

ПРОЦЕСС ФОТОСИНТЕЗА И УРОЖАЙНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ АЗОТНОГО И ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Ф. М. Казиметова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории семеноводства зерновых и кормовых культур, ozemledeliya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0197-976X;

Н. Р. Магомедов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории семеноводства зерновых и кормовых культур, ORCID ID: 0000-0003-4393-3321;

А. А. Абдуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства зерновых и кормовых культур, ORCID ID: 0000-0001-7653-7531;

Ж. Н. Абдуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства зерновых и кормовых культур, ORCID ID: 0000-0002-9389647X
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр»,
367014, Республика Дагестан, Махачкала, ул. Научный городок, ул. А. Шахбанова, д. 30;
e-mail: niva1956@mail.ru

Большую роль в увеличении урожайности озимой мягкой пшеницы играют новые сорта, которые формируют высокую продуктивность от научно обоснованного применения удобрений и лучше адаптированы для конкретной местности, где они впоследствии будут размножены. Исследования проводили в период с 2022 по 2024 год на лугово-каштановой тяжелосуглинистой почве Терско-Сулакской подпровинции Дагестана в условиях орошения. Изучалось влияние различных доз азотных и фосфорных удобрений на процесс фотосинтеза у перспективных сортов озимой пшеницы. Дозы удобрений – $N_{96}P_{66}$, $N_{138}P_{91}$, $N_{180}P_{117}$ – изучались на пяти сортах озимой пшеницы селекции «НЦЗ имени П. П. Лукьяненко»: Классика, Тимирязевка 150, Стиль 18, Бумба, Еланчик. Выявлены сорта с наибольшей интенсивностью прохождения процесса фотосинтеза – Тимирязевка 150 и Бумба. Максимальную площадь листовой поверхности в среднем за три года показал сорт Тимирязевка 150 с площадью 44,2 тыс. m^2/ga и сорт Бумба со значением 43,7 тыс. m^2/ga . Фотосинтетический потенциал у этих сортов был на уровне 2,47 и 2,45 млн. m^2/ga . дней соответственно. Наиболее высокие показатели по чистой продуктивности фотосинтеза составили 4,4 $г/м^2$ сут. у сорта Тимирязевка 150 и по сорту Бумба – 4,3 $г/м^2$ сут. при внесении дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{117}$ и лучшие показатели по урожайности зерна в среднем за три года – 6,71 и 6,50 т/га соответственно – в варианте на получение планируемой урожайности 6,0 т/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, доза, листовая поверхность, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность.

Для цитирования: Казиметова Ф. М., Магомедов Н. Р., Абдуллаев А. А., Абдулаев Ж. Н. Процесс фотосинтеза и урожайность перспективных сортов озимой мягкой пшеницы при разных уровнях азотного и фосфорного питания в условиях орошения // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 5. С. 76–82. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-100-5-76-82.



THE PROCESS OF PHOTOSYNTHESIS AND PRODUCTIVITY OF PROMISING WINTER COMMON WHEAT VARIETIES AT DIFFERENT NITROGEN AND PHOSPHORUS NUTRITION LEVELS UNDER IRRIGATION

F. M. Kazimetova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for seed production of grain and feed crops, ozemledeliya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0197-976X;

N. R. Magomedov, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory for seed production of grain and feed crops, ORCID ID: 0000-0003-4393-3321;

A. A. Abdullaev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for seed production of grain and feed crops, ORCID ID: 0000-0001-7653-7531;

Zh. N. Abdullaev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for seed production of grain and feed crops, ORCID ID: 0000-0002-9389647X

FSBSI "Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan",
367014, Republic of Dagestan, Makhachkala, Nauchny Gorodok Str., A. Shakhbanov Str., 30;
e-mail: niva1956@mail.ru

