

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM L.*)

В.С. РУБЕЦ¹, И.Н. ВОРОНЧИХИНА², В.В. ПЫЛЬНЕВ¹,
В.В. ВОРОНЧИХИН², А.Г. МАРЕНКОВА¹

(¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;
² ГБС РАН)

На Полевой опытной станции и кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019–2021 гг. проведено изучение комплекса хозяйственно-полезных признаков 15 сортов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Подтверждено, что Центральный регион Нечерноземной зоны (далее – ЦРНЗ) России остается зоной рискованного земледелия. Показано, что метеорологические условия оказывают сильное влияние на формирование урожайности и качества зерна. При этом гидротермический коэффициент, рассчитанный в целом за вегетацию, не позволяет объективно оценить степень влияния метеоусловий на растения. Для этого требуется подробный анализ метеоусловий, сложившихся в каждый конкретный межфазный период. Условия вегетации 2020 г. способствовали формированию высокого урожая зерна с низкими хлебопекарными качествами у всех изученных сортов. Условия вегетации 2019 и 2021 гг. повлияли на формирование средней урожайности зерна. При этом качество зерна в 2019 г. было средним, а в 2021 г. – высоким. Натура зерна, масса 1000 зерен и выход муки являются наиболее стабильными сортоспецифическими признаками. Самыми нестабильными в наших исследованиях оказались стекловидность зерна и объемный выход хлеба. Выделены сорта с высокими хлебопекарными качествами (Геракл, Любава, КВС Аквилон, Тюменская 25, Экада 109 и Сударыня), которые рекомендуется использовать в качестве исходного материала в селекции яровой пшеницы на высокие хлебопекарные качества. Сорта Иволга фиолетовая и Кинельская Отрада способны формировать зерно с высокими хлебопекарными качествами в засушливых условиях. Их можно рекомендовать к испытанию в зонах с недостаточным увлажнением.

Ключевые слова: метеорологические условия, пшеница мягкая яровая, хлебопекарные качества, объемный выход хлеба, физические свойства зерна.

Введение

Яровая пшеница является важной сельскохозяйственной культурой, поскольку обеспечивает хлебопекарное производство высококачественной мукой [1, 3, 4]. Уступая озимой пшенице по урожайности, яровая обычно отличается хорошим качеством зерна и может быть использована как страховая сельскохозяйственная культура на случай гибели озимых. Однако яровая пшеница весьма требовательна к уровню плодородия и кислотности почв, активно реагирует на изменение условий выращивания [2]. Поэтому возделывание данной культуры приходится на относительно стабильные в климатическом отношении регионы: Поволжье, Южный Урал, Западная и Восточная Сибирь, некоторые районы Алтая [3].

Небольшая часть яровой пшеницы возделывается в Нечерноземной зоне России. В 2021 г. на территории ЦРНЗ яровая пшеница занимала небольшие площади – всего 904 тыс. га [13]. Данный регион традиционно считается производителем фуражного зерна. Однако, как один из наиболее густонаселенных, регион нуждается в производстве высококачественного продовольственного зерна, пригодного для производства хлеба [12].

Урожайность и качество зерна яровой пшеницы зависят как от биологических особенностей сорта, так и от почвенно-климатических условий региона [5]. Главным фактором снижения качества зерна пшеницы при выращивании в Нечерноземной зоне является неблагоприятный гидротермический режим во время созревания зерна [3–5, 8, 10].

Производству необходимы сорта, которые сочетают в себе высокий потенциал продуктивности с устойчивостью к типичным для региона возделывания абиотическим и биотическим факторам за счет преобладания «генотипа» над нерегулируемыми факторами внешней среды [7].

В последние десятилетия наблюдаются особенно резкие различия метеорологических условий вегетации по годам. В связи с этим актуально изучение и создание нового исходного материала, сочетающего высокую урожайность, качество продукции и устойчивость к неблагоприятным факторам среды [5, 19]. Метеорологические условия оказывают влияние на формирование габитуса растений, их потенциальную и реальную продуктивность, накопление и сохранение пластических веществ в эндосперме, которые впоследствии выражаются в хлебопекарных качествах [20].

