

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

Л. А. Радченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, radchenkolydmila@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870;

Т. Л. Аверченко¹, младший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов, ganotskya.tanya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

Д. М. Марченко², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
¹ФГБУН «НИИСХ Крыма»,

295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, д. 150; e-mail: isg.krym@gmail.com;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Основные посевные площади в Республике Крым заняты озимыми зерновыми культурами. Исследования, которые проводили ученые Крыма в течение многих лет и подтвержденные в производстве, показали, что урожайность озимых зерновых нестабильна и значительно варьирует в разные по погодным условиям годы. Разница по урожайности отмечается также в зависимости от сорта. Целью исследований являлась оценка основных элементов продуктивности и урожайности новых сортов мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в контрастных погодных условиях степного Крыма. В данной статье обобщены результаты многолетних исследований возделывания озимой мягкой пшеницы и выявлены наиболее адаптированные к засушливым условиям сорта. Опыты были заложены на полях ФГБУН «НИИСХ Крыма» по предшественнику черный пар в разные по погодным условиям годы (2018–2023 гг.). Объектом исследований служили 12 сортов озимой мягкой пшеницы Аграрного научного центра «Донской», стандарт – сорт Ермак. Учетная площадь опытных делянок 25 м². Размещение делянок систематическое в четырехкратной повторности. Норма высева пшеницы – 5 млн шт. всхожих зерен на гектар. Закладку опытов и статистическую обработку выполняли по Б. А. Доспехову и по методике Госсортоиспытания. Изучение сортов озимой пшеницы селекции АНЦ «Донской» показало их разную реакцию на контрастные погодные условия Крыма от ранних периодов роста и развития растений до формирования основных показателей продуктивности. В неблагоприятных условиях 2020 г. средняя урожайность сортов составила 3,90 т/га; в 2019, 2022 и 2023 гг. она превысила 5,0 т/га. Исследования позволили выделить сорта с максимальной урожайностью – Донская степь (5,38 т/га) и Раздолье (5,33 т/га). Основной составляющей урожайности сорта Донская степь была масса зерна с колоса, сорта Раздолье – продуктивный стеблестой.

Ключевые слова: озимая пшеница, погодные условия, продуктивность, густота продуктивного стеблестоя, масса зерна, масса 1000 зерен, урожайность.

Для цитирования: Радченко Л. А., Аверченко Т. Л., Марченко Д. М. Оценка показателей продуктивности новых сортов озимой пшеницы в условиях степного Крыма // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 4. С. 24–32. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-24-32.



ESTIMATION OF PRODUCTIVITY INDICATORS OF NEW WINTER WHEAT VARIETIES IN THE STEPPE CRIMEA

L. A. Radchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director for research, radchenkolydmila@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870;

T. L. Averchenko¹, junior researcher of the laboratory for seed production and varietal study of new genotypes, ganotskya.tanya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

D. M. Marchenko², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of winter wheat breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
¹FSBSI “Research Institute of Agriculture in Crimea”,

295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya str., 150; e-mail: isg.krym@gmail.com;

²FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The main sown areas in the Republic of Crimea are occupied by winter grain crops. The study conducted by Crimean scientists over many years and confirmed in production has shown that productivity of winter grain crops is unstable and varies significantly in years with different weather conditions. The difference in productivity is also found to depend on a variety. The purpose of the current study was to estimate the main elements of productivity and yield of new winter common wheat varieties developed by the FSBSI “ARC “Donskoy” in the contrasting weather conditions of the steppe Crimea. The current paper has summed up the results of the long-term study of winter common wheat cultivation and identified the varieties most adapted to dry conditions. The trials were carried out on the fields of the FSBSI “Research Institute of Agriculture in Crimea” after black fallow in the years of different weather conditions (2018–2023). The objects of research were 12 winter common wheat varieties from the Agricultural Research Center “Donskoy”, the standard variety being ‘Ermak’. The registration area of the experimental plots was 25 m². The placement of plots was systematic and repeated four times. The wheat sowing rate was 5 million pcs. of germin. grains per hectare. The trials

and statistical processing were performed according to the methods of B. A. Dospekhov and the State Variety Testing. The study of winter wheat varieties bred by the ARC "Donskoy" has shown their different responses to the contrasting weather conditions of Crimea from the early periods of plant growth and development up to the formation of basic productivity indicators. Under unfavorable conditions of 2020, the mean productivity of varieties was 3.90 t/ha; in 2019, 2022 and 2023 it exceeded 5.0 t/ha. The study has made it possible to identify varieties with maximum productivity, such as 'Donskaya Step' (5.38 t/ha) and 'Razdolie' (5.33 t/ha). The main component of the productivity of the variety 'Donskaya Step' was grain weight per ear, and that of variety 'Razdolie' was a productive stem.

Keywords: winter wheat, weather conditions, productivity, productive stem density, grain weight, 1000-grain weight, yield.

