

Оригинальная статья / Original article
УДК 63.631.1
DOI: 10.18470/1992-1098-2024-4-15



Региональные адаптационные меры по минимизации климатических рисков в сельском хозяйстве

Самир А. Теймуров, Магомед-Расул А. Казиев, Абдулмеджид А. Багомаев
Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Самир А. Теймуров, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»; 367014, Россия, г. Махачкала, МКР Научный городок, ул. А. Шахбанова 30.
Тел. +7 (903) 499-13-22
Email samteim@rambler.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0336-7380>

Формат цитирования

Теймуров С.А., Казиев М.-Р.А., Багомаев А.А. Региональные адаптационные меры по минимизации климатических рисков в сельском хозяйстве // Юг России: экология, развитие. 2024. Т.19, N 4. С. 178-190. DOI: 10.18470/1992-1098-2024-4-15

Получена 2 июля 2024 г.
Прошла рецензирование 26 сентября 2024 г.
Принята 15 октября 2024 г.

Резюме

Цель. Определение комплекса региональных адаптационных мер по снижению отрицательных последствий климатических рисков в сельском хозяйстве Дагестана.

Материалом исследований послужило сбор и обработка климатических изменений по данным источника программы ERA5 (атмосферный реанализ глобального климата пятого поколения ECMWF, охватывающий временной диапазон с 1979 по 2022 год с пространственным разрешением 30 км). Комплекс аналитических работ, научных исследований по оценке рисков и адаптации сельского хозяйства, анализ современного состояния и ресурсоведческого потенциала почв аридных экосистем равнинной зоны Дагестана.

В Республике Дагестан можно наблюдать циклический характер климатических изменений, начиная с 1979 г. С 1979 по 2022 годы годовое изменение средней температуры увеличилось на 2,8 °C (линия тренда на 2,3 °C), а среднее количество осадков уменьшилось на 173,4 мм (линия тренда на 196,3 мм). С увеличением степени засушливости и угасания гидроморфного режима почвообразования для минимизации климатических рисков равнинной зоны Дагестана выделены пять экологических групп по степени деградации: земли хорошего, удовлетворительного, посредственного, плохого и очень плохого агроэкологического состояния. Предложены меры адаптации по минимизации климатических рисков в сельскохозяйственном секторе.

Адаптационные меры, необходимы по управлению природными и экологическими рисками, к изменению климата должны соответствовать современным требованиям ведения устойчивого сельского хозяйства, способствовать совершенствованию сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова

климатические изменения, меры адаптации, плодородие, орошаемое земледелие, отрасли сельского хозяйства.

Regional adaptation measures to minimise climate risks in agriculture

Samir A. Teymurov, Magomed-Rasul A. Kaziev and Abdulmedjid A. Bagomaev

Federal Agricultural Research Centre of the Republic of Dagestan», Makhachkala, Russia

Principal contact

Samir A. Teymurov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Department of Agro-landscape Agriculture, Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan; Nauchny Gorodok microdistrict, 30 A. Shabanova St, Makhachkala, Russia 367014.

Tel. +7 (903) 499-13-22

Email samteim@rambler.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0336-7380>

How to cite this article

Teymurov S.A., Kaziev M.-R.A., Bagomaev A.A. Regional adaptation measures to minimise climate risks in agriculture. *South of Russia: ecology, development*. 2024; 19(4):178-190. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2024-4-15

Received 2 July 2024

Revised 26 September 2024

Accepted 15 October 2024

Abstract

Aim. Definition of a set of regional adaptation measures to reduce the negative effects of climate risks in agriculture in Dagestan.

The research material was the collection and processing of climate change data gathered during the ERA5 programme (atmospheric reanalysis of the global climate of the fifth generation ECMWF, covering the time range from 1979 to 2022 with a spatial resolution of 30 km). Analytical works, scientific research on risk assessment and adaptation of agriculture, and analysis of the current state and resource potential of soils of arid ecosystems of the Dagestan plain zone were used in this study.

In the Republic of Dagestan, data on the cyclical nature of climate change can be observed, starting in 1979. From 1979 to 2022, the annual change in average temperature increased by 2.8 °C (trend line by 2.3 °C), while the average precipitation decreased by 173.4 mm (trend line by 196.3 mm). In analysing the increase in the degree of aridity and the extinction of the hydromorphic regime of soil formation, five ecological groups were identified according to the degree of degradation in order to develop a strategy to minimise the climatic risks of the Dagestan lowland (plain) zone: lands of good, satisfactory, mediocre, poor and very poor agroecological condition. Adaptation measures to minimize climate risks in the agricultural sector are proposed.

Adaptation measures necessary to manage natural and environmental risks to climate change should meet modern requirements for sustainable agriculture and contribute to the improvement of agricultural production.

Key Words

climate change, adaptation measures, fertility, irrigated agriculture, agricultural sectors.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования показывают важность долгосрочного глобального мониторинга климатических изменений на отрасли сельского хозяйства, наряду со всесторонним сбором данных, для улучшения нашего понимания текущей изменчивости производительности и влияющих на нее факторов. Глобальные климатические изменения – значимый фактор современности, определяющий тенденции развития как мировой, так и российской экономики. Один из важных секторов экономики – сельское хозяйство, где оценка вероятных последствий, в зависимости от природных и климатических зон, приобретает важное государственное значение.

Изменение климата оказывает значительное влияние на сельскохозяйственное производство и продовольственную безопасность в мире и требует эффективных решений для их корректировки [1]. Моделирование и эмпирические исследования показали, что наблюдаемые изменения климата привели к значительной изменчивости многих сельскохозяйственных культур [2–4]. Было установлено, что этот эффект в значительной степени зависит от географического местоположения и соответствующий урожай. В северных регионах мира, где температура воздуха значительно повышалась весной и летом, наблюдалось увеличение продолжительности вегетационного периода и его теплообеспеченности, условия для выращивания многих сельскохозяйственных культур стали более благоприятными и, вероятно, будут улучшены в краткосрочной и среднесрочной перспективе [5]. Из-за климатических изменений в этих северных регионах с прохладным климатом, как правило, наблюдается повышается урожайность сельскохозяйственных культур, выводятся новые сорта, расширяются площади возделывания сельскохозяйственных культур и появляется возможность получения повышенной урожайности.