New varieties that form large productivity due to scientifically based application of fertilizers and are better adapted to the specific area where they will subsequently be propagated are of great importance in improving winter common wheat productivity. The current study was conducted from 2022 to 2024, on meadow-chestnut heavy loamy soil of the Tersko-Sulak subprovince of Dagestan under irrigation. There has been studied the effect of different doses of nitrogen and phosphorus fertilizers on photosynthesis in promising winter wheat varieties. There have been studied fertilizer doses $N_{96}P_{66}$, $N_{138}P_{91}$, $N_{180}P_{117}$ on five winter wheat varieties 'Klassika', 'Timiryazevka 150', 'Stil 18', 'Bumba', 'Elanchik' developed in the P.P. Lukyanenko National Grain Center. There have been identified the varieties

'Timiryazevka 150' and 'Bumba' with the highest intensity of the photosynthesis process. The maximum foliar surface area was shown by the variety 'Timiryazevka 150' with 44.2 thousand m²/ha and the variety 'Bumba' with 43.7 thousand m²/ha. The photosynthetic potential of these varieties was at the level of 2.47 and 2.45 million m²/ha days, respectively. The highest indicators for net productivity of photosynthesis were 4.4 g/m² a day for the variety 'Timiryazevka 150' and 4.3 g/m² a day for the variety 'Bumba' with the application of a dose of mineral fertilizers N₁₈₀P₁₁₇, and the best indicators for grain productivity with 6.71 t/ha and 6.50 t/ha, respectively, in the variant for obtaining the planned productivity of 6.0 t/ha.

Keywords: winter wheat, mineral fertilizers, dose, foliar surface, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, productivity.

Введение. Наибольший удельный вес в структуре посевных площадей на орошаемых землях Дагестана приходится на зерновые культуры, которые занимают до 58 %. Озимая пшеница ежегодно выращивается на площади более 80 тысяч гектаров. В засушливых условиях юга перспективные сорта озимой пшеницы наиболее полно проявляют свой биоклиматический потенциал при оптимизации уровня минерального питания на всех этапах вегетации и позволяют получать стабильные показатели по урожайности высококачественной продукции зерна (Казиев и др., 2023).

При хорошем развитии еще с осени озимые хлеба лучше, чем яровые, используют влагу, накопленную в осенний и зимний периоды. Весной они быстро наращивают вегетативную массу, меньше страдают от весенних засух. Более раннее созревание часто ограждает их от суховея, поэтому они более продуктивны, чем яровые, и по этой причине имеют важное значение в нашем регионе (Фадеева и др., 2024; Сандухадзе и др., 2021).

Эффективность агротехнических приемов, используемых для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, определяется основным процессом, протекающим в растениях, – фотосинтезом. Фотосинтез – это серия биохимических процессов, в которых фотоны солнечного света взаимодействуют с множеством белков, что приводит к созданию устойчивых и богатых энергией веществ, самым известным из которых является глюкоза (Ионова и др., 2020).

Вопрос принятия оптимальных решений производителями по рациональному сочетанию реакции сортов на различные дозы удобрений имеет определяющее значение для формирования высокого урожая возделываемой культуры, что является актуальным в условиях широкого внедрения изучаемых технологий (Хакимов, 2023).

Продуктивность посевов определяется длительностью функционирования фотосинтетического потенциала (ФП), каждые 1000 ед. фотосинтетического потенциала посевов формируют 2–3 кг зерна. На избыточном агрофоне эти величины уменьшаются, что свидетельствует об ухудшении баланса углерода в результате снижения показателей фотосинтеза. Рост урожайности селекционных сортов озимой пшеницы обусловлен преимущественно ФП, главным образом верхних листьев, а также долей ФП, в период «колошение–спелость». Лист, как основной орган фотосинтеза, производит до 95 % органических соединений

в растениях. Здесь образуются первичные продукты фотосинтеза, которые затем преобразуются и транспортируются по всему растению (Орлов и др., 2009).

Оптимальным считается фотосинтез, адаптирующийся к использованию с максимальной эффективностью тех условий, которые складываются в посевах или создаются человеком с целью повышения продуктивности. Компонентами этой системы должны быть растения, формирующие фитоценоз с наивысшей для данных условий фотосинтетической продуктивностью (Денисов и Моторин, 2021).

