

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 631.582

МОНИТОРИНГ ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА В СУБАЛЬПИЙСКОМ ПОЯСЕ ГОРНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

¹Сергей Эдуардович Кучиев, ²Асланбек Хасанович Козырев

¹ФГБОУ ВО Горский ГАУ, РСО-Алания, г. Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, Россия

Аннотация. С целью мониторинговых наблюдений за урожайностью, кормовой продуктивностью культур севооборота и энергетической эффективности их возделывания были проведены исследования в субальпийском поясе горной зоны Северной Осетии на высоте 1560 метров над уровнем моря на склоне северо-восточной экспозиции с уклоном 7°. Климат территории отличается умеренной континентальностью и достаточно мягкими погодными условиями. Среднегодовая температура воздуха составляет +5,9 °С. Среднегодовое количество осадков – 605 мм. Объектами исследования являлись различные сельскохозяйственные культуры, включая многолетние бобовые травы, зерновые злаковые и пропашные культуры. Все этапы – от закладки опыта до обработки данных – выполнялись согласно стандартным научным методикам. Средние урожайные данные, полученные за разные периоды исследований, показали снижение объемов практически по всем культурам. Это вызвано снижением показателей плодородия почвы в монокультурных посевах, как результат антропогенного вмешательства в экосистемы. В естественных фитоценозах, как и в травосмеси «овёс + клевер» снижение продуктивности не наблюдалось, а даже, наоборот, отмечался рост биомассы. Первый период исследований характеризовался большим содержанием кормовых единиц в получаемой продукции у большинства изучаемых культур, чем второй, что также обуславливается постепенным снижением почвенного плодородия в агроценозах. При этом, в положительную сторону отличились варианты с поликультурным земледелием. Получение устойчивых урожаев в высокогорных условиях в среднем за годы исследований подтверждало их энергетическую эффективность. Величина урожая значительно влияла на энергоёмкость получаемой продукции, чем больше культура формировала продукции, тем меньше затрат приходилось на её единицу. Все культуры, по данным энергетических расчетов, целесообразно возделывать в субальпийском поясе Северной Осетии.

Ключевые слова: горная зона, севооборот, мониторинг, урожайность, кормовая продуктивность, плодородие, энергетическая эффективность

Для цитирования: Кучиев С.Э., Козырев А.Х. Мониторинг продуктивности культур севооборота в субальпийском поясе горной зоны Северной Осетии // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 4 (116). С. 16-22.

Original article

MONITORING OF CROP PRODUCTIVITY ROTATION IN THE SUBALPINE ZONE OF THE MOUNTAIN AREA OF NORTH OSSETIA

¹Sergey Ye. Kuchiev, ²Aslanbek Kh. Kozayev

¹Gorsky State Agrarian University, North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Russia

²North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of the Federal Research Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, North Ossetia-Alania, Prigorodny District, Mikhailovskoye, Russia

Abstract. In order to monitor the yields, forage productivity of crop rotation and the energy efficiency of their cultivation, researches were carried out in the subalpine zone of the North Ossetia mountain region at an altitude of 1560 meters above sea level on a northeast-facing slope with a 7° gradient. The climate of the territory is characterized by moderate continentality and rather mild weather conditions. The average annual air temperature is + 5.9 ° C. The average annual rainfall is 605 mm. The objects of the research were various agricultural crops, including perennial legumes, cereals and row crops. All stages, from the experimental setup to data processing were conducted in accordance with standard scientific protocols. Average yield data obtained for different periods of researches showed a decrease in volumes for almost all crops. This is caused by a decrease in soil fertility indicators in monoculture crops, as a result of anthropo-

genic interference with ecosystems. In natural phytocenoses, as in the oat + clover grass mixture, a decrease in productivity was not observed, and even, on the contrary, an increase in biomass was noted. The first period of research was characterized by a greater content of feed units in the resulting products in most of the studied crops than the second, which is also due to a gradual decrease in soil fertility in agroecosystems. At the same time, options with multicultural agriculture distinguished themselves in a positive direction. Obtaining stable yields in high mountain conditions, on average, over the years of research, confirmed their energy efficiency. The value of the crop significantly influenced the energy intensity of the resulting products, the more the culture formed the products, the less costs were incurred per unit. According to energy calculations, it is advisable to cultivate all crops in the subalpine zone of North Ossetia.

