

Оригинальная статья / Original article

УДК 634

DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-152-160

Влияние азотных подкормок на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на лугово-каштановой почве

Самир А. Теймуров¹, Магомед-Расул А. Казиев¹, Абдумеджид А. Багомаев^{1,2}

¹Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

²Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Самир А. Теймуров, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела агроландшафтного земледелия, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан; 367014 Россия, г. Махачкала, МКР Научный городок, ул. Абдуразака Шахбанова, 30.

Тел. +79034991322

Email samteim@rambler.ru

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

Формат цитирования

Теймуров С.А., Казиев М.-Р.А., Багомаев А.А. Влияние азотных подкормок на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на лугово-каштановой почве // Юг России: экология, развитие. 2023. Т.18, N 2. С. 152-160. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-152-160

Получена 23 января 2023 г.

Прошла рецензирование 20 марта 2023 г.

Принята 3 апреля 2023 г.

Резюме

Цель. Изучение влияния азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на лугово-каштановой почве.

Методы. Анализы почвенных образцов проводились с использованием общепринятых стандартных методик. Оценку биологической урожайности зерна и её структуры по «Методике государственного сортоиспытания сельхозкультур». Обработка почвы под озимые после стерневых предшественников проводилась по системе поливного полупара.

Результаты. При увеличении гидротермического коэффициента образуется более упругая клейковина. Исследования показали, что по мере увеличения дозы азотных подкормок улучшаются показатели посевных качеств семян и хлебопекарных качеств зерна озимой пшеницы сорта Гром. В наилучшем варианте $N_{90}P_{90}$ получены следующие показатели: энергия прорастания семян составила 99%, всхожесть – 100%, масса 1000 зерен – 34,7 г, содержание белков – 14,8%, клейковины 27,4%, что соответственно на 4%; 4%; 3,9 г; 1,3% и 6,1% больше, чем в контрольном варианте без применения минеральных удобрений и выше, чем в вариантах $N_{30}P_{90}$ и $N_{60}P_{90}$.

Заключение. Зона исследования обуславливает использование высокоинтенсивного сорта Гром, способствующая стабилизации продуктивности и повышения качества продукции. Использование азотной подкормки (N_{30} , N_{60} и N_{90}) на фоне P_{90} способствует повышению урожайности зерна озимой пшеницы от 6,25 до 7,90 т/га и улучшению основных показателей хлебопекарных качеств зерна: белка – 14,3–14,8% и клейковины – 22,1–27,4%, наилучший вариант с азотной подкормкой показал в дозе N_{90} (N_{30} осенью + N_{60} весной).

Ключевые слова

Агроклимат, лугово-каштановая почва, азотные подкормки, озимая пшеница.

The effect of nitrogen fertilisation on the yield and quality of winter wheat grain on meadow-chestnut soil

Samir A. Teymurov¹, Magomed-Rasul A. Kaziev¹ and Abdumедjid A. Bagomaev^{1,2}

¹Federal Agricultural Research Centre of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

²Dagestan State University, 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; 30 Abdurazak Shakhbanov St, Nauchny Gorodok microdistrict, Makhachkala, Russia 367014. Tel. +79034991322

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. The effect of nitrogen fertilisation on the yield and quality of winter wheat grain on meadow-chestnut soil. *South of Russia: ecology, development*. 2023, vol. 18, no. 2, pp. 152-160. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-152-160

Received 23 January 2023

Revised 20 March 2023

Accepted 3 April 2023

Abstract

Aim. The study of the effect of nitrogen fertilization on the yield and quality of winter wheat grain on meadow-chestnut soil.

Methods. Analyses of soil samples were carried out using generally accepted standard techniques. Assessment of the biological yield of grain and its structure was carried out according to the "Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops". Tillage for winter crops after stubble predecessors was carried out according to the irrigation half-stem system.

Results. With an increase in the hydrothermal coefficient, a more elastic gluten is formed. Studies have shown that as the dose of nitrogen fertilizing increases, the indicators of the sowing qualities of seeds and the baking qualities of winter wheat grain of the Grom variety improve. In the best variant N₉₀P₉₀, the following indicators were obtained: seed germination energy – 99%, germination – 100%, weight of 1000 grains – 34.7 g, protein content – 14.8%, gluten 27.4%, which represent respectively 4%; 4%; 3.9 g; 1.3% and 6.1% more than in the control variant without the use of mineral fertilizers and higher than in the variants N₃₀P₉₀ and N₆₀P₉₀.

Conclusion. The research area determines the use of the high-intensity Thunder variety, which helps to stabilise productivity and improve product quality. The use of nitrogen top dressing (N₃₀, N₆₀ and N₉₀) against the background of P₉₀ increases the yield of winter wheat grain from 6.25 to 7.90 t / ha and improves the main indicators of baking qualities of grain: protein – 14.3–14.8% and gluten – 22.1–27.4%, the best option with nitrogen top dressing being a dose of N₉₀ (N₃₀ in autumn + N₆₀ in spring).

