

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Б.Б. НАДЖОДОВ¹, В.С. РУБЕЦ¹, В.В. ПЫЛЬНЕВ¹, И.Н. ВОРОНЧИХИНА²

(¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;
²ГБС РАН)

В статье приведены результаты изучения влияния метеорологических условий вегетации на формирование хозяйственно-полезных признаков коллекции сортов яровой пшеницы в 2021–2022 гг. Материалом являлись 15 сортов, созданных в различных экологических условиях, из которых сорт Злата использовался в качестве стандарта. Работа проведена в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (полевые оценки в течение вегетации, анализ урожайности и ее структуры) и в Отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН (лабораторные оценки качества зерна). Посевы размещались на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почвы дерново-подзолистые, супесчаные, суглинистые, бесструктурные. Площадь делянки – 1 м², повторность трехкратная, размещение рандомизированное. Использованы методы полевых оценок согласно методике государственного сортоиспытания, а также общепринятые лабораторные оценки. Метеорологические условия лет вегетации сильно различались по условиям теплообеспеченности и увлажнения. Первая половина вегетации 2021 г. была благоприятной для развития растений пшеницы. Период от цветения до созревания характеризовался жесткой засухой. В 2022 г. в целом условия вегетации были благоприятными. Наиболее урожайными были сорта Симбирцит (481 г/м²), Обская 2 (484 г/м²), Тобольская (512 г/м²), Маргарита (603 г/м²), Фаворит (505 г/м²) и Гранни (484 г/м²). Метеорологические условия ЦРНЗ, сложившиеся в 2021–2022 гг., оказали незначительное влияние на урожайность большинства сортов яровой пшеницы вследствие компенсационных механизмов. Только сорта Маргарита, Учитель и Ирень оказались отзывчивыми к дополнительному увлажнению. Сорта Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Обская 2 и Тобольская характеризуются высокой устойчивостью к местным расам бурой ржавчины на естественном инфекционном фоне (7 баллов). Сорта Фаворит и Симбирцит иммунны к мучнистой росе (9 баллов). Сорта Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Маргарита, Фаворит и Тризо обладают высокой устойчивостью к септориозу (7 баллов), и их можно использовать при создании исходного материала для селекции яровой пшеницы. Влияние метеорологических условий прослеживается для формирования продуктивной кустистости, числа и массы зерен с колоса, массы 1000 зерен и стекловидности. Засуха в фазу формирования и налива зерна снижала значения всех показателей. Натура является наиболее стабильным показателем физических свойств зерна. Наиболее скороспелыми являются сорта Злата и Ирень (продолжительность вегетационного периода – 79–81 и 76–79 дней соответственно). Наиболее позднеспелыми являются сорта Тобольская, Фаворит и Тризо (отстают от стандарта на 8, 10 и 16 дней соответственно). Высокая озерненность колоса наблюдалась у сортов Агата, Маргарита, Учитель, Фаворит и Грани (33–39 шт.) в условиях ЦРНЗ. В качестве морфологического маркера при отборе высокопродуктивных генотипов яровой пшеницы в ЦРНЗ можно использовать показатель массы зерна с колоса.

Ключевые слова: яровая пшеница, исходный материал, урожайность, сорта, селекция, ГТК, метеорологические условия, физические свойства зерна

Введение

Нечерноземная зона России характеризуется чрезвычайно богатым разнообразием агроклиматических условий. Традиционно она считается зоной избыточного увлажнения вследствие того, что при умеренной температуре воздуха количество выпавших осадков превышает испаряемость. Условия ЦРНЗ характеризуются продолжительностью безморозного периода, достаточной для созревания яровой пшеницы. В разных областях сумма активных температур воздуха (больше 10 °С) составляет от 1250–1300 до 1700–2200 °С. Для развития растений пшеницы достаточно 1300–1600 °С [7, 11, 16, 18]. Однако в различные годы могут наблюдаться сильные вариации температурных условий в течение периода вегетации пшеницы, которые оказывают решающее влияние на формирование элементов продуктивности растений, что в итоге приводит к сильной вариабельности урожайности и значений физических свойств зерна [18–23]. Нечерноземная зона характеризуется количеством осадков в среднем 520–550 мм, но может варьировать от 460–700 мм [12, 17]. Однако несмотря на общий избыток осадков в общем за вегетацию, часто они выпадают крайне неравномерно в различные декады месяца, что приводит к засухе либо в первой половине вегетации, либо во второй. Весенние засухи отмечаются каждый четвертый год, летние – каждые 5–7 лет [2, 4, 11]. Свою роль в формировании урожайности играют бедные гумусом подзолистые почвы, особенно в северных областях. Однако несмотря на это, высокая культура земледелия даже в таких условиях позволяет получать высокие урожаи зерна яровой пшеницы с приемлемым качеством [4, 14].

За последние 40 лет наблюдается общее потепление климата, в том числе в Московской области, на фоне его аридизации. В отдельные годы сумма активных температур повышается до 1950–2400 °С, а количество осадков может сокращаться до 190–230 мм. В итоге общий за вегетацию ГТК снизился с 1,4–1,6 до 1,1–1,4 [1, 5, 10]. Это ставит перед селекцией яровой пшеницы новые задачи по созданию сортов с высокой адаптацией к резким изменениям условий вегетации [18, 20]. Поскольку основой любого селекционного процесса является исходный материал, то его всестороннее изучение в изменчивых природно-климатических условиях способствует объективному подбору родительских форм для проведения скрещивания.

Цель исследований: оценить влияние метеорологических условий на развитие вегетативных признаков растения яровой пшеницы, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, формирование урожайности и элементов ее структуры.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили 13 образцов яровой мягкой пшеницы, созданных в различных селекционных учреждениях Российской Федерации, а также два зарубежных сорта. Их происхождение указано в таблице 1.

В качестве стандарта использован среднеранний высокоурожайный сорт Злата, созданный в ФИЦ «Немчиновка» для условий короткого вегетационного периода Центрального района Нечерноземной зоны. Этот сорт способен в условиях избыточного увлажнения формировать стабильно высокий урожай зерна высокого качества. Из данных таблицы 1 следует, что опытные сорта получены в различных научно-исследовательских институтах для соответствующих природно-климатических условий. Использование их в качестве исходного материала для селекции в ЦРНЗ требует внимательного изучения их поведения в условиях недостатка тепла и избыточного увлажнения.