Введение. Озимые зерновые – основные культуры крымского региона, и площадь под ними ежегодно составляет более 500 тыс. га, около 60 % из которых занимает озимая пшеница. Многолетние научные исследования и производственный опыт выращивания озимых зерновых в регионе позволили установить, что их урожайность в значительной степени колеблется по годам и зависит от нескольких факторов, основными из которых являются погодные условия и сортовой состав.

В связи со значительной реакцией сортов на биотические факторы, основные из которых влага и температурный режим, их изучение необходимо проводить в течение нескольких лет и выделять наиболее адаптированные за годы исследований. По мнению Б. И. Сандухадзе, от 20 до 28 % прироста урожая зависит от правильно выбранного сорта, а при экстремальных метеорологических условиях его роль повышается многократно (Сандухадзе, 2010). Изменение климатических параметров с каждым годом становится все более заметным. При этом режим тепла и осадков, несмотря на научно-технический прогресс в сельском хозяйстве, остается фактором риска для сельскохозяйственной деятельности (особенно для растениеводства и, соответственно, для всех процессов, связанных с использованием его продукции) (Положихина, 2021).

Исследованиями ряда авторов установлено, что при выборе сорта для выращивания в конкретных почвенно-климатических условиях необходимо учитывать не только их пригодность к данному региону, но и устойчивость к вредным организмам (Зеленева и др., 2022). При наличии контрастных погодных условий нельзя обойтись одним сортом. Оптимально иметь несколько сортов, рассчитанных на разный уровень урожайности при возделывании в различных условиях. Сорт должен обладать экологической пластичностью и сохранять стабильно высокую урожайность в различных погодно-климатических условиях. Повышение урожайности является одной из основных и наиболее сложных задач селекционных исследований создаваемого сорта, так как она зависит от множества компонентов и факторов (Иванова и Ильина, 2020; Барковская и др., 2022). Создание селекционерами новых сортов способно решать современные задачи в различных зонах и избегать снижения продуктивности в зависимости от погодных условий.

Погодные условия последних лет отличаются значительной контрастностью, поэтому создание сортов, адаптивных к различным погодным условиям, и их изучение для определе-

ния проявления морфологических признаков и хозяйственно ценных свойств является актуальным направлением повышения продуктивности зерновых культур.

Цель исследований: оценка основных элементов продуктивности и урожайности новых сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в контрастных погодных условиях степного Крыма.

Материалы и методы исследований. Исследования по оценке сортов озимой пшеницы закладывали с 2018 по 2023 г. на опытном поле ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», расположенном в центральной степной зоне полуострова Крым (с. Клепинино, Красногвардейский район).

Почвы представлены черноземом южным слабо гумусированным, развитым на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах. Содержание гумуса (по Тюрину) – 2,4–2,7 %, легкогидролизующего азота – 5,2 мг/100 г абсолютно сухой почвы, фосфора и калия – 1,0–2,5 мг и 42 мг/100 г почвы соответственно, кислотность – 7,7–7,9 ед. рН (ГОСТ 26483-85) (Половицкий и Гусев, 1987).

Климат района проведения исследований континентальный засушливый с большой амплитудой годовых колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2 °С. Наиболее холодный месяц – февраль с температурой воздуха от -2,3 до 0 °С. Глубина промерзания почвы обычно не превышает 20–30 см.

В летний период температурный режим находится в пределах 20–24 °С, в отдельные годы максимальная температура воздуха может достигать 35–39 °С. Среднее годовое количество осадков составляет 426 мм (Прудко, 2011). Гидротермический коэффициент, ГТК (по Г. Т. Селянинову) составляет 0,5–0,7. Согласно многолетним данным каждый третий год является засушливым.

Метеорологические условия за годы сортоизучения были контрастными, что позволило оценить продуктивность сортов как при благоприятных, так и неблагоприятных условиях.

Достаточное количество осадков в осенний период (131 мм) отмечалось лишь в условиях 2018 года. В предпосевной период 2019 г. осадков было почти в 2 раза меньше среднегогодового показателя, а средняя температура воздуха превышала норму в сентябре, октябре и ноябре на 1,6; 2,8; и 7 °С соответственно. Предпосевной период 2020 г. был также неблагоприятным по влагообеспечению и с по-

вышенным температурным режимом в первой половине осени. Осень 2021 г. отличалась пониженным температурным режимом и выпадением осадков в сентябре и начале ноября и повышенной температурой с дефицитом осадков в октябре. Предпосевной и посевной периоды 2022 г. отличались повышенным температурным режимом (в октябре на 2 °С, в третьей декаде ноября на 5 °С выше нормы) и недостатком влаги.

Условия для перезимовки озимых были благоприятными во все годы исследований. Минимальная температура на уровне узла кущения опускалась не ниже -8,5 °С.