Key Words

Agro-climate, meadow-chestnut soil, nitrogen fertilizing, winter wheat.

ВВЕДЕНИЕ

Диагностика питания сельскохозяйственных культур макро- и микроэлементами имеет большое значение в агрохимии. Поскольку почва является естественным источником макро- и микроэлементов для растений, знание характера физико-химических связей элементов и их физиологической роли в жизни растений должно служить теоретической основой разработки диагностики почвенного питания растений и дозирования удобрений.

При проведении опытов с удобрениями и с другими агротехническими приемами совершенно недостаточно лишь учета урожая. Поскольку удобрения действуют на урожай через почву, то при их внесении прежде всего изменяются условия почвенного плодородия. Поэтому в настоящее время изучению вопросов изменения отдельных элементов почвенного плодородия при внесении удобрений уделяется серьезное внимание [1; 2].

Научные проблемы управления современными почвообразовательными процессами в традиционных и агротехнических системах земледелия и повышения плодородия в Терско-Сулакской подпровинции требует системного изучения почвенного плодородия с физико-географическими, экологическими и антропогенными факторами. Данные этих показателей будут служить для мониторинга почвенного плодородия при разработке экологической модели лугово-каштановых орошаемых почв.

В Терско-Сулакской подпровинции достаточно изучена роль почвенных и климатических факторов в создании хозяйственной продуктивности, однако все эти исследования касаются разных типов почв. Для зоны лугово-каштановых почв таких исследований практически мало [3–6]. В условиях сухостепной зоны для прогнозирования урожайности зерновых культур важно изучать временную динамику почвенно-клима-

тических параметров, их варьирование, взаимосвязи с урожайностью [7].

Цель работы – влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на лугово-каштановой почве.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В понижениях рельефа зоны исследования почвенный покров представлен в основном лугово-каштановыми почвами, которые являются переходным типом, сформировавшимся в результате остепнения луговых почв. Залегание грунтовых вод составляет от 1,5 до 3,0 м, в местах с близким залеганием, нижние горизонты имеют признаки заболачивания. Водный режим этих почв большей частью периодически промывной. Растительность на лугово-каштановых почвах более разнообразная, чем на каштановых, на непахотных землях представлен разнотравно-злаковыми и полынно-эфемеровыми ассоциациями.

Для определения влияния погодных условий на урожайность зерновых культур использовались данные мониторинга ФГБНУ «ФАНЦ РД» показателей среднемесячной температуры воздуха, количества осадков и урожайности озимой пшеницы при общепринятой для зоны технологии возделывания.

Климатические условия оказывают большое влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений. За вегетационный период метеоусловия по годам отличались по температурному режиму и количеству осадков. За анализируемый период (2020–2022 гг.) вегетации озимой пшеницы (апрель–июнь) среднемесячная температура воздуха составила 20,5°C, превысив среднемноголетнюю норму на 7,3°C (при среднемноголетней 13,2°C). Среднемесячная сумма осадков составила 40,0 мм (+5,3 мм) при норме среднемноголетних осадков – 34,7 мм (табл. 1).

Таблица 1. Агроклиматические показатели весенне-летней вегетации (апрель–июнь)**Table 1.** Agro-climatic indicators of spring-summer vegetation (April–June)

Годы Years	$\Sigma T_{ср}, ^\circ C$ $\Sigma T_{ав}, ^\circ C$	t, °C t, °C			Сумма осадков, мм Precipitation amount, mm			ГТК _(IV-VI) НТК _(IV-VI)	Влажность воздуха, % Air humidity, %	**Урожайность зерна, т/га **Grain yield, t/ha
		средняя average	*среднемноголетняя average long-term	отклонение, +/- deviation, +/-	средняя average	норма среднемноголетняя average annual rate	отклонение, +/- deviation, +/-			
2020	2452,4	20,1	13,2	+6,9	42,0	34,7	+7,3	0,69	58,7	27,3
2021	2566,5	21,0	13,2	+7,8	28,5	34,7	-6,2	0,45	60,5	24,5
2022	2473,2	20,3	13,2	+7,1	49,5	34,7	+14,8	0,80	58,7	25,3
Среднее за 3 года Average for 3 years	2498,1	20,5	13,2	+7,3	40,0	34,7	+5,3	0,65	59,3	25,7

Примечание: *средние многолетние данные по станции г. Хасавюрт с 2010 по 2020 гг.;

** средний урожай зерна по Хасавюртовскому району

Note: *average long-term data for the Khasavyurt station from 2010 to 2020; ** average grain yield for the Khasavyurt district

В 2022 году в целом сложились благоприятные условия для роста и развития озимой пшеницы. Дата устойчивого повышения температуры воздуха перехода отметки 0°C отмечалась в феврале, + 10°C – в апреле. Среднегодовая температура воздуха составила 14,1°C, зимнего периода (декабрь, январь, февраль) – 3,3°C, летнего (июнь, июль, август) – 23,9°C. Годовое количество осадков составило 362 мм, из которых 251 мм выпало в весенне-летний период. Физическое испарение воды с поверхности почвы за год в среднем составило 815–970 мм, дефицит влаги восполнялся поливами.