Keywords: mountain zone, crop rotation, monitoring, yields, forage productivity, fertility, energy efficiency.

For citation. Kuchiev S.Ye., Kozyrev A.Kh. Monitoring of crop productivity rotation in the subalpine zone of the mountain area of north Ossetia// *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2026. № 4 (116). pp. 16-22.

Введение. Горные территории Северного Кавказа характеризуются рядом природных ограничений и рисков, которые затрудняют развитие растениеводства и земледелия. Эти регионы особенно уязвимы как к природным, так и к антропогенным воздействиям. По этой причине сельскохозяйственная деятельность в таких условиях требует научно обоснованного подхода. Одной из ключевых задач является проведение региональной и экологической дифференциации природных ресурсов для создания высокопродуктивных, устойчивых и экологически чистых систем земледелия, адаптированных к специфике каждого района [1,2].

Мониторинг эрозийных процессов на горных склоновых почвах в условиях антропогенной нагрузки (занятия сельскохозяйственным производством) является необходимым условием сохранения почвенного плодородия для будущих поколений [3,4]. Продуктивность сельскохозяйственных растений здесь не является главной целью производства, главная цель получение урожая с сохранением почвенного плодородия [5,6]. Рассматривая такое большое количество культур с различной биологией, различной агротехникой и видом конечной продукции, невозможно просто сравнивать их по урожайности. Безусловно, можно сравнивать их по продуктивности при помощи пересчетов на кормовые единицы и энергетическую ценность. Сравнению же в чистом виде поддаются только данные по различным годам.

Современное сельское хозяйство сталкивается с важной задачей – оптимизация энергозатрат и внедрение механизмов их контроля [7]. На долгосрочную перспективу ключевой целью является разработка технологий, направленных на снижение энергопотребления [8, 9]. Формирование энергосберегающей стратегии должно стать приоритетом как в практическом земледелии, так и в научных исследованиях, связанных с этой областью.

Одним из центральных аспектов организации систем земледелия является повышение уровня использования энергии агроэкосистем. Для управления этими процессами требуется тщательный анализ функционирования агроэкосистем с точки зрения биоэнергетических закономерностей [10,11]. Такой подход позволяет оценить эффективность их работы и выявить пути оптимизации.

Цель наших исследований заключалась в проведении мониторинга плодородия горных почв и научном обосновании противозерозионной устойчивости сельскохозяйственных культур в субальпийском поясе центральной части Северного Кавказа. В данной статье приводятся результаты решения одной из задач исследований – мониторинговых наблюдений за урожайностью, кормовой продуктивностью культур севооборота и энергетической эффективности их возделывания в горной зоне Северной Осетии.

Материал и методы исследований. Полевые исследования проводились в центральной части Северного Кавказа с 1996 по 2013 годы на базе горного стационарного опыта Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного сельского хозяйства (филиал Владикавказского научного центра РАН). Эксперимент проходил на участке, расположенном на высоте 1560 метров над уровнем моря вблизи села Даргавс (Пригородный район Республики Северная Осетия-Алания).

Климат Даргавской котловины отличается умеренной континентальностью и достаточно мягкими погодными условиями. Среднегодовая температура воздуха находится на уровне +5,9 °С. Среднесуточные значения температуры в зимний период достигают -4,0 °С. Зимний период длится около 118 дней и сопровождается преимущественно сухой и солнечной погодой. Весна начинается в конце марта, а летний сезон продолжается около 127 дней, характеризуясь умеренными температурными показателями (+14,5 °С). Июль является самым теплым месяцем (+15,5 °С), а январь – самым холодным (-5,1 °С). Среднегодовое количество осадков в регионе составляет 605 мм, при этом их распре-

деление по сезонам неоднородно: весной выпадает около 182 мм, летом – 289 мм, осенью – 86 мм, зимой – 46 мм. Эрозионную опасность представляют осадки, выпавшие с большой интенсивностью и превышающие 5 мм уровень. За рассматриваемый период количество дождей с интенсивностью выше 5 мм отмечалось от 27 в 1996 году, до 48 в 2009. Ливневые осадки характеризовались в основном интенсивностью от 20 до 40 мм в сутки, однако в августе 2009 и 2010 года выпадало по 71 и 73 мм. Максимум из полученных нами наблюдений пришелся на 2012 год, когда в июне два дня подряд шел дождь с интенсивностью 121 и 101 мм.