В 2019 г. основное количество осадков выпало в зимний период, что позволило накопить в почве влаги на уровне 140–160 мм. Весенние осадки выпадали довольно неравномерно, и их значительный недостаток отмечался с апреля по май, когда озимые зерновые находились в фазе трубкования, и в период налива зерна. Недостаточное количество продуктивной влаги (до 100 мм) в метровом горизонте ко времени возобновления вегетации отмечалось в 2020 и 2021 годах. В эти годы наблюдались весенние засухи с ГТК 0,25 и 0,63 соответственно. Кроме того, в 2020 г. со второй декады марта и в течение апреля около 20 дней наблюдались ночные заморозки до -7,5–8,3 °С. За весенний период отмечено 45 дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже, что на 27 дней больше среднегодовалого показателя.

Условия весенних вегетационных периодов 2022 и 2023 гг. были благоприятными с выпадением осадков в основные критические фазы развития растений.

Таким образом, погодные условия в вегетационный период 2018/2019, 2021/2022 и 2022/2023 гг. в основном были благоприятными для роста и развития озимой пшеницы, в 2020/2021-м – удовлетворительными,

а в 2019/2020-м – неблагоприятными в течение всего периода вегетации.

Однофакторный опыт закладывали в 10-польном севообороте по предшественнику черный пар. Подготовка предшественника и технология возделывания – общепринятая для выращиваемых озимых зерновых культур в регионе.

В опыте исследовали основные элементы продуктивности и урожайность одиннадцати сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ АНЦ «Донской» в сравнении со стандартом – сортом Ермак. Сорты высевали во второй декаде октября в оптимальный для озимых зерновых срок сева. Учетная площадь делянок составляла 25 м². Размещение делянок систематическое в четырехкратной повторности.

Уборку урожая проводили комбайном Wintersteige Classic в фазу полной спелости зерна пшеницы с последующим взвешиванием.

Проведение полевых опытов сопровождалось наблюдениями, учетами, измерениями и анализами согласно методике Госсортоиспытания (2019). Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2014).

Результаты и их обсуждение. Получение дружных, хорошо развитых всходов озимых зерновых культур в значительной степени определяет их зимостойкость и создает условия для формирования высокого урожая. За годы исследований погодные условия были очень контрастными, что оказывало влияние на длительность важных для первоначального роста и развития растений периодов.

Продолжительность периода от посева до всходов сортов озимой пшеницы составляла от 11 до 70 дней, от всходов до прекращения вегетации – от 16 до 52 дней, а в условиях 2019–2020 гг. прекращение вегетации за зимний период не было отмечено (табл. 1).

Таблица 1. Условия формирования урожая сортов озимой мягкой пшеницы (2018–2023 гг.)
Table 1. Conditions for yield formation of winter common wheat varieties (2018–2023)

Годы	Дата посева	Период от посева до всходов, дней	Дата прекращения осенней вегетации	Период от всходов до прекращения вегетации, дней	Фаза развития растений	Дата возобновления весенней вегетации
2018–2019	17.10	11	13.11	16	2 листа	26.02
2019–2020	15.10	70		Прекращение вегетации не отмечалось		
2020–2021	16.10	11	6.12	37	начало кущения	14.03
2021–2022	15.10	12	21.12	52	2–3 побега	24.03
2022–2023	17.10	15	19.12	49	2–3 побега	24.02

Близкое к среднегодовалой дате (2 декабря) прекращение осенней вегетации отмечалось лишь в 2020 г. – 6 декабря. В 2018 г. оно было на 2 недели раньше, а в 2021 и 2022 гг. почти на две декады позже среднегодовалой даты.

Растения озимых, имеющие перед уходом в зиму оптимальную фазу развития, отличаются высокой зимостойкостью и продуктивностью. Известно, что наиболее благоприятной

фазой развития растений озимой пшеницы перед уходом в зиму в основных районах возделывания считается формирование 2–4-х побегов. В наших исследованиях наиболее слабо развитыми (фаза 2-го листа) перед уходом в зиму растения озимых были только в 2018 г. в связи с ранним прекращением осенней вегетации. В 2020 г. перед прекращением вегетации растения находились в фазе начала кущения, а в два последующих года – в фазе кущения

с 2–3-мя побегами. В связи с повышенным температурным режимом в зимний период ежегодно отмечалось трехкратное возобновление вегетации, что способствовало дальнейшему куцению растений.

Важным фактором, влияющим на урожайность озимых зерновых культур, является время возобновления весенней вегетации. По данным В. Д. Мединца, раннее возобновление вегетации способствует формированию более высокой урожайности мягкой озимой пшеницы (Мединец, 2010). Ряд ученых подтверждают это мнение. Быстрое нарастание температур в марте с большим количеством осадков в этот период способствует раннему началу весенней вегетации, развитию вторичной корневой системы, дальнейшему куцению и способности переносить высокие температуры на протяжении всего остального периода вегетации (Самофалова и др., 2019). Наши исследования не подтверждают наличия прямой связи между урожайностью и временем возобновления весенней вегетации.

Возобновление весенней вегетации в 2021 г. отмечено 14 марта, что совпало со среднеголетней датой. В 2022 г. возобновление вегетации отмечено на декаду позже, а в 2019 и 2021 гг. – почти на две декады раньше.