К отличительным особенностям периода вегетации можно отнести значительное количество тепла в 2021 году, с превышением температуры воздуха от среднесезонных значений на 7,8°C и наименьшим количеством выпавших осадков, что на 6,2 мм меньше среднесезонных значений.

Вегетационный период 2020–2022 гг. согласно классификации ($0,3 < ГТК \leq 0,6$), определяется как засушливая и средnezасушливая.

Индекс аридности – это показатель, характеризующий степень сухости (аридности) климата. В наших исследованиях использован расчет индекса аридности Де Мартона [8; 9]. *Arid index (Ai)* – частное от деления среднегодовой суммы осадков (R) на сумму среднегодовой температуры воздуха (T), увеличенной на 10, т.е. $Ai = R/(T+10)$. Наименьшие значения индекса соответствуют наибольшей аридности. Этот индекс достаточно широко используется как за рубежом, так и в России [10; 11].

Исследования проводились на опытном поле ОС им. Кирова Хасавюртовского района – филиала «ФАНЦ РД». Для проведения исследований закладывался опыт со следующими вариантами.

Опыт. Влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Гром.

Схема опыта

Варианты:

1. Контроль – без удобрений.
2. N₃₀P₉₀.
3. N₆₀P₉₀.
4. N₉₀P₉₀.

В качестве основного удобрения вносился аммофос в дозе P₉₀ (1,8 ц/га) под основную вспашку. Вариант 1 – Контроль: без внесения минеральных удобрений, вариант 2 – P₉₀ в виде основного удобрения (аммофос) в качестве общего фона, вносимый в предпосевную культивацию + N₃₀ (весной в фазе кущения), вариант 3 – Фон + N₆₀ (осенью в фазе кущения) и вариант 4 – Фон + N₉₀ дробно: N₃₀ (осенью в фазе полных всходов) + N₆₀ (весной в фазе кущения).

Общая площадь опытной делянки – 108 м² (30 м × 3,6 м), учетная – 100 м². Повторность опыта – 3-х кратная. Размещение делянок – систематическое.

Объект исследований – лугово-каштановые почвы, озимая пшеница – сорт Гром. Предшественник – озимая пшеница. Норма высева семян – 5 млн на 1 га, глубина заделки семян 5–6 см.

Обработка почвы под озимые после стерневых предшественников проводилась по системе поливного полупара, разработанная ФАНЦ РД для равнинной зоны Республики Дагестан [12].

Технология обработки почвы по этой системе включает: лущение стерни дисковыми лущильниками или боронами сразу после уборки предшественника; вспашка на глубину 20–22 см плугами с предплужниками; эксплуатационная планировка; рыхления почвы на глубину 35–45 см при наличии плужной подошвы; полив влагозарядковый; поверхностные обработки (культивация, дискование); предпосевное выравнивание почвы, полив по полосам или бороздам.

Посев проводился в оптимальные сроки – во второй половине октября, а затем прикатывания почвы для получения дружных всходов озимой пшеницы.

Весной, в третьей декаде февраля проводилось боронование посевов. Вегетационный полив с нормой 800 м³/га проводился дважды – в первой декаде апреля и второй – во второй декаде мая. Кроме того, во второй

декаде апреля проводилось опрыскивание посевов пшеницы против сорной растительности. Уборка озимой пшеницы на зерно проводилась в третьей декаде июня.

Анализ почвенных образцов проводились с использованием общепринятых стандартных методик. Почва лугово-каштановая карбонатная, тяжелосуглинистая, с слабощелочным составом (в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26483) pH – 7,0–7,5, содержание гумуса в почве по Тюрину (в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213) – 2,94–3,70%, динамика содержания нитратного азота – в (модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91) – 1,9–2,5 мг на 100 г почвы и подвижных форм фосфора, калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26205-91) в пахотных слоях почвы составляли – соответственно 1,8–2,3 и 40,8–45,3 мг на 100 г почвы. Плотность верхних слоев почвы – 1,25–1,32 г/см³.

Оценку биологической урожайности зерна и её структуры по «Методике государственного сортоиспытания сельхозкультур» [13]. Технологические показатели качества зерна (белок, клейковина) определялись по ГОСТам: белка пересчетом на коэффициент 5,7, клейковины по ГОСТу 13586.1-68. Дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову [14] и программой MS Excel 2019.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По статистической обработке данных вегетационного периода 2020–2022 гг. по наиболее значимым агрометеорологическим показателям (температура, осадки) на урожайность (т/га), получены уравнения регрессии (табл. 2). Анализ средних значений *Ai* – 16,2 показал, что они вполне сопоставимы для зональных субаридных зон, нередко демонстрируя даже более существенную степень аридности.

