

Влияние способов посева на противоэрозионную эффективность, урожайность и качество зерна колосовых культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики

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

Институт сельского хозяйства –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН
360004, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения влияния способов посева на интенсивность эрозионных процессов, урожайность и качество зерна сельскохозяйственных культур в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарской Республики. Работа выполнена в 2018–2020 гг. в среднегорной зоне на склоне северо-западной экспозиции крутизной 3–6°, 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. Материалом для исследований служили сорта озимой пшеницы Южанка и ярового ячменя Эней-УА. В результате полевых опытов выявлено, что применение способа посева поперек склона является одним из важнейших доступных агроприемов для борьбы с водной эрозией на склоновых землях крутизной от 3 до 6°, позволяет снизить объем смыва почвы в 2,5 раза и повысить урожайность колосовых культур сплошного сева на 2,2–3,0 ц/га. Противоэрозионная роль такого способа посева связана с тем, что поперечный посев колосовых культур изменяет микрорельеф пашни в сторону образования мелких борозд перпендикулярно направлению стока, увеличивает шероховатость поверхности, уменьшает макрорасчлененность склона, что способствует значительному снижению интенсивности эрозионных процессов и повышению урожайности полевых культур. Результаты исследований рекомендовано включить в систему обязательных агроприемов при возделывании колосовых культур сельхозорганизациями всех категорий на склоновых землях среднегорной природно-климатической зоны Кабардино-Балкарской Республики. 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 влияние 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, урожайность и качество зерна колосовых культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики.

Ключевые слова: почвы, склоны, осадки, эрозия, учетный профиль, смыв почвы, водоройны, плодородие, урожайность

Поступила 29.09.2022, одобрена после рецензирования 07.10.2022, принята к публикации 14.10.2022

Для цитирования. Тарчоков Х. Ш., Чочаев М. М., Сарбашева А. И., Матаева О. Х., Шогенов А. Х. Влияние способов посева на противоэрозионную эффективность, урожайность и качество зерна колосовых культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5 (109). С. 132–148. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-132-148

Influence of sowing methods on anti-erosion efficiency, productivity and grain quality of spiked crops on sloping lands of the Kabardino-Balkarian Republic

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

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

Annotation. The research was carried out in order to study the influence of sowing methods on the intensity of erosion processes, productivity and grain quality of agricultural crops in the conditions of slope agriculture of the Kabardino-Balkarian Republic. The work was carried out in 2018-2020 in the mid-mountain zone on the slope of the northwestern exposure with a steepness of 3-6°, an altitude of 980m above sea level. The scheme of the experiment provided for the placement of the studied crops along different variants of the slope of the upper (watershed), middle and lower parts when sowing along and across the experimental plot. The material for the research was the winter wheat variety Yuzhanka and the spring barley variety Eney-UA. As a result of field experiments, it was revealed that the use of the method of sowing across the slope is one of the most important of available agricultural practices for combating water erosion on sloping lands with a steepness of 3 to 6 degrees, decreasing the slope erosion 2.5 times and providing increase of grain yields about 2.2-3.0 c/ha. The anti-erosion role of this method of sowing is due to the fact that the transverse sowing of cereal crops changes the microrelief of arable land towards the formation of small furrows perpendicular to the direction of runoff, increases the surface roughness, reduces the macro-dissection of the slope, which contributes to a significant decrease in the intensity of erosion processes and an increase in field crop yields. The results of the research are recommended to be included in the system of mandatory agricultural practices in the cultivation of cereal crops by agricultural organizations of all categories on the sloping lands of the mid-mountain natural - climatic zone of the Kabardino-Balkarian Republic. In recent years, research institutions have proposed many anti-erosion measures aimed at further development 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 changes in soil fertility and the development of both individual soil-protective methods and regional complexes. However, these anti-erosion measures can provide a positive result when they are tested in different regions, taking into account the peculiarities of the natural and climatic conditions of the Republic. The purpose of this work is to study the influence of sowing methods on the intensity of erosion processes, the yield and quality of grain of spiked crops on the sloping lands of the Kabardino-Balkarian Republic.

Key words: soils, slopes, precipitation, erosion, accounting profile, soil runoff, waterholes, fertility, productivity

Submitted 29.09.2022,

approved after reviewing 07.10.2022,

accepted for publication 14.10.2022

For citation. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Sarbasheva A.I., Mataeva O.Kh., Shogenov A.Kh. Influence of sowing methods on anti-erosion efficiency, productivity and grain quality of spiked crops on sloping lands of the Kabardino-Balkarian Republic. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 5 (109). Pp. 132–148. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-132-148

ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть сельскохозяйственных земель России подвержена различным эрозийным процессам. Эрозия является одним из самых опасных негативных процессов, вызывающих деградацию и уничтожение почвенного покрова и наносящих ущерб земельным ресурсам и окружающей среде. Современная водная эрозия проявляется повсеместно при сочетании антропогенных, природных и климатических условий. 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 в сельском хозяйстве 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 [1]. Поэтому трудно переоценить всю важность этой проблемы с точки зрения охраны и рационального использования земельных ресурсов.

Почвенный покров Кабардино-Балкарии относится к основным природным ресурсам республики. Однако сочетание неблагоприятных природно-климатических условий, длительное применение на склоновых землях обычной агротехники без почвозащитных технологий привели к ускоренному развитию эрозии почв. 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 [2].

Для ведения интенсивного сельскохозяйственного производства на этих землях необходимо предвидеть проявление эрозионно-денудационных процессов, способных снизить плодородие почв, привести к эрозионному расчленению территории. Существенное влияние на интенсивность эрозионных процессов оказывают природные и антропогенные факторы: частота и интенсивность выпадающих осадков, характер снеготаяния, растительность, система земледелия [3].

По характеру рельефа территорию Кабардино-Балкарии можно разделить на две части: большую горную и меньшую равнинную. Между ними как переходная полоса протянулась предгорная часть, вытянутая с юго-запада на юго-восток с высотами от 500 до 700 м и выше, а также меловой хребет, средняя часть которого достигает 1000 м, а некоторые его вершины – 1300–1500 м над уровнем моря. Такое расположение землепользования и предопределило наличие значительного количества склоновых земель.

Согласно земельному учету на 01.01.2021 года территория республики составляет 1247,0 тыс. га. Из этой площади 235063 га с уклонами менее 1° – 18,87 % от общей площади; 209652 га – от 1 до 3° (16,82 %); 70511 – от 3 до 5° (5,68 %); 88615 га – от 5 до 8° (7,13 %); 21218 га – от 8 до 16° (16,19 %) и 442459 га – более 16° (35,31 %) [4].

