

Адаптивная ресурсосберегающая технология возделывания амаранта на основе изучения агротехнических приемов и их влияния на рост, развитие и продуктивность в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия

Л. Ю. Костоева^{✉1}, З. С. Виноградов², З. М. Базгиев¹, А. М. Газдиев¹

¹Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50

²Всероссийский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова
190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42

Аннотация. Статья посвящена комплексному изучению агротехнических приемов ресурсосберегающих технологий возделывания образцов амаранта.

Цель исследований – выявление наиболее продуктивных сортов амаранта кормового и овощного для дальнейшего внедрения их в производство. Разработка и научное обоснование ресурсосберегающей технологии культивирования сортообразцов амаранта Крепыш и Иристон, адаптированной к почвенно-климатическим условиям Республики Ингушетия.

Материалы и методы исследований. Сортообразцы амаранта Крепыш и Иристон получены в 2022 году от селекционера ВИРа З. С. Виноградова. Полевые исследования были проведены на земельном участке ФГБНУ ИнгНИИСХ, расположенном в лесостепной зоне Ингушетии. Почвы опытного участка – выщелоченные среднесиловые черноземы.

Результаты. В работе определено, что уровень белка зависит от степени азотного питания. Содержание жира в семенах продемонстрировало обратную зависимость от уровня азотного питания, а максимальное содержание сквалена зафиксировано в вариантах с умеренным уровнем азотного питания. Урожайность зеленой массы 23,4 т/га достигнута у сортообразца Иристон, посеянного с 1 по 5 мая с нормой высева 1,0 кг/га и применением удобрений в дозах N₄₅P₆₀K₆₀. Урожайность зерна сорта Иристон ниже – 11,3 ц/га. Урожайность зеленой массы сорта Крепыш – 19,7 т/га. Продуктивность семян у сортообразца Крепыш, посеянного в ранние сроки (20–25 апреля), с нормой высева 0,5 кг/га и дозой удобрений N₄₅P₆₀K₆₀ составила 14,5 ц/га. У сорта Крепыш высота растений – 150 см, урожай зерна с одного растения – 130 г, зеленой массы – 2,00 кг. У сорта Иристон высота – 160 см, урожай зерна с одного растения – 120 г, зеленой массы – 3,0 кг. Созревание зерна амаранта сортов Крепыш и Иристон наступает в начале второй декады сентября.

Выводы. Практическая значимость исследования заключается в формировании научной базы для внедрения новой высокорентабельной культуры в агропромышленный комплекс республики, что способствует укреплению кормовой базы, развитию перерабатывающей отрасли и повышению устойчивости регионального АПК в контексте климатических изменений.

Ключевые слова: амарант, норма высева, сроки посева, удобрения, орошение, вегетационные поливы

Поступила 17.10.2025, одобрена после рецензирования 08.12.2025, принята к публикации 10.02.2026

Для цитирования. Костоева Л. Ю., Виноградов З. С., Базгиев З. М., Газдиев А. М. Адаптивная ресурсосберегающая технология возделывания амаранта на основе изучения агротехнических приемов и их влияния на рост, развитие и продуктивность в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2026. Т. 28. № 1. С. 147–160. DOI: 10.35330/1991-6639-2026-28-1-147-160

Adaptive resource-saving technology of amaranth cultivation based on the study of agricultural practices and their impact on growth, development, and productivity in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia

L.Yu. Kostoeva^{✉1}, Z.S. Vinogradov², Z.M. Bazgiev¹, A.M. Gazdiev¹

¹ Ingush Scientific Research Institute of Agriculture
50, Oskanov street, Sunzha, 386203, Russia

²All-Russian Institute of Plant Growing named after N.I. Vavilov
42, Bolshaya Morskaya street, Saint Petersburg, 190121, Russia

Abstract. The article is devoted to the comprehensive study of agrotechnical methods of resource-saving technologies for cultivating amaranth samples.

Aim. The study aims to identify the most productive varieties of amaranth fodder and vegetables for further introduction into commercial production. The development and scientific justification of a resource-saving technology for cultivating the Krepysh and Iriston varieties of amaranth, which is adapted to the soil and climatic conditions of the Republic of Ingushetia.

Materials and methods of research. In 2022, the Krepysh and Iriston varieties of amaranth were obtained from Z.S. Vinogradov, a breeder at the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR). The field studies were conducted on the land plot of the Ingush Agricultural Research Institute, located in the forest-steppe zone of Ingushetia. The soils of the experimental plot were leached medium-thick chernozems.