Таблица 2. Изменение климатических показателей исследуемой территории и коррелятивная связь с *урожаем озимой пшеницы по годам
Table 2. Change in climatic indicators of the studied territory and correlative relationship with *winter wheat yield by year

Исследуемый район The area under study	Годы / Years								
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
	T _{cp} (°C) / **T _{av} (°C)			*R (мм) / ***R (mm)			****Ai / ****Ai		
Хасавюртовский район Khasavyurt	13,8	13,5	14,8	447	357	363	18,7	15,2	14,6
	Среднее за 3 года / Average for 3 years								
	14,1			389			16,2		
Уравнение регрессии (y) и его коэффициент (r) Regression equation (y) and its coefficient (r)	y = -0,2597x + 7,8852; r = 0,4765			y = 0,0058x + 2,3369; r = 0,6686			y = 0,5955x + 16,073; r = 0,9143		

Примечание: * – средний урожай зерна по Хасавюртовскому району (2020 г. – 27,3 т/га, 2021 г. – 24,3 т/га, 2022 г. – 25,3 т/га); **T_{cp} – средняя годовая амплитуда температур, °C; ***R – годовое количество осадков, мм; ****Ai – индекс аридности де Мартонна

Note: * – average grain yield in Khasavyurt district (2020 – 27.3 t/ha, 2021 – 24.3 t/ha, 2022 – 25.3 t/ha);

T_{av} – average annual temperature range, °C; *R – annual precipitation, mm; ****Ai – de Martonne aridity index

На основании полученных данных можно заключить, что наибольшее положительное влияние на урожайность озимой пшеницы за вегетационный период оказывает количество выпавших осадков. Полученные уравнения регрессии достаточно полно характеризуют влияние температуры и осадков на величину урожая. Высокая степени зависимости (коэффициент $r = 0,4765$ и $r = 0,6686$) позволяет прогнозировать уровень урожайности озимой пшеницы с учетом средней температуры и выпадения осадков в течение вегетационного периода.

Дефицит влаги при повышении засухо- и жаростойкости в период вегетации растений влияет на дифференциацию генеративных органов озимой пшеницы и образованию в колосе стерильных цветков, что приводит к снижению продуктивности [15]. Наличие благоприятных условий в репродуктивный период развития зерновок способствует накоплению в растении азотистых соединений и последующей реутилизации азота (N) из вегетативных органов в зерно, что обеспечивает налив зерна и накопление в нем белка. В процессе вегетации озимой пшеницы преимущество получают сорта с высокой генетической потенциальной продуктивностью, в неблагоприятных – сорта устойчивые к влиянию абиотических и биотических стрессов [16; 17]

Показатели физических и водно-физических свойств почвы: плотность твердой фазы изменялась в пределах 2,65–2,75 г/см³, постепенно возрастая с глубиной, плотность сложения верхних горизонтов была сравнительно небольшой – 1,24–1,28 г/см³, резкое ее увеличение наблюдалась лишь с метровой глубины, общая порозность верхних горизонтов высокая – 52–53%, уплотнением 60 см и глубже.

Наименьшая влагоемкость (НВ) пахотного слоя 0–22 см составляют 27,5%, максимальная гигроскопичность 4,95% со снижением в нижележащих слоях до 23,5% и 4,40% соответственно.

Содержание гумуса в пахотном горизонте составило 3,11%, валового азота – 0,275%, валового

фосфора – 0,180%. По обеспеченности доступными элементами питания почва опытного участка характеризуется как среднеобеспеченная легкогидролизуемым азотом (Нл.г.) – 49 мг/кг, высоко – калием (408,3 мг/кг), низко- и среднеобеспеченна фосфором (22,5–23,5 мг/кг почвы). Ёмкость поглощения в пахотном слое составляет 23,6 мг-экв/100 г.

Расчет доз минеральных удобрений является важной задачей и связан с тем, что содержание питательных элементов в почве, особенно азота изменяется от многих факторов.

В начале вегетации на контроле без внесения удобрений содержание нитратного азота составило 24,6 мг/кг, при внесении азотно-фосфорных – 24,9–25,9 мг/кг почвы (табл. 3).

На всех этапах роста и развития озимой пшеницы наблюдалось повышенное содержание нитратного азота в почве в зависимости от доз удобрений. Минимальное значение отмечено в период колошение-налив зерна (23,7–24,6 мг/кг почвы).

Ранневесенняя подкормка озимых способствует быстрому росту и развитию растений после перезимовки, поэтому ее нужно проводить аммиачной селитрой в дозе N₃₀ и N₆₀ д.в. во второй–третьей декадах февраля, с первым выходом сельхозтехники на поля. Хорошие результаты дает также осенняя подкормка в дозе N₃₀ д.в., которая проводится после всходов до ухода пшеницы на перезимовку (состояние покоя). Эта подкормка способствует сильному развитию корневой системы и усиленному росту надземной массы.