Образцы яровой пшеницы, включенные в коллекцию в 2021–2022 гг.

Сорт	Место создания	Группа спелости
Саратовская 74	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»	Средне-спелый
Агата	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Немчиновка», ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»	Средне-спелый
Тулайковская 108	ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН», ФАНЦ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого	Средне-спелый
Симбирцит	ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН», ФГУП «Колос»	Средне-спелый
Тюменская 29	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр СО РАН»	Средне-спелый
Обская 2	ФГБНУ ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН»	Средне-спелый
Тобольская	ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»	Средне-поздний
Злата	ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка», ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»	Средне-ранний
Алтайская Жница	ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»	Средне-спелый
Маргарита	ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН», АО «Приволжское»	Средне-спелый
Учитель	ФГБНУ «ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН»	Средне-спелый
Фаворит	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»	Средне-спелый
Гранни	SAATBAU LINZ EGEN (Австрия)	Средне-спелый
Тризо	DEUTSCHE SAATVEREDELUNG AG (DSV), Германия	Средне-поздний
Ирень	ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН»	Ранне-спелый

Данная работа была выполнена в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Посевы были проведены на Полевой опытной станции. Почвы станции характеризуются как дерново-подзолистые супесчаные и суглинистые, бесструктурные. Анализ урожайности и ее структуры проведен на кафедре генетики, селекции и семеноводства. Оценка физических свойств выполнена в отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН. Данные по метеорологическим условиям предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона. Элементы методики полевого опыта: площадь делянки – 1 м², повторность трехкратная, размещение систематическое. Агротехника – общепринятая для зоны. Посев проведен селекционной сеялкой СКС-6–10. Уборка – вручную, обмолот – на сноповой молотилке МПСУ-500. В течение вегетации проведены фенологические наблюдения, оценена устойчивость к полеганию (1 балл – полное полегание, 5 баллов – отсутствие полегания), к основным листовым болезням (1 балл – полная восприимчивость, 9 баллов – иммунитет) [9]. Произведена оценка физических свойств зерна: масса 1000 зерен – стандартным методом согласно ГОСТ ISO 520–2014 [8], натура – микрометодом при помощи селекционной микропурки [13], стекловидность – на электронном диафаноскопе «Янтарь».

Рассчитаны коэффициенты теплообеспеченности. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селянинову. Согласно исследованиям Г.Т. Селянинова и С.А. Сапожниковой значения ГТК больше 1,6 соответствуют избыточному увлажнению; 1,6–1,3 – лесной влажной зоне; 1,3–1,0 – лесостепи, недостаточному увлажнению; 1,0–0,7 – степи, засушливой зоне; 0,7–0,4 – сухой степи (очень засушливой зоне); 0,4 и меньше – полупустыне и пустыне [15].

Экспериментальные данные обработаны при помощи однофакторного дисперсионного анализа [6].

Результаты и их обсуждение

В 2021 г. посев был проведен в рекордно поздний срок – 11 мая – вследствие чрезмерного увлажнения почвы при низкой температуре воздуха (рис. 1). Период от всходов до колошения характеризовался избыточным увлажнением при температурах, близких к среднемноголетним значениям. Такие условия способствовали нормальному росту и развитию растений пшеницы.

Расчет значений ГТК показал, что межфазный период от посева до всходов характеризовался сильным недостатком осадков (табл. 2). Однако в почве был достаточный запас влаги от предыдущих осадков. Этот период характеризовался достаточно высокой суммой активных температур (195,2 °С), что привело к быстрому появлению всходов. Межфазный период от всходов до колошения характеризовался средними значениями суммы активных температур и значительным увлажнением. ГТК за это период составил 1,9, что соответствует избыточному увлажнению [15, 16]. Фаза цветения проходила при высокой температуре и избыточной влажности (III декада июня). Формирование зерна совпало с жаркой засушливой погодой. Дальнейшее развитие зерна протекало при высокой температуре и недостаточном увлажнении, что сказалось на урожайности и качественных характеристиках зерна. В целом за вегетацию выпало 204 мм осадков при сумме активных температур 1540°С. ГТК составил 1,3, что соответствует недостаточному увлажнению.

В 2022 г. посев проведен в оптимальные сроки – 5 мая. Метеорологические условия практически соответствовали среднемноголетним значениям (рис. 1). Межфазный период от посева до всходов соответствовал условиям избытка влаги

при недостатке тепла. ГТК за этот период составил 1,6. Сумма активных температур была вдвое ниже, чем в 2021 г. Межфазный период от всходов до колошения характеризовался достаточным количеством осадков при пониженной температуре воздуха. ГТК за этот период составил 2,0, что соответствует избыточному увлажнению [16]. Такие условия способствовали затягиванию вегетации ввиду недостатка теплообеспеченности. Цветение происходило при жаркой и сухой погоде, зато формирование зерна – при избытке влаги. За период от колошения до полной спелости сумма осадков составила 87,2 мм, а сумма активных температур – 669 °С. ГТК за этот период составил 1,3, что соответствует недостаточному увлажнению. В целом за вегетацию выпало 208 мм осадков, что находится на уровне 2021 г. Сумма активных температур составила 1287 °С, что на 273 °С меньше, чем в 2021 г. ГТК за вегетационный период 2022 г. составил 1,6, что соответствовало избыточному увлажнению (табл. 2).