Величина урожая растений определяется в большой степени показателями фотосинтетической деятельности, формирующей посевы при возделывании с применением минеральных удобрений. Минеральные удобрения способствуют увеличению площади листовой поверхности, уровня фотосинтетического потенциала, коэффициента использования ФАР и чистой продуктивности фотосинтеза (Дуктова, 2014).

Цель исследований – изучить влияние доз азотных и фосфорных удобрений на процесс фотосинтеза в растениях озимой пшеницы и урожайность перспективных сортов селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко в условиях лугово-каштановой тяжелосуглинистой почвы при орошении Терско-Сулакской подпровинции Дагестана.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на опытной станции имени Кирова – филиале Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан в стационарном опыте в 2022–2024 годах. Почва опытного участка лугово-каштановая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса по Тюрину 2,5 %, общего азота – 0,21 %, подвижного фосфора по Мачигину – 16 мг/кг, обменного калия по Протасову – 380 мг/кг почвы, pH – 7,2, плотность пахотного слоя почвы – 1,28 г/см³.

Климат территории Терско-Сулакской равнины характеризуется теплой зимой и более засушливым летом. Среднегодовая температура воздуха 11,0 °С. Продолжительность солнечного сияния в течение года, теплый период – 79,5 %, холодный период – 20,5 %, сроки перехода средних суточных температур воздуха через 0 градусов – первая декада марта и вторая декада декабря. По средним многолетним данным в течение года выпадает 340 мм осадков. Гидротермический коэффициент в апреле равен 0,8; мае–июне – 0,6; июле–октябре – 0,4–0,5. Летом отмечаются продол-

жительные засухи. Относительная влажность воздуха в мае – августе равна 40–43 %.

Экспериментальные исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Площадь листовой поверхности определяли методом «высечек», накопление сухого вещества – весовым методом. Результаты исследований подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2014).

Влагозарядковый полив проводили в августе перед посевом озимой пшеницы из расчета 1200–1500 м³/га согласно зональным рекомендациям, а вегетационные поливы – в фазы выхода в трубку и колошения с нормой 700–800 м³/га при нижнем пороге влажности почвы в слое 0–60 см 70–75 % НВ (Гасанов и др., 2012).

Посев проводили в оптимальные для региона сроки посева озимых зерновых культур – 15 октября. Объектом исследований являлись сорта озимой мягкой пшеницы Классика, Тимирязевка 150, Стил 18, Бумба, Еланчик селекции Национального центра зерна им. П. П. Лукьяненко (г. Краснодар), внесенные в Государственный реестр селекционных достижений и допущенные к использованию в Северо-Кавказском регионе. Сорт озимой мягкой пшеницы Классика был взят в качестве стандарта. Норма высева – 5,0 млн всхожих семян на 1 га, предшественник – подсолнечник, площадь делянки – 108 м², учетной – 100,8 м², повторность трехкратная, расположение делянок систематическое.

Для предотвращения потерь питательных элементов из удобрений их вносили дробно, частями в течение всей вегетации – суперфосфат двойной (при посеве), аммиачная селитра (ранневесенняя подкормка), мочевины (в фазу выхода в трубку).

При планируемой урожайности 4,0 т/га вносили дозу удобрений N₉₆P₆₆, урожайно-

сти 5,0 т/га – N₁₃₈P₉₁, урожайности 6,0 т/га – N₁₈₀P₁₁₇.

Для защиты посевов озимой пшеницы от сорняков, болезней и вредителей применяли гербициды Линтур (0,18 кг/га) и Пума Супер (0,8 кг/га), фунгицид Ферзим (0,5 л/га), инсектициды Цитрон (0,15 л/га), Карбофос (0,7 л/га).

Результаты и их обсуждение. Площадь листовой поверхности озимой пшеницы является показателем степени использования этой культурой климатических, агротехнических, почвенных ресурсов. Индекс листовой поверхности, равный 4–5 м²/м², для большинства зерновых культур считается оптимальным (Шейн, 2014; Косенко, 2023).