Экспериментальная площадка включала субальпийские горно-луговые почвы, которые характеризуются перегнойно-иллювиальным горизонтом и суглинисто-щебнистой текстурой. Эти почвы сформировались на элювии глинистых сланцев и содержат до 35% дресвы. Они имеют кислую реакцию почвенного раствора, характеризуются высоким содержанием органического вещества, слабой обеспеченностью фосфором, и хорошей обеспеченностью обменного калия.

Горный стационарный эксперимент был организован на склоне северо-восточной экспозиции с уклоном 7°. Методика проведения эксперимента включала организованные повторения, а размещение вариантов рендомизированное. Делянки имели прямоугольную форму, их общая площадь составляла 174 м², а учетная площадь – 92 м².

В рамках исследований изучалась продуктивность и энергетическая эффективность возделывания различных сельскохозяйственных культур, включая многолетние травы (клевер разных лет пользования), зерновые злаковые (озимая пшеница, ячмень, рожь, овёс, а также овёс с подсевом многолетних трав) и пропашные культуры (картофель, кукуруза, столовая свёкла, капуста). Все этапы – от закладки опыта до обработки данных – выполнялись согласно стандартным научным методикам.

Результаты и их обсуждение. Урожай сельскохозяйственных культур является результатом сложных взаимодействий между растениями и окружающей средой. Итоговая продуктивность зависит от множества факторов, включая количество плодоносящих растений, массу клубней или зерен на единицу площади, а также массу зерна одного колоса. Эти параметры, в свою очередь, формируются под влиянием таких факторов, как густота стеблестоя, продуктивная кустистость, полевая всхожесть, а также озерненность колоса и масса 1000 зерен. Все эти элементы структуры урожая взаимосвязаны и определяются комплексом биологических, почвенных, агротехнических и климатических условий.

Изучаемые культуры по продуктивности давали неплохие урожаи для горной зоны. Многолетние травы за два укоса в среднем сформировывали от 52 до 74 т/га зеленой массы. Необходимо так же отметить, что посевы многолетних трав второго года пользования характеризовались меньшей продуктивностью из-за уменьшения количества растений.

Средние урожайные данные, полученные за разные периоды исследований, показывают снижение объёмов практически по всем культурам (табл. 1). Вероятнее всего это вызвано снижением показателей плодородия почвы в монокультурных посевах, как результат антропогенного вмешательства в экосистемы. В естественных фитоценозах, как и в травосмеси «овёс + клевер» снижение продуктивности не наблюдалось, а даже, наоборот, отмечался рост биомассы. Этот факт говорит в пользу развития поликультурного земледелия в горных территориях, способствующих сохранению, как почвенного плодородия, так и природных экосистем в целом.

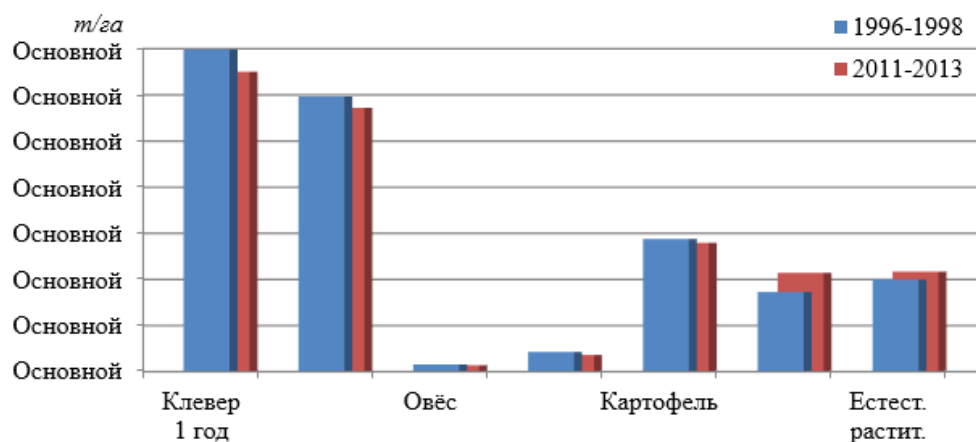


Рисунок 1 - Средняя урожайность культур севооборота по периодам исследований, т/га