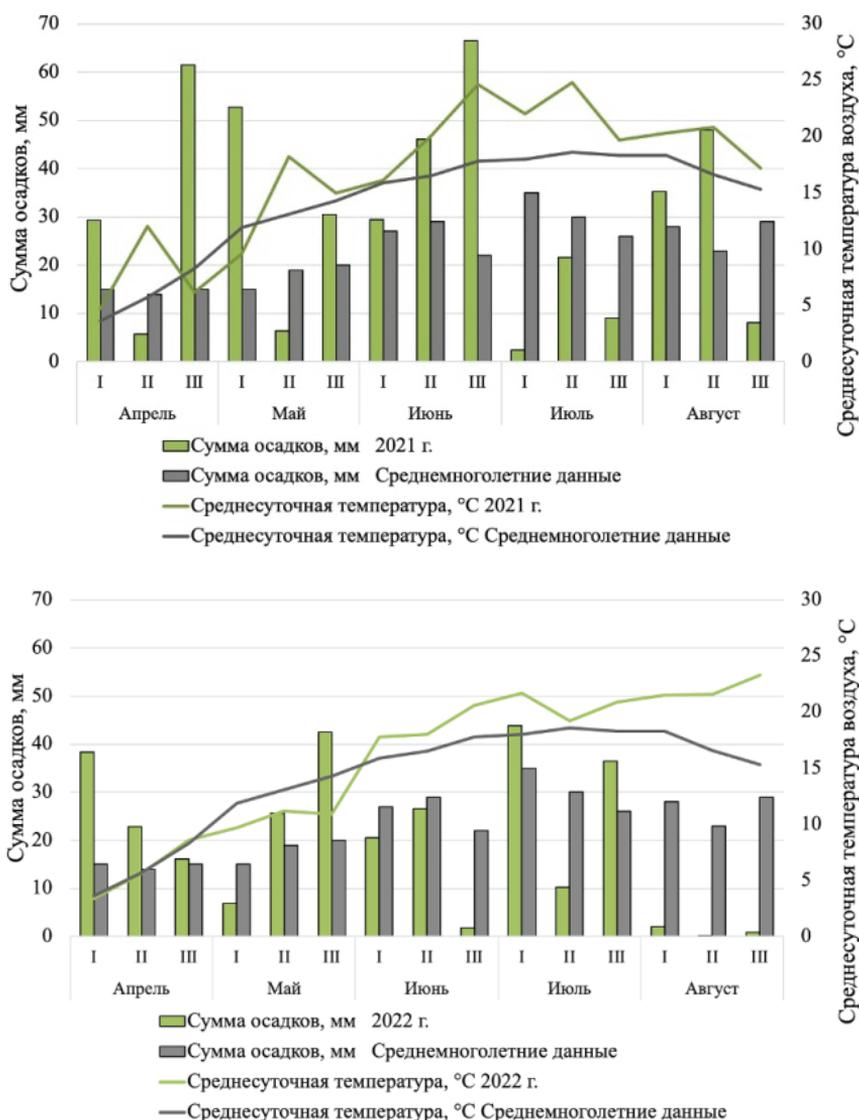


Рис. 1. Метеорологические условия в годы исследований (2021–2022 гг.)

Условия увлажнения и теплообеспеченности яровой пшеницы в 2021 и 2022 гг.

Показатели увлажнения и теплообеспеченности	2021 г.	2022 г.
Сумма осадков, мм		
Межфазный период от посева до всходов	6,4	14,6
Межфазный период всходы до колошения	105,7	106,2
Межфазный период от колошения до полной спелости	91,9	87,2
В целом за вегетацию	204	208
Сумма активных температур, °С		
Межфазный период от посева до всходов	195,2	90,6
Межфазный период от всходов до колошения	551,3	527
Межфазный период от колошения до полной спелости	794	669,2
В целом за вегетацию	1540,5	1286,8
ГТК		
Межфазный период от посева до всходов	0,327	1,6
Межфазный период от всходов до колошения	1,9	2,0
Межфазный период от колошения до полной спелости	2,5	1,30
В целом за вегетацию	1,3	1,6

Подводя итоги рассмотрения метеорологических условий, можно отметить, что в оба года исследований осадки распределялись крайне неравномерно. Различные этапы развития растений проходили при резко различающихся условиях теплообеспеченности. В целом 2021 г. характеризовался как недостаточно увлажненный при высоких значениях суммы активных температур, а 2022 г. – как избыточно увлажненный при недостатке теплообеспеченности.

Метеорологические условия вегетации оказали существенное влияние на продолжительность межфазных периодов. Межфазный период от всходов до колошения в 2021 г. был примерно на неделю короче, чем в 2022 г. (табл. 3), а период от колошения до полной спелости – наоборот. За годы исследований стандарт Злата характеризовался наименьшей продолжительностью вегетационного периода в сравнении с другими сортами – 79–82 дня (табл. 3). Из представленного набора сортов со стандартом был сравним только сорт Ирень. Большинство сортов отставали от стандарта на 2–5 дней. Самыми позднеспелыми оказались сорта Тобольская, Фаворит и Тризо (отставали от стандарта на 8, 10 и 16 дней соответственно).

Высота растений яровой пшеницы в 2021 г. характеризовалась меньшей величиной, чем в 2022 г., и варьировала незначительно (от 65 до 90 см). Большинство сортов по высоте были равны стандарту. Только европейские сорта Гранни и Тризо оказались самыми низкостебельными (табл. 4). Несмотря на небольшую высоту растений, многие образцы характеризовались низкой устойчивостью к полеганию (Учитель, Саратовская 74 и Тобольская). Высокая устойчивость была отмечена у сортов Агата, Симбирцит, Маргарита, Гранни, Тризо и Ирень (табл. 4).

В 2022 г. большинство сортов имели высоту в пределах 100 см (70–96 см). Наиболее высокорослыми оказались сорта Маргарита и Учитель (выше 100 см). Эти сорта оказались неустойчивыми к полеганию.

Таблица 3

Продолжительность межфазных периодов и вегетации сортов яровой пшеницы за 2021–2022 гг.