От размера листового аппарата растений и длительности его работы зависит урожайность. Все процессы метаболизма, происходящие в растениях, взаимосвязаны между собой. Следовательно, при возделывании каких-либо сельскохозяйственных культур необходимо предпринимать такие меры, которые оказывают наибольшее действие на увеличение ассимилирующей поверхности и длительности периода, благоприятного для фотосинтеза.

Площадь листьев определяли по формуле:

$$S = Mл \cdot a \cdot \Pi^2;$$

$$Mв \cdot N \cdot 4 \cdot 10000,$$

где S – площадь листьев одного растения, м²; Mл – масса листьев в пробе, г; Mв – масса высечек, г; а – количество высечек, шт.; N – количество растений в пробе, шт.; Д – диаметр сверла, см; П – математическая константа = 3,14.

В наших исследованиях максимальную площадь листовой поверхности сформировал сорт Тимирязевка 150 при дозах минеральных удобрений N₁₈₀P₁₁₇ – 44,2 тыс. м²/га (табл. 1).

Таблица 1. Фотосинтетическая деятельность посевов сортов озимой пшеницы в зависимости от доз внесения минеральных удобрений (2022–2024 гг.)

Table 1. Photosynthetic activity of winter wheat varieties depending on the doses of mineral fertilizers (2022–2024)

Сорт	Расчетные нормы, удобрений кг д. в./га	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал посевов, млн м ² /га, дней	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² , сут.
Классика, st	N ₉₆ P ₆₆	36,2	1,84	3,6
	N ₁₃₈ P ₉₁	38,0	1,92	4,1
	N ₁₈₀ P ₁₁₇	40,2	2,02	4,1
Тимирязевка 150	N ₉₆ P ₆₆	41,6	2,21	4,2
	N ₁₃₈ P ₉₁	42,4	2,32	4,4
	N ₁₈₀ P ₁₁₇	44,2	2,47	4,4
Стил 18	N ₉₆ P ₆₆	35,8	1,86	3,6
	N ₁₃₈ P ₉₁	38,2	2,10	3,8
	N ₁₈₀ P ₁₁₇	40,8	2,38	4,3
Бумба	N ₉₆ P ₆₆	41,2	2,16	4,1
	N ₁₃₈ P ₉₁	42,0	2,28	4,3
	N ₁₈₀ P ₁₁₇	43,7	2,45	4,3
Еланчик	N ₉₆ P ₆₆	35,6	1,78	3,5
	N ₁₃₈ P ₉₁	37,8	1,90	3,8
	N ₁₈₀ P ₁₁₇	39,8	2,00	4,1

При внесении $N_{96}P_{66}$ и $N_{138}P_{91}$ площадь листовой поверхности была ниже максимальной на 2,6 и 1,8 тыс. $m^2/га$ соответственно.

На втором месте по этому показателю оказался сорт Бумба, у которого площадь листовой поверхности была в пределах 41,2–43,7 тыс. $m^2/га$ в зависимости от доз минеральных удобрений.

Относительно низкие показатели по площади листовой поверхности были отмечены на посевах сорта Еланчик и Стил 18.

Особенно интенсивно листовая поверхность у растений формируется в то время, когда отмечается наибольший приток фотосинтетической активной радиации (ФАР). Площадь листовой поверхности озимой пшеницы максимальной величины достигает в межфазный период «колошение – налив зерна» (Шестакова, 2022).

Кроме площади листовой поверхности, продуктивность растений определяется также фотосинтетическим потенциалом и чистой продуктивностью фотосинтеза. Фотосинтетический потенциал (ФПП) характеризует сумму ежесуточных показателей площади листьев на 1 га и выражается в млн $m^2/га$ дней (Бильдиева и др., 2021).