Используемая в настоящее время технология и комплекс сельскохозяйственных машин для возделывания сельскохозяйственных культур на склоновых землях в основном разработаны для равнинных территорий и поэтому не обеспечивают надежную защиту почв от эрозии и получение устойчивых урожаев. Сплошная распашка почв без надлежащего учета их качества, применение шаблонной агротехники, а также слабая изученность эродированных почв и приемов их защиты способствовали усилению водной эрозии [5].

Из-за сложности рельефа и мелкоконтурности земельных угодий, нерационального использования склоновых земель в ряде районов республики процесс разрушения почв принял угрожающий характер. С каждым последующим годом верхний слой почвы становится более податливым разрушительному воздействию, теряет плодородие на больших площадях и становится непригодным для возделывания сельскохозяйственных культур [6].

Природные факторы лишь создают условия для возникновения эрозии, определяют возможность ее проявления, а реализуется эта возможность при неправильной хозяйственной деятельности человека. Поэтому главной причиной активизации процессов эрозии, катастрофического увеличения площадей эродированных земель на территории республики яв-

ляется несоблюдение на фоне благоприятных для развития эрозии природных условий основных противоэрозионных мероприятий при различных видах хозяйственной деятельности и прежде всего в сельскохозяйственном производстве.

Интенсивная обработка почв тяжелыми тракторами, частая культивация пропашных культур, малый удельный вес в структуре посевных площадей многолетних трав (или вообще их отсутствие) приводят к сильному распылению почв, разрушению агрономически ценной структуры, заметному снижению водопроницаемости и поглотительной способности и в конечном счете к резкому снижению противоэрозионной устойчивости. Все эти процессы привели к активизации антропогенной почвенной эрозии на полях региона через изменения ряда физических свойств (прежде всего ее переуплотнение). В результате этого усилился смыв и размыв почвы [7].

По данным института Севкавказпрозем, на горных выщелоченных и обыкновенных черноземах, которые преобладают на склоновых землях Кабардино-Балкарии, содержание гумуса составляет в среднем на незероированных почвах 8,6 %, среднесмытых – 5,4 % и сильносмытых – 3,0 %. В результате эрозии на некоторых почвах республики снизилась мощность гумусового слоя на 30–40 см и более [8].

Задачи борьбы с эрозией почв и повышения продуктивности земель неотделимы одна от другой. Требования повышения интенсификации использования эрозионно-опасных земель диктуют необходимость усиления мер защиты почв от эрозии. Система мер по охране почв эрозионных и эрозионно-аккумулятивных структур должна строиться с учетом сельскохозяйственного использования земель, дифференцированно для пахотных, естественных кормовых угодий и многолетних плодовых насаждений.

Поскольку противоэрозионные мероприятия должны охватывать одновременно весь водосборный бассейн и в первую очередь склоны сверху донизу, при проектировании и осуществлении мер по охране почв от эрозии необходимо учитывать специфику почвенного покрова, противоэрозионную устойчивость почв как внутри отдельных поясов, выделяемых на склонах, так и в целом по сформированной на них структуре вертикальной поясности.

Научными исследованиями и практикой передовых хозяйств установлено, что эффективная защита почв от эрозии достигается лишь на основе применения целого почвозащитного комплекса, включающего в себя противоэрозионную организацию территории, агротехнические, агролесомелиоративные и гидротехнические мероприятия [9].

Только комплексное проведение всех противоэрозионных мероприятий в сельхозорганизациях позволяет остановить эрозионные процессы, стабилизировать и повысить плодородие эродированных почв, вовлечь в сельскохозяйственный оборот ранее непригодные земли.

Проблема почвозащитной организации территории склоновых земель очень актуальна. Без сохранения воспроизводства почвенного плодородия нельзя обеспечить постоянный рост продуктивности и устойчивости земледелия. Внедрение почвозащитных систем обработки почвы и посева является одной из приоритетных задач современного земледелия [10].

Проблемы закономерностей проявления водной эрозии и разработки мер борьбы с ними в разные годы изучались в Северо-Кавказском НИИ горного и предгорного сельского хозяйства (г. Владикавказ). Среди многих направлений научно-исследовательской работы, проводимой в институте, особого внимания заслуживают исследования: К. Х. Бясова «Эрозия почв гор и предгорий Северного Кавказа», Владикавказ, 2001; Р. А. Танделова, Э. Д. Адиньяева «Вынос основных элементов питания с эрозионными процессами в зависимости от способа обработки почв», Владикавказ, 2004; П. М. Шорина, А. К. Агаева «Влияние севооборота на физико-химические условия горной зоны. Пути предотвращения деградации и восстановления их плодородия».

В основном эти научные исследования посвящены выявлению смыва и размыва под различными культурами в почвозащитных севооборотах, а также воздействию различных агроприемов на физические свойства почв, рост и развитие, урожайность и качество продукции на склоновых землях различной крутизны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в соответствии с учебником «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» [11], методическими рекомендациями по учету поверхностного стока и смыва почвы при изучении водной эрозии [12]. Почва опытного участка представлена типичным горным черноземом с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Подвижные формы фосфора и калия определяли по методу Мачигина, гумус – по методу Тюринга. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО. Пахотный слой чернозема мощностью 0–30 см перед закладкой опыта имел следующие агрохимические показатели: pH – 5,8–6,7; содержание гумуса – 5,0–6,1 %; общего азота – 21,1–27,1; обменного калия – 354,0–526,3 мг (табл. 1)

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка за годы проведения исследований, 2018–2020 гг. (среднее по вариантам склона)

Table 1. Agrochemical characteristics of the soil of the experimental plot over the years of research, 2018-2020 (average for slope options)

Годы	Варианты склона	Общий азот, мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	Гумус	pH
2018	Верхняя	21,2	22,3	492,0	6,0	6,9
	Средняя	23,4	22,8	354,0	5,9	6,4
	Нижняя	27,1	26,7	371,0	6,1	6,7
2019	Верхняя	22,4	24,7	511,3	5,2	6,0
	Средняя	23,7	21,5	458,0	5,3	5,8
	Нижняя	26,7	27,1	505,0	5,5	6,1
2020	Верхняя	22,7	24,3	524,0	5,0	5,8
	Средняя	23,2	23,7	524,8	5,6	5,8
	Нижняя	24,8	25,7	526,3	5,8	5,9
В среднем по вариантам склона 2018-2020 гг.	Верхняя	22,1	23,7	509,1	5,5	6,2
	Средняя	23,4	22,6	445,6	5,6	6,0
	Нижняя	26,2	26,5	467,4	5,8	6,2