Продолжительность периода вегетации является одним из основных адаптационных признаков, по которому определяют пригодность сортов к возделыванию в определенной зоне. В условиях Крыма фаза колошения – более надежный критерий для определения скороспелости сортов, чем фаза созревания. Это связано с высокими температурами при наступлении последних этапов спелости зерна, что не дает возможности установить дату естественного созревания, которое отмечается практически одновременно.

Оценку скороспелости проводили по дате колошения, которая наступала в разные сроки в связи со складывающимися погодными условиями. Наиболее ранние сроки колошения озимой пшеницы отмечались в 2019 и 2020 гг. – с 11 мая на наиболее раннеспелом сорте Жаворонок до 17 и 21 мая соответственно на сорте Амбар, наиболее позднеспелом из изучаемых. Наиболее поздние сроки колошения озимой пшеницы отмечались в 2022 г. – с 19 мая на ранних сортах до 26 мая на позднем сорте. Проведенные исследования позволили нам выделить сорта разных групп спелости в среднем за годы изучения (рис. 1).

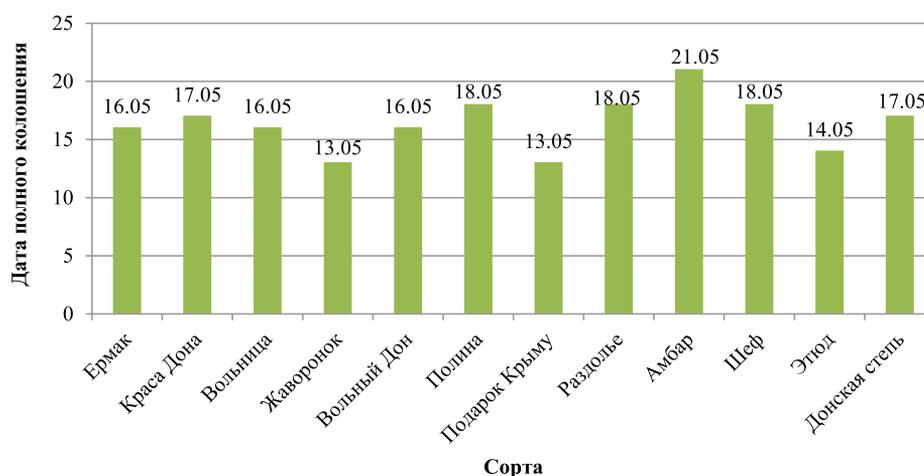


Рис. 1. Дата полного колошения сортов озимой мягкой пшеницы, среднее за 2019–2023 годы
Fig. 1. Full heading date of winter common wheat varieties, mean in 2019–2023

К наиболее ранним из изучаемых в опыте можно отнести сорта Жаворонок, Подарок Крыму и Эюд, средние сроки колошения которых приходились на 13–14 мая, более поздними являются сорта Полина, Раздолье, Шеф (дата колошения 18 мая), наиболее поздним – сорт Амбар, колошение которого в среднем за годы исследований отмечено 21 мая. Остальные изучаемые сорта относятся к средней группе спелости и находятся на уровне стандарта – сорта Ермак.

Одним из основных признаков, определяющих продуктивность растения, яв-

ляется кустистость – общая и продуктивная. Урожайность связана с продуктивной кустистостью, или продуктивным стеблестоем, который определяется главным образом генотипическими особенностями сортов и погодными условиями, в первую очередь в период осеннего и весеннего куцения.

Анализируя продуктивный стеблестой сортов озимой пшеницы в наших исследованиях, было установлено, что этот показатель в большей степени зависит от года выращивания (табл. 2).

Таблица 2. Густота продуктивного стеблестоя сортов озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы, шт./м² (2019–2023 гг.)
Table 2. Productive stem density of winter wheat varieties in years with different weather conditions, pcs./m² (2019–2023)

Сорта	Годы исследований					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Ермак, st	533	362	462	492	380	446
Краса Дона	390	401	521	701	459	494
Вольница	452	236	477	506	391	412
Жаворонок	432	311	447	567	435	438
Вольный Дон	557	392	524	686	491	530
Полина	486	266	407	602	427	438
Подарок Крыму	389	383	432	600	429	447
Раздолье	600	344	479	662	469	511
Амбар	438	275	380	510	461	413
Шеф	575	494	500	573	462	521
Этюд	531	380	512	638	427	498
Донская степь	477	410	495	557	459	480
Среднее	488	354	470	591	440	–
НСР ₀₅		64	72	34	89	75

Максимальная густота стеблестоя растений у всех сортов наблюдалась в наиболее благоприятном 2022 г. (в среднем по сортам – 591 шт./м²). Несколько меньше продуктивных стеблей на квадратном метре отмечалось в 2023 и 2021 гг. (440 и 470 шт./м² соответственно). Значительно ниже густота стеблестоя была в 2019 г. и составила в среднем по сортам 354 шт./м². За годы исследований количество продуктивных стеблей изменялось в широких пределах – от 236 шт./м² на сорте Вольница в 2020 г. до 701 шт./м² на сорте Краса Дона в условиях 2022 года. В среднем за годы исследований максимальная густота продуктивного стеблестоя формировалась на сортах Вольный Дон, Шеф и Раздолье (530, 521 и 511 шт./м² соответственно).