В наших опытах в зависимости от доз минеральных удобрений ФПП в среднем за три года колебался от 1,84 до 2,46 млн $m^2/га$ дней. Наибольшие значения ФПП у изученных нами сортов были отмечены при максимальных дозах минеральных удобрений. У сорта Классика разница в размере ФПП в зависимости от доз удобрений составила 1,0 и 1,8 млн m^2 дней. У наиболее выделившихся по урожайности сортов Тимирязевка 150 и Бумба эта разница была в пределах 0,94–1,25 и 0,16–0,28 млн $m^2/га$ дней соответственно. Таким образом, минеральные удобрения способствуют повышению фотосинтетического потенциала посевов.

Производительность фотосинтетического аппарата посева определяется таким показателем, как чистая продуктивность фотосинтеза, рассчитываемого отношением общего урожая сухой массы к величине фотосинтетического потенциала, выражается она в граммах сухого вещества, накапливаемого на 1 m^2 листьев за сутки.

В зависимости от сорта озимой пшеницы и доз минеральных удобрений чистая продуктивность в наших опытах в среднем за три года колебалась от 3,5 до 4,5 $г/м^2$ сутки.

Наибольшие значения этого показателя отмечены у сортов Тимирязевка 150 (4,2–4,5 $г/м^2$ сутки) и Бумба (4,1–4,4 $г/м^2$ сутки).

С повышением доз минеральных удобрений чистая продуктивность фотосинтеза также росла у всех изученных сортов.

Значение таких элементов, как азот и фосфор, в жизнедеятельности не только высших растений, но и простейших организмов трудно переоценить. Они входят в состав всех белков протоплазмы клеток, фосфор при этом бывает в минеральной и органической формах. Наиболее важную роль в растениях играют органические соединения фосфора в составе нуклеиновых кислот, находящихся в любой растительной клетке.

Применение удобрений позволяет незначительно уменьшить фотоингибирование (Софронова и Чепалов, 2011), дополнительно оказывая положительное влияние на газообмен в листьях, усиливая дневную ассимиляцию углекислого газа на 20–25 %, отмечен также положительный эффект удобрения на увеличение длины листа и размер корневой системы.

Изучение динамики накопления сухого вещества растениями сортов озимой пшеницы имеет важное значение при определении влияния доз удобрений на продуктивность. Наибольшее накопление сухого вещества, по нашим наблюдениям, происходит в фазах «выход в трубку» – «колошение» и зависит от доз применяемых удобрений.

Влияние азотных и фосфорных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы, как и на процесс фотосинтеза, четко прослеживается.

Так, в среднем за три года все сорта наибольшие урожаи сформировали при внесении максимальных доз азотных и фосфорных удобрений – $N_{180}P_{117}$. Наилучшие показатели показали сорт Тимирязевка 150 и Бумба.

Разница в урожайности сорта Тимирязевка 150 при внесении максимальной и минимальной доз минеральных удобрений в среднем за три года составила 1,88 т/га, а у сорта Бумба – 1,73 т/га зерна.

При использовании различных комбинаций азотных и фосфорных удобрений в рекомендуемых дозах для получения урожаев в 4,0, 5,0 и 6,0 т/га исследуемые сорта озимой пшеницы продемонстрировали более высокую урожайность, чем было запланировано, что свидетельствует об эффективности применения удобрений (табл. 2).

Таблица 2. Динамика урожайности перспективных сортов озимой пшеницы на различных уровнях минерального питания, т/га
Table 2. Dynamics of productivity of promising winter wheat varieties at different mineral nutrition levels, t/ha