Results. The study determined that the protein level depends on the degree of nitrogen nutrition. The fat content in the seeds showed an inverse relationship with the level of nitrogen nutrition, and the maximum squalene content was recorded in the variants with moderate nitrogen nutrition. The yield of green mass was 23.4 t/ha, achieved by the Iriston variety, which was sown from May 1 to 5 with a seeding rate of 1.0 kg/ha and the use of fertilizers at a rate of N₄₅P₆₀K₆₀. The yield of grain of the variety Iriston is lower – 11.3 kg/ha. The yield of green mass for the Krepysh variety is 19.7 t/ha. The seed yield for the Krepysh, which was planted at an early date (April 20-25) with a planting rate of 0.5 kg/ha and a fertilizer dosage of N₄₅P₆₀K₆₀, was 14.5 kg/ha. The Krepysh variety has a plant height of 150 cm and a grain yield of 130 kg/ha, and a green mass yield of 2.00 kg per plant. The Iriston variety is 160 cm tall and has a grain yield of 120 g. per plant, as well as a green mass yield of 3 kg. The Krepysh and Iriston varieties of amaranth reach maturity in the early second decade of September.

Conclusions. The practical significance of the study lies in the formation of a scientific basis for the introduction of a new highly profitable crop into the Republic's agro-industrial complex, which contributes to the strengthening of the feed base, the development of the processing industry, and the enhancement of the regional agro-industrial complex's sustainability in the context of climate change.

Keywords: amaranth, seeding rate, sowing time, fertilizers, irrigation, and vegetative watering

Submitted 17.10.2025,

approved after reviewing 08.12.2025,

accepted for publication 10.02.2026

For citation. Kostoeva L.Yu., Vinogradov Z.S., Bazgiev Z.M., Gazdiev A.M. Adaptive resource-saving technology of amaranth cultivation based on the study of agricultural practices and their impact on growth, development, and productivity in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2026. Vol. 28. No. 1. Pp. 147–160. DOI: 10.35330/1991-6639-2026-28-1-147-160



Content is available under license [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях усиления климатической изменчивости аграрный сектор Республики Ингушетия сталкивается с необходимостью диверсификации и внедрения сельскохозяйственных растений, устойчивых к аридным условиям [1, 5]. В условиях малоземельной республики амарант, обладающий комплексом ценных хозяйственных свойств, в частности содержанием биологически активных веществ, антиоксидантов, соответствует этим требованиям и рассматривается как одна из наиболее перспективных культур. Высокая степень засухоустойчивости, обусловленная особенностями C4-типа фотосинтеза, и способность давать удовлетворительные урожаи на малопродуктивных землях определяют его стратегическую важность [1, 2, 7, 9, 17, 18].

Особый научный и практический интерес представляют сортообразцы Крепыш – овощной сорт и Иристон – силосный сорт, которые характеризуются не только декоративными качествами, но и имеют огромный интерес как продовольственная и кормовая культура. Однако отсутствие научно выверенных рекомендаций по их агротехнике в специфических почвенно-климатических условиях Ингушетии сдерживает широкое производственное внедрение этой культуры. Существующие технологические регламенты, разработанные для иных регионов, не учитывают особенности ингушских агроландшафтов, включая термический режим, распределение осадков и фотопериодические условия [16]. По причине отсутствия перспективных сортов культура амаранта в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия не получила должного распространения.

Интродукция амаранта в сельское хозяйство республики способна решить ряд значимых задач и является **актуальной** темой. Для традиционного в регионе животноводства культура может стать источником высококачественного кормового ресурса, превосходящего по питательной ценности традиционные виды. Пищевое направление открывает возможности для выпуска безглютеновой и функциональной продукции. Кроме того, амарант представляет интерес как источник сквалена – уникального соединения с доказанными лечебно-профилактическими свойствами [4, 6, 16].

Цель исследований: выявить наиболее продуктивные сорта амаранта кормового и овощного для дальнейшего внедрения их в производство; разработать и научно обосновать ресурсосберегающую технологию культивирования сортообразцов амаранта Крепыш и Иристон, адаптированную к почвенно-климатическим условиям Республики Ингушетия.

Задача исследований:

- выявить наиболее высокоурожайные, адаптированные к местным условиям сорта амаранта кормового и овощного;
- выявить особенности роста и развития амаранта кормового и овощного в зависимости от сроков сева и норм посева;
- дать экономическую и энергетическую оценку изучаемых агроприемов на посевах амаранта кормового и овощного.

Научная новизна. Впервые изучены особенности роста и развития различных сортов амаранта кормового и овощного, выявлены наиболее высокопродуктивные сорта амаранта кормового и овощного, адаптированные к условиям лесостепной зоны Республики Ингушетия.