По слоям горизонта наблюдается процесс накопления питательных веществ в почве, а также их вынос с урожаем в большей мере изменяется от фаз развития и биологических особенностей сорта пшеницы в начале вегетации. С началом вегетации в фазе всходов и в последующих фазах роста и развития растений содержание в почве их уменьшается из-за интенсивного накопления питательных веществ.

Таблица 3. Содержание подвижных форм элементов питания в почве в зависимости от видов и доз минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы (сорт Гром), мг/кг сухой почвы (в среднем за 2021–2022 гг.)
Table 3. The content of mobile forms of nutrients in the soil, depending on the types and doses of mineral fertilizers on winter wheat crops (Grom variety), mg/kg of dry soil (on average for 2021–2022)

Вариант опыта Experimental Variant	Горизонт (глубина) на взятии образца, см Horizon (depth of sampling), cm	Фаза развития / Development stage						% по отношению к контролю % relative to control
		всходы shoots	начало весенней вегетации beginning of spring vegetation	колошение earring	полная спелость full ripeness	среднее average		
N-NO₃ / N-NO₃								
Контроль (без удобрений) Control (without fertilizers)	0–20	24,6	24,3	23,7	24,0	24,0	-	
	20–40	19,4	19,0	18,1	18,7	18,8	-	
	40–60	19,8	19,2	18,5	18,4	18,9	-	
	0–60	21,3	20,8	20,1	20,4	20,6	-	
N₃₀P₉₀ / N₃₀P₉₀	0–20	24,9	24,6	23,9	24,2	24,4	1,6	
	20–40	19,8	19,8	19,0	19,5	19,5	3,7	
	40–60	19,7	19,3	19,2	19,8	19,5	3,2	
	0–60	21,5	21,3	20,7	21,2	21,2	2,9	
N₆₀P₉₀ / N₆₀P₉₀	0–20	25,3	25,1	24,2	24,5	24,7	2,9	
	20–40	21,4	20,6	20,1	20,8	20,7	10,1	
	40–60	21,2	21,0	20,3	20,6	20,7	9,5	
	0–60	22,6	22,3	21,5	21,9	22,1	7,3	
N₉₀P₉₀ / N₉₀P₉₀	0–20	25,9	25,4	24,6	24,9	25,2	5,0	
	20–40	21,8	21,1	20,6	21,2	21,2	12,7	
	40–60	21,9	21,7	20,8	21,2	21,4	13,2	
	0–60	23,2	22,7	22,0	22,4	22,6	9,7	
Среднее по вариантам Average for variants	0–60	22,2	21,7	21,1	21,5	21,6		
P₂O₅ / P₂O₅								
Контроль (без удобрений) Control (without fertilizers)	0–20	22,2	21,8	21,4	22,1	21,8	-	
	20–40	18,9	17,4	17,0	18,5	17,9	-	
	40–60	18,5	17,6	17,1	17,7	17,7	-	
	0–60	19,8	18,9	18,5	19,4	19,2	-	
N₃₀P₉₀ / N₃₀P₉₀	0–20	22,8	22,2	21,8	22,1	22,2	1,8	
	20–40	19,5	19,0	18,2	19,2	18,9	5,6	
	40–60	19,8	19,3	18,2	19,3	19,2	8,4	
	0–60	20,7	20,2	19,4	20,2	20,1	4,7	
N₆₀P₉₀ / N₆₀P₉₀	0–20	23,3	22,9	22,0	22,3	22,6	3,6	
	20–40	20,1	19,3	18,8	19,2	19,4	8,3	
	40–60	20,3	19,8	18,6	19,0	19,4	9,6	
	0–60	21,3	20,6	19,8	20,2	20,5	6,7	
N₉₀P₉₀ / N₉₀P₉₀	0–20	24,6	23,2	22,4	22,9	23,3	6,8	
	20–40	20,8	20,2	19,3	20,1	20,1	12,3	
	40–60	20,9	20,6	19,5	20,3	20,3	14,7	
	0–60	22,1	21,3	20,4	21,1	21,3	10,9	
Среднее по вариантам Average for variants	0–60	20,9	20,3	19,5	20,2	20,3		
K₂O / K₂O								
Контроль (без удобрений) Control (without fertilizers)	0–20	408,3	401,2	386,3	381,2	394,3	-	
	20–40	400,0	393,2	377,6	370,0	385,2	-	
	40–60	395,4	390,2	380,2	371,3	384,3	-	
	0–60	401,3	394,8	381,4	374,2	387,9	-	
N₃₀P₉₀ / N₃₀P₉₀	0–20	418,5	410,3	390,6	389,0	402,1	1,9	
	20–40	410,4	393,9	382,4	376,3	390,7	1,4	
	40–60	413,1	401,4	380,7	375,2	392,6	2,2	
	0–60	414,0	401,8	384,6	380,2	395,2	1,8	