Масса зерна с колоса – один из главных показателей продуктивности растений. Данный показатель зависит от разных сочетаний элементов структуры урожайности, основным из которых является количество продуктивных стеблей на единицу площади. Формирование более плотного стеблестоя может снижать индивидуальную продуктивность колоса, но если продуктивность колоса снижается незначи-

тельно или остается стабильной, то урожайность зерна повышается за счет большего числа продуктивных стеблей. Поэтому интерес представляют сорта, у которых индивидуальная продуктивность колоса с увеличением плотности стеблестоя снижается незначительно или даже повышается при определенных условиях (Кошеляев и др., 2021).

Нашими исследованиями было установлено, что масса зерна колоса у изучаемых сортов озимой пшеницы не снижалась достоверно относительно стандарта Ермак, а была на уровне или выше его (табл. 3). Варьирование массы зерна колоса проявлялось в зависимости от погодных условий и плотности стеблестоя. В 2022 и 2023 гг., наиболее благоприятным по погодным условиям, она составляла 1,5 г, в менее благоприятные годы – 1,3 и 1,1 г. Наиболее высокую массу зерна с колоса (2,0 г в 2020 г. и 1,9 г в 2022 г.) мы отмечали на сортах Вольница и Амбар, что связано с низкой плотностью стеблестоя этих сортов в соответствующие годы исследований. В среднем за годы исследований максимальная масса зерна с колоса формировалась на сортах Краса Дона, Вольница и Жаворонок и составляла 1,5 г.

Таблица 3. Масса зерна с колоса сортов озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы (2019–2023 гг.)
Table 3. Grain weight per ear of winter wheat varieties in years with different weather conditions (2019–2023)

Сорта	Годы исследований					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Ермак, st	1,3	1,1	1,1	1,6	1,7	1,4
Краса Дона	1,4	1,5	1,4	1,4	1,7	1,5
Вольница	1,4	2,0	0,8	1,6	1,6	1,5
Жаворонок	1,3	1,5	1,4	1,5	1,6	1,5
Вольный Дон	1,2	1,1	1,1	1,6	1,4	1,3
Полина	1,4	1,7	1,1	1,3	1,5	1,4
Подарок Крыму	1,3	1,4	0,9	1,4	1,5	1,3
Раздолье	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4	1,2
Амбар	1,3	1,3	1,1	1,9	1,3	1,4
Шеф	1,1	0,9	1,1	1,2	1,3	1,1

Продолжение табл. 3

Сорта	Годы исследований					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Этюд	1,1	1,2	1,5	1,3	1,5	1,3
Донская степь	1,3	1,0	1,2	1,6	1,6	1,3
Средняя	1,3	1,3	1,1	1,5	1,5	–
HCP ₀₅		0,3	0,4	0,5	0,3	0,2

Масса 1000 зерен – один из компонентных составляющих урожайности и входит в группу основных признаков, по которым ведется селекция пшеницы. Кроме того, масса зерновки наряду с ее выполненностью является признаком качества зерна, во многом определяя его мукомольные свойства (Менибаев и др., 2020).

В условиях Крыма фаза налива зерна часто совпадает с повышенным температурным режимом и даже с суховейными явлениями, что в значительной степени отражается на формировании массы 1000 зерен. Благоприятные условия в период налива 2021–2023 гг. способствовали формированию зерна пшеницы с массой 1000 семян более 40 г, в 2019 и 2020 гг.

в связи с отсутствием осадков и высокой температурой в критические фазы развития озимой пшеницы, масса 1000 зерен составила 36,4 и 36,8 г соответственно (табл. 4). За годы исследований варьирование признака «масса 1000 семян» отмечалось от 31,9 г на сорте Раздолье в условиях 2020 г. до 47,8 г на сорте Жаворонок в 2023 году. Достоверное превышение массы 1000 зерен относительно стандарта Ермак отмечалось в 2021 г. на четырех сортах: Краса Дона, Вольница, Жаворонок и Этюд – на 1,1; 1,3; 3,2 и 2,9 г соответственно (HCP₀₅ = 0,4) и в 2020 и 2023 гг. на сорте Жаворонок – на 6,7 (HCP₀₅ = 3,6) и 5,7 г (HCP₀₅ = 2,2).