Агрохимические анализы почвенных образцов проводили в лаборатории химических анализов и биологических исследований Института сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

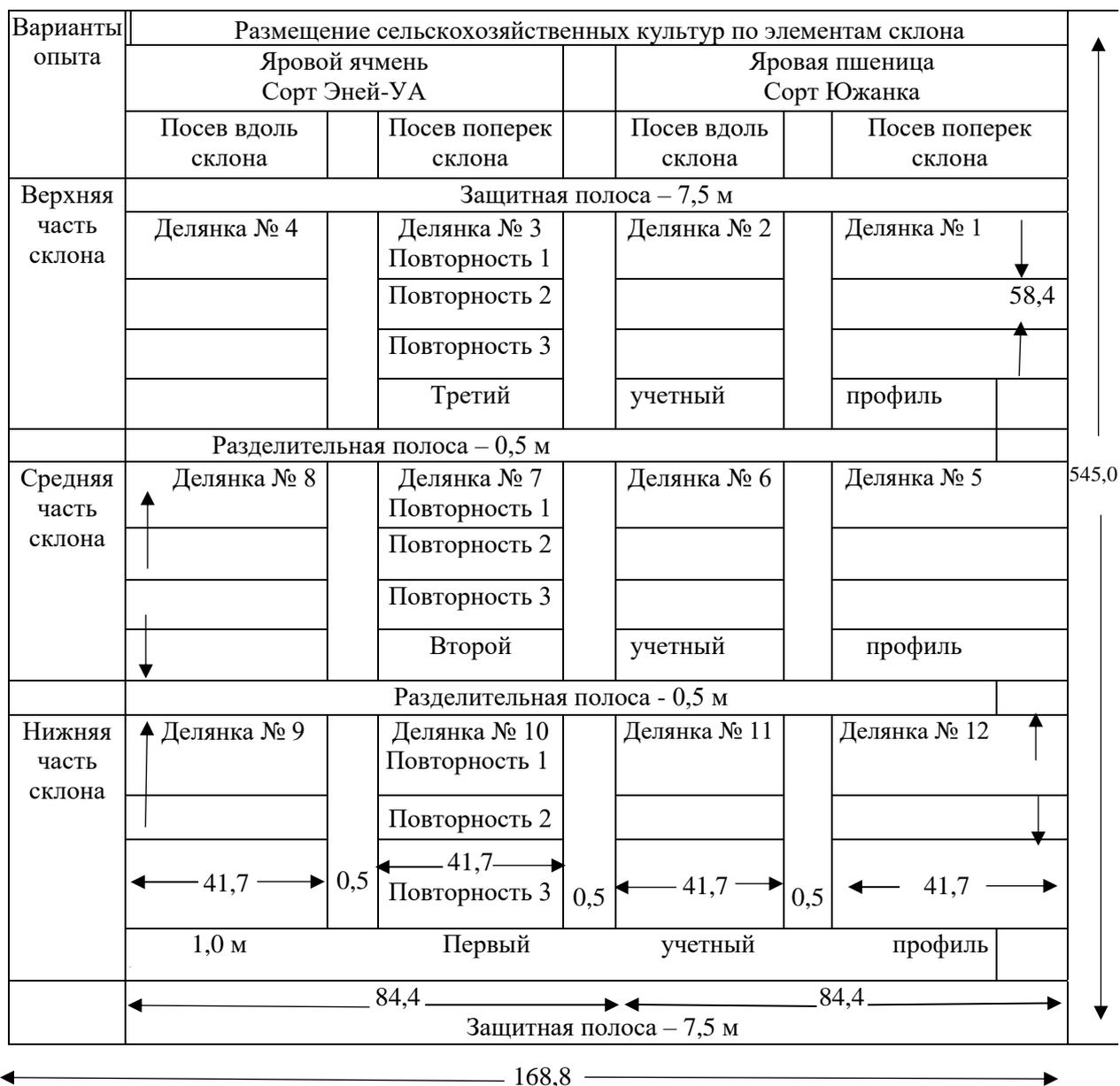
Научно-исследовательская работа проводилась на опытном поле научно-производственного отделения № 3 Института сельского хозяйства КБНЦ РАН, расположенном в Зольском районе КБР, с.п. Белокаменское.

На опытном поле изучалось влияние способов посева вдоль и поперек склона на смыв почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Южанка и ярового ячменя сорта Гетьман, размещенных по разным вариантам опытного поля.

Агротехника в опытах общепринятая при возделывании озимых и ранних яровых культур в условиях среднегорной природно-климатической зоны Кабардино-Балкарии.

Опытное поле площадью 9,2 га (под опытом 7,7 га) было разделено на 12 опытных делянок. Площадь делянок – 0,70 га, повторность трехкратная. Посев озимой пшеницы проводили 10 октября, норма высева – 5 млн. всхожих семян на 1 га, ярового ячменя – 28 марта, норма высева – 4,5 млн. всхожих семян на 1 га (схема полевого опыта).

**Схема полевого опыта по теме
«Влияние способов посева на противоэрозионную эффективность, урожайность
и качество зерна колосовых культур на склоновых землях
Кабардино-Балкарской Республики,
с. п. Белокаменское, Зольский район, КБР (2018–2020 гг.)**



Учет смыва почвы по элементам склона проводился сравнительно-географическим методом путем обмера водороин (струйчатых размывов) на специальных учетных профилях, проложенных поперек опытного поля по трем вариантам полевого опыта в верхней, средней и нижней частях склона.

Количество выпавших осадков и их интенсивность учитывались по данным метеопоста «Каменноостское» Зольского района КБР. По размерам водороин были определены объемы смыва почвы по всем учетным профилям.

Уборку озимой пшеницы и ярового ячменя проводили сплошным способом. Урожайность приводили к стандартной 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте. Перед уборкой в

соответствии с методикой проведения исследования с каждой делянки были отобраны сноповые образцы для определения числа растений на 1 м², общего числа стеблей, включая колосоносных, вес пробы снопа, вес пробы зерна, отношение веса зерна к весу соломы, вес 1000 семян и биологический урожай.

Сравнение полученных результатов анализа сноповых образцов по разным вариантам склона позволило установить тенденцию изменения проверяемых показателей и биологического урожая по разным элементам склона (верхняя, средняя и нижняя части).