Практическая значимость исследования заключается в формировании научной базы для внедрения новой высококорентабельной культуры в агропромышленный комплекс республики, что будет способствовать укреплению кормовой базы, развитию перерабатывающей отрасли и повышению устойчивости регионального АПК в контексте климатических изменений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.
ПРОГРАММА, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Организация и схема полевых экспериментов. Полевые исследования осуществлялись в течение двух вегетационных сезонов 2023–2025 годов на опытных участках, расположенных в сельском поселении Нестеровское Сунженского района Ингушетии. Полевые исследования были проведены на земельном участке ФГБНУ ИнГНИИСХ, расположенном в лесостепной зоне Ингушетии. Почвы опытного участка – выщелоченные черноземы – обладают хорошими водно-физическими свойствами, среднемоштные черноземы, среднеобеспеченные азотом, фосфором и калием, имеют зернистую структуру. Мощность гумусового горизонта – 46–60 см, Эти почвы имеют в пахотном слое сравнительно высокое содержание гумуса (3,5–5,5 %), обладают высокой поглотительной способностью. Реакция почвенного раствора слабокислая. Общий запас влаги в метровом слое при НВ – 3500 м³/га, продуктивный запас влаги в этом же слое – 1500–1600 м³/га, а запас влаги, соответствующий влажности завядания, – 1900–2020 м³/га.

Выбор данной локации обусловлен ее репрезентативностью для основной земледельческой зоны республики – Сунженской равнины, где сконцентрированы основные массивы пахотных земель и ведется интенсивное сельскохозяйственное производство. Опытное поле характеризуется типичным для равнинной зоны рельефом, почвы подстилаются галечником, что обеспечивает хороший дренаж [10, 12]. Показатели метеоусловий (среднемесячная температура воздуха, осадков за 2023–2025 гг.) в годы проведения исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха и количество осадков за 2023–2025 гг.

Table 1. Average monthly air temperature and precipitation for 2023–2025

Год	По месяцам												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	Среднемесячная температура воздуха												За год
2023	-1,7	-0,4	6,8	12,4	21,8	23,9	26,3	28,7	16,3	11,2	9,6	1,9	13,1
2024	-2,0	-1,1	7,7	12,1	21,5	25,3	34,2	36,2	25,6	19,1	10,7	1,6	15,9
2025	-2,5	-1,2	8,8	12,9	23,2	28,6	37,8	38,9	25,9	19,8	13,5	5,3	17,7
	Среднемесячное количество осадков (мм)												За год
2023	20	4	45	70	67	69	75	41	37	47	13	28	516
2024	22	13	25	91	89	58	21	12	18	59	18	14	440
2025	28	25	52	59	69	56	46	13	17	8	18	22	413

Исследования проводились в соответствии с общепринятыми принципами полевого опыта. Для достижения поставленных целей был заложен многофакторный эксперимент, организованный по методу расщепленных делянок в трехкратной повторности. Такая схема была выбрана в связи с необходимостью изучения взаимодействия нескольких факторов и позволяет повысить точность опыта за счет учета неоднородности плодородия почвенного покрова [13, 14].

Схема опыта была составлена в соответствии с рекомендациями [5, 14, 15] и включала изучение следующих факторов и вариантов.

Фактор А. Сортообразец амаранта:

1. Сортообразец Крепыш (*Amaranthus cruentus* L.). Характеризуется интенсивной темно-багряной окраской, мощным габитусом (высота до 2,2–2,5 м), длинной цилиндрической метелкой. Vegetационный период 110–120 дней.

2. Сортообразец Иристон (*Amaranthus cruentus* L.). Обладает яркой пурпурно-красной окраской, высотой до 1,8–2,0 м, имеет раскидистую метелку. Vegetационный период 100–110 дней.

Фактор Б. Срок посева:

1. Ранний срок – посев при прогреве почвы на глубине 5 см до +10...+12°C (20–25 апреля).

2. Оптимальный срок – посев при прогреве почвы до +14...+16°C (1–5 мая).

3. Поздний срок – посев при прогреве почвы свыше +16°C (15–20 мая).

Фактор В. Норма высева:

1. Низкая норма – 0,5 кг/га (широкорядный способ, междурядья 45 см).

2. Средняя норма – 1,0 кг/га (широкорядный способ, междурядья 45 см).

3. Высокая норма – 1,5 кг/га (рядовой способ, междурядья 15 см).

Фактор Г. Доза удобрений:

1. Контроль (без внесения минеральных удобрений).

2. N₄₅P₆₀K₆₀ (умеренная доза азота).

3. N₉₀P₆₀K₆₀ (повышенная доза азота).

Фактор Д. Орошение:

1. Контроль – без орошения.

2. Орошение при снижении влажности почвы в активном слое (0–50 см) до 75–80 % НВ.

Общая площадь опытного поля составила 0,5 гектара. Размер учетной делянки – 16 м² (2 м x 8 м), защитной полосы – 1 м. Расположение делянок систематическое, рендомизированное в пределах повторности, общее число учетных делянок в опыте с учетом повторностей – 108. Предшественником для всех лет исследований являлся озимый ячмень. Мелкоделяночный опытный участок с сортообразцами амаранта представлен на рисунках 1 и 2.