В результате исследований установлено, что условия выращивания оказывают влияние не только на величину урожая, но и на все элементы его структуры. Так с изменениями климатических условий по годам менялась структура урожая. Повышение урожайности складывалось с увеличения

выполненности семян, массы 1000 зерен. Натурная масса зерна овса в отдельные годы была на 1,5 грамма больше, что позволило получить больший урожай. Также на урожай влияла озерненность колоса, и продуктивная кустистость, чем больше были эти показатели, тем больше был получен урожай в годы исследований. Установлено, что в первый период урожайность зерна составила в посевах овса 1,57 т/га, озимой ржи 4,03 т/га. Причем масса 1000 семян составляла 32,4 и 44,6 г. Наибольший урожай зеленой массы получен в посевах многолетних трав первого года пользования. Урожайность картофеля составляла от 20 до 30 т/га.

Наиболее приемлемым показателем, который позволяет произвести сравнение продуктивности различных сельскохозяйственных культур и видов полученной продукции, является выход комовых единиц (табл. 1). По данному показателю наблюдаются динамические изменения в полученной продукции.

Таблица 1 - Выход кормовых единиц с 1 гектара, к.е. (средние за 1996...2013 гг.)

Культуры	1 период	2 период	Динамика +/-	
			ед.	%
Клевер 1	12570	11709	-861	-6,8
Клевер 2	10741	10296	-445	-4,1
Овес	1570	1420	-150	-9,6
Озимая рожь	5050	4295	-755	-15,0
Овёс + клевер	6640	7271	631	9,5
Картофель	5360	5571	211	3,9
Естественная растительность	5400	5859	459	8,5

Первый период исследований характеризовался большим содержанием кормовых единиц в получаемой продукции у большинства изучаемых культур, чем второй, что на наш взгляд обуславливается постепенным снижением почвенного плодородия в агроценозах. Так, в посевах клевера снижение выхода кормовых единиц ко 2-му периоду составило от 445 до 861 единиц или 4,1...6,8% в зависимости от года пользования посевами. Следует также отметить, что в посевах клевера, как и в первом, так и во втором периоде наблюдалась меньшая продуктивность в посевах второго года пользования.

Еще большее снижение кормовой продуктивности зафиксировано в посевах овса – 150 к.е. или на 9,6% меньше. Максимальное уменьшение в сборе кормовых единиц с одного гектара выявлено в посевах озимой ржи, которое достигало 755 единиц или 15,0%.

В посадках картофеля, несмотря на некоторое снижение урожайности по периодам исследований (рис. 1), отмечалось увеличение выхода кормовых единиц на 3,9% (табл. 1). Это обусловлено, вероятнее всего сортосменой и получением урожая клубней с более качественными показателями.

Показатели кормовой продуктивности под естественной растительностью, как и в варианте «овёс + клевер» увеличились ко 2-му периоду на 459 и 631 кормовых единиц или 8,5 и 9,5%, соответственно. Т.е., как было указано выше, как и с показателями урожайности, так и с показателями кормовой продуктивности, в положительную сторону отличились варианты с поликультурным земледелием.

Качество зерна, определяемое содержанием белка, значительно варьировалось в зависимости от погодных условий. Исследования показали, что количество осадков играет решающую роль: в годы с высокой влажностью ростовые процессы растений ускоряются, что способствует накоплению питательных веществ. Однако в таких условиях на формирование зерна используется меньше азота, что приводит к снижению содержания белка.

Изменения качества продукции отмечены не только в посевах зерновых, но и других культур севооборота. В засушливые годы сено с естественных пастбищ характеризуется высоким уровнем сухого вещества, а в периоды с достаточным увлажнением растения формируют больше биомассы с меньшим содержанием сухих веществ. Состав клубней картофеля также подвержен изменениям: влажные годы способствуют увеличению содержания крахмала на 0,4...1 %. Однако уровень витамина С в клубнях остается практически неизменным независимо от погодных условий или уровня минерального питания.