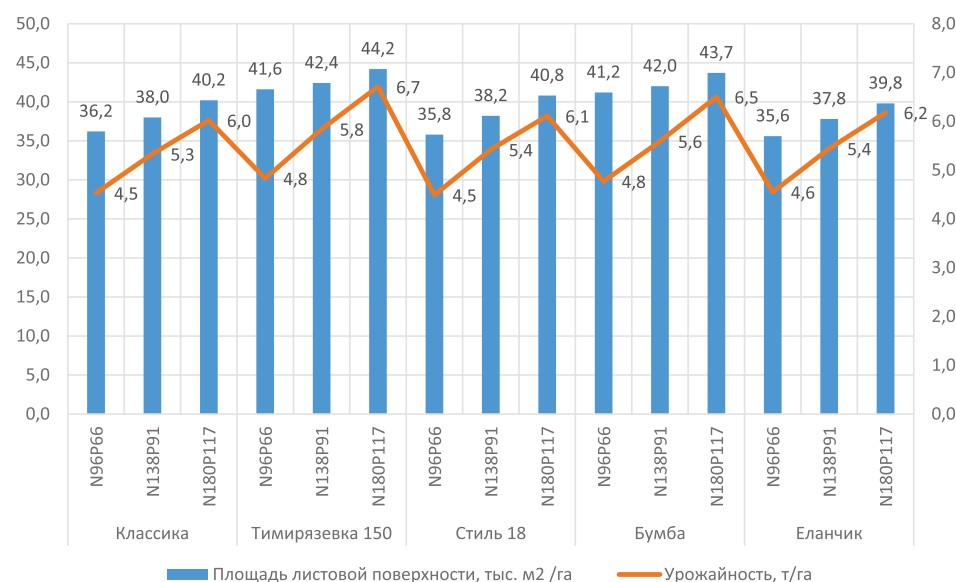
Сорт (фактор А)	Дозы минеральных удобрений, кг д. в. (фактор В)											
	$N_{96}P_{66}$				$N_{130}P_{90}$				$N_{180}P_{117}$			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Классика, st	4,56	4,32	4,72	4,52	5,38	5,12	5,48	5,33	6,11	5,64	6,32	6,02
Тимирязевка 150	4,68	4,44	5,37	4,83	5,64	5,41	5,46	5,84	6,56	6,32	7,26	6,71
Стил 18	4,54	4,30	4,62	4,49	5,43	5,24	5,58	5,42	6,18	5,86	6,28	6,11

Продолжение табл. 2

Сорт (фактор А)	Дозы минеральных удобрений, кг д. в. (фактор В)											
	$N_{96}P_{66}$				$N_{130}P_{90}$				$N_{180}P_{117}$			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Бумба	4,72	4,50	5,10	4,77	5,56	5,38	5,82	5,59	6,47	6,28	6,76	6,50
Еланчик	4,66	4,24	4,76	4,55	5,52	5,14	5,66	5,44	6,34	5,72	6,48	6,18
НСР ₀₅	0,18	0,16	0,17	–	0,20	0,18	0,21	–	0,22	0,19	0,20	–

На представленном графическом изображении наблюдается статистически значимая корреляция между объемом урожая озимой пшеницы и параметрами фотосинтетического процесса. В частности, данная зависимость

проявляется в изменении площади поверхности изучаемых сортов озимой пшеницы, что указывает на существенное влияние фотосинтетической активности на продуктивность агрокультуры (см. рисунок).



Зависимость урожайности сортов озимой пшеницы от площади листовой поверхности
Dependence of productivity of winter wheat varieties on foliar surface area

Чем больше площадь листовой поверхности растений, тем выше урожайность. Так, у наиболее выделившегося в наших условиях сорта озимой пшеницы Тимирязевка 150 при максимальной урожайности 6,71 т/га отмечена и наибольшая площадь листовой поверхности – 44,2 тыс. м²/га, у Бумбы при урожайности 6,5 т/га площадь листовой поверхности составила 43,7 тыс. м²/га. У остальных сортов эти показатели были ниже.

Установлена положительная корреляционная зависимость между урожайностью и показателями фотосинтетической деятельности (площади листовой поверхности) в фазу кущения, где линейный коэффициент корреляции по всем сортам составил $R = 0,69$ по формуле линейной корреляции Пирсона. Коэффициент показывает линейную взаимосвязь и принимает значения от -1 до +1. Это означает, что взаимосвязь между переменными данными является сильной положительной взаимосвязью.