N₆₀P₉₀ / N₆₀P₉₀	0–20	422,9	416,8	393,7	390,1	405,8	2,9
	20–40	418,3	401,2	389,2	381,5	397,5	3,2
	40–60	418,0	400,6	390,2	381,7	397,6	3,5
	0–60	419,7	406,2	391,1	384,4	400,3	3,2
N₉₀P₉₀ / N₉₀P₉₀	0–20	428,8	421,5	406,6	395,4	413,1	4,7
	20–40	419,7	407,1	390,5	388,0	401,3	4,2
	40–60	420,1	408,8	392,2	387,2	402,1	4,6
	0–60	422,8	412,5	396,4	390,2	405,6	4,6
Среднее по вариантам Average by options	0–60	414,5	403,8	388,4	382,3	397,3	

Полученные результаты по продуктивности зерна озимой пшеницы сорта Гром подтверждают, что увеличение дозы азотных удобрений (аммиачной селитры) от N₃₀ до N₉₀ обеспечивает повышение урожайности и качества зерна (табл. 4–5).

Наибольшая урожайность зерна получена в варианте N₉₀P₉₀ (7,90 т/га), что на 2,74 т/га больше по сравнению с контрольным вариантом. Разницы в урожайности зерна достоверны при НСР₀₅, которая составляет 0,45 т/га (6,89%). Внесение удобрения в дозе

N₃₀P₉₀ достоверно превысило по урожайности контрольный вариант на 1,09 т/га (21,1%), в дозе N₆₀P₉₀ – на 1,90 т/га (36,8%).

Согласно классификации характеристики и ограничительной нормы для мягкой пшеницы по ГОСТу 9353-2016 к качеству зерна, достигнуты следующие показатели ценной пшеницы: массовая доля белка в пересчете на сухое вещество – 14,1–14,8% (I класс), количество клейковины – 21,8–27,9% (II–III класс).

Таблица 4. Показатели урожайности зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, т/га (в среднем за 2021–2022 гг.)

Table 4. Indicators of winter wheat grain yield depending on the level of mineral nutrition, t/ha (on average for 2021–2022)

Вариант опыта Experimental variant	Урожай зерна, т/га Grain harvest, t/ha				Прибавка зерна, т/га Grain increase, t/ha	
	повторности repetitions			среднее по каждому варианту average for each variant	по отношению к контролю in relation to control	по отношению к фону питания in relation to the nutritional background
	I	II	III			
2021 год, очень засушливый, ГТК (IV-VI) = 0,45 2021, a very dry year, HTK (IV-VI) = 0.45						
Контроль (без удобрений) Control (without fertilizers)	4,24	4,52	3,87	4,21	-	-
N₃₀P₉₀ / N₃₀P₉₀	7,15	6,30	5,55	6,33	2,12	-
N₆₀P₉₀ / N₆₀P₉₀	7,61	7,07	6,93	7,21	3,00	0,88
N₉₀P₉₀ / N₉₀P₉₀	8,21	8,43	8,30	8,31	4,10	1,1
Среднее по вариантам Average for variants	6,81	6,58	6,16	6,52	3,07	
НСР₀₅, т/га = 0,79 / SSD₀₅, т/га = 0.79 НСР₀₅, % = 12,10 / SSD₀₅, % = 12.10						
2022 год, засушливый, ГТК (IV-VI) = 0,80 2022, dry year, HTK (IV-VI) = 0.80						
Контроль (без удобрений) Control (without fertilizers)	4,82	5,15	5,50	5,16	-	-
N₃₀P₉₀ / N₃₀P₉₀	6,12	6,43	6,20	6,25	1,09	-
N₆₀P₉₀ / N₆₀P₉₀	7,18	7,07	6,93	7,06	1,90	0,81
N₉₀P₉₀ / N₉₀P₉₀	7,86	8,11	7,74	7,90	2,74	0,84
Среднее по вариантам Average for variants	6,49	6,69	6,59	6,59	1,91	
НСР₀₅, т/га = 0,45 / SSD₀₅, т/га = 0.45 НСР₀₅, % = 6,89 / SSD₀₅, % = 6.89						
в среднем за 2 года в среднем за 2 года						
Среднее по всем вариантам Average for all variants	6,65	6,64	6,37	6,55	2,49	

Таблица 5. Влияние доз удобрений на качественные показатели зерна озимой пшеницы, % (2021–2022 гг.)
Table 5. The effect of fertilizer doses on the quality indicators of winter wheat grain, % (2021–2022)

Вариант опыта Experimental variant	Содержание белка/клейковины зерна озимой мягкой пшеницы (сорт Гром) Protein/gluten content of winter soft wheat grains (Grom variety)		
	2021 год, ГТК _(V) = 0,68 2021, НТК _(V) = 0.68	2022 год, ГТК _(V) = 1,78 2022, НТК _(V) = 1.78	в среднем за 2 года average for 2 years
	Контроль (без удобрений) Control (without fertilizers)	12,9* 20,2	13,5 21,3
N ₃₀ P ₉₀ / N ₃₀ P ₉₀	13,9 21,5	14,3 22,1	14,1 21,8
N ₆₀ P ₉₀ / N ₆₀ P ₉₀	14,3 27,1	14,7 25,6	14,5 26,4
N ₉₀ P ₉₀ / N ₉₀ P ₉₀	14,9 28,5	14,8 27,4	14,8 27,9
Среднее / Average	14,0 24,3	14,3 24,1	14,2 24,2