а) амарант сорта Иристон



б) амарант сорта Крепыш

Рис. 1. Первоначальный рост и развитие сортообразцов амаранта

Fig. 1. Initial growth and development of amaranth varieties



а) амарант сорта Крепыш

б) амарант сорта Иристон

Рис. 2. Опытный участок с сортообразцами амаранта в период цветения**Fig. 2.** Experimental plot with amaranth varieties during the flowering period

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

Фенологические наблюдения проводились визуально, методом случайной выборки, на постоянных растениях. Отмечались даты наступления основных фенологических фаз: всходы, 3-я пара настоящих листьев, ветвление, бутонизация, цветение, восковая и полная спелость семян. Изучение влияния орошения на продуктивность сортообразцов амаранта проводилось на фоне варианта контроль без орошения. Применялись вегетационные поливы при снижении влажности почвы в активном слое (0–50 см) до 75–80 % НВ [3, 11].

Учет элементов структуры урожая проводился в фазу полной спелости. С каждой учетной делянки отбиралось по 10 модельных растений для морфометрического анализа: высота растения, длина соцветия, диаметр стебля, количество листьев, масса сырой и воздушно-сухой биомассы, масса семян с одного растения, масса 1000 семян.

Учет урожайности:

- урожайность зеленой массы (т/га) определялась методом сплошного укоса учетной площади делянки в фазе начала цветения с пересчетом на стандартную влажность;
- урожайность семян (ц/га) учитывалась в фазу полной спелости с отобранной площади с последующим пересчетом на гектар.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакетов AgroStat и Microsoft Excel. Вычислялись средние арифметические значения и ошибки среднего. Достоверность различий оценивалась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Использовались t-критерий Стьюдента, корреляционный и регрессионный анализы [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования выявили существенное влияние агроприемов на скорость прохождения фенологических фаз и начальное развитие растений. Анализ данных за два контрастных года позволил установить общие закономерности и специфические реакции культуры на стрессовые условия. Полевая всхожесть семян находилась в прямой зависимости от температурного режима и влажности почвы в период посев – всходы. В 2023 году (влажная и прохладная весна) наивысшая всхожесть отмечена при раннем сроке посева – 81,6 %. Условия обеспечивали равномерное набухание семян, хотя и замедляли прорастание. Оптимальный

срок показал 81,9 % всхожести, а поздний – 76,3 % из-за иссушения верхнего горизонта почвы. В экстремально засушливых 2024 и 2025 годах картина была принципиально иной. В июне-августе была зафиксирована нетипично высокая температура воздуха, превышающая показатели предыдущих лет на 5–10,2°C, что обусловило более раннее наступление критических фаз развития амаранта. Ранний срок показал наихудший результат – 63,4 %. Наилучшие показатели продемонстрировал оптимальный срок посева – 73,8 %. Поздний срок показал результат, сопоставимый с ранним сроком (64,2 %).

Влияние на фенологию. Срок посева оказал значительное влияние на продолжительность межфазных периодов:

- при раннем сроке посева растения проходили все фазы развития с существенным запозданием;
- оптимальный срок обеспечил сбалансированное прохождение фенологических фаз;
- поздний срок привел к резкому ускорению развития растений.

Статистический анализ подтвердил высокую достоверность влияния фактора «срок посева» на показатель полевой всхожести.

Мониторинг фитосанитарного состояния посевов выявил комплекс взаимосвязанных факторов, определяющих здоровье агроценоза. Сорный компонент оказался наиболее значимым элементом. В 2023 году доминировали виды с коротким периодом вегетации (просо куриное, мокрица). В засушливые 2024 и 2025 годы состав сместился в сторону более ксерофитных видов сорняков (полынь белая, сорго сарептское, амброзия полынно-лиственная). Энтомологическая ситуация характеризовалась относительной стабильностью. Наиболее существенную угрозу представляла амарантовая листовертка. Обработка препаратом «Кинмикс» эффективно уничтожила вредителей. Развитие болезней имело четко выраженную сезонную динамику. В 2023 году отмечалось распространение корневых гнилей. В 2024 и 2025 годах отмечалось поражение соцветий серой гнилью.

Анализ структуры урожая выявил сложные реакции изучаемых сортообразцов на изменение площади питания (табл. 2).

Таблица 2. Морфометрические показатели изучаемых сортообразцов амаранта в зависимости от норм высева, среднее за три года, 2023–2025 гг.

Table 2. Morphometric parameters of the studied amaranth varieties depending on seeding rates, average for three years, 2023–2025.

Показатели	Крепыш	Иристон
Норма высева 0,5 кг/га		
Высота растений, см	148	150
Диаметр стебля, см	4,2	4,8
Длина соцветия, см	50	52
Масса семян с одного растения, г	136,5	145,2
Масса 1000 семян, г	0,61	0,70
Норма высева 1,0 кг/га		
Высота растений, см	145	148
Диаметр стебля, см	3,6	4,1
Длина соцветия, см	42,6	48
Масса семян с одного растения, г	128,1	134,6
Масса 1000 семян, г	0,51	0,62
Норма высева 1,5 кг/га		
Высота растений, см	139	142
Диаметр стебля, см	3,0	3,5
Длина соцветия, см	38	46
Масса семян с одного растения, г	119,4	121,8
Масса 1000 семян, г	0,46	0,55

Влияние на морфометрические показатели:

– Высота растений – оба сортаобразца продемонстрировали выраженную реакцию на изменение нормы высева. На варианте с минимальной нормой высева (0,5 кг/га) растения реализовали свой ростовой потенциал в полной мере.