Выводы. По результатам исследований лучшие показатели площади листо-

вой поверхности (44,2 и 43,7 тыс. м²/га), фотосинтетического потенциала посевов (2,47 и 2,45 млн м²/га день) и чистой продуктивности фотосинтеза (4,4 и 4,3 г/м² сутки) достигнуты по сортам Тимирязевка 150 и Бумба в варианте внесения расчетной дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{117}$ на получение планируемой урожайности 6,0 т/га.

Изучаемые сорта озимой пшеницы обеспечили планируемую урожайность зерна по всем расчетным дозам удобрений. Лучшие показатели по урожайности зерна в среднем за три года обеспечили сорта Тимирязевка 150 и Бумба с показателями 6,71 и 6,50 т/га в варианте внесения расчетной дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{117}$ на получение планируемой урожайности 6,0 т/га.

Относительно низкие урожаи зерна по расчетным дозам удобрений в аналогичном варианте обеспечили (в среднем за три года) сорта Классика – 6,02 т/га, Стиль 18 – 6,11 т/га, Еланчик – 6,18 т/га.

Библиографический список

1. Бильдиева Е. А., Ерошенко Ф. В., Гаджиумаров Р. Г., Епифанова Р. Ф. Фотосинтетическая продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 14–17. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp14-17
2. Гасанов Г. Н., Магомедов Н. Р., Абдуллаев Ж. Н. Влияние приемов обработки каштановой почвы на продуктивность звена севооборота «познивная культура–озимая пшеница» в Приморской подпровинции Дагестана // Аграрная наука. 2012. № 3. С. 9–12.
3. Денисов А. А., Моторин А. С. Особенности формирования фитоценоза многолетних трав на Крайнем Севере // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 17–25. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-17-25
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Книга по требованию, 2014. 351 с.
5. Дуктова Н. А. Параметры фотосинтетической деятельности сортообразцов яровой твердой пшеницы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4(95). С. 6–11.
6. Ионова Е. В., Газе В. Л., Лиховидова В. А. Фотосинтетическая деятельность и динамика накопления сухой массы растений озимой мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 23–27. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-23-27
7. Казиев М.-Р. А., Магомедов Н. Р., Магомедов Н. Н. Продуктивность перспективных сортов озимой пшеницы при выращивании на планируемую урожайность // Плодородие. 2023. № 3. С. 71–73. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-71-73
8. Косенко С. В. Связь листовой поверхности различных по скороспелости сортов озимой пшеницы с продуктивностью в условиях Поволжья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 2(192). С. 168–170. DOI: 10.55186/25876740.2023.66.2.168
9. Орлов А. Н., Ткачук О. А., Павликова Е. В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 22(1). С. 12–15.
10. Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Крахмалева М. С., Бугрова В. В. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, элементы ее структуры и адаптивные свойства в условиях Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3(39). С. 17–22. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22
11. Софронова В. Е., Чепалов В. А. Фотоингибирование и изменения в пигментном составе побегов ерхедра моносперма при формировании морозоустойчивого состояния в условиях экстремального климата Якутии // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.
12. Хакимов Ш. З. Влияние норм минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы // Технические науки. 2023. № 11(116). С. 5–7. DOI: 10.32743/unitech.2023.116.11.16278
13. Фадеева И. Д., Курмакаев Ф. Ф., Саубанова Г. Р. Формирование качества зерна сортами озимой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2024. № 3(51). С. 41–47. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-41-47