Изучаемые 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;
- влияние рекомендуемого приема на качество зерна;
- дополнительные затраты на проведение данного агротехнического приема;
- доход от проведения противозерозионного агроприема из расчета на 1 га вычислялся по разнице между стоимостью дополнительно полученной продукции и дополнительными затратами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Погодные условия, сложившиеся в период вегетации исследуемых культур, отличались от многолетних значений как по температуре воздуха, превышая ее так, и по сумме осадков за месяц (таблица 2).

Таблица 2. Метеорологические условия во время вегетации полевых культур в годы исследований (2018–2020 гг.)

Table 2. Meteorological conditions during the growing season of field crops in the years of research (2018-2020)

Показатель	Год	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Температура, °С	2018	4,5	11,3	18,3	22,3	25,4	21,7
	2019	3,6	8,6	16,2	21,9	20,3	21,4
	2020	6,0	7,8	14,5	20,3	23,3	20,4
	в среднем за 3 года	4,7	9,2	16,3	21,5	23,0	21,2
	среднемноголетняя	2,1	10,1	15,3	19,1	21,6	20,7
Осадки, мм	2018	87,8	35,6	155,7	93,8	102,0	73,2
	2019	27,8	59,4	93,6	93,6	139,1	38,6
	2020	13,7	19,5	141,8	74,3	74,4	75,7
	в среднем за 3 года	43,1	38,2	130,4	87,2	105,1	62,5
	среднемноголетняя	20,0	44,0	77,0	104,0	83,0	72,0

Отметим, что выпадающие дожди в мае, июне нередко носили ливневый характер, что вызывало смывы и размывы почвы

Интенсивность ливней в максимуме колеблется от 2,4 до 4,3 мм/мин. Иногда за 10–12 минут выпадает месячная норма осадков, которая вызывает сильный склоновый сток и смыв почвы. На основании анализа метеорологических данных обеспеченности осадками и периодичности их выпадения с 2018-го по 2020 год выделены следующие периоды активного проявления эрозионных процессов от ливневых осадков: самые опасные ливни (май); опасные (июнь); периодически опасные (июль, сентябрь).

Из данных таблицы видно, что в годы проведения исследований температура воздуха и количество выпавших осадков превышали среднемноголетние показатели на 1°С и 11,0 мм.

Однако в наиболее критический период роста и развития озимой пшеницы и ярового ячменя температура воздуха в апреле составила $9,2^{\circ}\text{C}$, а количество осадков – 38,2 мм при среднемноголетних значениях $10,0^{\circ}\text{C}$ и 44,0 мм, что, безусловно, отразилось на формировании урожая объектов исследований. Подобная ситуация сложилась в июле и августе по количеству выпавших осадков – 87,2 и 62,5 мм при среднемноголетних показателях 100,4 и 72 мм.

Наблюдаемые в последние годы климатические изменения, увеличение количества выпадающих осадков, особенно интенсивного характера в определенные периоды вегетации следует рассматривать в соответствии с темой изучаемой научно-исследовательской работы. В этой связи следует более подробно остановиться на количестве, интенсивности и сроках выпадения осадков.

За весь период наблюдений наиболее влагообеспеченным оказался 2018 год – выпало 548,1 мм осадков, в 2019 году – 452,1; в 2020-м – 399 мм при среднемноголетней норме 400 мм. Из общего количества выпавших осадков за период март-август около 60 % приходится на май-июнь.

В 2018 году за май, июнь выпало 8 дождей, слой осадков которых превысил 10 мм, из них 5 слоев от 15 до 20 мм и 4 слоя более 20 мм

В 2019 году за май, июнь выпало 5 дождей, слой осадков которых превысил 10 мм, из них 2 слоя от 15 до 20 мм. В 2020 году за май, июнь выпало 7 дождей слой осадков которых превысил 10 мм, из них 4 слоя от 15 до 20 мм и 2 слоя более 20 мм.

Наблюдения о влиянии интенсивности выпадения осадков на проявление эрозии показали, что осадки слоем до 10 мм не вызывали смыва почвы. Развитие водной эрозии на посевах исследуемых культур имело место при интенсивности дождя слоем свыше 20 мм, однако наиболее значительное проявление эрозии, которое привело к смыву и размыву почвы, наблюдалось в 2018 году. В результате ливневого дождя, прошедшего 8 мая 2018 года слоем 36,7 мм, произошли смыв и размыв почвы по всем вариантам полевого опыта.

На первом учетном профиле посева озимой пшеницы, размещенного в верхней части вдоль склона, образовалось 3 водороины. Площадь их сечения составила $0,0065 \text{ м}^2$, объем смытой почвы – $0,975 \text{ м}^3$, что в пересчете на 1 га составляет $2,6 \text{ м}^3$.

В почвозащитном варианте (посев поперек склона) образовалось 2 водороины. Площадь их сечения составила $0,00265 \text{ м}^2$, объем смытой почвы – $0,382 \text{ м}^3$, что в пересчете на 1 га составляет $1,02 \text{ м}^3$.

На втором учетном профиле посева озимой пшеницы, размещенного в средней части вдоль склона, образовалось 3 водороины. Площадь их сечения составила $0,009 \text{ м}^2$, объем смытой почвы – $1,35 \text{ м}^3$, что в пересчете на 1 га составляет $3,6 \text{ м}^3$. В почвозащитном варианте (посев поперек склона) образовалось 2 водороины. Площадь их сечения составила $0,0027 \text{ м}^2$, объем смытой почвы в 1 га – $1,76 \text{ м}^3$.

На третьем учетном профиле посева озимой пшеницы, размещенного в нижней части вдоль склона, образовалось 4 водороины. Площадь их сечения составила $0,0157 \text{ м}^2$, объем смытой почвы – $2,355 \text{ м}^3$, что в пересчете на 1 га составляет $6,28 \text{ м}^3$. В почвозащитном варианте (посев поперек склона) образовалось 3 водороины. Площадь их сечения составила $0,00605 \text{ м}^2$, объем смытой почвы – $0,935 \text{ м}^3$, что в пересчете на 1 га составляет $2,493 \text{ м}^3$.

В целом по всем трем вариантам полевого опыта при посеве озимой пшеницы вдоль склона средний смыв с 1 га составил $4,16 \text{ м}^3$, в почвозащитном варианте – $1,76 \text{ м}^3$, или ниже, чем при посеве вдоль склона, в 2,36 раза, что подчеркивает высокую противозерозионную эффективность способа посева поперек склона на склоновых землях крутизной от 3 до 6° . Сравнительно невысокие объемы смыва почвы при выпадении ливневого дождя 8 мая

2018 года и слоем 36,7 мм на посевах озимой пшеницы во многом объясняются влиянием растительного покрова на интенсивность эрозии.