– Диаметр стебля – наиболее чувствительный к площади питания показатель. На ширококородных посевах с низкой нормой высева стебли были максимально мощными.

– Длина и характер соцветия – схема размещения растений оказала решающее влияние на этот важнейший элемент продуктивности.

Влияние на компоненты семенной продуктивности:

– Масса семян с одного растения – наиболее ярко отразила преимущества оптимальной площади питания.

– Масса 1000 семян – максимальные значения зафиксированы на варианте с нормой высева 0,5 кг/га.

Сортовые особенности реакции:

– Иристон продемонстрировал черты более пластичного и мощного генотипа.

– Крепыш оказался более толерантным к умеренному загущению.

В 2023 году наблюдалась достоверная отзывчивость на повышение доз питания (табл. 3). Применение умеренной дозы $N_{45}P_{60}K_{60}$ стимулировало более интенсивный рост на ранних этапах. Максимальный эффект по урожайности зерна и зеленой массы наблюдался при внесении повышенной дозы удобрений $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Таблица 3. Урожайность зерна и зеленой массы сортов амаранта в зависимости от доз применяемых минеральных удобрений, среднее за 2023–2025 гг.

Table 3. Grain and green mass yield of amaranth varieties depending on the doses of mineral fertilizers applied, average for 2023–2025.

Сорт	Урожайность					
	без удобрений (контроль)		$N_{45}P_{60}K_{60}$		$N_{90}P_{60}K_{60}$	
	зеленая масса, т/га	зерно, ц/га	зеленая масса, т/га	зерно, ц/га	зеленая масса, т/га	зерно, ц/га
Иристон	23,4	11,3	25,6	13,7	26,0	13,9
Крепыш	19,7	14,5	22,5	16,2	23,1	17,0

В засушливых 2024 и 2025 годах динамика накопления биомассы принципиально изменилась. Применение высокой дозы азота $N_{90}P_{60}K_{60}$ незначительно увеличивало урожайность зерна и зеленой массы по сравнению с дозой $N_{45}P_{60}K_{60}$, что значительно снижает рентабельность производства амаранта.

В 2023 году применение умеренной дозы $N_{45}P_{60}K_{60}$ обеспечило увеличение урожайности семян. Дальнейшее увеличение дозы азота не давало значимого прироста.

В экстремальных условиях 2024–2025 годов эффект от применения удобрений был выражен слабее. Применение высокой дозы азота оказалось совершенно неэффективным.

Качество урожая зависело от уровня минерального питания (табл. 4):

– Содержание белка демонстрировало прямую зависимость от уровня азотного питания, увеличение доз увеличивало белковость.

– Содержание жира в семенах показало обратную зависимость от уровня азотного питания.

– Содержание сквалена – максимальное содержание отмечалось на вариантах с умеренным азотным питанием.

Таблица 4. Качество урожая амаранта в зависимости от уровня минерального питания, среднее за 2023–2025 гг.**Table 4.** Amaranth crop quality depending on the level of mineral nutrition, average for 2023–2025.

Показатели	Крепыш	Иристон
без удобрений (контроль)		
Содержание белка, %	17,4	16,9
Содержание жира, %	7,9	7,3
Содержание сквалена, %	5,5	5,8
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀		
Содержание белка, %	18,1	17,6
Содержание жира, %	7,5	6,3
Содержание сквалена, %	6,1	6,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀		
Содержание белка, %	19,6	18,3
Содержание жира, %	6,5	5,8
Содержание сквалена, %	5,7	6,1

Комплексный анализ взаимодействия изучаемых агроприемов за 2023–2025 годы позволил выявить оптимальные сочетания факторов для различных направлений использования амаранта (табл. 5). Для получения зеленой массы максимальная урожайность достигалась при использовании сортообразца Иристон, посеянного в оптимальный срок посева (1–5 мая), с нормой высева 1,0 кг/га при широкорядном способе и дозе удобрений N₄₅P₆₀K₆₀, которая составила в среднем по трем годам исследований 23,4 т/га. Урожайность зеленой массы сорта Крепыш составила в среднем 19,7 т/га. Для семенных целей оптимальная продуктивность отмечена у сортообразца Крепыш, посеянного в ранний срок посева (20–25 апреля), с нормой высева 0,5 кг/га при широкорядном способе и дозе удобрений N₄₅P₆₀K₆₀, которая составила 14,5 ц/га. Урожайность зерна сорта Иристон во все годы исследований была ниже и составила в среднем 11,3 ц/га.

Таблица 5. Урожайность зерна и зеленой массы сортов амаранта, среднее за 2023–2025 гг.**Table 5.** Grain and green mass yield of amaranth varieties, average for 2023–2025.