Таблица 4. Масса 1000 зерен сортов озимой пшеницы в зависимости от условий года (2019–2023 гг.)
Table 4. 1000-grain weight of winter wheat varieties depending on year conditions (2019–2023)

Сорта	Годы исследований					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Ермак, st	36,8	37,9	42,8	42,1	42,1	40,3
Краса Дона	40,3	37,5	43,9	40,0	41,7	40,7
Вольница	39,5	35,5	44,1	43,0	40,9	40,6
Жаворонок	37,6	44,6	46,0	41,0	47,8	43,4
Вольный Дон	35,5	37,9	39,8	37,7	37,4	37,7
Полина	35,7	36,3	39,8	39,0	40,8	38,3
Подарок Крыма	34,5	35,0	39,7	40,7	40,5	38,1
Раздолье	34,0	31,9	41,0	35,3	39,4	36,3
Амбар	35,1	34,1	38,9	41,1	42,4	38,3
Шеф	35,5	34,9	39,8	37,1	41,3	37,7
Этюд	35,9	38,7	45,7	42,5	43,0	41,2
Донская степь	35,9	37,0	41,0	41,1	43,4	39,7
Среднее	36,4	36,8	41,9	40,1	41,7	–
HCP ₀₅		5,5	3,6	0,4	2,4	2,2

В среднем за годы исследований максимальное проявление признака отмечалось на раннеспелых сортах Жаворонок и Этюд – 43,4 и 41,2 г соответственно. Позднеспелые сорта, как правило, имели более низкую массу 1000 зерен. Все перечисленные элементы структуры урожая зависят от сложного комплекса биологических, агротехнических, почвенных и метеорологических условий, совокупность и соотношение которых и образует структуру урожайности озимой пшеницы (Du et al., 2020; Falconnier et al., 2020).

В проведенных нами исследованиях средняя урожайность сортов озимой пшеницы в среднем за эти годы варьировала от 4,30 т/га у сорта Подарок Крыму до 5,38 т/га у сорта Донская степь (табл. 5). Последний ежегодно превышал стандарт Ермак по урожайности, а в 2020 и 2023 гг. превышение над стандар-

том составило 0,80 и 0,84 т/га соответственно, что является достоверным (HCP₀₅ = 0,17 т/га и HCP₀₅ = 0,56 т/га). Близкой к максимальной отмечена урожайность сорта Раздолье, которая составила в среднем за годы исследования 5,33 т/га. В три года из пяти (2019, 2020 и 2023 гг.) сорт Раздолье достоверно превысил стандарт.

Отмечено значительное варьирование урожайности сортов озимой пшеницы по годам, что говорит об основном влиянии на их продуктивность погодных условий. Минимальная урожайность сортов – 3,90 т/га – отмечалась в условиях 2020-го, наиболее неблагоприятного за период исследований года. В 2019, 2022 и 2023 гг. средняя урожайность сортов озимой пшеницы составила 5,34; 5,18 и 5,26 т/га соответственно.

Таблица 5. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы селекции АНЦ «Донской» в разные по условиям выращивания годы, т/га
Table 5. Productivity of winter common wheat varieties developed by the ARC "Donskoy" in years with different growing conditions, t/ha

Сорта	Годы исследований					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Ермак, st	5,38	3,70	4,99	5,68	5,10	4,97
Краса Дона	5,13	4,22	5,16	4,06	6,31	4,98
Вольница	5,03	3,85	3,97	5,35	5,90	4,82
Жаворонок	5,22	3,64	4,70	4,83	5,79	4,84
Вольный Дон	5,32	3,70	4,86	4,91	5,38	4,83
Полина	5,39	2,91	4,67	4,38	4,88	4,45
Подарок Крыму	5,03	3,08	3,99	3,98	5,42	4,30
Раздолье	5,86	4,16	5,17	5,76	5,71	5,33
Амбар	5,27	3,49	3,84	6,03	5,30	4,79
Шеф	5,48	4,43	4,72	5,74	5,75	5,22
Этюд	5,47	5,15	3,18	5,51	5,65	4,99
Донская степь	5,49	4,50	5,06	5,89	5,94	5,38
Среднее	5,34	3,90	4,52	5,18	5,26	–
HCP ₀₅		0,20	0,17	0,23	0,28	0,56

По результатам корреляционного анализа были обнаружены высокие положительные корреляционные связи между показателями урожайности и густотой продуктивного стеблестоя на сортах Амбар ($r = 0,90$), Раздолье ($r = 0,77$), Ермак ($r = 0,68$); между урожайностью и массой зерна с колоса на сортах Донская

степь ($r = 0,83$), Шеф ($r = 0,76$) и Ермак ($r = 0,72$) (табл. 6). Высоких корреляционных связей между урожайностью и массой 1000 зерен не выявлено. Теоретическое значение критерия существенности на 5 %-м уровне значимости составляет 1,99.

