариантам опыта:

– в верхней части склона урожайность озимой пшеницы сорта Южанка, посеянной поперек склона, в среднем за 2021–2022 гг. превышала урожайность при посеве вдоль склона на 1,4 ц/га;

– в средней части склона за тот же период урожайность озимой пшеницы, посеянной поперек склона, превышала урожайность на контроле на 2,4 ц/га;

– в нижней части склона урожайность озимой пшеницы, посеянной поперек склона, превысила урожайность на контроле на 2,6 ц/га.

Во многом это можно объяснить тем, что у подножия склона в условиях частичного выполнения аккумулятивных функций ландшафта продуктивность с 1 га пашни в зоне развития водной эрозии возрастает [11].

В целом стоимостное выражение прибавки урожая составило 6400 руб., в том числе от крутизны склона: в верхней части склона – 1200,0 руб., средней части – 2400,0 руб., нижней части – 2600,0 руб.

При этом урожайность озимой пшеницы в среднем за 2021–2022 гг. при посеве поперек склона превысила показатели, полученные на контроле (посев вдоль склона) по вариантам опыта на 2,1 ц/га. Аналогичные результаты получены и при анализе сноповых образцов озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка), что свидетельствует о высокой эффективности проводимых противозерозионных агротехнических мероприятий и их влиянии на повышение урожайности и качества зерна колосовых культур в условиях склонового земледелия.

Таблица 5. Зависимость качества зерна озимой пшеницы сорта Южанка от направления посева относительно склона (вдоль, поперек) по разным элементам склона (2021–2022 гг.)

Table 5. Dependence of grain quality of winter wheat Yuzhanka breed on the direction of sowing relative to the slope (along, across) for different elements of the slope (2021-2022)

Годы	№ п/п	Варианты опыта	Влага, %	Белок, %	Клейковина, %	Натура, г	
Верхняя часть склона							
2021	1	Посев вдоль склона (контроль)	12,0	9,8	20,7	815,0	
	2	Посев поперек склона	12,1	11,9	23,9	823,0	
	Разница к контролю		0,1	2,1	3,2	8,0	
	Средняя часть склона						
	3	Посев вдоль склона (контроль)	11,9	11,5	26,4	812,8	
	4	Посев поперек склона	12,4	18,7	28,9	831,2	
	Разница к контролю		0,5	7,2	2,5	18,4	
	Нижняя часть склона						
	5	Посев вдоль склона (контроль)	12,2	10,9	27,0	780,0	
6	Посев поперек склона	12,6	17,8	27,9	794,0		
Разница к контролю		0,4	6,9	0,9	14,0		
Верхняя часть склона							
	1	Посев вдоль склона (контроль)	12,0	10,4	20,9	808,0	
	2	Посев поперек склона	12,8	11,6	24,2	824,0	
	Разница к контролю (+,-)		0,8	1,2	3,3	16,0	

		Средняя часть склона				
2022	3	Посев вдоль склона (контроль)	13,1	9,9	23,5	817,0
	4	Посев поперек склона	13,4	12,1	24,9	832,0
	Разница к контролю (+,-)		0,3	2,2	1,4	15,0
			Нижняя часть склона			
	5	Посев вдоль склона (контроль)	12,7	10,3	21,0	834,0
	6	Посев поперек склона	13,1	12,7	24,7	842,0
	Разница к контролю (+,-)		0,4	1,4	3,7	8,0

Сравнительный анализ качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Южанка в зависимости от способа посева (вдоль, поперек) по разным элементам склона показал, что при посеве озимой пшеницы поперек склона содержание белка при размещении в верхней части склона составило 11,9 % или выше, чем на контроле, на 2,1%, в средней части склона при посеве поперек склона содержание белка составило 18,7 % или выше, чем на контроле, на 7,2 %, в нижней части склона содержание белка при посеве поперек склона составило 17,8 %, что выше, чем на контроле, на 6,9 % (табл. 6). Аналогичные результаты, подтверждающие преимущество размещения посева озимой пшеницы поперек склона, получены и при сравнительном анализе качественных показателей озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка).

Представленные результаты свидетельствуют о том, что для увеличения урожая на посевах зерновых колосовых культур большое значение имеют способ посева и направление движения агрегатов по отношению к падению склона. Противозерозионная роль такого посева заключается в том, что каждый ряд растений и образовавшиеся мелкие бороздки замедляют поверхностный сток дождевых вод, осаждают и задерживают взмученные почвенные частицы, уменьшают смыв, улучшают рост и развитие растений, способствуют сохранению плодородия почв, повышают их защитную роль и урожай.