Густая растительность замедляет скорость склонового стока и таким образом создает условия для более полного поглощения почвой выпадающих осадков. Она распыляет склоновый сток на множество мельчайших струй, увеличивает площадь соприкосновения стекающей воды с почвой, способствует торможению или полному предотвращению эрозии [13].

Сравнительный анализ объемов смыва почвы по вариантам склона показывает, что наиболее значительные смывы наблюдаются в нижней части опытного поля на расстоянии до 500 м от водораздела. В результате наблюдений смыв почвы в верхней части склона при посеве в почвозащитном варианте составил $1,02 \text{ м}^3$, в нижней – $2,493 \text{ м}^3$, или больше, чем в верхней части, в 2,44 раза. Такая разница в объемах смыва почвы в верхней и нижней частях склона объясняется тем, что при большой длине склона его нижняя часть получает больше поверхностных вод, чем верхняя и средняя части, вследствие этого почвы нижней части эродируются сильнее.

Несколько иные результаты получены при анализе результатов учета смыва и размыва почвы после ливневого дождя, прошедшего 8 мая 2018 года, на посевах ярового ячменя.

На первом учетном профиле посева ярового ячменя, размещенном в верхней части вдоль склона, смыв почвы с 1 га составил $3,6 \text{ м}^3$; в почвозащитном варианте – $1,46 \text{ м}^3$, что ниже, чем при посеве вдоль склона, в 2,46 раза.

На втором учетном профиле, размещенном в средней части склона, посева ярового ячменя вдоль склона смыв почвы с 1 га составил $7,0 \text{ м}^3$; в почвозащитном варианте – $3,4 \text{ м}^3$, что ниже, чем при посеве вдоль склона, в 2,05 раза.

На третьем учетном профиле, размещенном в нижней части склона, посева ярового ячменя вдоль склона смыв почвы с 1 га составил $8,92 \text{ м}^3$; в почвозащитном варианте – $4,188 \text{ м}^3$, или ниже, чем на контроле, в 2,13 раза. В целом по всем вариантам полевого опыта при посеве ярового ячменя вдоль склона средний смыв составил с 1 га $6,50 \text{ м}^3$, в почвозащитном варианте – $3,06 \text{ м}^3$, что ниже, чем при посеве вдоль склона, в 2,12 раза.

Сравнение полученных результатов смыва почвы на посевах озимой пшеницы и ярового ячменя показало, что объемы смыва почвы на посевах озимой пшеницы при посеве вдоль склона ниже, чем на посевах ярового ячменя, в 1,6 раза, в почвозащитном варианте – в 1,7 раза, что подчеркивает большую роль растительного покрова в уменьшении проявления эрозии почв на склоновых землях.

Степень влияния растительного покрова зависит от вида и состояния растительности, чем она лучше развита и больше ее густота, тем значительнее ее почвозащитная и водорегулирующая роль.

Ко времени выпадения ливневых дождей (май, июнь) озимая пшеница обладает более развитой наземной частью и корневой системой, что ведет к уменьшению склонового стока, торможению или полному предотвращению эрозии. Густая растительность не только предупреждает смыв, но и задерживает почву, смытую с вышележащих участков склона.

В Кабардино-Балкарии посева зерновых колосовых культур, размещенных на склоновых землях, занимают более 35,0 тыс. га посевной площади. Для удобства работы тракторов и сельскохозяйственных машин в основном они обрабатываются и засеваются по длинным сторонам полей (вдоль склона). Если перевести полученный результат, объем смытой почвы с 1 га озимой пшеницы ($4,16 \text{ м}^3$) и ярового ячменя ($6,50 \text{ м}^3$) в среднем $5,33 \text{ м}^3$ с 1 га на всю эту площадь, то ежегодные потери почвы за счет воздействия водной эрозии составляют более $186,5 \text{ тыс. м}^3$.

В соответствии с методикой проведения исследования учеты и наблюдения проводили в основные фенологические фазы роста и развития растений озимой пшеницы сорта Южанка и ярового ячменя сорта Гетьман, размещенных на разных элементах склона при посеве вдоль и поперек опытного поля. В период полной спелости провели определение структуры и учет урожая по результатам лабораторного анализа сноповых образцов озимой пшеницы и ярового ячменя в соответствии с рекомендациями ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии». В результате проведенных наблюдений, лабораторного анализа сноповых образцов озимой пшеницы и ярового ячменя в среднем за годы исследований выявлено, что изучаемый способ посева колосовых культур поперек склона оказывает значительное влияние на рост и развитие растений, а также продуктивность полевых культур в склоновом земледелии.

Из данных биометрического анализа показателей, представленных в таблице 3, видно, что при посеве озимой пшеницы поперек склона (делянки 5, 6, 7) общее число стеблей, число колосоносных стеблей, высота растений, вес пробы снопа и зерна сложились значительно выше, чем при посеве вдоль склона (делянки 1, 2, 3) на 14,3 × 21 шт., 4,5 см, 58 г. Соответственно средняя урожайность озимой пшеницы по всем вариантам опыта при посеве вдоль склона составила 43,2 ц/га, в почвозащитном варианте – 45,5 ц/га, или выше, чем при посеве вдоль склона, на 2,3 ц/га.

Таблица 3. Влияние различных способов посева по вариантам склона на формирование урожая озимой пшеницы сорта Южанка по анализам сноповых образцов (в среднем за 2018–2020 гг.)

Table 3. The influence of different sowing methods according to slope options on the formation of the harvest of winter wheat variety Yuzhanka according to the analysis of sheaf samples (average for 2018-2020)

№ п/п	Вариант опыта	Число растений на 1 м ²	Общее число стеблей на 1 м ²	Число колосоносных стеблей	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений, м ²	Вес пробы снопа, г	Вес пробы зерен, г	Отношение веса зерна к весу соломы, %	Вес 1000 зерен, г	Биологический урожай, ц/га на 1 м ²
Посев вдоль склона (контроль)												
1	Верхняя часть склона	339,0	621,0	513,0	1,8	1,51	68,0	1104,0	416,8	60,0	43,1	41,7
2	Средняя часть склона	317,0	643,0	521,0	1,85	1,5	70,5	1143,5	427,0	59,6	38,7	42,6
3	Нижняя часть склона	351,0	659,0	567,0	1,9	1,6	84,5	1167,0	454,0	63,6	45,3	45,4
4	В среднем	345,0	641,0	533,0	1,85	1,56	74,3	1138,1	432,6	61,0	42,3	43,2
Почвозащитный посев поперек склона												
5	Верхняя часть склона	358,0	626,0	532,0	1,75	1,5	71,0	1127,0	435,5	63,0	43,7	43,5
6	Средняя часть склона	374,0	662,0	549,0	1,76	1,47	73,0	1188,0	449,5	61,0	42,8	44,9
7	Нижняя часть склона	383,0	678,0	581,0	1,8	1,52	92,5	1274,0	480,5	60,5	45,7	48,0
8	В среднем	371,6	655,3	554,0	1,77	1,5	78,8	1196,0	455,0	61,5	44,0	45,5
НСР ₀₅												1,23