Сорт	Межфазный период, дней						Продолжительность вегетационного периода в целом за вегетацию, дней		
	Всходы – колошение			Колошение – полная спелость					
	2021 г.	2022 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	среднее
Саратовская 74	34	45	40	49	39	44	83	84	84
Агата	36	47	42	46	39	43	82	86	84
Тулайковская 108	37	47	42	45	38	42	82	85	84
Симбирцит	36	46	41	50	38	44	86	84	85
Тюменская 29	35	45	40	49	38	44	84	83	84
Обская 2	37	47	42	49	37	43	86	84	85
Тобольская	41	50	46	46	41	44	87	91	89
Злата	33	42	38	46	40	43	79	82	81
Алтайская Жница	36	47	42	48	38	43	84	85	85
Маргарита	36	46	41	49	45	47	85	91	88
Учитель	36	46	41	48	45	47	84	91	88
Фаворит	39	48	44	50	44	47	89	92	91
Гранни	35	46	41	48	45	47	83	91	87
Тризо	36	47	42	67	44	56	103	91	97
Ирень	34	42	38	42	40	41	76	82	79

**Характеристика сортов яровой пшеницы по стрессовым факторам,
2021–2022 гг.**

Сорт	Высота растений, см			Устойчивость, балл							
				к полеганию			к бурой ржавчине*	к мучнистой росе			к септо- риозу**
	2021	2022	среднее по годам	2021	2022	среднее по годам	2021	2021	2022	среднее по годам	2021
Саратовская 74	85	93	89	1	5	3	7	5	7	6	5
Агата	80	73	76	5	5	5	3	7	7	7	3
Тулайковская 108	85	88	86	4	5	4,5	5	5	5	5	3
Симбирцит	85	95	90	5	5	5	7	9	9	9	7
Тюменская 29	85	85	85	4	5	4,5	7	7	9	8	5
Обская 2	90	95	93	4	3	3,5	7	7	7	7	7
Тобольская	90	98	94	3,5	5	4,3	7	7	5	6	7
Злата (st.)	85	83	84	4	5	4,5	5	7	5	6	3
Алтайская Жница	90	95	93	4	5	4,5	5	7	5	6	5
Маргарита	85	103	94	5	3	4	5	7	5	6	7
Учитель	75	103	89	3	3	3	3	7	3	5	5
Фаворит	95	98	96	4	5	4,5	5	9	7	8	7
Гранни	65	70	68	5	5	5	5	5	5	5	5
Тризо	75	75	75	5	5	5	5	5	5	5	7
Ирень	80	88	84	5	5	5	5	3	5	4	3

*В 2022 г. отсутствовал естественный инфекционный фон по бурой ржавчине.

**В 2022 г. отсутствовал естественный инфекционный фон по септориозу.

Избыточное увлажнение в первой половине вегетации 2021 г. привело к развитию болезней (табл. 4). В этом году у всех сортов наблюдалось поражение бурой ржавчиной. Стандарт Злата характеризовался устойчивостью ниже средней (4–5 баллов). На уровне стандарта находились сорта Тулайковская 108, Алтайская Жница, Маргарита, Фаворит, Гранни, Тризо и Ирень. Сорта Агата и Учитель поразились сильнее (3 балла). Высокая устойчивость отмечена у сортов Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Обская 2 и Тобольская (7 баллов). Сорта Фаворит и Симбирцит проявили иммунитет к мучнистой росе. Большинство сортов из изученного набора (в том числе стандарт) показали высокий уровень устойчивости к данной болезни (7 баллов). Только сорта Саратовская 74, Тулайковская 108, Гранни, Тризо и Ирень поразились в средней степени.

Септориоз – факультативный паразит. Заболевание септориозом проявляется не каждый год. В отчетный период болезнь проявилась только в 2021 г. У всех сортов была отмечена гетерогенность по устойчивости: высокая – у сортов Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Маргарита, Фаворит и Тризо; остальные сорта поразились сильнее. В целом можно охарактеризовать сорта изученного набора как относительно устойчивые к местным расам патогенов.

В 2022 г. отсутствовал естественный инфекционный фон по бурой ржавчине: у всех сортов не выявлены признаки поражения. Поражение мучнистой росой в целом совпадало с оценками 2021 г.

Главным показателем, характеризующим любой сорт, является урожайность. Сорт-стандарт Злата в оба года исследований характеризовался стабильностью по формированию урожайности (420 г/м²). Большинство сортов имели урожайность на уровне стандарта (рис. 2). В 2021 г. достоверное превышение над стандартом отмечалось у сортов Обская 2 (500 г/м²), Тобольская (572 г/м²) и Фаворит (511 г/м²). Сорт Учитель оказался достоверно ниже стандарта вследствие полегания (312 г/м²). В 2022 г. из всех сортов выделился сорт Маргарита, сформировавший очень высокую урожайность, достоверно превысившую все сорта (717 г/м²). Размах варьирования значения у этого сорта оказался очень большим, вследствие чего были получены высокие значения наименьшей существенной разности, нивелировавшие различия между сортами. Такое же значение у сорта Маргарита получено для средней урожайности по годам (603 г/м²). В целом почти все изученные сорта яровой пшеницы, независимо от места происхождения и экологической группы, показали стабильно высокие значения урожайности в ЦРНЗ. Влияние метеоусловий сильнее всего сказалось на сортах Маргарита, Учитель и Ирень. У них в 2022 г. сформировалась более высокая урожайность в сравнении с 2021 г., что, возможно, говорит об их отзывчивости на улучшение условий вегетации. Такие результаты позволяют включать изученные сорта яровой пшеницы в скрещивание для создания нового исходного материала для селекции.

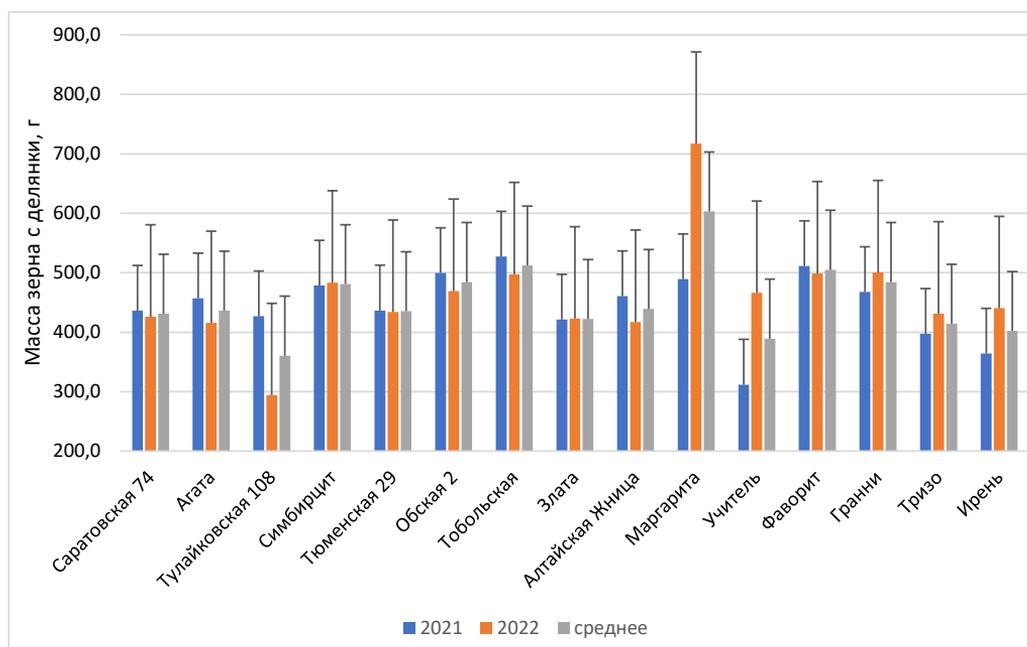


Рис. 2. Урожайность сортов яровой пшеницы за годы исследования и в среднем по годам (в качестве планки погрешности приведено значение НСР₀₅)