В связи с этим пахотные земли на склонах крутизной до 3° целесообразно отводить соответственно под севообороты с максимальным насыщением пропашными культурами. Склоны крутизной 3-5° необходимо занимать преимущественно культурами сплошного посева, а при уклонах более 5° склоновые пахотные земли необходимо включать в почвозащитные севообороты.

При этом применение агротехнологических, противозерозионных мероприятий, как установлено проведенными исследованиями, не требует больших капитальных вложений и дает положительный эффект достаточно быстро, в первый же год их применения. Расчеты свидетельствуют, что запланированный комплекс противозерозионных мероприятий на склоновых землях по борьбе с вымыванием, деградацией и эрозией почв требует затрат не более 10 % от величины ущерба, который ежегодно приносит аграрной отрасли эрозия почв. В то же время замена продольного посева зерновых колосовых культур поперечным является одним из значимых почвозащитных агротехнических приемов не только на склоновых пахотных землях предгорной и среднегорной природно-климатических зон Кабардино-Балкарской Республики, но и по всему Северо-Кавказскому региону.

Результаты оценки экономической эффективности применения рекомендуемого противозерозионного приема на посевах озимой пшеницы сорта Южанка и сорта Таулан (двуручка) представлены в таблице 6.

Таблица 6. Экономическая эффективность агротехнических противоэрозионных мероприятий на посеве озимой пшеницы сорта Южанка и озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка), в среднем за 2021–2022 гг.

Table 6. Economic efficiency of agrotechnical anti-erosion measures for sowing winter wheat of the Yuzhanka breed and winter wheat of the Taulan breed (two-handed), on average for 2021-2022.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га						Стоимость прибавки урожая		Всего, руб.
	посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		(+, -) к контролю		основной продукции	побочной продукции	
Верхняя часть склона	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции			основной продукции
Озимая пшеница сорт Южанка									
Средняя часть склона	41,2	73,4	42,8	74,8	1,3	1,4	1300	70	1370
Нижняя часть склона	42,4	79,0	44,8	81,2	2,4	1,2	2400	60	2460
	43,4	84,7	46,3	86,6	2,9	1,9	2900		2995
	Итого:								6825,0
Озимая пшеница сорт Таулан									
Верхняя часть склона	39,7	74,0	41,1	78,3	1,4	4,3	1400	215	1615
Средняя часть склона	42,0	77,0	43,7	79,8	1,7	2,8	1700	140	1840
Нижняя часть склона	43,0	81,1	44,8	87,4	1,8	6,3	1800	315	2115
	Итого:								5570,0
	Дополнительные затраты на противоэрозионный прием								2370,0
	Чистый доход с 1 га посева озимой пшеницы сорта Южанка								4455,0
	Чистый доход с 1 га посева озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка)								3200,0

Примечание: розничная цена основной продукции – 1000 руб./ц, побочной – 50 руб./ц.

Выводы

1. Использование способа посева по горизонталям склона в предгорной и среднегорной природно-климатических зонах на пахотных землях крутизной в пределах 3-5° является одним из важных и доступных агротехнических приемов, эффективно влияющих на формирование продукционного процесса, урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

2. Увеличение урожайности озимой пшеницы сорта Южанка за счет применения изучаемого почвозащитного агроприема по всем вариантам опыта составило: по основной продукции – 2,1 ц/га и по побочной – 1,5 ц/га.

Стоимость прибавки урожая озимой пшеницы при посеве поперек склона составила: по основной продукции – 6600,0 руб., по побочной – 2250,0 руб., всего – 6825,0; чистый доход с площади 1 га составил 4455,0 руб.

3. Анализ качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Южанка показал, что при посеве поперек склона содержание клейковины за годы исследований (2021–2022 гг.) по всем вариантам склона – 23,25 % или больше, чем на контроле, на 2,4 %.

Аналогичные результаты были получены и при анализе качественных показателей озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка).