Примечание: п/п 1, 2, 3 – варианты опыта при посеве вдоль склона (контроль)
 п/п 5, 6, 7 – варианты опыта при посеве поперек склона
 п/п (4/8) – разница между средними показателями при посеве вдоль (контроль) и поперек склона

Аналогичные результаты получены и при анализе сноповых образцов ярового ячменя сорта Гетьман (таблица 4), что подчеркивает положительное влияние изучаемого агротехнического приема на урожайность яровых колосовых культур на склоновых землях крутизной от 3 до 6°.

Таблица 4. Влияние различных способов посева по вариантам склона на формирование урожая ярового ячменя сорта Гетьман по анализам сноповых образцов (в среднем за 2018–2020 гг.)

Table 4. The influence of different sowing methods according to slope options on the formation of the spring barley crop of the Getman variety according to the analysis of sheaf samples (average for 2018-2020)

№ п/п	Вариант опыта	Число растений на 1 м ²	Общее число стеблей на 1 м ²	Число колосонных стеблей	Общая кусти- стость	Продук- тивная кусти- стость	Высота расте- ний, м ²	Вес пробы снопа, г	Вес пробы зерен, г	Отноше- ние веса зерна к весу соломы, %	Вес 1000 зерен, г	Биологи- ческий урожай, ц/га на 1 м ²
Посев вдоль склона (контроль)												
1	Верхняя часть склона	288,0	525,0	477,0	1,8	1,6	74,0	713,0	278,0	63,0	40,9	27,8
2	Средняя часть склона	327,0	539,0	497,0	1,6	1,5	77,0	794,0	291,0	58,0	44,1	29,1
3	Нижняя часть склона	349,0	561,0	517,0	1,6	1,5	80,0	899,0	341,0	61,0	45,7	34,1
4	В сред- нем	321,0	541,0	497,0	1,66	1,53	77,0	202,0	303,0	60,6	43,5	30,3
Почвозащитный посев поперек склона												
5	Верхняя часть склона	322,0	527,0	491,0	1,6	1,5	79,0	790,0	307,0	62,0	44,3	30,7
6	Средняя часть склона	339,0	561,0	523,0	1,6	1,5	85,0	861,0	326,0	62,0	43,6	32,6
7	Нижняя часть склона	353,0	617,0	548,0	1,7	1,5	87,0	1027,0	377,0	58,0	48,1	37,7
8	В сред- нем	338,0	568,0	521,0	1,63	1,50	83,6	892,0	337,0	60,6	45,3	34,0
НСР ₀₅												1,15

Примечание: п/п 1, 2, 3 – варианты опыта при посеве вдоль склона (контроль)

п/п 5, 6, 7 – варианты опыта при посеве поперек склона

п/п (4/8) – разница между средними показателями при посеве вдоль (контроль) и поперек склона

Статистическая обработка опытных данных проведена на основе дисперсионного анализа. Анализ качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Южанка в зависимости от способов посева (вдоль, поперек) по разным вариантам склона показал, что при посеве озимой пшеницы поперек склона содержание сырого протеина при размещении в верхней части склона составило 22,4 %; при посеве вдоль склона – 19,7 %, или выше, чем на контроле, на 2,7 %; в нижней части – 27,1 и 22,5%, или выше, чем на контроле, на 4,6% (таблица 5).

В среднем по всем вариантам опыта содержание протеина составило при посеве озимой пшеницы поперек склона 24,6%; при посеве вдоль склона – 21,2, или больше, чем на контроле, на 3,4%.

Таблица 5. Показатели качества зерна озимой пшеницы сорта Южанка в зависимости от способов посева (вдоль и поперек) по разным элементам склона

Table 5. Grain quality indicators of winter wheat variety Yuzhanka depending on sowing methods (along and across) by different elements of the slope

№ п/п	Варианты опыта	Влага, %	Сырой протеин, %	Натура, г/л
Верхняя часть склона				
1	Посев вдоль склона (контроль)	10,7	19,7	760,0
2	Посев поперек склона (почвозащитный вариант)	11,4	22,4	780,0
	Разница к контролю (+, -)	0,7	2,7	20,0
Средняя часть склона				
3	Посев вдоль склона (контроль)	11,3	21,3	767,0
4	Посев поперек склона (почвозащитный вариант)	12,5	24,2	719,0
	Разница к контролю (+, -)	1,2	2,9	22,0
Нижняя часть склона				
5	Посев вдоль склона (контроль)	12,1	22,5	790,0
6	Посев поперек склона (почвозащитный вариант)	13,5	27,1	810,0
	Разница к контролю (+, -)	1,4	4,6	20,0

Подобные результаты были получены и при лабораторном анализе зерна ярового ячменя на содержание протеина по разным вариантам опыта (таблица 6).

Таблица 6. Показатели качества зерна ярового ячменя сорта Гетьман в зависимости от способов посева (вдоль и поперек) по разным элементам склона

Table 6. Grain quality indicators of spring barley variety Getman depending on the sowing methods (along and across) for different elements of the slope

№ п/п	Варианты опыта	Влага, %	Сырой протеин, %	Натура, г/л
Верхняя часть склона				
1	Посев вдоль склона (контроль)	9,3	12,7	520,0
2	Посев поперек склона (почвозащитный вариант)	10,0	17,8	530,0
	Разница к контролю (+, -)	0,7	5,1	10,0
Средняя часть склона				
3	Посев вдоль склона (контроль)	9,7	15,1	547,0
4	Посев поперек склона (почвозащитный вариант)	9,9	16,4	628,0
	Разница к контролю (+, -)	0,2	1,3	81,0
Нижняя часть склона				
5	Посев вдоль склона (контроль)	10,4	15,2	648,0
6	Посев поперек склона (почвозащитный вариант)	11,6	15,7	770,0
	Разница к контролю (+, -)	1,2	0,5	122,0

Установленные в результате исследований изменения урожайности и качества зерна при размещении посевов поперек склона связаны с различными условиями формирования продукционного процесса в период вегетации за счет лучшей обеспеченности влагой и растворенными в ней питательными веществами по различным вариантам полевого опыта.