Однако в южных регионах мира с теплым климатом негативные последствия изменения климата для сельскохозяйственных культур гораздо более значительны, чем положительные, и тенденция будет усиливаться с дальнейшим повышением температуры [6]. Увеличение частоты рецидивов и интенсивность экстремальных погодных явлений, особенно волн жары и засух, обусловили нехватку влаги и питательных веществ, снижение урожайности и качества зерновых культур, сократили сельскохозяйственное производство и повлияли на безопасность пищевых продуктов в мире. В некоторых странах негативные последствия изменения климата достигают таких масштабов, что снижение урожайности зерновых не может быть компенсировано даже применением современных технологий, внесении удобрений и другие факторы [7].

Согласно перспективным оценкам, климатические условия будут способствовать аграрному производству до середины XXI века, но к концу столетия эти условия начнут ухудшаться. Изменения температуры воздуха влияют на урожайность и качество зерна гораздо сильнее, чем колебания количества осадков, особенно если эти изменения выходят за пределы значений, оптимальных для роста растений. Повышение средней максимальной температуры воздуха в течение вегетационного периода наносит гораздо больший ущерб урожайности

сельскохозяйственных культур, чем повышение минимальной температуры. Этот эффект более выражен при дефиците осадков, особенно когда количество осадков в течение вегетационного периода составляет менее 400 мм.

Влияние влажности на продуктивность сельскохозяйственных культур обычно оценивается по совокупному годовому количеству осадков или количеству осадков, выпадающих в течение вегетационного периода [8].

Однако изменение климата также часто приводит к перераспределению осадков как в течение года, так и в течение вегетационного периода, что может существенно повлиять на урожайность сельскохозяйственных культур. Понимание того, каким образом различные климатические факторы взаимодействуют и влияют на продуктивность сельскохозяйственных культур в течение их вегетационного цикла позволяет разрабатывать эффективные стратегии адаптации сельского хозяйства к последствиям изменения климата.

Риски и их последствия при изменении климата могут быть снижены принимаемыми мерами и ответными стратегиями [9]. Самый актуальный вопрос – адаптация к климатическим изменениям, которая рассматривается как разработка технологий экологического развития. Адаптационные мероприятия зависят от конкретной специфики региона, природно-экологических и социально-экономических особенностей, финансовых и технологических ресурсов.

В южных регионах России, включая Республику Дагестан, условия ведения сельского хозяйства усложняются из-за неустойчивости агрометеорологических условий, повторяемости аномальных явлений. Исследования показывают, что без выбора направлений адаптационных мер к последствиям климатических изменений сельскому хозяйству может быть нанесен ощутимый экономический ущерб.

Изменение климата вызывает перемены в ландшафтной структуре и функционировании экосистем. Самое заметное проявление в южных регионах России – это экстремально жаркое лето (высокие температурные режимы, имеющие долговременную динамику из года в год, климат становится жарче и суше, увеличивается периодичность засух). В районах расположения аридных земель России, в том числе Республике Дагестан, наблюдается наибольший рост температуры, который составляет 0,066 °C за 10 лет и по своим показателям превышает данные Оценочных докладов [10].

Цель работы – определение комплекса региональных адаптационных мер по снижению отрицательных последствий климатических рисков в сельском хозяйстве Дагестана.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследований послужил сбор и обработка климатических изменений по данным источника программы ERA5 (атмосферный реанализ глобального климата пятого поколения ECMWF, охватывающий временной диапазон с 1979 по 2022 год с пространственным разрешением 30 км). Комплекс аналитических работ, научных исследований по оценке рисков и адаптации сельского хозяйства, анализ современного состояния и ресурсоведческого потенциала почв аридных экосистем равнинной зоны

Дагестана выполнен в Федеральном аграрном научном центре Республики Дагестан.

Республика Дагестан расположена на северо-восточном склоне Большого Кавказа, части Прикаспийской низменности, занимает территорию 50,3 тыс. км², из них сельскохозяйственные угодья – 3348,8 тыс. га, из которых пашня – 523,9 тыс. га, кормовые угодья – 2751,2 га.

Развитие сельского хозяйства во многом определяется природно-экономическими и геоморфологическими условиями. Сельское хозяйство в РД ведется в равнинной, предгорной и горной провинциях. На территории республики проявляется сложное сочетание различных климатов. В то же время, она представляет собой ресурс «концентрированного разнообразия» для сельскохозяйственного производства.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Последствия изменения климата уже хорошо заметны по повышению температуры воздуха, таянию ледников и уменьшению полярных ледяных шапок, повышению уровня моря, усилению опустынивания, а также по участвующимся экстремальным погодным явлениям, таким как волны жары, засухи, наводнения и штормы. Изменение климата не является глобально равномерным и влияет на некоторые регионы больше, чем на другие. На следующих диаграммах можно увидеть, как изменение климата повлияло на регион Дагестан за последние 40 лет (рис.1). В Республике Дагестан можно наблюдать циклический характер климатических изменений, начиная с 1979 г. С 1979 по 2022 годы годовое изменение средней температуры

увеличилось на 2,8 °C (линия тренда на 2,3 °C), а среднее количество осадков уменьшилось на 173,4 мм (линия тренда на 196,3 мм).

Исследования показывают, что сельское хозяйство зависит от характера изменения климата. Метеорологические факторы активны и изменчивы, они в значительной мере обуславливают величину урожая. Климатические модели прогнозируют дальнейшее повышение температуры, более неравномерное выпадение осадков и возможное увеличение интенсивности или частоты экстремальных погодных явлений [11].

На рисунке 1 на верхнем графике пунктирная синяя линия – это линейная тенденция изменения климата: а) если линия тренда поднимается слева направо, то тенденция изменения температуры положительная и становится теплее из-за изменения климата, а если линия горизонтальна, то четкой тенденции не наблюдается, а если она идет вниз, то условия со временем становятся холоднее; б) если линия тренда идет вверх слева направо, то тенденция выпадения осадков положительная и становится влажнее из-за изменения климата; если линия горизонтальна, то четкой тенденции не наблюдается, а если она идет вниз, то условия со временем становятся суше. В нижней части графика показаны так называемые полосы аномалий: а) каждая цветная полоса представляет собой среднюю температуру за год, синяя – более холодные годы, красная – более теплые; б) цветная полоса представляет собой общее количество осадков за год, зеленая – более влажные годы, коричневая – более сухие.