В статье представлены только элементы структуры урожая, которые часто имеют корреляции с урожайностью: продуктивная кустистость; число и масса зерен с колоса; масса 1000 зерен [3, 11].

Продуктивная кустистость в 2021 г. варьировала от 1,1 до 1,6 у разных сортов. Сорта Саратовская 74, Алтайская Жница и Фаворит раскустились сильнее других сортов. В 2022 г. условия вегетации были благоприятными для развития боковых побегов. Однако продуктивная кустистость оказалась ниже, чем в 2021 г., – в пределах 1,0–1,2 стебля на растение. Корреляционный анализ показал наличие средней положительной связи этого показателя с урожайностью (табл. 5).

В 2021 г. у всех сортов в колосе сформировалось невысокое число зерен (от 16 до 23 шт.). Очевидно, это явилось следствием засухи, которая наблюдалась непосредственно после цветения. Стандарт Злата в среднем сформировал 16,6 зерен в колосе. Остальные сорта отличались от стандарта несущественно, хотя абсолютные значения были невысокими. В 2022 г. число зерен с колоса у всех сортов было намного выше (24–39 шт.). У стандарта в среднем сформировалось 30 зерен в колосе. Сорта Агата, Маргарита и Учитель сформировали достоверно больше зерен в колосе. В среднем по годам озерненность колоса, достоверно превышающая стандарт, была у сортов Агата, Алтайская жница, Маргарита, Учитель, Фаворит и Гранни.

В 2021 г. в связи с внезапно наступившей засухой на фоне высокой температуры у всех сортов пшеницы наблюдалась щуплость зерна. Это сказалось на формировании массы зерна с колоса, массе 1000 зерен стекловидности. У всех сортов масса зерна с колоса не превышала 0,87 г. У стандарта масса зерна с колоса составила 0,64 г. Многие сорта (Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Алтайская жница, Маргарита, Фаворит и Гранни) сформировали достоверно более высокие значения показателя (табл. 5). Масса 1000 зерен у большинства сортов не достигала 40 г. Только сорта Симбирцит, Обская 2 и Маргарита характеризовались массой 1000 зерен в пределах 42–43 г. Эти сорта созданы в научно-исследовательских учреждениях Сибири и характеризуются высокой засухоустойчивостью. Очевидно, что это свойство у них проявилось в засушливом 2021 г. У большинства сортов стекловидность зерна не превышала 50%, а максимальное значение достигало 65% у сорта Учитель.

В 2022 г. у всех сортов сформировалось число зерен в колосе, превышающее значения 2021 г. более чем в два раза. Здесь ярко проявилось влияние метеорологических условий. Все изученные сорта яровой пшеницы реагируют на засуху сбросом элементов продуктивности, уменьшением массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. В 2022 г. все изученные сорта яровой пшеницы имели массу 1000 зерен, превышающую 40 г (табл. 5). Наиболее крупнозерными оказались сорта Саратовская 74, Симбирцит, Обская 2, Маргарита (масса 1000 зерен – выше 46 г).

В 2022 г. изученные сорта характеризовались высокой вариабельностью стекловидности зерна. Стекловидность, превышающая 60%, была отмечена у сортов Саратовская 74, Тулайковская 108, Тюменская 29, Учитель и Ирень. Данные сорта были созданы для засушливых зон. Несмотря на это они оказались способными формировать стекловидную консистенцию зерна в условиях повышенного увлажнения. У большинства сортов стекловидность варьировала от 40 до 57%.

Таким образом, выявлены сорта, способные в условиях высокого увлажнения формировать качественное зерно, и их можно использовать в селекции на качество. Особо можно отметить сорт Учитель, который в оба года исследований формировал зерно со стабильно высокой стекловидностью.

Многочисленные исследования формирования урожайности яровых зерновых культур показали влияние отдельных элементов структуры урожая на результирующий показатель. Как правило, это число и масса зерна с колоса [4, 10]. Наши

исследования также подтверждают, что такие элементы структуры, как число и масса зерна с колоса, положительно коррелируют с урожайностью. В оба года исследований выявлена средняя положительная корреляция между урожайностью, с одной стороны, и числом зерен с колоса и массой 1000 зерен – с другой (табл. 5). Более тесная достоверная положительная корреляционная зависимость выявлена между урожайностью и массой зерна с колоса.

Таблица 5

Элементы структуры урожая яровой пшеницы, 2021–2022 гг.