HCP₀₅ (для белка) – 0,67; HCP₀₅ (%) – 0,67 / HCP₀₅ (для клейковины) – 2,85; HCP₀₅ (%) – 11,78
 SSD₀₅ (protein) – 0.67; SSD₀₅ (%) – 0.67 / SSD₀₅ (gluten) – 2.85; SSD₀₅ (%) – 11.78

Примечание: *в числителе – содержание протеина, в знаменателе – клейковины
 Note: *in the numerator – protein content, in the denominator – gluten

Исследования 2021–2022 гг. показали, что в среднем по мере увеличения дозы азотных подкормок улучшаются показатели посевных качеств семян и хлебопекарных качеств зерна озимой пшеницы. В наилучшем варианте N₉₀P₉₀ получены следующие показатели: энергия прорастания семян составила 100%, всхожесть – 100%, масса 1000 зерен – 37,1 г, содержание белков – 14,8%, клейковины 27,9%, что соответственно на 4%; 4%; 8,3 г; 1,6% и 7,2% больше, чем в контрольном варианте без применения минеральных удобрений и выше, чем в вариантах N₃₀P₉₀ и N₆₀P₉₀.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В наших исследованиях также было изучено влияние внесения различных доз азотных удобрений на фоне P₉₀ на посевные качества семян и хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы сорта Гром.

Таким образом, в наших исследованиях можно заключить:

- климатические условия позволяют спрогнозировать и имеют важное значение в формировании высокой урожайности зерна озимой пшеницы сорта Гром, при этом большое влияние оказывает количество выпадающих осадков за вегетационный период;
- агроэкологическая зона исследования обуславливает использование высокоинтенсивного сорта Гром, которая способствуют стабилизации продуктивности и повышения качества продукции;
- использование азотной подкормки (N₃₀, N₆₀ и N₉₀) на фоне P₉₀ способствует повышению урожайности зерна озимой пшеницы от 6,25 до 7,90 т/га и улучшению основных показателей хлебопекарных качеств зерна: белка – 14,3–14,8% и клейковины – 22,1–27,4%, наилучший вариант с азотной подкормкой показал в дозе N₉₀ (N₃₀ осенью + N₆₀ весной).

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

- Найдин П.Г. Методика закладки длительных опытов по изучению системы удобрения в севообороте // Вестник с.-х. науки. 1965. N 5. С. 41–44.
- Соколов А.В., Власюк П.А. и др. Очередные задачи изучения плодородия почв и путей его повышения // Почвоведение. 1963. N 1. С. 75–79.
- Котенко М.Е., Баламирзоев М.А. Эколого-генетические аспекты плодородия почв Терско-Сулакской низменности Дагестана // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. N 2. С. 95–99.
- Магомедов Н.Р., Абдуллаев Ж.Н., Гасанов Г.Н. Влияние приемов обработки почвы на урожайность пожнивных культур и озимой пшеницы в Приморской подпровинции Дагестана // Материалы международной научно-практической конференции «Научное обеспечение АПК на современном этапе», п. Рассвет, Ростовской обл., 2015. С. 226–233.
- Салихов С.А. Баланс питательных элементов под озимой пшеницей в лугово-каштановой почве Терско-Сулакской равнины при разных видах удобрений // Агротехнический вестник. 2010. N 4. С. 36–39.
- Салманов А.Б. Результаты полевых опытов с минеральными удобрениями на лугово-степных почвах // Труды отдела почвоведения Даг. филиала АН СССР. Махачкала, 1959. Т. 4. С. 272–300.
- Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы: монография. Ставрополь: Сервис школа, 2006. 200 с.
- Справочник по показателям и индексам засушливости. 2016. 53 с. URL: https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP-Drought-Indices_ru_2016.pdf (дата обращения: 14.05.2020)
- De Martonne E. Traite de Geographie Physique. 11. Paris, Colin, 1925. 496 p.
- Казеев К.Ш., Козунь Ю.С., Колесников С.И. Использование интегрального показателя для оценки пространственной

дифференциации биологических свойств почв юга России в градиенте аридности климата // Сибирский экологический журнал. 2015. N 1. С. 112–120.

11. Baltas E. Spatial distribution of climatic indices in northern Greece // *Meteorological Applications*. 2007. N 14. P. 69–78.
12. Система ведения агропромышленного комплекса в Дагестане: организационно-экономические мероприятия. Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1990. 352 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. М.: Колос, 2019. 329 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Книга по Требованию, 2013. 349 с.
15. Губанов Я.В. Озимая пшеница. Москва: Агропромиздат, 1988. 303 с.
16. Дубовик Д.В. Влияние климатических условий года на качество зерна озимой пшеницы // *Достижения науки и техники АПК*. 2007. N 6. С. 51–52.
17. Маслова Г.Я., Шарапов И.И., Шаропова Ю.А., Абдраев М.Р. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019. N 9. С. 57–60.