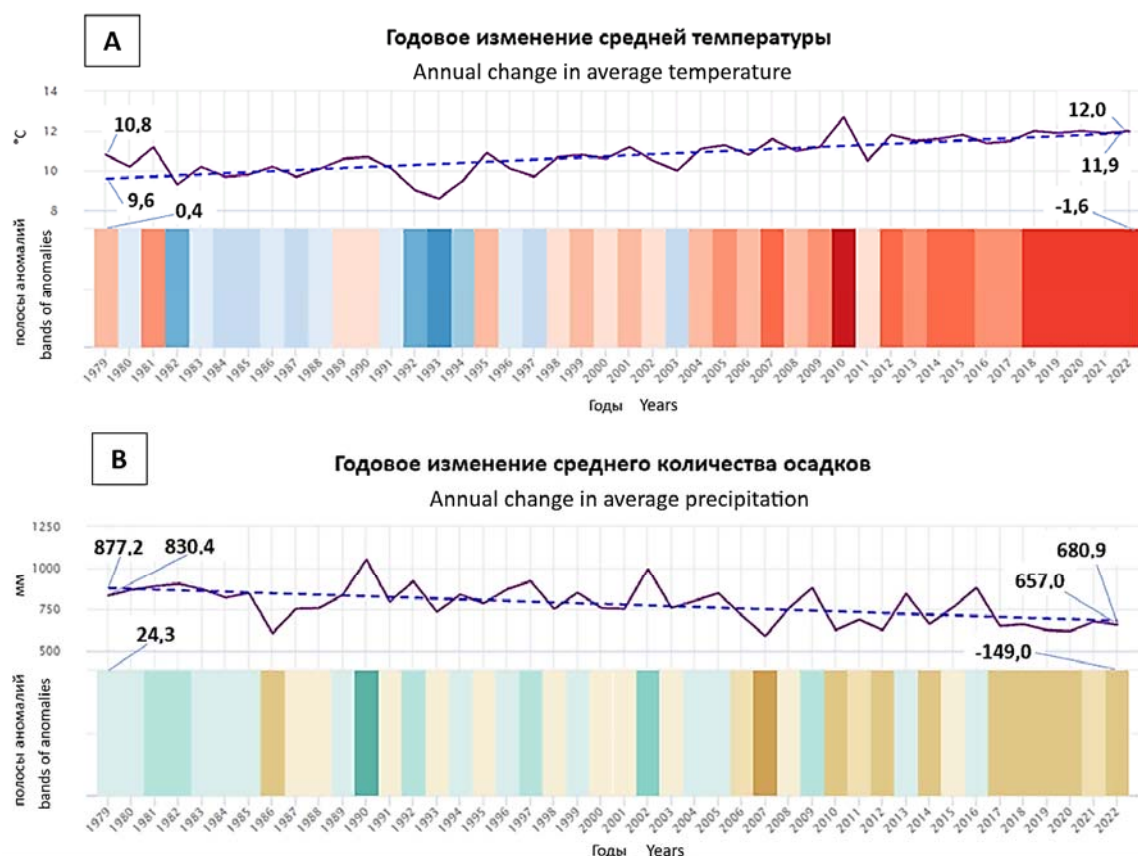


Рисунок 1. Годовое изменение средней температуры (А) и среднего количества осадков (В) в Республике Дагестан (1979–2022 гг.)

Figure 1. Annual change in average temperature (A) and average precipitation (B) in the Republic of Dagestan (1979–2022)

Один из регионов экологического бедствия – территория Северо-Западного Прикаспия, где развиты процессы опустынивания земель. Здесь сосредоточены основные площади (1519,1 тыс. га) отгонных пастбищ. Географически они расположены на территории Терско-Кумской провинции, которая представляет собой безводную полупустынную равнину (уклон на восток и северо-восток) с огромным количеством мелких соленых озер и песчаных массивов.

Западный Прикаспий, включая Черные земли и Кизлярские пастбища, – регион, где деградация земель и опустынивание усиливаются с каждым годом.

Территории аридных зон России находятся в сфере важных государственных интересов, благодаря своим природным кормовым ресурсам, составляют основу кормовой базы для пастбищного животноводства, особенно овцеводства.

Учитывая важность проблемы, еще в 1986 году разработана «Генеральная схема по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ», которая утверждена постановлением Правительства России и не потеряла своей значимости.

Создан опытный полигон на площади более 50 га, где отработаны все технологические аспекты по улучшению и рациональному применению зимних пастбищ. Результаты рассмотрены и одобрены научно-техническим Советом Министерства сельского хозяйства СССР и РФ, проходившим в г. Махачкале.

Практика использования аридных пастбищ, сложившаяся на протяжении последних десятилетий, не отвечает задачам рационального ведения пастбищного хозяйства. Практикуемые способы (бессистемный, нерегулируемый, сверхнормативный и бесконтрольный) привели к их деградации.

В целом по стране опустыниванием охвачено 50 млн га в 35 субъектах России, особенно в республиках Калмыкия, Дагестан, Чечня, Астраханской, Волгоградской, Саратовской и Ростовской областях, Ставропольском крае и других регионах.

В конце 60-х годов прошлого столетия площадь барханов (движущиеся пески) составляла 10 % площади сельскохозяйственных угодий, 70-х – 20 % (стадия экологического риска), в конце 80-х – 50–60 % (прирост – 60 тыс. га), к их числу относятся Черные земли и Кизлярские пастбища. Ситуация в настоящее время оценивается как экологическая катастрофа. За последние 40–50 лет урожайность кормовых угодий снизилась с 5–7 до 1,5–2,0 ц/га. Убытки, которые терпят хозяйства от деградации пастбищ, когда их продуктивность и емкость снижаются в 1,5–2,0 раза и более, в экономике аридных регионов не учитываются.

В результате чрезмерного воздействия антропогенного фактора и аномальных засушливых климатических условий площадь открытых песков достигла 100 тыс. га. По экспертным оценкам потери годичной продуктивности пастбищ в регионе составляют около 350 тыс. т корм. ед. Сложная ситуация во многом определяется появлением землепользователей, которые получив пастбища в долгосрочную аренду, крайне неэффективно с ней обращаются. Если восстановленные пастбища не будут защищены со стороны государства, сохранится существующая бесконтрольность в их применении, то они могут за один сезон вернуться в прежнее сбитое состояние. Поэтому необходимо одновременно с рабочим проектированием составлять

паспорта использования восстановленных и улучшенных пастбищ с эколого-экономическим обоснованием.