Сорта амаранта	Урожайность			
	без орошения		на орошении	
	зеленая масса, т/га	зерно, ц/га	зеленая масса, т/га	зерно, ц/га
Иристон	23,4	11,3	29,2	14,3
Крепыш	19,7	14,5	23,7	16,8

Несмотря на засухоустойчивость амаранта, обусловленную фотосинтезом и мощной корневой системой, дефицит продуктивной влаги в критические периоды онтогенеза остается основным лимитирующим фактором, сдерживающим реализацию его генетического потенциала продуктивности в засушливых условиях равнинной зоны Ингушетии [16]. Урожайность семян и зеленой массы обоих сортообразцов амаранта значительно увеличивалась на вариантах с орошением по сравнению с контролем. Наибольшее увеличение зеленой массы отмечено по сорту Иристон. По годам максимальная прибавка урожая от воздействия орошения отмечена в 2025 году. В связи с этим обоснование элементов режима орошения является необходимым компонентом адаптивной технологии. Можно выделить два критических периода в водопотреблении амаранта: фаза всходов – начало ветвления и фаза бутонизации – цветения [17]. На основании данных по влагоотдаче почвы и

биологическим особенностям культуры для условий региона предлагаются следующие параметры режима орошения:

– Предпосевной полив при влажности почвы в пахотном слое ниже 70–75 % от наименьшей влагоемкости (НВ). Оросительная норма полива – 1500–2000 м³/га, способствует получению дружных и выровненных всходов, особенно актуально в условиях засушливой весны.

– Vegetационные поливы при снижении влажности почвы в активном слое (0–50 см) до 75–80 % НВ. Для семенных посевов наиболее эффективным является проведение 2-3 вегетационных поливов с поливной нормой 500–600 м³/га. Суммарное водопотребление колеблется в пределах 3456–4256 м³/га.

Первый полив назначается в фазе ветвления, второй – в начале фазы бутонизации, третий (при необходимости) – в фазе цветения. При возделывании на зеленую массу, когда приоритетом является накопление вегетативной биомассы, количество поливов может быть увеличено до 3–4. Наиболее предпочтительным способом полива для амаранта, учитывая его высоту и плотность посева, является капельное орошение, которое позволяет подавать воду непосредственно в корнеобитаемую зону, минимизируя непродуктивные потери на испарение и сток, а также поддерживая оптимальный водно-воздушный режим почвы. Годы исследований выдались особенно засушливыми с высокой температурой воздуха до 26,3–38,9⁰С, что способствовало применению капельного орошения. Таким образом, рациональный режим орошения, адаптированный к фенофазам развития амаранта, является не просто компенсаторным мероприятием, а мощным инструментом управления продукционным процессом, позволяющим раскрыть потенциал культуры и гарантировать рентабельность ее возделывания в регионе.

Экономическая эффективность оценивалась на основе детального калькулирования затрат и прогнозируемых доходов при различных направлениях использования урожая (на семена, зеленый корм). Наиболее рентабельным является семеноводческое направление возделывания амаранта, уровень рентабельности – 75–128 %. Наиболее рентабелен амарант сорта Крепыш, производство которого на семена на 150–200 % выше рентабельности озимой пшеницы. При кормовом использовании культура демонстрирует на 130–180 % более высокие экономические показатели по сравнению с производством кукурузы на силос. Наиболее подходящий сорт Иристон, незначительно отстает сорт Крепыш. Орошение оказывает значительное воздействие на увеличение урожайности зерна и зеленой массы обоих сортов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное комплексное исследование в течение трех контрастных по метеословиям вегетационных сезонов позволило разработать и научно обосновать технологию возделывания сортообразцов амаранта Крепыш и Иристон, адаптированную к специфическим почвенно-климатическим условиям Республики Ингушетия. Выполненная работа не только подтвердила принципиальную возможность успешной интродукции данной культуры в регионе, но и выявила механизмы ее адаптации к ключевому лимитирующему фактору – летней засухе, что имеет фундаментальное значение для развития адаптивного растениеводства в условиях нарастающей климатической изменчивости. Существенным практическим достижением является дифференциация технологических параметров в зависимости от целевого назначения посевов: для получения зерна – оптимальный сортообразец Крепыш, широкорядный посев с нормой высева 0,5–0,7 кг/га и умеренное азотное питание (N₄₅P₆₀K₆₀); для кормового направления – предпочтительнее использование

сортобразца Иристон с нормой высева 1,0–1,2 кг/га и усиленным азотным питанием. Оптимальный срок посева при прогреве почвы до +14...+16°C (1–5 мая). Более рентабельным является семеноводческое направление возделывания амаранта сорта Крепыш, уровень рентабельности – 75–128 %.