Как известно, экономическая эффективность применения того или иного агротехнического приема оценивается изменением количества и качества основной и побочной продукции и дохода, получаемого в результате осуществления противоэрозионного мероприятия. При этом необходимо учитывать и объемы предотвращенного смыва почвы, а также и дополнительные прямые затраты средств на выполнение противоэрозионного приема.

Однако в большинстве случаев при разработке схем противоэрозионных мероприятий оценку экономической эффективности проводят по доходу, получаемому от дополнительной продукции в результате роста урожайности.

Оценивая итоги проведения научно-исследовательской работы, следует отметить, что использование рекомендуемого почвозащитного приема на склоновых землях крутизной от 3 до 6° дает существенный экономический эффект, что подтверждается данными таблиц 7, 8.

Таблица 7. Экономическая эффективность агротехнических противоэрозионных мероприятий на посевах озимой пшеницы сорта Южанка (в среднем за 2018–2020 гг.)

Table 7. Economic efficiency of agrotechnical anti-erosion measures on crops of winter wheat variety Yuzhanka (average for 2018-2020)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га						Рыночная цена, руб./ц				Стоимость прибавки урожая, руб./га		Всего, руб.
	посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		± к контролю		посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		основная продукция	побочная продукция	
	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция			
Верхняя часть склона	41,7	65,7	43,5	69,1	1,8	3,4	1200	50	1200	50	2160	170	2330,0
Средняя часть склона	42,6	71,6	44,9	73,8	2,3	2,2	1200	50	1200	50	2760	110	2870,0
Нижняя часть склона	45,4	71,3	48,0	79,3	2,6	8,0	1280	50	1200	50	3120	400	3520,0
Итого											8040	680	8720,0
Дополнительные затраты на противоэрозионный прием													1460,0
Чистый доход с 1 га – 2420 руб.													

В результате анализа данных таблиц выявлено следующее:

– в верхней части склона урожайность озимой пшеницы при посеве поперек склона превышала в среднем урожайность на контроле на 1,8 ц/га по основной продукции и на 3,4 ц/га по побочной, в средней части – на 2,3 ц/га и 2,2 ц/га соответственно и в нижней части – на 2,6 ц/га по основной и 8,0 ц/га по побочной продукции. В целом стоимость прибавки урожая составила по основной продукции – 8040,0 и 680,0 руб., по побочной – всего 8720 руб. С учетом дополнительных затрат на проведение противоэрозионного приема (1460,0 руб.) чистый доход в пересчете на 1 га составил 2420,0 руб.

Результаты оценки экономической эффективности применения рекомендуемого противоэрозионного приема на посевах ярового ячменя представлены в таблице 8.

Таблица 8. Экономическая эффективность агротехнических противоэрозионных мероприятий на посевах ярового ячменя сорта Гетьман (в среднем за 2018–2020 гг.)

Table 8. Economic efficiency of agrotechnical anti-erosion measures on crops of spring barley variety Getman (average for 2018-2020)

Варианты опыта	Урожайность, ц/га						Рыночная цена, руб./ц				Стоимость прибавки урожая, руб./га		Всего, руб.
	посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		± к контролю		посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		основная продукция	побочная продукция	
	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция	основная продукция	побочная продукция			
Верхняя часть склона	27,8	43,5	30,7	48,3	2,9	4,8	1100	60	1100	60	3190	288	3478,0
Средняя часть склона	29,1	50,3	32,6	53,5	2,5	3,5	1100	60	1100	60	3850	192	4042,0
Нижняя часть склона	34,1	55,8	37,7	60,5	3,6	4,5	1100	60	1100	60	3960	270	4230,0
Итого											11000,0	750	11750,0
Дополнительные затраты на противоэрозионный прием												2150,0	
Чистый доход с 1 га – 3200,0 руб.													

В среднем по всем вариантам полевого опыта урожайность ярового ячменя при посеве вдоль склона составила 30,3 ц/га, в почвозащитном варианте (посев поперек склона) – 33,3 ц/га, или выше, чем при посеве вдоль склона, на 3,0 т/га.

По побочной продукции средняя урожайность по всем вариантам исследования при посеве поперек склона превысила урожайность на контроле на 5,4 ц/га.

В целом стоимость прибавки урожая за период исследований в среднем составила: по основной продукции – 11000,0 руб., побочной – 750 руб., всего – 11750 руб. С учетом дополнительных затрат на проведение противоэрозионного приема (2150) чистый доход с 1 га составил 3200,0 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты научно-исследовательской работы, проведенной в 2018–2020 годах, показали, что применение способа посева поперек склона на горных черноземах северо-западной экспозиции крутизной 3,6° позволяет снизить объем смыва почвы с 1 га на посеве озимой пшеницы в 2,36 раза, ярового ячменя – в 2,5 раза. Определено, что смывы и размывы почвы наблюдаются при выпадении осадков слоем выше 20 мм в течение 40 минут.

Увеличение урожайности озимой пшеницы за счет применения изучаемого почвозащитного агроприема по всем вариантам опыта составило по основной продукции – 2,3 ц/га, побочной – 4,5; ярового ячменя – 3,3 ц/га по основной и 5,4 ц/га по побочной продукции.

Стоимость прибавки урожая озимой пшеницы при посеве поперек склона составила по основной продукции – 8040,0 руб., побочной – 680,0 руб., всего – 8720,0 руб.; ярового ячменя по основной продукции – 1100,0, побочной – 750,0 руб., всего – 11750,0 руб.

Сравнительный анализ экономической эффективности способов посева колосовых культур показал, что при размещении озимой пшеницы поперек склона чистый доход с площади 1 га составил 2420,0 руб., ярового ячменя – 3200,0 руб.

Анализ качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Южанка показал, что при посеве поперек склона содержание протеина в среднем по всем вариантам склона составило 24,6%, при посеве вдоль склона – 21,2 %, или больше, чем на контроле, на 3,4 %.

Аналогичные результаты были получены и при анализе качественных показателей ярового ячменя сорта Эней-УА.

В среднем по всем вариантам опыта содержание клейковины при посеве поперек склона составило 16,6 %, на контроле – 14,3 %, или больше, чем при посеве вдоль склона, на 2,3 %.