Принимавшиеся за последние годы решения Правительства Российской Федерации, руководящих органов республик, областей по улучшению использования и восстановлению продуктивности зимних пастбищ Западного Прикаспия ощутимых результатов не дали, процессы опустынивания усиливаются, а запасы пастбищного корма сокращаются. При длительных ураганных ветрах за 2019–2020 годы в северной части Кочубеевской зоны Кизлярских пастбищ около 230 тыс. га земель покрылись движущимися песками, ближайшие несколько лет размещение скота на них невозможно. Объем фитомелиоративных мероприятий (4 тыс. га ежегодно) не позволяет решать задачи по предотвращению процессов деградации и опустынивания данных территорий. Необходимо безотлагательно и повсеместно осуществлять комплекс организационно-хозяйственных и природоохранных мероприятий.

Проведенные ФАНЦ РД исследования показывают, что несмотря на засушливые условия, в зоне Кизлярских пастбищ возможно повысить продуктивность естественных кормовых угодий.

Перспектива достижения устойчивости в большей степени связана с мобилизацией биологических факторов интенсификации сельскохозяйственных, сеяных многолетних трав, фитомелиорацией деградированных угодий, защитой и возрождением генофонда полезных растений. Необходимы новые подходы, применение групп экологически и физиологически специализированных видов, способных нормально функционировать, формировать урожай кормовой и семенной продукции в этих условиях (бобовые: люцерна разных видов, донник; злаковые: пырей, житняк, овсяница, прутняк, камфоросма и другие; кустарниковые: терсекен, джузгун).

Учитывая всю важность решения проблем опустынивания, предусматриваются работы по обводнению пастбищ, агролесомелиоративные и фитомелиоративные мероприятия (табл. 1).

Основной элемент концепции адаптивного агролесопастбищного природопользования – фитомелиорация, наиболее экологична и экономически целесообразна в борьбе с почвенной деградацией. Улучшить экологическую обстановку, предотвратить деградацию, повысить продуктивность пашни и пастбищ, создать рекреационные зоны позволит закладка защитных лесных насаждений.

С учетом региональных климатических условий и прогнозируемых изменений, необходимо сформулировать концепцию и дать эколого-экономическое обоснование лесоаграрного адаптивного природопользования в районах проявления дефляции и эрозии почв, а также совместного действия этих факторов [12].

Процессы почвообразования в равнинной зоне в неразрывной связи с зонально-климатическими факторами, основные – засушливость климата (ГТК 0,2–0,5), уровень залегания и степень минерализации грунтовых вод (1,5–2,5 м), гранулометрический состав почв и почвогрунтов, ветровая эрозия и дигрессия растительного покрова. Почти все земли региона, засоленные легкорастворимыми солями, подвергнуты процессам дефляции или эрозионно-опасные [13].

Исходя из вышеизложенного, мы выделили пять экологических групп по степени деградации почв (табл. 2).

Таблица 1. Предложения по минимизации климатических рисков равнинной зоны Дагестана
Table 1. Proposals to minimise climate risks in the lowland zone of Dagestan

Предложения по минимизации климатических рисков в АПК (мера адаптации) Proposals for minimising climate risks in agriculture (adaptation measure)		Предложения для включения в план адаптации АПК РФ к изменениям климата Proposals for inclusion in the plan of adaptation of the agro-industrial complex of the Russian Federation to climate change
существующие риски existing risks	возможные (ожидаемые) риски possible (expected) risks	
освобождение сильно деградированных пастбищ от выпаса alleviation of grazing of heavily degraded pastures;	долгосрочный прогноз климатических условий региона long-term forecast of the climatic conditions of the region	принятие госпрограммы по восстановлению природно- ресурсного потенциала продуктивности пастбищ Западного Прикаспия adoption of a state programme to restore the natural resource potential of pasture productivity in the Western Caspian region
оптимизация пастбищной нагрузки в зависимости от продуктивности пастбищ optimization of pasture load depending on pasture productivity	повышение эффективности проводимых мероприятий и культуры ведения пастбищного хозяйства improving the effectiveness of the activities and culture of pasture management	разработка и реализация концепции лесоаграрного адаптивного природопользования development and implementation of the concept of forest and agrarian adaptive nature management
проведение агролесомелиоративных мероприятий в рамках госпрограмм conducting agroforestry activities within the framework of state programs	совершенствование нормативно- правовой базы использования деградированных земель improving the regulatory framework for the use of degraded lands	создание базовых хозяйств по производству семенного посадочного материала лугопастбищных трав, кустарников creation of basic farms for the production of seed planting material for grassland grasses, shrubs
создание орошаемых кормовых угодий с артезианскими водами creation of irrigated forage lands with artesian waters	обеспечение эффективной работы контрольно-надзорных органов по соблюдению требований земельного законодательства ensuring the effective work of control and supervisory authorities in compliance with the requirements of land legislation	
соблюдение установленных регламентов и правил применения пестицидов compliance with established regulations and rules for the use of pesticides	применение биологических методов борьбы the use of biological methods of control	
	усиление работы по профилактике распространения особо опасных вредителей strengthening efforts to prevent the spread of particularly dangerous pests	

В районах орошаемого земледелия следует проанализировать зимние условия. Расчет ожидаемых изменений оптимальных сроков начала сева (зависит от степени промерзания почв, весенних влагозапасов и перехода температуры воздуха через 5 и 10 °C) показывает 10–15 дней. Важное значение имеет продолжительность безморозного периода (температура воздуха выше 0 °C), так как существенно снижается напряженность графика проведения полевых работ [14]. Усовершенствование и развитие методов прогнозирования продуктивности озимых культур играют существенную роль в ее формировании и неразрывно связаны с метеорологическими показателями (осадки, температура), позволяют задолго до уборки прогнозировать урожайность и определять стоимость продукции. Прогнозируется и продолжительность вегетационного периода, удлинение которого влияет на урожайность.

В соответствии с долгосрочной стратегией развития и интенсификации растениеводства необхо-

димо расширить ассортимент выращиваемых продовольственных культур, а для улучшения плодородия орошаемых угодий осуществить комплекс мероприятий: внедрение эффективных севооборотов, наращивание органического вещества почвы, применение новых засухоустойчивых и солевыносливых видов, сортов культур и другое.

Способность живых организмов, включая растения, к адаптации в онто- и филогенезе за счет модификационной и генотипической изменчивости – важное свойство, которое широко применяется в адаптивном хозяйстве [15].

При ожидаемом изменении климата в регионе возможны перемены: рост аридности климата, процессы дегумификации и снижение урожайности.

Предлагаемые меры адаптации помогут существенно снизить ожидаемые риски в районах орошаемого земледелия (табл. 3).