Внедрение амаранта в сельскохозяйственное производство Республики Ингушетия будет способствовать диверсификации растениеводства, укреплению кормовой базы животноводства, введению новой полезной овощной культуры на участках миллионов дачников и созданию новых рыночных ниш, оказывая позитивное влияние на социально-экономическое развитие региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гасиев В. И., Луценко Г. В. Влияние норм высева и способа посева на продуктивность амаранта // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 60–64. EDN: TCCYOD
2. Офицеров Е. Н. Амарант – перспективное сырье для пищевой и фармацевтической промышленности // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. Изд-во Казанского НИТУ, 2001. Т. 2. № 5. С. 1–4. EDN: WPGSZV
3. Костоева Л. Ю., Леймоева А. Ю., Цокиев Ю. М. Адаптивность выращивания амаранта в условиях Республики Ингушетия // Сборник научных трудов, ФГБОУ ВО Ингушский государственный университет. Магас-Махачкала, 2021. С. 101–111. EDN: JSQJKP
4. Магомедов И. М., Чиркова Т. В. Амарант – прошлое, настоящее и будущее // Успехи современного естествознания. 2015. № 1. С. 1108–1113. EDN: TWQHPP
5. Саратовский Л. И., Ващенко Т. Г. и др. Элементы сортовой технологии выращивания амаранта в степной зоне Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 1(56). С. 22–31. DOI: 10.17238/issn 2071-2243.2018.1.22
6. Офицеров Е. И., Калистратов А. В. и др. Особенности гидролитического экстрагирования сквалена из масла амаранта // Бутлеровские сообщения. 2021. Т. 65. № 1. С. 120–128. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-65-1-120
7. Чернов И. А., Гасимова Г. А., Дягтерёва И. А., Куликов Ю. А. Специфика биосинтеза высоколизинового белка у растений рода *Amaranthus L.*, состав, свойства и технология его выделения из фитомассы амаранта // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. 2007. Т. 149. № 4. С. 8–22. EDN: JJTQXX
8. Чиркова Т. В. Амарант – культура XXI века // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 10. С. 22–27.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. М., 2019. С. 49–57.
10. Баркинхоев М. М. и др. Природно-климатические ресурсы Ингушетии. Нальчик: Эль-фа, 2002. 223 с.
11. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968. 266 с.
12. Адиньяев Э. Д. Земледелие Северного Кавказа. М.: Агропрогресс, 1999. 518 с. EDN: ZAQWJR
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 350 с.
14. Васильев И. П., Туликов А. М., Баздырев Г. И. Практикум по земледелию. М.: Колос, 2004. 424 с.
15. Шеуджен А. Х., Громова Л. И., Онищенко Л. М. Методы расчета доз удобрений: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2010. 61 с.

16. Келер В. В. Технология производства продукции растениеводства. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2022. 266 с.
17. Федотов В. А., Кадыров С. В., Щадрина Д. И., Столяров О. В. Растениеводство. С.-Петербург: Лань, 2015. 336 с.
18. Bressani R. Composition and nutritional properties of Amaranth // Paredes-López O.(ed). Amaranth: Biology, Chemistry and Technology. Boca Ratón, US: CRC Press Inc., 1994. 185–205 p. DOI: 10.1201/9781351069601-10

REFERENCES

1. Gasiev V.I., Lushchenko G.V. Influence of seeding rates and sowing method on amaranth productivity. *Bulletin of the Gorsk State Agrarian University*. 2014. Vol. 51. No. 4. Pp. 60–64. EDN: TCCYOD. (In Russian)
2. Ofitserov E.N. Amaranth – a promising raw material for the food and pharmaceutical industries. *Chemistry and Computer Modeling*. Butlerov communications. Izd-vo Kazanskogo NITU. 2001. Vol. 2. No. 5. Pp. 1–4. EDN: WPGSZV. (In Russian)
3. Kostoeva L.Yu., Leymoeva A.Yu., Tsokiev Yu.M. Adaptability of amaranth cultivation in the conditions of the Republic of Ingushetia. *Collection of Scientific Papers, Ingush State University*. Magas-Makhachkala, 2021. Pp. 101–111. EDN: JSQJKP. (In Russian)
4. Magomedov I.M., Chirkova T.V. Amaranth – past, present, and future. *Advances in Modern Natural Science*. 2015. No. 1. Pp. 1108–1113. EDN: TWQHPP. (In Russian)
5. Saratovsky L.I., Vaschenko T.G. et al. Elements of varietal technology for growing amaranth in the steppe zone of the Central Black Earth Region. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2018. No. 1(56). Pp. 22–31. DOI: 10.17238/issn 2071-2243.2018.1.22. (In Russian)
6. Ofitserov E.I., Kalistratov A.V. et al. Features of hydrolytic extraction of squalene from amaranth oil. *Butlerov Communications*. 2021. Vol. 65. No. 1. Pp. 120–128. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-65-1-120. (In Russian)
7. Chernov I.A., Gasimova G.A., Dyagtereva I.A., Kulikov Yu.A. Specificity of high-lysine protein biosynthesis in plants of the genus *Amaranthus* L., composition, properties, and technology of its isolation from amaranth phytomass. *Scientific Notes of Kazan State University, Natural Sciences*. 2007. Vol. 149. No. 4. Pp. 8–22. EDN: JJTQXX. (In Russian)
8. Chirkova T.V. Amaranth – a crop of the 21st century. *Soros Educational Journal*. 1999. No. 10. Pp. 22–27. (In Russian)
9. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops]. Issue 1. Moscow, 2019. Pp. 49–57. (In Russian)
10. Barkinkhoyev M.M. et al. *Prirodno-klimaticheskkiye resursy Ingushetii* [Natural and Climatic Resources of Ingushetia]. Nalchik: El-fa, 2002. 223 p. (In Russian)
11. Zhurbitsky Z.I. *Teoriya i praktika vegetatsionnogo metoda* [Theory and Practice of the Vegetative Method]. Moscow: Nauka, 1968. 266 p. (In Russian)
12. Adinyaev E.D. *Zemledeliye Severnogo Kavkaza* [Agriculture of the Northern Caucasus]. Moscow: Agropromprogress, 1999. 518 p. EDN: ZAQWJR. (In Russian)
13. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field Experiment Methodology (with Basics of Statistical Processing of Research Results)]. 5th ed., revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat, 1985. 350 p. (In Russian)