4. Результаты проведенных научных исследований о влиянии направления посева относительно склона на формирование урожая озимой пшеницы следует включить в систему обязательных технологических приемов при возделывании полевых культур сплошного сева на территории предгорной и среднегорной природно-климатических зон Кабардино-Балкарии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заславский М. А. Эрозия почв. Москва: Мысль, 1979. 245 с.
2. Ramazonov B. R. Anti-erosion control measures on sloping lands and foothill areas, desertification processes. *Scientific Journal*. 2021. Vol. 2. No. 5. Pp. 410–419. DOI:10.24411/2181-1385-2021-00905.
3. Тарчоков Х. Ш., Чочаев М. М., Кушхабиев А. З. и др. Противоэрозионная эффективность способов посева на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3(35). С. 66–72.
4. Скорыходов В. Ю., Максюттов Н. А., Зоров А. А и др. Сохранение плодородия почвы от эрозии в степной зоне Урала // Плодородие. 2021. № 6(123). С. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.06.
5. Константинов М. С. Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. Кишинев: Штиинца, 1987. 240 с.
6. Лачуга Ю. Ф., Измайлов А. Ю., Лобачевский Я. П. и др. Научно-технические достижения агроинженерных научных учреждений для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2021. № 4(286). С. 2–11.
7. Лачуга Ю. Ф., Смирнов И. Г., Шогенов Ю. Х. Агроинженерная наука производству // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 3. С. 3–5.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. С. 107–109.
9. Ванин Д. Е., Рожков А. Г., Сурмач Г. П. и др. Методические указания по производственному испытанию агротехнических приемов защиты почв от водной эрозии. Москва: Колос. 1976 г. 20 с.
10. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей / перевод с англ. В. Н. Перегудова. Москва: Госстатиздат, 1958. 268 с.
11. Стукало В. А., Степаненко Т. Г., Друп В. Д. и др. Влияние развития эрозионных процессов на содержание подвижных соединений фосфора и калия, урожайность озимой пшеницы на пашне и разнотравно-злаковых ассоциаций на целине // Земледелие. 2020. № 3. С. 24–26. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304.

REFERENCES

1. Zaslavsky M.A. *Eroziya pochv* [Soil erosion]. Moscow: Mysl', 1979. 245 p. (In Russian)
2. Ramazonov B.R. Anti-erosion control measures on sloping lands and foothill areas, desertification processes. *Scientific Journal*. 2021. Vol. 2. No. 5. Pp. 410–419. DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00905.
3. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Kushkhabiev A.Z. et al. Anti-erosion efficiency of sowing methods on slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Bulletin of the AIC of Stavropol]. 2019. No. 3(35). Pp. 66–72. (In Russian)

4. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A. et al. Preservation of soil fertility from erosion in the steppe zone of the Urals. *Plodorodiye*. 2021. No. 6(123). Pp. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.06. (In Russian)
5. Konstantinov M.S. *Zashchita pochv ot erozii pri intensivnom zemledelii* [Protection of soils from erosion during intensive farming]. Chisinau: Shtiintsa, 1987. 240 p. (In Russian)
6. Lachuga Yu.F., Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. et al. Scientific and technical achievements of agro-engineering scientific institutions for the production of basic groups of agricultural products. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* [Equipment and equipment for rural areas. 2021]. No. 4(286). Pp. 2–11. (In Russian)
7. Lachuga Yu.F., Smirnov I.G., Shogenov Yu.Kh. Agricultural engineering science for production. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve* [Technology in agriculture]. 2008. No. 3. Pp. 3–5. (In Russian)
8. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. Pp. 107–109. (In Russian)
9. Vanin D.E., Rozhkov A.G., Surmach G.P. et al. *Metodicheskiye ukazaniya po proizvodstvennomu ispytaniyu agrotekhnicheskikh priyemov zashchity pochv ot vodnoy erozii* [Guidelines for production testing of agrotechnical methods for protecting soils from water erosion]. Moscow: Kolos, 1976. 20 p. (In Russian)
10. Fisher R.A. *Statisticheskiye metody dlya issledovateley* [Statistical methods for researchers]: transl. V.N. Peregudova. Moscow: Gosstatizdat, 1958. 268 p. (In Russian)
11. Stukalo V.A., Stepanenko T.G., Drup V.D., Okrut S.V., Zelenskaya T.G. The influence of the development of erosion processes on the content of mobile compounds of phosphorus and potassium, the yield of winter wheat on arable land and forb-grass associations on virgin soil. *Zemledeliye*. 2020. No. 3. Pp. 24–26. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304. (In Russian)

Информация об авторах

Тарчоков Хасан Шамсадинович, канд. с.-х. наук, стар. науч. сотр., зав. лабораторией «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6187-7354>

Чочаев Магомед Махмудович, науч. сотр. лаборатории «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2442-6762>

Шогенов Анзор Хасанович, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

a.vonegosh@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1184-5397>

Матаева Оксана Хасановна, мл. науч. сотр. лаборатории «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

o-mataeva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3590-5734>

Information about the authors

Tarchokov Khasan Shamsadinovich, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, Head of Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6187-7354>

Chochaev Magomed Makhmudovich, researcher of the Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2442-6762>

Shogenov Anzor Khasanovich, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

a.vonegosh@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1184-5397>

Mataeva Oksana Khasanovna, junior researcher of Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

o-mataeva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3590-5734>