Таблица 2. Характеристики групп почв по степени их деградации

Table 2. Characteristics of soil groups according to their degree of degradation

Шифр агроэкологических групп почв Agroecological groups of soils code	Почва, агроэкологическое состояние, вид сельского использования Soil, agroecological condition, type of rural use	Преобладающий механический состав Prevailing mechanical composition	Лимитирующий экологический фактор Limiting environmental factor	Дигрессия растительного покрова Vegetation digression	Площадь Square тыс. га (%) thousand ha (%)	Экологические особенности территории, экологический прогноз Ecological features of the territory, ecological forecast	
1	светло-каштановые, лугово-каштановые, аллювиальные луговые незасоленные и слабосолончаковые с орошаемыми (5–10%), недеградированные на морских и аллювиальных отложениях light chestnut, meadow-chestnut, alluvial meadow, unsalted and slightly saline with irrigated (5–10%), undegraded on marine and alluvial deposits	земли хорошего агроэкологического состояния lands of good agro-ecological condition	легкий и средний суглинок, супесь light and medium loam, sandy loam	Засоление Salinization	нет no	итого 22,4 (1,5) из них: кормовые угодья – 23,1 (1,4); орошаемая пашня – 1,3 (0,1) total of 22.4 (1.5): forage lands – 23.1 (1.4); irrigated arable land – 1.3 (0.1)	высыхающие плавни; прогноз: быстрое усиление процессов засоления drying fms; forecast: rapid intensification of salinization processes
2	луговые, аллювиальные луговые, лугово-, светло-каштановые с орошаемыми (25–50%) слабосолончаковые, слабодифлированные на аллювиальных и морских отложениях meadow, alluvial meadow, meadow, light chestnut with irrigated (25–50%) slightly saline, slightly ventilated on alluvial and marine sediments	земли удовлетворительного агроэкологического состояния lands of satisfactory agroecological condition	легкий, средний и тяжелый суглинки light, medium and heavy loam	засоление, дефляция salinization, deflation	слабая (5–10%) weak (5–10%)	итого 49,1 (3,2) из них: кормовые угодья – 25,5 (1,7); орошаемая пашня – 14,6 (4,9) total of 49.1 (3.2): forage lands – 25.5 (1.7); irrigated arable land – 14.6 (4.9)	бывшие разливы рек, долина сухой Кумы; прогноз: усиление дефляции и засоления former river floods, the valley of the dry Kuma; forecast: increased deflation and salinization
3	лугово-каштановые, луговые, аллювиальные луговые, бурые пустынно-степные, светло-каштановые с орошаемыми (10–25%) среднесолончаковые, среднедефлированные, среднедеградированные на морских и аллювиальных отложениях meadow-chestnut, meadow, alluvial meadow, brown desert-steppe, light chestnut with irrigated (10–25%) medium-marsh, medium-leaved, medium-degraded on marine and alluvial deposits	земли посредственного агроэкологического состояния lands of mediocre agroecological condition	супесь, легкий и средний суглинки sandy loam, light and medium loam	засоление, дефляция salinization, deflation	слабая (10–25%) weak (10–25%)	итого 436,5 (28,7) из них: кормовые угодья – 82,8 (5,5); орошаемая пашня – 519,3 (34,2) total of 436.5 (28.7): forage lands – 82.8 (5.5); irrigated arable land – 519.3 (34.2)	аллювиально-морская равнина; прогноз: усиление дефляции alluvial-marine plain; forecast: increased deflation

4	луговые, лугово-болотные, пески и слабозакрепленные, аллювиальные луговые с орошаемыми (5–10%) сильносолончаковые, сильнодефлированные, сильнодеградированные на аллювиальных и морских отложениях meadow, meadow-marsh, sands and weakly fortified, alluvial meadows with irrigated (5–10%) highly saline, highly ventilated, highly degraded on alluvial and marine sediments	земли плохого агроэкологического состояния lands of poor agroecological condition			аллювиально-морская равнина; прогноз: усиление дефляции и засоления alluvial-marine plain; forecast: increased deflation and salinization
		легкий суглинок, супесь, песок light loam, sandy loam, sand	засоление, дефляция salinization, deflation	сильная (25–50%) strong (25–50%)	
5	солончаки луговые, типичные, соровые, болотные, солонцы лугово-каштановые с орошаемыми до (5%), пески незакрепленные (развеваемые), морские отложения засоленные, очень сильно деградированные на морских, озерных и аллювиальных отложениях meadow salt marshes, typical, soric, marsh, meadow-chestnut salt marshes with irrigated up to (5%), loose sands (fluttering), saline marine sediments, very heavily degraded on marine, lake and alluvial deposits	земли очень плохого агроэкологического состояния the land is in very poor agroecological condition			приморская равнина; прогноз: усиление дефляции и засоления the coastal plain; forecast: increased deflation and salinization
		песок, супесь, тяжелый суглинок sand, sandy loam, heavy loam	засоление, дефляция salinization, deflation	очень сильная (более 50%) very strong (over 50%)	
Итого / Total					1337,7 (88,1)
Не обследуемые земли / Non-surveyed lands					181,4 (11,9)
Всего земель / Total land					1519,1 (100)

Садоводство, виноградарство были и остаются одними из приоритетных отраслей агропромышленного комплекса Республики Дагестан, где имеются уникальные почвенно-климатические условия для их развития.

Программой развития отраслей предусмотрено расширение площадей под садами и виноградниками для реализации главной задачи – обеспечение населения плодами, виноградом и продуктами переработки по научно-обоснованным нормам. Для ее решения необходимо обратить внимание на ряд проблем: потеря продуктивных земель, снижение плодородия почвы, увеличение площадей деградированных почв в районах промышленного развития виноградарства и садоводства, глобальное потепление климата, большая частота погодных колебаний.

Сложность орографических, разнообразие рельефных, климатических и почвенных условий республики требуют, в первую очередь для многолетних сельскохозяйственных культур знать тенденцию наступления природных стресс-факторов среды и пути преодоления их негативного воздействия. По нашему мнению, выход из сложившейся ситуации в реализации стратегии адаптивного развития отрасли.

Изменение температурного режима зимне-весеннего периода приводит к гибели цветковых почек

плодовых культур, учащаются весенние заморозки в горной зоне, происходит потеря урожая абрикоса.

В равнинной зоне в фазе органического покоя снижение абсолютного минимума до -22 °C наблюдается с частотой один раз в десятилетие [16].