References

1. Bil'dieva E. A., Eroshenko F. V., Gadzhumarov R. G., Epifanova R. F. Fotosinteticheskaya produktivnost' ozimoi pshenitsy, vozdeleyvaemoy po tekhnologii No-till [Photosynthetic productivity of winter wheat grown using no-till technology] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2021. № 3. S. 14–17. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp14-17
2. Gasanov G. N., Magomedov N. R., Abdullaev Zh. N. Vliyanie priemov obrabotki kashtanovoi pochvy na produktivnost' zvena sevooborota «pozhnivnaya kul'tura–ozimaya pshenitsa» v Primorskoj podprovintsii Dagestana [The effect of chestnut soil cultivation methods on productivity of the crop rotation link “stubble crop – winter wheat” in the Primorsky sub-province of Dagestan] // Agrarnaya nauka. 2012. № 3. S. 9–12.
3. Denisov A. A., Motorin A. S. Osobennosti formirovaniya fitotsenoza mnogoletnikh trav na Krainem Severe [Features of the formation of perennial grass phytocenosis in the Far North] // Vestnik KrasGAU. 2021. № 2. S. 17–25. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-17-25
4. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Kniga po trebovaniyu, 2014. 351 s.
5. Duktova N. A. Parametry fotosinteticheskoi deyatelnosti sortoobraztsov yarovoi tverdoi pshenitsy [Parameters of photosynthetic activity of spring durum wheat varieties] // Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014. № 4(95). S. 6–11.
6. Ionova E. V., Gaze V. L., Likhovidova V. A. Fotosinteticheskaya deyatelnost' i dinamika nakopleniya sukhoi massy rastenii ozimoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot uslovii vyrashchivaniya [Photosynthetic activity and dynamics of dry mass accumulation of winter common wheat plants depending on growing conditions] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 23–27. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-23-27
7. Kaziev M.-R. A., Magomedov N. R., Magomedov N. N. Produktivnost' Perspektivnykh sortov ozimoi pshenitsy pri vyrashchivanii na planiruemyu urozhainost' [Productivity of promising winter wheat varieties when grown for the planned productivity] // Plodorodie. 2023. № 3. S. 71–73. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-71-73
8. Kosenko S. V. Svyaz' listovoi poverkhnosti razlichnykh po skorospelosti sortov ozimoi pshenitsy s produktivnost'yu v usloviyakh Povolzh'ya [Correlation between leaf area of winter wheat varieties and productivity in the Volga region] // Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2023. № 2(192). S. 168–170. DOI: 10.55186/25876740.2023.66.2.168

9. Orlov A. N., Tkachuk O. A., Pavlikova E. V. Sovershenstvovanie tekhnologii vzdelyvaniya yarovoi pshenitsy v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Improving spring wheat cultivation technology in the forest-steppe of the Middle Volga region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. № 22(1). S. 12–15.

10. Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Krakhmaleva M. S., Bugrova V. V. Urozhainost' sortov ozimoi myagkoi pshenitsy, elementy ee struktury i adaptivnye svoistva v usloviyakh Nechernozemnoi zony [Productivity of winter common wheat varieties, its structure elements and adaptive properties in the Non-Blackearth area] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2021. №3(39). S. 17–22. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22

11. Sofronova V. E., Chepalov V. A. Fotoingibirovanie i izmeneniya v pigmentnom sostave pobegov ephedra monosperma pri formirovanii morozoustoichivogo sostoyaniya v usloviyakh ekstremal'nogo klimata Yakutii [Photoinhibition and changes in the pigment composition of ephedra monosperma shoots during the formation of a frost-resistant state in the extreme climate of Yakutia] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2011. № 6.

12. Khakimov Sh. Z. Vliyanie norm mineral'nykh udobrenii na urozhainost' sortov ozimoi pshenitsy [The effect of mineral fertilizer rates on productivity of winter wheat varieties] // Tekhnicheskie nauki. 2023. № 11(116). S. 5–7. DOI: 10.32743/unitech.2023.116.11.16278

13. Fadeeva I. D., Kurmakayev F. F., Saubanova G. R. Formirovanie kachestva zerna sortami ozimoi pshenitsy [Formation of grain quality by winter wheat varieties] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2024. № 3(51) S. 41–47. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-41-47

Поступила: 28.04.25; доработана после рецензирования: 24.06.25; принята к публикации: 24.06.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Казиметова Ф. М. – концептуализация исследования; Магомедов Н. Р. – анализ данных и их интерпретация; Абдуллаев А. А. – сбор и анализ данных; Абдуллаев Ж. Н. – подготовка опыта.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.