№ п/п	Число зерен с колоса, шт.			Масса зерна с колоса, г			Продуктивная кустистость		
	2021 г.	2022 г.	среднее по годам	2021 г.	2022 г.	среднее по годам	2021 г.	2022 г.	среднее по годам
Саратовская 74	16,4	28,7	22,5	0,57	1,31	0,94	1,6	1,1	1,4
Агата	21,3	39,0	30,2	0,69	1,55	1,12	1,3	1,2	1,2
Тулайковская 108	16,8	24,0	20,4	0,66	1,04	0,85	1,1	1,1	1,1
Симбирцит	19,6	29,3	24,5	0,82	1,27	1,05	1,3	1,1	1,2
Тюменская 29	17,2	29,0	23,1	0,65	1,23	0,94	1,3	1,1	1,2
Обская 2	19,9	30,0	25,0	0,87	1,48	1,18	1,3	1,2	1,2
Тобольская	22,6	27,7	25,2	0,85	1,29	1,07	1,3	1,2	1,2
Злата	16,6	30,0	23,3	0,64	1,24	0,94	1,1	1,2	1,2
Алтайская Жница	20,4	26,7	23,5	0,78	1,27	1,03	1,5	1,2	1,4
Маргарита	19,5	37,0	28,3	0,84	1,75	1,30	1,2	1,2	1,2
Учитель	19,5	35,7	27,6	0,68	1,68	1,18	1,2	1,1	1,2
Фаворит	23,2	34,7	29,0	0,81	1,53	1,17	1,4	1,1	1,2
Гранни	23,5	33,0	28,2	0,87	1,46	1,17	1,3	1,1	1,2
Тризо	20,4	31,3	25,8	0,66	1,27	0,97	1,3	1,0	1,2
Ирень	19,0	31,0	25,0	0,72	1,25	0,99	1,2	1,1	1,2
НСР ₀₅	7,0	4,6	3,8	0,12	0,25	0,26	0,2	0,1	0,2
г Коэффициент корреляции урожайности и соответствующих элементов структуры	0,439	0,600*	0,413	0,640*	0,724**	0,715**	0,305	0,268	0,320

*Коэффициенты корреляции достоверны на 5%-ном уровне значимости.

**Коэффициенты корреляции достоверны на 1%-ном уровне значимости.

Важным физическим свойством зерна, тесно коррелирующим с потребительскими качествами, является натура. В засушливом 2021 г. почти все сорта смогли сформировать зерно с достаточно высокими значениями этого показателя (781–796 г/л). Отдельные сорта сформировали высоконатурное зерно (свыше 785 г/л): Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Тобольская, Злата, Маргарита, Учитель, Фаворит, Гранни, Тризо. В условиях избыточного увлажнения 2022 г. все сорта сформировали высоконатурное зерно (табл. 6). Максимальные значения в оба года исследований показали сорта Тобольская, Маргарита и Фаворит. Таким образом, физические свойства зерна, характерные для высококачественной пшеницы, вполне способны сформироваться в условиях высокого увлажнения.

Таблица 6

Характеристика физических свойств зерна яровой пшеницы, 2021–2022 гг.

Сорт	Натура, г/л			Масса 1000 зерен, г			Стекловидность, %		
	2021	2022	Среднее	2021	2022	Среднее	2021	2022	Среднее
Саратовская 74	796,0	817,9	807,0	34,6	46,2	40,4	50,0	84,3	67,2
Агата	766,7	803,7	785,2	32,3	39,5	35,9	48,3	55,6	52,0
Тулайковская 108	782,3	809,9	796,1	39,4	44,6	42,0	49,3	64,2	56,8
Симбирцит	792,3	819,5	805,9	41,9	46,1	44,0	42,7	53,3	48,0
Тюменская 29	795,7	822,1	808,9	38,0	41,0	39,5	47,7	60,4	54,0
Обская 2	778,0	806,3	792,2	43,5	46,4	45,0	44,3	57,8	51,0
Тобольская	803,7	824,3	814,0	37,8	44,7	41,3	47,7	54,9	51,3
Злата	799,0	810,8	804,9	38,5	41,3	39,9	47,3	40,4	43,8
Алтайская Жница	781,3	811,1	796,2	38,6	45,8	42,2	52,3	55,3	53,8
Маргарита	802,3	815,2	808,8	43,3	49,9	46,6	64,3	37,8	51,0
Учитель	787,3	813,9	800,6	35,1	45,0	40,1	65,0	63,6	64,3
Фаворит	809,3	822,0	815,7	35,1	40,4	37,8	44,0	45,6	44,8
Гранни	785,5	815,3	800,4	37,2	44,4	40,8	41,3	36,9	39,1
Тризо	789,3	816,8	803,1	32,4	40,4	36,4	53,0	43,8	48,4
Ирень	781,3	813,7	797,5	38,1	40,1	39,1	52,3	66,1	59,2
НСР ₀₅	12,9	15,3	11,3	2,5	2,1	4,2	8,3	11,8	22,8
г Коэффициент корреляции урожайности и физических свойств зерна	0,307	0,287	0,444	0,368	0,482	0,151	-0,528*	-0,487	-0,430

Выводы

1. Метеоусловия ЦРНЗ, сложившиеся в 2021–2022 гг., оказали несущественное влияние на урожайность большинства сортов яровой пшеницы – очевидно, вследствие компенсационных механизмов. Снижение озерненности колоса компенсировалось повышенной продуктивной кустистостью. Только сорта Маргарита, Учитель и Ирень оказались более отзывчивыми, чем остальные сорта, к дополнительному увлажнению.

2. Наиболее урожайными являются сорта Симбирцит (481 г/м²), Обская 2 (484 г/м²), Тобольская (512 г/м²), Маргарита (603 г/м²), Фаворит (505 г/м²) и Гранни (484 г/м²).

3. Влияние метеорологических условий прослеживается для формирования продуктивной кустистости, числа и массы зерен с колоса, массы 1000 зерен и стекловидности. Засуха в фазу формирования и налива зерна снижает значения всех показателей. Натура является наиболее стабильным показателем физических свойств зерна.

4. Наиболее скороспелыми являются сорта Злата и Ирень (продолжительность вегетационного периода – 79–81 и 76–79 дней соответственно), наиболее позднеспелыми – Тобольская, Фаворит и Тризо (отстают от стандарта на 8, 10 и 16 дней соответственно).

6. Сорта Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Обская 2 и Тобольская характеризуются высокой устойчивостью к местным расам бурой ржавчины на естественном инфекционном фоне. Сорта Фаворит и Симбирцит иммунны к мучнистой росе. Сорта Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Маргарита, Фаворит и Тризо обладают высокой устойчивостью к септориозу. Их можно использовать при создании исходного материала для селекции яровой пшеницы.

6. Высокая озерненность колоса характерна для сортов Агата, Маргарита, Учитель, Фаворит и Гранни (33–39 шт.) в условиях ЦРНЗ.

7. В качестве морфологического маркера при отборе высокопродуктивных генотипов яровой пшеницы в ЦРНЗ можно использовать показатель массы зерна с колоса.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075–15–2022–317 от 20 апреля 2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Сотрудниками ГБС РАН исследования выполнены в рамках Госзадания ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты» (№ 122042500074–5).