Условия приморской низменности и предгорной зоны подходят для перезимовки плодовых культур. В горной зоне Дагестана, в долинах Северо-Западных среднегорий абсолютный минимум температур в фазе органического покоя за 1986–2000 годы достиг показателя -18 °C в 2006 году. По результатам исследований проведен анализ проявления лимитирующих факторов среды (температурные условия зимне-весеннего периода) и реакции на них каждой плодовой культуры в разрезе фаз развития [17].

Для виноградных насаждений губительны низкие температуры и заморозки. Критические низкие температуры (от -20 до -27 °C, 2012 год) приводят к повреждениям глазков, однолетних побегов, в неукрытых и слабоукрытых виноградниках по всей России, в том числе и Дагестане. Анализ климатических данных и опыт возделывания винограда показывает, что неукрывные виноградники испытывают низкотемпературные стресс-факторы.

Таблица 3. Предложения по минимизации климатических рисков в районах орошаемого земледелия
Table 3. Proposals for minimising climate risks in irrigated farming areas

Предложения по минимизации климатических рисков в АПК (мера адаптации) Proposals for minimising climate risks in agriculture (adaptation measure)		Предложения для включения в план адаптации АПК РФ к изменениям климата Proposals for inclusion in the plan of adaptation of the agro-industrial complex of the Russian Federation to climate change
существующие риски existing risks	возможные (ожидаемые) риски possible (expected) risks	
применение влагосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур use of moisture-saving technologies for the cultivation of agricultural crops	использование устойчивых к засушливым условиям сортов сельскохозяйственных культур use of drought-resistant varieties of agricultural crops	проведение фундаментальных исследований по проблеме оценки рисков и адаптации агропромышленного комплекса региона conducting fundamental research on the problem of risk assessment and adaptation of the agro-industrial complex of the region
увеличение доли орошаемых площадей под посевами increasing the share of irrigated areas under crops	расширение посевов стрессоустойчивых к засухе культур (рожь, тритикале, просо, сорго, суданская трава) expansion of crops of drought-resistant crops (rye, triticale, millet, sorghum and Sudanese grass)	реализация целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» и «Развитие мелиорации земель» implementation of the target programme, Conservation and Restoration of Soil Fertility of Agricultural Lands and Development of Land Reclamation
	улучшение мелиоративного фонда improvement of the land reclamation fund	
	введение в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель introduction of unused agricultural land into circulation	

Для дальнейшего развития виноградовинодельческой отрасли необходимо вводить корнесобственную культуру винограда новых комплексно устойчивых сортов: Гечеи заматоз, Дунавски лазур, Лакхеди мезеш, Молдова, Агат Донской, Кардинал и другие.

В зависимости от степени повреждений винограда за последние 15...20 лет определены группы:

Первая – гибель от 30 до 70 % центральных почек и глазков, повреждены однолетние и многолетние побеги.

Вторая – повреждения центральных почек на 70–90 %, сохраняются замещающие почки в глазках, так как они более устойчивы к низким температурам.

Третья – на 90% повреждены глазки и пострадала большая часть однолетних побегов, сохранились многолетние части куста, в том числе и рукава.

Четвертая – повреждение всех глазков, почти полное отсутствие многолетних частей древесины. Главная задача – быстрое восстановление надземной части кустов с использованием порослевых и искусственно вызванных пасынковых побегов первого и второго порядков.

Дифференциация и совершенствование агротехнологических адаптационных мероприятий по уходу за плодоносящими виноградниками, в зависимости от состояния их перезимовки, будут способствовать восстановлению кустов под урожай будущего года.

Анализ агроклиматических ресурсов Южного Дагестана за 49 лет свидетельствует о привлекательности региона для расширения зоны промышленного субтропического садоводства [18].

По нашим наблюдениям экстремально холодные зимы 2008 и 2012 годов (–19 °С и от –20 до –24 °С, соответственно) и раннеосенние заморозки (–8 °С, ноябрь 2011 года) нанесли значительные повреждения насаждениям хурмы восточной, нарушив процесс формирования и развития генеративных почек насаждений. Поэтому важно соблюдать агроприемы, обеспечивающие снижение отрицательного влияния погодных условий: посадка защитных лесополос, подбор морозоустойчивых сортов хурмы восточной (Сидлес, Тамопан большой, Хиакуме, Хачиа); регулирования нагрузки урожаем; проведение 8–10 поливов; внесение органических и минеральных удобрений [19].

Условия вегетации требуют всесторонней оценки биологических, физиолого-биохимических особенностей и других процессов, определяющих адаптационную способность культур в конкретных ареалах возделывания. Предложенные мероприятия по минимизации существующих и возможных рисков повысят устойчивость многолетних насаждений и усилят заложенные в них адаптационные механизмы (табл. 4).

Для комплексной оценки степени уязвимости и поиска путей для адаптации животноводства к изменению климата необходимо проанализировать: современное состояние горных пастбищ, разнообразие состава и продуктивность сеяных трав, возможный риск деградации культурных сенокосов и пастбищ, уязвимость сельскохозяйственных животных к водно-тепловым стрессам и их реакция на резкие погодно-климатические изменения, возможный риск увеличения инфицируемости животных, в том числе при ведении отгонно-пастбищного животноводства.

Таблица 4. Предложения по минимизации климатических рисков для зоны промышленного садоводства и виноградарства в Республике Дагестан
Table 4. Proposals for minimising climate risks for the zone of industrial horticulture and viticulture in the Republic of Dagestan