REFERENCES

1. Naidin P.G. Methodology for laying long-term experiments on the study of the fertilizer system in crop rotation. *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Agricultural Science]. 1965, no. 5, pp. 41–44. (In Russian)
2. Sokolov A.V., Vlasjuk P.A., et al. The next tasks of studying soil fertility and ways to increase it. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1963, no. 1, pp. 75–79. (In Russian)
3. Kotenko M.E., Balamirzoev M.A. Ecological and genetic aspects of soil fertility of the Tersko-Sulak lowland of Dagestan. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Estestvennye nauki* [News of higher educational institutions. The North Caucasus region. Natural sciences]. 2010, no. 2, pp. 95–99. (In Russian)
4. Magomedov N.R., Abdullaev Zh.N., Gasanov G.N. Vliyanie priemov obrabotki pochvy na urozhainost' pozhnivnykh kul'tur i ozimoi pshenitsy v Primorskoj podprovintsii Dagestana [The influence of tillage techniques on the yield of crop crops and winter wheat in the Primorsky subprovincion of Dagestan]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchnoe obespechenie APK na sovremennom etape», p. Rassvet, Rostovskoi obl., 2015* [Materials of the international scientific and practical conference "Scientific support of agriculture at the present stage", village Rassvet, Rostov region, 2015]. Rostov region, 2015, pp. 226–233. (In Russian)
5. Salikhov S.A. The balance of nutrients under winter wheat in meadow-chestnut soil of the Tersko-Sulak plain with different

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.

- types of fertilizers. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Bulletin]. 2010, no. 4, pp. 36–39. (In Russian)
6. Salmanov A.B. Rezul'taty polevykh opytov s mineral'nymi udobreniyami na lugovo-stepnykh pochvakh [Results of field experiments with mineral fertilizers on meadow-steppe soils]. In: *Trudy otdela pochvovedeniya Dagestanskogo filiala AN SSSR* [Proceedings of the Department of Soil Science of the Dagestan branch of the USSR Academy of Sciences]. Makhachkala, 1959, vol. 4, pp. 272–300. (In Russian)
7. Eroshenko F.V. *Osobennosti fotosinteticheskoi deyatel'nosti sortov ozimoi pshenitsy* [Features of photosynthetic activity of winter wheat varieties]. Stavropol, 2006, 200 p. (In Russian)
8. *Spravochnik po pokazatelyam i indeksam zasushlivosti* [Handbook of indicators and indices of aridity]. 2016, 53 p. (In Russian) Available at: https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP-Drought-Indices_ru_2016.pdf (accessed 05.14.2020)
9. De Martonne E. *Traite de Geographie Physique*. 11. Paris, Colin, 1925, 496 p.
10. Kazeev K.Sh., Kozun Yu.S., Kolesnikov S.I. The use of an integral indicator to assess the spatial differentiation of biological properties of soils in the south of Russia in the climate aridity gradient. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* [Siberian Ecological Journal]. 2015, no. 1, pp. 112–120. (In Russian)
11. Baltas E. Spatial distribution of climatic indices in northern Greece. *Meteorological Applications*. 2007, no. 14, pp. 69–78.
12. *Sistema vedeniya agropromyshlennogo kompleksa v Dagestane: organizatsionno-ekonomicheskie meropriyatiya* [The system of conducting the agro-industrial complex in Dagestan: organizational and economic measures]. Makhachkala, Dagestan Book Publ., 1990, 352 p. (In Russian)
13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Vypusk 1. Obshchaya chast'* [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 1. General part]. Moscow, Kolos, 2019, 329 p. (In Russian)
14. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results]. Moscow, Book on Demand, 2013, 349 p. (In Russian)
15. Gubanov Ya.V. *Ozimaya pshenitsa* [Winter wheat]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988, 303 p. (In Russian)
16. Dubovik D.V. The influence of climatic conditions of the year on the quality of winter wheat grain. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the Agroindustrial complex]. 2007, no. 6, pp. 51–52. (In Russian)
17. Maslova G.Ya., Sharapov I.I., Sharapova Yu.A., Abdryaev M.R. The influence of weather conditions on the yield and grain quality of winter wheat varieties in the conditions of the forest-steppe of the Samara region. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. 2019, no. 9, pp. 57–60. (In Russian)

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Самир А. Теймуров, Магомед-Расул А. Казиев и Абдумеджид А. Багомаев, представили фактический материал, проанализировали данные и скорректировали рукопись перед подачей в редакцию. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат, самоплагиат и другие этические нарушения.

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 / Abdumedjid A. Bagomaev <https://orcid.org/0009-0000-6721-3180>