Библиографический список

1. Амунова О.С. Влияние метеорологических условий превегетации на урожайность и урожайные качества семян мягкой яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (5). – С. 437–446.

2. Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., Рубец В.С., Пыльнев В.В., Клепикова А.С. Оценка коллекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 8. – С. 13–18.

3. Вьюшков А.А. Селекция яровой пшеницы в Среднем Поволжье. – Самара: СамЛюкс, 2004. – 223 с.
4. Давыдова Н.В., Казаченко О.А. и др. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на урожайность и устойчивость к стрессовым факторам внешней среды в условиях Центрального Нечерноземья // Аграрная Россия. – 2021. – № 9. – С. 9–13.
5. Дорохов А.С., Бельшикина М.Е. Агроклиматическая характеристика регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации и оценка пригодности для возделывания современных раннеспелых сортов сои // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3 (55). – С. 34–39.
6. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
7. Левакова О.В., Дедушев И.А., Ерошенко Л.М. и др. Влияние агрометеорологических изменений климата на зерновую продуктивность ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // Юг России: экология, развитие. – 2022. – № 1 (62). – С. 128–135.
8. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 520–2014. Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / Под общ. ред. М.А. Федина. – М., 1985. – 270 с.
10. Михилев А.В. Потепление климата – конкурентное преимущество сельского хозяйства Российской Федерации // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 7. – С. 70–73.
11. Неттевич Э.Д. Яровая пшеница в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 219 с.
12. Никифоров В.М. Комплексное влияние метеорологических условий и элементов технологии на фотосинтетическую деятельность посевов яровой мягкой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. – 2017. – № 6 (64). – С. 3–8.
13. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Пыльнева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2022. – 488 с.
14. Рубец В.С., Ворончихина И.Н., Пыльнев В.В. и др. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (*Triticum L.*) // Известия ТСХА. – 2021. – № 5. – С. 89–108.
15. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона Европейской части РФСР / Под. ред. И.Г. Грингофа. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 518 с.
16. Чирков Ю.И. Агрометеорология: учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 294 с.
17. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. Избранные сочинения. – Т. 1. – М.: Издательство ИТРК, 2016. – 594 с.
18. Hossain A., Sarker M., Hakim M., Lozovskaya M., Zvolinsky V. Effect of Temperature on Yield and Some Agronomic Characters of Spring Wheat (*Triticum aestivum L.*) Genotypes // International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. – 2013. – Vol. 1 (1–2). – Pp. 44–54. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v1i1-2.13932>.
19. Jiayu Z., Shiwei X., Ganqiong L., Yongen Z., Jianzhai W., Jiajia L. The Influence of Meteorological Factors on Wheat and Rice Yields in China // Crop Science. – 2018. – Vol. 58. – Pp. 837–852. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0048>.
20. Moayedi S., Elias E., Manthey F. Effect of Weather on Grain Quality Traits of Durum Wheat Grown in the Northern Plains of USA // American Journal of Plant Sciences, 2021. – Vol. 12. – Pp. 1894–1911. <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.1212131>.

21. Qing Huang, Li-min Wang, Zhong-xin Chen, Hang Liu. Effects of meteorological factors on different grades of winter wheat growth in the Huang-Huai-Hai Plain, China // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2016. – Vol. 15, Iss. 11. – Pp. 2647–2657. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61464-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61464-8).

22. Vida G., Szunics L., Veisz O. et al. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat // *Euphytica*. – 2014. – Vol. 197. – Pp. 61–71. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1052-6>.

23. Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E. Effect of Selected Meteorological Factors on the Growth Rate and Seed Yield of Winter Wheat – A Case Study // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12 (12). – P. 2924. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122924>.

METEOROLOGICAL EFFECT ON THE FORMATION OF ECONOMIC TRAITS OF SPRING WHEAT IN THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

B.B. NADZHODOV¹, V.S. RUBETS¹, V.V. PYLNEV¹, I.N. VORONCHIKHINA²

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

²N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences)

This article presents the results of the study of the meteorological effect of vegetation on the formation of economic traits of spring wheat in 2021–2022. Fifteen varieties, developed in the different ecological conditions, were selected as study material, among them Zlata was used as a standard. The research work was carried out at the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (evaluation of field trials during vegetation, analysis of yield and its structure) and at the Department of Remote Hybridization of the N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Science (laboratory evaluation of grain quality). The crops studied were grown at the Field Experiment Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The soil types were sod-podzolic, sandy loam, loamy, structureless. The plot size is 1 m², three replications, randomized arrangement. Methods of field evaluation according to the methodology of the State Variety Testing as well as generally accepted laboratory evaluations were used. The meteorological conditions during the summer growing season varied greatly in terms of the sum of active temperatures and humidity conditions. The first half of the growing season in 2021 was favorable for wheat plant development. The period from flowering to the grain maturity was characterized by severe drought. In 2022, growing conditions were generally favorable. Simbirskit (481 g/m²), Obskaya 2 (484 g/m²), Tobol'skaya (512 g/m²), Margarita (603 g/m²), Favorit (505 g/m²), Granni (484 g/m²) were the most productive varieties. The meteorological conditions of the Central Non-Chernozem region in 2021–2022 had an insignificant effect on the yields of most spring wheat varieties due to compensating mechanisms. Only the varieties Margarita, Uchitel' and Iren' were found to respond to the additional moisture. The varieties Saratovskaya 74, Simbirskit, Tyumenskaya 29, Obskaya 2, and Tobol'skaya are characterized by high resistance to local strains of brown rust under natural infection conditions (7 points). The varieties Favorit and Simbirskit are immune to powdery mildew (9 points). The varieties Simbirskit, Obskaya 2, Tobol'skaya, Margarita, Favorit and Trizo are highly resistant to septoriois (7 points). They can be used as source material for breeding spring wheat varieties. The meteorological effect is tracked for tillering productivity, number and weight of grains per ear, weight of 1000 grains and vitreousness. Drought during the grain formation and filling phase reduced the values of all indicators. Grain unit is the most stable indicator of grain physical properties. The earliest ripening varieties are Zlata and Iren' (the duration of vegetation is 79–81 and 76–79,

respectively). The latest ripening varieties are Tobol'skaya, Favorit and Trizo (8, 10 and 16 days after the standard, respectively). High grain content per ear was observed in the varieties Agata, Margarita, Uchitel', Favorit, Granni (33–39 pcs) in the conditions of the Central Non-Chernozem region. The indicator of grain weight per ear can be used as a morphological marker for selection of high-yielding genotypes of spring wheat in the Central Non-Chernozem region.