Предложения по минимизации климатических рисков в АПК (мера адаптации) Proposals for minimizing climate risks in agriculture (adaptation measure)		
Предложения по минимизации климатических рисков в АПК (мера адаптации) Proposals for minimizing climate risks in agriculture (adaptation measure)	Предложения для включения в план адаптации АПК РФ к изменениям климата Proposals for inclusion in the plan of adaptation of the agro-industrial complex of the Russian Federation to climate change	Предложения для включения в план адаптации АПК РФ к изменениям климата Proposals for inclusion in the plan of adaptation of the agro-industrial complex of the Russian Federation to climate change
подбор сортов с высоким потенциалом адаптивности к низким температурам selection of varieties with high adaptability potential	подбор сортов с поздними сроками вступления в период вегетации selection of varieties with late dates of entry into the growing season	разработка и внедрение современной модели размещения садовых культур с учетом особенностей вертикальной и горизонтальной зональности территории development and implementation of a modern model for the placement of garden crops, taking into account the peculiarities of vertical and horizontal zoning of the territory
размещение сортов плодовых культур и винограда в рельефах местности с учетом их потенциала адаптивности placement of varieties of fruit crops and grapes in the terrain, taking into account their adaptability potential	применение различных физиологически активных веществ задерживающих выход растений из состояния покоя the use of various physiologically active substances that delay the release of plants from a dormant state	создание базы субтропического садоводства на юге России (хлопководство, цитрусовые культуры) creation of a base for subtropical horticulture in the south of Russia (cotton growing and citrus crops)
подбор сортов с высоким потенциалом засухоустойчивости и внедрение водосберегающих технологий (гидрогели с абсорбирующей способностью) selection of varieties with high potential for drought resistance and the introduction of water-saving technologies (hydrogels with absorbent capacity)	подбор оптимальных экологических ниш с учетом адаптивности сорта selection of optimal ecological niches, taking into account the adaptability of the variety	
	использование потенциала адаптивности сортов к низкотемпературным стрессам using the potential of adaptability of varieties to low-temperature stresses	
	проведение исследований по выявлению потенциала засухо- и жароустойчивости сортов, поиск путей и методов их борьбы с засухой и эффективным использованием поливной воды conducting research to identify the potential of drought and heat resistance of varieties, searching for ways and methods of their drought control and effective use of irrigation water	
	подбор сортов с высоким потенциалом адаптивности к факторам стресса летнего периода selection of varieties with high adaptability potential to stress factors of the summer period	
	применение абсорбентов с влагоудерживающей способностью the use of absorbents with moisture-retaining ability	

Возможные риски для животноводства в период засухи: недостаток грубых и сочных кормов; снижение продуктивности, падеж скота; увеличение себестоимости продукции животного происхождения; ухудшение экстерьерных данных животных; снижение устойчивости организма, повышение чувствительности

к болезням и инфекциям инвазионной и незаразной патологии; хронический рецидив протекающих болезней (табл. 5). Совершенствование селекционно-племенной работы с использованием наиболее приспособленного к местным условиям аборигенного скота даст положительную динамику в отрасли.

Таблица 5. Предложения по минимизации климатических рисков для отрасли животноводства в Республике Дагестан

Table 5. Proposals to minimize climate risks for the livestock industry in the Republic of Dagestan

Предложения по минимизации климатических рисков в АПК (мера адаптации) Proposals for minimizing climate risks in agriculture (adaptation measure)		
Предложения по минимизации климатических рисков в АПК (мера адаптации) Proposals for minimizing climate risks in agriculture (adaptation measure)	Предложения для включения в план адаптации АПК РФ к изменениям климата Proposals for inclusion in the plan of adaptation of the agro-industrial complex of the Russian Federation to climate change	Предложения для включения в план адаптации АПК РФ к изменениям климата Proposals for inclusion in the plan of adaptation of the agro-industrial complex of the Russian Federation to climate change
обеспечение животных высококачественными кормами в полном объеме и ассортименте providing animals with high-quality feed in full and assortment	создание условий для полного обеспечения животных сбалансированными кормами creating conditions for the complete provision of balanced animal feed проведение селекции на основе скороспелых мясошерстных пород, ранней случки ягнят conducting breeding based on precocious meat-wool breeds, early mating of lambs использование в селекции наиболее приспособленного к местным условиям аборигенного скота the use of native cattle most adapted to local conditions in breeding применение в селекции белый, слегка окрашенный, а также красный волосяной покров в сочетании с темной кожей для отражения солнечных лучей application in breeding white, slightly colored, as well as red hair in combination with dark skin to reflect sunlight	создание специализированных кормодобывающих хозяйств для обеспечения животноводства страховыми запасами кормов creation of specialized forage farms to provide livestock with insurance stocks of feed совершенствование региональной программы селекционно-племенной работы improvement of the regional program of breeding and breeding work

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Адаптационные меры, необходимы по управлению природными и экологическими рисками, к изменению климата должны соответствовать современным требованиям ведения устойчивого сельского хозяйства, способствовать совершенствованию сельскохозяйственного производства. Такие мероприятия подразумевают увеличение видов, сортов культур, пород животных способных устоять к меняющимся условиям климата, поиск рационального размещения отраслей животноводства и растениеводства в связи с экономическими и экологическими рисками.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ рамках Государственного задания ФГБНУ «ФАНЦ РД» (тема № 1220211800247-5 FNMN-2022-0010).

ACKNOWLEDGMENT

The work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the FSBSI «Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan» (topic No. 1220211800247-5 FNMN-2022-0010).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Asseng S., Ewert F., Martre P. et al. Rising temperatures reduce global wheat production // Nature Clim Change. 2015. N 5. P.143–147.

2. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production // *Nature*. 2016. V. 529 (7584). P. 84–87.
3. Polevoy A.N., Bozhko L.E., Barsukova E.A. Impact of climate changes on agro-climatic indices of the vegetative period of main agriculture crops // *Ukr Hydrometeorol J*. 2017. N 20. P. 61–70.
4. Balabukh V., Oreshchenko A., Yagodynets S. Emergency fire weather in September-October 2020 in the Luhansk region: causes and consequences // *Proc Hydrometeorological congress*. 2021. P. 147–148.
5. Shrestha S., Ciaian P., Himics M., Van Doorslaer B. Impacts of Climate Change on EU Agriculture // *Review of Agricultural and Applied Economics (RAAE)*. 2013. V. 16. Iss. 2(16). P. 24–39.
6. Fishman R. More uneven distributions overturn benefits of higher precipitation for crop yields // *Environmental Research Letters*. 2016. V. 11. N 2.
7. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)-2021: The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Rome, 2021. 244 p.
8. Schipper L., Liu W., Krawanchid D., Chanthy S. Review of climate change adaptation methods and tools. MRC Technical Paper no 34. Mekong River Commission, Vientiane, 2010. 76 p.
9. Семенов С.М., Гладильщикова А.А., Дмитриева Т.М. Антропогенные нарушения взаимодействия суши и атмосферы: оценки МГЭИК // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2019. Т. 3. С. 5–29.
10. Акимов Л.М. Тенденции изменения термического режима на аридных и сопредельных территориях Европейской части России в летний период // *Аридные экосистемы*. 2021. N 4. С. 3–12.
11. Теймуров С.А., Алиева Н.А. Оценка влияния агрометеорологических факторов на урожайность зерновых культур с учетом глобального изменения климата // *Горное сельское хозяйство*. 2023. N 4. С. 42–47.
12. Иванова А.Л. Глобальные проявления изменений климата в агропромышленной сфере. Москва: Россельхозакадемия, 2005. 332 с.
13. Казиев М.Р.А., Аличаев М.М. Меры предотвращения деградации земель сельскохозяйственного назначения в предгорьях Дагестана // *Вестник сельскохозяйственной науки*. 2017. N 4. С. 49–52.
14. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Чувствительность сельского хозяйства России к изменениям климата, химического состава атмосферы и плодородия почв // *Метеорология и гидрология*. 1995. N 4. С. 107–114.
15. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): монография. Кишинев: Издательство Штиинца, 1990. 431 с.
16. Загиров Н.Г., Драгавцева И.А., Савин И.Ю. Возможности адаптации плодовых культур к региональным изменениям температурного режима зимне-весеннего периода в Республике Дагестан: методические рекомендации. Махачкала-Краснодар, 2014. 52 с.
17. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Загиров Н.Г. и др. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодоводства: монография. Махачкала, Краснодар, 2016. 318 с.
18. Мукайлов М.Д., Алиев Х.Ф. Оценка агроклиматических ресурсов Южного Дагестана для развития субтропического плодоводства // *Вестник*

- Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. N 3. С. 64–65.
19. Казиев М.Р.А., Шахмирзоев Р.А., Казиметова Х.М., Габибов Т.Г. Результаты обследования садов хурмы восточной после аномальных заморозков в Южном Дагестане // *Садоводство и виноградарство*. 2014. N 1. С. 22–26.

REFERENCES

1. Asseng S., Ewert F., Martre P. et al. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Clim Change*. 2015, no. 5, pp. 143–147.
2. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. 2016, vol. 529 (7584), pp. 84–87.
3. Polevoy A.N., Bozhko L.E., Barsukova E.A. Impact of climate changes on agro-climatic indices of the vegetative period of main agriculture crops. *Ukr Hydrometeorol J*. 2017, no. 20, pp. 61–70.
4. Balabukh V., Oreshchenko A., Yagodynets S. Emergency fire weather in September-October 2020 in the Luhansk region: causes and consequences. *Proc Hydrometeorological congress*. 2021, pp. 147–148.
5. Shrestha S., Ciaian P., Himics M., Van Doorslaer B. Impacts of Climate Change on EU Agriculture. *Review of Agricultural and Applied Economics (RAAE)*. 2013, vol. 16, iss. 2(16), pp. 24–39.
6. Fishman R. More uneven distributions overturn benefits of higher precipitation for crop yields. *Environmental Research Letters*. 2016, vol. 11, no. 2.
7. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)-2021: The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Rome, 2021, 244 p.
8. Schipper L., Liu W., Krawanchid D., Chanthy S. Review of climate change adaptation methods and tools. MRC Technical Paper no 34. Mekong River Commission, Vientiane, 2010, 76 p.
9. Semenov S.M., Ironing A.A., Dmitrieva T.M. Anthropogenic disturbances of the interaction of land and atmosphere: IPCC estimates. *Fundamentalnaya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and applied climatology]. 2019, vol. 3, pp. 5–29. (In Russian)
10. Akimov L.M. Trends in the thermal regime in arid and adjacent territories of the European part of Russia in the summer period. *Aridnyye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2021, no. 4, pp. 3–12. (In Russian)
11. Teymurov S.A., Alieva N.A. Assessment of the influence of agrometeorological factors on the yield of grain crops taking into account global climate change. *Gornoye selskoye khozyaystvo* [Mountain agriculture]. 2023, no. 4, pp. 42–47. (In Russian)
12. Ivanova A.L. *Globalnyye proyavleniya izmeneniy klimata v agropromyshlennoy sfere* [Global manifestations of climate change in the agro-industrial sector]. Moscow, Russian Agricultural Academy Publ., 2005, 332 p. (In Russian)
13. Kaziev M.R.A., Alichaev M.M. Measures to prevent degradation of agricultural lands in the foothills of Dagestan. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Agricultural Science]. 2017, no. 4, pp. 49–52. (In Russian)
14. Sirotenko O.D., Abashina E.V., Pavlova V.N. The sensitivity of agriculture in Russia to changes in climate, atmospheric chemistry and soil fertility. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology]. 1995, no. 4, pp. 107–114. (In Russian)

15. Zhuchenko A.A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations)]. Chisinau, Stiinets Publ., 1990. 431 p. (In Russian)
16. Zagirov N.G., Dragavtseva I.A., Savin I.Yu. *Vozmozhnosti adaptatsii plodovykh kul'tur k regional'nyim izmeneniyam temperaturnogo rezhima zimne-vesennego perioda v Respublike Dagestan: metodicheskie rekomendatsii* [Possibilities of adaptation of fruit crops to regional changes in the temperature regime of the winter-spring period in the Republic of Dagestan: methodological recommendations]. Makhachkala-Krasnodar, 2014, 52 p. (In Russian)
17. Dragavtseva I.A., Savin I.Yu., Zagirov N.G., etc. *Resursnyi potentsial zemel' Severnogo Kavkaza dlya plodovodstva*

- [The resource potential of the lands of the North Caucasus for fruit growing]. Makhachkala, Krasnodar, 2016, 318 p. (In Russian)
18. Mukailov M.D., Aliyev H.F. Assessment of agro-climatic resources of Southern Dagestan for the development of subtropical fruit growing. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. 2009, no. 3, pp. 64–65. (In Russian)
19. Kaziev M.R.A., Shakhmirzoev R.A., Kazimetova H.M., Gabibov T.G. The results of the survey of oriental persimmon orchards after abnormal frosts in Southern Dagestan. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and viticulture]. 2014, no. 1, pp. 22–26. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Самир А. Теймуров, Магомед-Расул А. Казиев, Абдумеджид А. Багомаев проанализировали данные, корректировали рукопись до подачи в редакцию, представили фактический материал. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Samir A. Teymurov, Magomed-Rasul A. Kaziev, Abdulmedjid A. Bagomaev analyzed the data, corrected the manuscript before submitting it to the editorial office and presented the factual material. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Самир А. Теймуров / Samir A. Teymurov <https://orcid.org/0000-0002-0336-7380>
Магомед-Расул А. Казиев / Magomed-Rasul A. Kaziev <https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>
Абдумеджид А. Багомаев / Abdulmedjid A. Bagomaev <https://orcid.org/0009-0000-6721-3180>