Таблица 6. Корреляционный анализ сортов озимой мягкой пшеницы с показателями структуры урожая (2019–2023 гг.)
Table 6. Correlation analysis of winter common wheat varieties with yield structure indicators (2019–2023)

Сорт	Элементы структуры урожая					
	густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²		масса зерна с колоса, г		масса 1000 зерен, г	
	коэффициент корреляции	*T ₀₅	коэффициент корреляции	*T ₀₅	коэффициент корреляции	*T ₀₅
Ермак, st	0,68	2,63	0,72	2,90	0,38	1,16
Краса Дона	-0,29	1,31	0,42	1,31	0,57	1,98
Вольница	0,38	0,15	0,29	0,78	0,41	1,26
Жаворонок	0,33	0,99	-0,08	-0,24	-0,36	-1,08
Вольный Дон	0,38	1,15	-0,24	-0,68	-0,02	-0,06
Полина	0,64	2,35	-0,64	-2,33	0,2	0,57
Подарок Крыму	-0,05	-0,14	-0,26	-0,77	0,26	0,76
Раздолье	0,77	3,38	0,15	0,42	0,45	1,43
Амбар	0,90	5,88	0,61	2,17	0,49	1,59
Шеф	0,37	1,14	0,76	3,29	0,26	0,77
Этюд	0,27	0,79	-0,26	-0,77	-0,43	-1,35
Донская степь	0,59	2,07	0,83	4,23	0,48	1,56

Примечание. *T₀₅ – критерий существенности коэффициента корреляции.

Выводы. Изучение сортов озимой пшеницы селекции АНЦ «Донской» выявило их разную реакцию на контрастные погодные условия Крыма от ранних периодов роста и развития растений до формирования основных показателей продуктивности.

Максимальная густота стеблестоя растений у всех сортов наблюдалась в наиболее благоприятном 2022 г. (в среднем по сортам 591 шт./м²). Несколько меньше продуктивных стеблей на квадратном метре отмечалось в 2023 и 2021 гг. (440 и 470 шт./м²) и значитель-

но меньше (в среднем по сортам 354 шт./м²) в 2019 году. Масса зерна колоса также варьировала в зависимости от погодных условий и плотности стеблестоя. В 2022 и 2023 гг., наиболее благоприятных, она составляла 1,5 г., в менее благоприятные годы – 1,3 и 1,1 г.

В неблагоприятных условиях 2020 г. средняя урожайность сортов составила 3,90 т/га; в 2019, 2022 и 2023 гг. она превысила 5,0 т/га. За годы исследований максимальную урожайность формировали сорта Донская степь – 5,38 т/га и Раздолье – 5,33 т/га.

Урожайность сорта Донская степь в значительной степени коррелировала с массой зерна с колоса ($r = 0,83$), сорта Раздолье – с густотой продуктивного стеблестоя ($r = 0,77$).

Библиографические ссылки

1. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986–2005 рр.): довідкове видання / за ред. О. І. Прудка та Т. І. Адаменко. Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 344 с.
2. Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Высокопродуктивный сорт яровой мягкой пшеницы Maestro для Центрального Нечерноземья // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 2. С. 21–24. DOI: 10.30850/vrsn/2022/2/21-24
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и дополн. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Зеленева Ю. В., Аблова И. Б., Судникова В. П., Мохова Л. М., Конькова Э. А. Морфолого-культуральные свойства возбудителей септориозов зерновых культур из различных агроклиматических зон Российской Федерации // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 4. С. 27–32. DOI: 10.31857/S2500262722040056
5. Зеленева Ю. В., Аблова И. Б., Судникова В. П., Мохова Л. М., Конькова Э. А. Видовой состав возбудителей септориозов пшеницы в европейской части России и идентификация генов-эффекторов SNTOXA, SNTOXI и SNTOX3 // Микология и фитопатология. 2022. Т. 56, № 6. С. 441–447. DOI: 10.31857/S0026364822060113
6. Иванова И. Ю., Ильина С. В. Вариабельность хозяйственно ценных признаков яровой мягкой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2(374). С. 53–55. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-12030
7. Кошеляев В. В., Кошеляева И. П., Гурьянова Н. М. Особенности формирования элементов структуры урожая у сортов озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания // Нива Поволжья. 2021. № 2(59) С. 46–53. DOI: 10.36461/NP.2021.59.2.010
8. Мединец, В. Д. Экологический эффект ВВВВ и урожай // Зерно. 2010. № 10. С. 32–36.
9. Менибаев А. И., Зуева А. А., Шевченко С. Н. Наследование признака «масса 1000 зерен» яровой мягкой пшеницы в диаллельных скрещиваниях // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3(51). С. 98–104. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-98-104
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 2019. 329 с.
11. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 151 с.
12. Положихина М. А. Продовольственная безопасность России в условиях изменения климата // Экономические и социальные проблемы России. 2021. № 1. С.45–65. DOI: 10.31249/espr/2021.01.03
13. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23
14. Сандухадзе, Б. И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 4–6.
15. Du Y. L., Xi Y., Cui T., Anten N. P., Weiner J., Li X., Li F. M. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat // Field Crops Research. 2020. Vol. 257, Article number: 107930.
16. Falconnier G. N., Vermue A., Journet E. P., Christina M., Bedoussac L., Justes E. Contrasted response to climate change of winter and spring grain legumes in southwestern France // Field Crops Research. 2020. Vol. 259, Article number: 107967.