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

Использование способа посева сельскохозяйственных культур поперек склона является важнейшим простым и доступным агроприемом на склоновых землях крутизной от 3 до 6°.

Результаты трехлетних научных исследований (2018–2020 гг.) по защите почв от эрозии следует включить в перечень обязательных агротехнологических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур на эрозионно-опасных землях Кабардино-Балкарии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рамазанов Б. Р.* Противозерозионные меры борьбы на склоновых землях и предгорных районах, процессы деэрозии // *Scientific Journal*. 2021. Т. 2. С. 410–419.
2. *Молчанов Э. Н.* Почвенный покров Кабардино-Балкарской АССР. Москва, 1990. 22 с.
3. *Бадмаева С. Э., Бадмаева Ю. В., Лидяева Н. Е.* Эрозионные процессы на черноземах лесостепной зоны Красноярского края // *Вестник КрасГАУ*. 2019. № 4. С. 62–66.
4. *Драгавцева И. А., Савин И. Ю., Эркенов Т. Х., Бербеков В. Н., Ахматова З. П., Карданов А. Р.* Ресурсный потенциал земель Кабардино-Балкарии для возделывания плодовых культур. Краснодар, 2011. 127 с.
5. *Скорыходов В. Ю., Максюттов Н. А., Зоров А. А., Митрофанов Д. В., Кафтан Ю. В., Зенкова Н. А.* Сохранение плодородия почвы от эрозии в степной зоне Урала // *Плодородие*. 2021. № 6(123). С. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.06.
6. *Тарчоков Х. Ш., Чочаев М. М., Матаева О. Х., Шогенов А. Х., Кушхабиев А. З.* Влияние способов посева сельскохозяйственных культур на интенсивность эрозионных процессов и урожайность сельскохозяйственных культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2020. № 5(97). С. 5–19. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-5-97-5-19.
7. *Gusarov A. V., Sharifullin A. G., Golosov V. N.* Contemporary trend in erosion of arable ordinary chernozems (haplic chernozems (pachic)) within the volga upland (Saratov oblast, Russia) // *Eurasian soil science*. 2018. Vol. 51. No. 18. Pp. 1514–1532. DOI: 10.1134/S1064229318120049.
8. *Сохроков А. Х.* Агроэкологические основы защиты земельных и водных ресурсов АПК. Нальчик, 1998. 197 с.

9. Зотов А. А., Коломейченко В. В., Семенов Н. А. Склоновые земли России. Москва, Аверс Пресс, 2002. С. 153–155.
10. Сумрач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней. Ленинград, 1976. 254 с.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва, 1985. 351 с.
12. Соболев С. С. и др. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почвы при изучении водной эрозии. Ленинград: Гидрометеоздат, 1975. С. 87–88.
13. Заславский М. Н. Эрозия почв. Москва, 1979. 245 с.

Информация об авторах

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

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

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

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

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

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

Сарбашева Асият Идрисовна, ст. науч. сотр. лаборатории агрохимии и биологических исследований, Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

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

sarbashasi59@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4708-1293>

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

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

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

Шогенов Анзор Хасанович, науч. сотр. лаборатории технологии возделывания полевых культур, Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

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

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

REFERENCES

1. 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.
2. Molchanov E.N. *Pochvennyj pokrov Kabardino-Balkarskoj ASSR* [Soil cover of the Kabardino-Balkarian Autonomous Soviet Socialist Republic]. Moscow, 1990. 22 p. (In Russian)
3. Badmaeva S.E., Badmaeva Yu.V., Lidyayeva N.E. Erosion processes on the chernozems of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. *Vestnik KrasGAU*. 2019. No. 4. Pp. 62–66. (In Russian)
4. Dragavtseva I.A., Savin I.Yu., Erkenov T.Kh., Berbekov V.N., Akhmatova Z.P., Kardanov A.R. *Resursnyj potencial zemel' Kabardino-Balkarii dlya vozdelevaniya plodovyh kul'tur* [The resource potential of the lands of Kabardino-Balkaria for the cultivation of fruit crops]. Krasnodar, 2011. 127 p. (In Russian)
5. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A. Preservation of soil fertility from erosion in the steppe zone of the Urals. *Fertility*. 2021. No. 6(123). Pp. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.06. (In Russian)

6. Tarchokov Kh.Sh., Chochev M.M., Mataeva O.Kh., Shogenov A.Kh., Kushkhabiev A.Z. Influence of methods of sowing agricultural crops on the intensity of erosion processes and productivity of agricultural crops on the slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. No. 5. Pp. 5–19. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-5-97-5-19. (In Russian)
7. Gusarov A.V., Sharifullin A.G., Golosov V.N. Contemporary trend in erosion of arable ordinary chernozems (haplic chernozems (pachic)) within the Volga upland (Saratov oblast, Russia). *Eurasian soil science*. 2018. Vol. 51. No. 18. Pp. 1514–1532. DOI: 10.1134/S1064229318120049.
8. Sokhrovov A.Kh. *Agroekologicheskie osnovy zashchity zemel'nyh i vodnyh resursov APK* [Agro-ecological bases for the protection of land and water resources of the agro-industrial complex]. Nalchik, 1998. 197 p. (In Russian)
9. Zotov A.A., Kolomeichenko V.V., Semenov N.A. *Sklonovye zemli Rossii* [Sklonovye zemli Rossii]. Slope lands of Russia Moscow: Avers Press, 2002. Pp. 153–155. (in Russian)
10. Sumrach G.P. *Vodnaya eroziya i bor'ba s nej* [Water erosion and its control]. Leningrad, 1976. 254 p. (In Russian)
11. Dosphekov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, 1985. 415 p. (In Russian)
12. Sobolev S.S. *Metodicheskiye rekomendatsii po uchetu poverkhnostnogo stoka i smyva pochvy pri izuchenii vodnoy erozii* [Methodological recommendations for accounting for surface runoff and soil flushing in the study of water erosion]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975. Pp. 87–88 (In Russian).
13. Zaslavsky M.N. *Eroziya pochv* [Soil erosion]. Moscow, 1979. 245 p. (In Russian)

Information about the authors

Tarchokov Khasan Shamsadinovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Head 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/0000-0002-6187-7354>

Chochev Magomed Mahmudovich, Senior Researcher, 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>

Sarbasheva Asiyat Idrisovna, Senior Researcher, Laboratory of agrochemistry and biological research, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

sarbashasi59@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4708-1293>

Mataeva Oksana Khasanovna, Junior Researcher, 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>

Shogenov Anzor Khasanovich, Researcher, 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>