Учитывая, что животноводство является основным видом сельскохозяйственного производства в горной зоне, вопросу качества получаемой продукции уделяется особое внимание. Одними из главных показателей оценки качества кормов в современной науке является содержание в них протеина и клетчатки. В зеленой массе многолетних трав 1 года пользования содержалось протеина 18,5...19,0%, 37...31% клетчатки, что обеспечивало ее большую кормовую ценность.

Увеличение эффективности биологических систем неизбежно связано с ростом затрат на их поддержание. Почва, являясь основным источником энергии в агроэкосистеме, нуждается в деталь-

ном анализе воздействия как естественных, так и антропогенных факторов. Такой анализ помогает разработать методы регулирования функционирования агроэкосистем, направленные на повышение их устойчивости и продуктивности.

Долгосрочная оценка затрат сельскохозяйственного производства осложняется экономическими кризисами и периодами роста мировой экономики, что оказывает влияние и на сельское хозяйство в нашей стране. Традиционные экономические показатели, такие как прибыль, рентабельность и себестоимость, не отражают энергетическую динамику агроэкосистем и не позволяют оценить их развитие с точки зрения энерго- и ресурсосбережения.

Антропогенные затраты включают в себя широкий спектр энергоресурсов: прямое потребление топлива и электроэнергии, использование удобрений, химических средств защиты растений, семян, а также энергоёмкость сельскохозяйственной техники и оборудования. Кроме того, значительную роль играют затраты живого труда, включая работу механизаторов и обслуживающего персонала. Полные или совокупные энергетические затраты на производство сельскохозяйственной продукции используются для расчетов производительности агроэкосистем на единицу совокупного энергетического ресурса.

Для расчета полных энергозатрат на возделывание сельскохозяйственных культур необходимы энергетические эквиваленты, а для выхода энергии – энергосодержание всех частей растений (основная продукция, побочная продукция, пожнивные и корневые остатки). При анализе эффективности возделывания сельскохозяйственных культур вся продукция пересчитывается на сухое вещество. Такой подход позволяет получить более объективные данные о результатах агротехнической деятельности и их зависимости от внешних факторов.

Для оценки продуктивности исследуемых сельскохозяйственных культур, а также для анализа её изменения в разные периоды проведения экспериментов, были вычислены ключевые энергетические показатели. Среди них выделяются следующие параметры: невозобновляемая антропогенная энергия ($E_{анэ}$), энергия наземной растительной массы (фитомасса) ($E_{ф}$), энергоёмкость производства основной сельскохозяйственной продукции ($\mathcal{E}$), а также показатель энергетической эффективности возделывания культур в зависимости от применяемых технологий ($\mathcal{ЭЭ}$) (табл. 2).

Таблица 2 - Энергетическая эффективность возделывания культур севооборота

Культуры	$E_{анэ}$, МДж/га	$E_{ф}$, МДж/га	$\mathcal{E}$, МДж/ц	$\mathcal{ЭЭ}^*$
первый период				
Клевер	16205	249258	184,8	15,4
Овёс	6870	34607	2204,3	5,0
Озимая рожь	10057	80263	1875,3	8,0
Картофель	14159	67006	387,5	4,7
Овёс + клевер	8446	132964	462,0	15,7
второй период				
Клевер	16205	215976	184,8	13,3
Овёс	6870	31301	2204,3	4,6
Озимая рожь	7957	68261	1875,3	8,6
Озимая пшеница	9578	54282	1891,4	5,7
Озимый ячмень	9503	46386	1650,8	4,9
Овёс + клевер	8446	132964	462,0	15,7
Картофель	14159	83011	387,5	5,9
Капуста	7240	31161	143,6	4,3
Свекла	7471	43611	264,3	5,8
Кукуруза	10936	191763	409,8	17,5
Яровой ячмень	9503	26806	1576,8	2,8

*При $\mathcal{ЭЭ} < 1,0$ энергетическая эффективность отсутствует,

1...3 – энергетическая эффективность низкая,

3...5 – энергетическая эффективность средняя,

5...10 – энергетическая эффективность высокая,

$\mathcal{ЭЭ} > 10$ – энергетическая эффективность очень высокая.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что энергетическая эффективность у всех возделываемых культур от средней до высокой, за исключением ярового ячменя, который в высокогорных условиях не смог реализовать свой биологический потенциал. Наиболее высокой энергетической эффективностью отличились посевы многолетних трав, как в чистом виде, так и в смеси с овсом, а также посевы кукурузы.