References

1. Agroklimatichnii dovidnik po Avtonomnii Respublitsi Krim (1986–2005 rr.): dovidkove vidannya [Agroclimatic guide for the Autonomous Republic of Crimea (1986–2005): reference edition] / za red. O. I. Prudka ta T. I. Adamenko. Simferopol': TsGM v ARK, 2011. 344 s.
2. Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. Vysokoproduktivnyi sort yarovoi myagkoi pshenitsy Maestro dlya Tsentral'nogo Nечernozem'ya [A highly productive spring common wheat variety 'Maestro' for the Central Non-Blackearth region] // Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoy nauki. 2022. № 2. S. 21–24. DOI: 10.30850/vrsn/2022/2/21-24
3. Dospekhov, 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)]. Izd. 5-e, pererab. i dopoln. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Zeleneva Yu. V., Ablova I. B., Sudnikova V. P., Mokhova L. M., Kon'kova E. A. Morfologo-kul'tural'nye svoistva vozbuditelei septoriozov zernovykh kul'tur iz razlichnykh agroklimaticheskikh zon Rossiiskoi Federatsii [Morphological and cultural properties of septoria pathogens of grain crops from various agroclimatic zones of the Russian Federation] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2022. № 4. S. 27–32. DOI: 10.31857/S2500262722040056
5. Zeleneva Yu. V., Ablova I. B., Sudnikova V. P., Mokhova L. M., Kon'kova E. A. Vidovoi sostav vozbuditelei septoriozov pshenitsy v evropeiskoi chasti Rossii i identifikatsiya genov-effektorov SNTOXA, SNTOXI i SNTOX3 [Varietal composition of wheat septoria blight pathogens in the European part of Russia and identification of effector genes SNTOXA, SNTOXI and SNTOX3] // Mikologiya i fitopatologiya. 2022. T. 56, № 6. С. 441–447. DOI: 10.31857/S0026364822060113
6. Ivanova I. Yu., Il'ina S. V. Variabel'nost' khozyaistvenno tsennykh priznakov yarovoi myagkoi pshenitsy [Variability of economically valuable traits of spring common wheat] // Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2020. № 2(374). S. 53–55. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-12030

7. Koshelyaev V. V., Koshelyaeva I. P., Gur'yanova N. M. Osobennosti formirovaniya elementov struktury urozhaya u sortov ozimoi pshenitsy pri razlichnykh urovnyakh mineral'nogo pitaniya [Features of the formation of yield structure elements in winter wheat varieties at different levels of mineral nutrition] // Niva Povolzh'ya. 2021. № 2(59) S. 46-53. DOI: 10.36461/NP.2021.59.2.010
8. Medinets, V. D. Ekologicheskii effekt VVVV i urozhai [Ecological effect of VVVV and harvest] // Zerno. 2010. № 10. S. 32–36.
9. Menibaev A. I., Zueva A. A., Shevchenko S. N. Nasledovanie priznaka «massa 1000 zeren» yarovoi myagkoi pshenitsy v diallel'nykh skreshchivaniyakh [Inheritance of the trait '1000-grain weight' of spring common wheat in diallel crossings] // Vestnik Ul'yanovskoi gosudar-stvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2020. № 3(51). S. 98–104. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-98-104
10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 2019. 329 s.
11. Polovitskii I. Ya., Gusev P. G. Pochvy Kryma i povyshenie ikh plodorodiya. Simferopol' [Soils of Crimea and improvement of their fertility]: Tavriya, 1987. 151 s.
12. Polozhikhina, M. A. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii v usloviyakh izmeneniya klimata [Food security of Russia in the context of climate change] // Ekonomicheskie i sotsial'nye problemy Rossii. 2021. № 1. S. 45–65. DOI: 10.31249/espr / 2021. 01.03
13. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoi tvrdoi pshenitsy [The role of meteorological factors in formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe khozyaistvo Rossii 2019. № 5(65). S. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23
14. Sandukhadze, B. I. Seleksiya ozimoi pshenitsy – vazhneishii faktor povysheniya urozhainosti i kachestva [Winter wheat breeding is the most important factor in improving productivity and quality] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 11. S. 4–6.
15. Du Y. L., Xi Y., Cui T., Anten N. P., Weiner J., Li X., Li F. M. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat // Field Crops Research. 2020. Vol. 257, Article number: 107930.
16. Falconnier G. N., Vermue A., Journet E. P., Christina M., Bedoussac L., Justes E. Contrasted response to climate change of winter and spring grain legumes in southwestern France // Field Crops Research. 2020. Vol. 259, Article number: 107967.

Поступила: 13.05.24; доработана после рецензирования: 28.06.24; принята к публикации: 01.07.24.

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. Радченко Л. А. – концептуализация исследований, анализ данных и подготовка рукописи; Аверченко Т. Л. – закладка опытов, проведение учетов и наблюдений, статистическая обработка данных; Марченко Д. М. – концептуализация и проектирование исследований.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.