Key words: spring wheat, source material, yield, varieties, breeding, hydrothermal index, meteorological conditions, physical properties of grain.

References

1. Amunova O.S. Influence of weather conditions during the pre-vegetation period on productivity and yield qualities of soft spring wheat seeds. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(5):437–446. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.437-446>
2. Voronchikhina I.N., Voronchikhin V.V., Rubets V.S., Pyl'nev V.V., Klepikova A.S. Evaluation of the spring soft wheat collection in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;(8):13–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i8pp13-18>
3. V'yushkov, A.A. Breeding spring wheat in the Middle Volga region. Samara: SamLux, 2004:223. (In Russ.)
4. Davydova N.V., Kazachenko A.O., Shirokolava A.V., Rezepkin A.M., Nardid V.A., Romanova E.S., Sharoshkina E.E. Initial material for the selection of spring soft wheat for yield and resistance to stress factors of the external environment in the Central Non-Chernozem region. *Agrarnaya Rossiya*. 2021;9:9–13. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2021-9-9-13>
5. Dorokhov A.S., Belyshkina M.E. Agroclimatic characteristics of regions of the Non-Black Soil zone of the Russian Federation and suitability estimation for cultivation of modern early soybean varieties. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021;3(55):34–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-34-39>
6. Dospikhov B.D. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). M.: Al'yans, 2014:351. (In Russ.)
7. Levakova O.V., Dedushev I.A., Eroshenko L.M. et al. Influence of agrometeorological climate changes on grain productivity of spring barley in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *South of Russia: Ecology, Development*. 2022;1(62):128–135. (In Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-1-128-135>
8. Interstate standard GOST ISO 520–2014. Grains and legumes. Determination of the mass of 1000 grains. M.: Standartinform, 2015:12. (In Russ.)
9. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Issue 1. Ed. by Fedin M.A. Moscow, 1985:270. (In Russ.)
10. Mikhilev A.V. Climate warming is a competitive advantage of agriculture in the Russian Federation. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2018;7:70–73. (In Russ.)
11. Nettevich E.D. Spring wheat in the Non-Chernozem zone. M.: Rossel'khozizdat, 1976:219. (In Russ.)
12. Nikiforov V.M. Complex influence of meteorological conditions and elements of technology on photosynthetic activity of spring wheat. *Vestnik Bryanskoy GSKHA*. 2017;6(64):3–8. (In Russ.)
13. Workshop on selection and seed production of field crops: Textbook. Ed. by Professor V.V. Pylnev. SPb.: Izd-vo "Lan", 2022:488. (In Russ.)

14. Rubets V.S., Voronchikhina I.N., Pyl'nev V.V., Voronchikhin V.V., Marenkova A.G. Effect of weather conditions on the quality of spring wheat grain (*Triticum* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2021;(5):89–108. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-89-108>
15. Handbook of an agronomist on agricultural meteorology. Non-chernozem zone of the European part of the RFSR. Ed. by I.G. Gringof. L.: Gidrometeoizdat, 1986:518. (In Russ.)
16. Chirkov Y.I. Agrometeorology. L.: Gidrometeoizdat, 1986:294. (In Russ.)
17. Shevelukha V.S. Plant growth and its regulation in ontogenesis. Selected works. Vol. 1. M.: Izdatel'stvo ITRK, 2016:594. (In Russ.)
18. Hossain A., Sarker M., Hakim M., Lozovskaya M., Zvolinsky V. Effect of Temperature on Yield and Some Agronomic Characters of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2013;1(1–2):44–54. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v1i1-2.13932>
19. Jiayu Z., Shiwei X., Ganqiong L., Yongen Z Jianzhai., W., Jiajia L. The Influence of Meteorological Factors on Wheat and Rice Yields in China. *Crop Science*. 2018;58:837–852. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0048>
20. Moayedi S., Elias E., Manthey F. Effect of Weather on Grain Quality Traits of Durum Wheat Grown in the Northern Plains of USA. *American Journal of Plant Sciences*. 2021;12:1894–1911. <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.1212131>
21. Qing Huang, Wang Li-min, Chen Zhong-xin, Liu Hang Effects of meteorological factors on different grades of winter wheat growth in the Huang-Huai-Hai Plain, China. / Huang Qing. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016;15(11):2647–2657. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61464-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61464-8)
22. Vida G., Szunics L., Veisz O. et al. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat. *Euphytica*. 2014;197:61–71. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1052-6>
23. Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E. Effect of Selected Meteorological Factors on the Growth Rate and Seed Yield of Winter Wheat – A Case Study. *Agronomy*. 2022;12(12):2924. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122924>

Сведения об авторах

Наджодов Бобурджон Баходурович, младший научный сотрудник, НЦМУ Агротехнологии будущего, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (925) 465–79–73; e-mail: boburnajodov@gmail.com

Рубец Валентина Сергеевна, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (903) 128–12–97; e-mail: Valentina.rubets50@gmail.com

Пыльнев Владимир Валентинович, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (915) 093–07–85; e-mail: PYL8@yandex.ru

Ворончихина Ирина Николаевна, канд. биол. наук, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; тел.: (999) 823–06–91; e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com

Boburdzhon B. Nadzhodov, Junior Research Associate, World-Class Research Centre “Agrotechnology for Future” / Center of Advanced Agrotechnologies, post-graduate student of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (925) 465–79–73; e-mail: boburnajodov@gmail.com)

Valentina S. Rubets, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (903) 128–12–97; e-mail: Valentina.rubets50@gmail.com)

Vladimir V. Pylnev, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (915) 093–07–85; e-mail: PYL8@yandex.ru)

Irina N. Voronchikhina, Csc (Bio), Research Associate, N.V. Tsitsin’s Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (999) 823–06–91, e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com)