Выводы. Средние урожайные данные и показатели кормовой продуктивности, полученные за разные периоды исследований, показали снижение объемов производства практически по всем культурам. Это вызвано снижением показателей плодородия почвы в монокультурных посевах, как результат антропогенного вмешательства в экосистемы. При этом, в положительную сторону отличались варианты с поликультурным земледелием.

Устойчивые показатели урожайности, достигнутые в условиях высокогорья, подтверждают энергетическую целесообразность возделывания данных культур. Существенное влияние на показатель энергоемкости продукции оказывает объем урожая: при увеличении производимых объемов затраты на единицу продукции закономерно снижаются. Согласно проведенным энергетическим расчетам, выращивание всех изученных культур является рациональным и оправданным в субальпийском поясе горной зоны Северной Осетии.

Список источников

1. Грачева Р.Г., Виноградова В.В., Мудуев Ш.С. Адаптация деятельности населения горных территорий Дагестана к климатическим изменениям: тенденции в сельском хозяйстве // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87, № 7. С. 946-962.
2. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Карты агроландшафтно-экологического районирования природных и природно-сельскохозяйственных экосистем Российской Федерации // Поволжский экологический журнал. 2024. № 3. С. 372-382.
3. Керимов И.А., Братков В.В., Бекмурзаева Л.Р. Анализ сезонной и разногодичной динамики горных ландшафтов Северного Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 4 (58). С. 1090-1097.
4. Оценка изменения биологической активности горных лугово-степных почв пастбищ разных стадий дигрессии Центрального Кавказа / Ф.В. Гедгафова, О.Н. Горбцова, Т.С. Улигова и др. // Почвоведение. 2023. № 6. С. 787-798.
5. Разработка эффективной системы мониторинга и анализа современных технологий развития агропромышленного комплекса в горных территориях / Ю.Н. Сердечная, Д.В. Сердечный, С.А. Корчагин, Н.А. Андриянов // Устойчивое развитие горных территорий. 2024. Т. 16, № 2 (60). С. 770-779.
6. Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа / С.М. Джибилов, Э.Д. Солдатов, Л.Р. Гулуева, И.Э. Солдатов // Аграрный вестник Урала. 2020. № 6 (197). С. 10-16.
7. Володин В.М., Еремина Р.Ф. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе Курск: ЮМЭКС, 1999. 48 с.
8. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Усовершенствованная технология улучшения деградированных склоновых участков горной и предгорной зон // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15, № 1. С. 57-62.
9. Технологии и методы восстановления деградированных кормовых угодий Центрального Кавказа / И.Э. Солдатов, С.М. Джибилов, Э.Д. Солдатов, Л.Р. Гулуева // Аграрный вестник Урала. 2020. № 12 (203). С. 35-42.
10. Degradation and restoration of mountain pastures / S. Bekuzarova, S. Kozyrev, A. Kozyrev et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, 10 марта 2020 года. Moscow, 2020. P. 012046.
11. Rational use of land resources: regional aspect / B. Kozyrev, E. Tsoraeva, A. A. Nagam et al. // E3S Web of Conferences: 22, Voronezh, 08–10 декабря 2020 года. Voronezh, 2021. P. 03018.

Информация об авторах.

С.Э. Кучиев - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и экологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ, e-mail: sergio_k73@mail.ru.

А.Х. Козырев - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства - филиала Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», ironlag@mail.ru.

Information about the authors.

S.Ye. Kuchiev - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Land Management and Ecology, Gorsky State Agrarian University, e-mail: sergio_k73@mail.ru.

A.Kh. Kozyrev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher at the Department of Adaptive Landscape Agriculture, North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture, a branch of the Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences.

У авторов отсутствует конфликт интересов, все авторы несут ответственность за свою работу, представленные данные и плагиат.

The authors have no conflict of interest, all authors are responsible for their work, the data presented and plagiarism.

Статья поступила в редакцию 25.12.2025, одобрена после рецензирования 09.01.2026, принята к публикации 13.06.2026.

The article was submitted 25.12.2025, approved after reviewing 09.01.2026, accepted for publication 13.06.2026.

© Кучиев С.Э., Козырев А.Х.