14. Vasiliev I.P., Tulikov A.M., Bazdyrev G.I. *Praktikum po zemledeliyu* [Practical Training in Agriculture]. Moscow: Kolos, 2004. 424 p. (In Russian)
15. Sheudzhen A.Kh., Gromova L.I., Onishchenko L.M. *Metody rascheta doz udobreniy: uchebnoye posobiye* [Methods for Calculating Fertilizer Doses: a Tutorial]. Krasnodar: KubSAU, 2010. 61 p. (In Russian)
16. Keller V.V. *Tekhnologiya proizvodstva produktsii rasteniyevodstva* [Technology of plant production]. 2nd ed., revised and enlarged. Moscow: Yurait, 2022. 266 p. (In Russian)
17. Fedotov V.A., Kadyrov S.V., Shchadrina D.I., Stolyarov O.V. *Rasteniyevodstvo* [Plant growing]. St. Petersburg: Lan, 2015. 336 p. (In Russian)
18. Bressani R. Composition and nutritional properties of Amaranth. Paredes-López O. (ed). *Amaranth: Biology, Chemistry and Technology*. Boca Ratón, US: CRC Press Inc., 1994. 185–205 p. DOI: 10.1201/9781351069601-10

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Вклад авторов:

Костоева Л. Ю. – разработка методологии, проведение исследований и обработка статистических данных, подготовка и редактирование текста;

Виноградов З. С. – разработка методологии, руководство в проведении исследований, обеспечение посевного материала;

Базгиев З. М. – проведение исследований;

Газдиев А. М. – проведение исследований.

Contribution of the authors:

Kostoeva L.Yu. – methodology development, research and statistical data processing, text preparation and editing;

Vinogradov Z.S. – methodology development, guidance in conducting research, providing seed material;

Bazgiev Z.M. – conducting research;

Gazdiev A.M. – conducting research.

Финансирование. Работа проведена в рамках выполнения государственного задания (№ 075-01280-23-00)

Funding. The work was carried out within the framework of the state assignment, (No. 075-01280-23-00)

Информация об авторах

Костоева Лиза Юсуповна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. отделом «Мелиорация и орошаемое земледелие», Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

kostoevaliz@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2258-3724>, SPIN-код: 1900-5373

Виноградов Зосим Сергеевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., Всероссийский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова;

190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42;

vinogradov.vir@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0821-9552>, SPIN-код: 7798-1508

Базгиев Зураб Магомедович, мл. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

zurab.bazgiev006@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0016-4366>, SPIN-код: 7319-0091

Газдиев Алихан Муссаевич, науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

alikhangazdiev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9462-8809>, SPIN-код: 8860-4528

Information about the authors

Lisa Yu. Kostoeva, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Associate Professor, Ingush Scientific Research Institute of Agriculture;

50, Oskanov street, Sunzha, 386203, Russia;

kostoevaliz@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2258-3724>, SPIN-code: 1900-5373

Zosim S. Vinogradov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, All-Russian Institute of Plant Growing named after N.I. Vavilov;

42, Bolshaya Morskaya street, Saint Petersburg, 190121, Russia;

vinogradov.vir@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0821-9552>, SPIN-code: 7798-1508

Zurab M. Bazgiev, Junior Research, Ingush Scientific Research Institute of Agriculture;

50, Oskanov street, Sunzha, 386203, Russia.

zurab.bazgiev006@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0016-4366>, SPIN-code: 7319-0091

Alikhan M. Gazdiev, Researcher, Ingush Scientific Research Institute of Agriculture;

50, Oskanov street, Sunzha, 386203, Russia;

alikhangazdiev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9462-8809>, SPIN-code: 8860-4528