Статья посвящена изучению влияния метеорологических условий на формирование хлебопекарных качеств зерна коллекции мягкой яровой пшеницы в резко изменяющихся погодных условиях отдельных лет вегетации.

Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужили 15 сортов мягкой яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения (табл. 1). В качестве стандарта был использован высокоурожайный раннеспелый сорт Злата селекции ФИЦ «Немчиновка».

Исследования проводили на кафедре генетики, селекции и семеноводства. Посевы размещались на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019–2021 гг. Площадь делянки составляла 1 м², повторность 3-кратная, размещение систематическое. Агротехника – общепринятая для зоны. Посев проводился кассетной селекционной сеялкой СКС-6–10, уборка – вручную, обмолот – на пучково-сноповой молотилке.

Массу 1000 зерен определяли ускоренным методом, общую стекловидность – на диафаноскопе, натуру – при помощи микропурки [11]. Содержание белка определяли на спектрофотометре «Спектран ИТ», сырую клейковину отмывали ручным способом по ГОСТ 13586.1–68. Упругость определяли на измерителе деформации клейковины ИДК-3М, что позволило определить группу качества, пробную выпечку – по методике государственного сортоиспытания [17].

Статистическую обработку полученных результатов проводили методами вариационной статистики при помощи однофакторного дисперсионного анализа посредством программы «DIANA», корреляционного анализа – электронных таблиц Excel. Данные, выраженные в процентах, перед обработкой были преобразованы в угол-арксинус $\sqrt{\text{процент}}$ с последующим обратным переводом [6].

Данные о метеорологических условиях вегетации за 2019–2021 гг. были предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона. 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].

Изучаемые сорта яровой пшеницы

№ п/п	Название сорта	Происхождение
1	Геракл	Омский аграрный научный центр
2	Лиза	ФИЦ «Немчиновка»
3	Иволга фиолетовая	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
4	Тулайковская 108	Самарский ФИЦ РАН
5	Кинельская Отрада	Самарский ФИЦ РАН
6	КВС Аквилон	Австрия
7	Экада 109	ФИЦ «Казанский научный центр РАН», Самарский ФИЦ РАН
8	Злата (стандарт)	ФИЦ «Немчиновка»
9	Экада 113	Самарский ФИЦ РАН
10	Тюменская 25	ФИЦ «Тюменский научный центр СО РАН»
11	Памяти Коновалова	ООО «Зернобобовые культуры – Центр», г. Орел
12	ЧерноземноУральская 2	НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева
13	Любава	ФИЦ «Немчиновка»
14	Сударыня	Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Верхневолжский ФАНЦ
15	Экада 66	Самарский ФИЦ РАН

Результаты и их обсуждение

Оптимальное количество осадков при возделывании яровой пшеницы за вегетацию варьирует в пределах 250–300 мм [14]. При наличии достаточного количества влаги продолжительность межфазных периодов определяется комплексом факторов, среди которых большое влияние оказывают температурный режим и интенсивность солнечного света. Рост растений сильнее всего коррелирует с температурой. Для пшеницы физиологический оптимум находится в пределах 16...20°C. Пониженные температуры увеличивают продолжительность межфазных периодов, повышенные – сокращают. Однако повышение температуры воздуха до 25...30°C угнетает ростовые процессы. Также дополнительное угнетающее действие оказывают яркий солнечный свет и недостаток воды в почве [16]. В целом растения пшеницы при пониженной температуре воздуха и достаточном увлажнении развивают большое число продуктивных побегов, максимальное число листьев, крупный колос с большим количеством колосков. При благоприятных условиях цветения, налива и созревания зерна все это гарантирует высокую урожайность. Стрессовые факторы (засуха, повышенная температура, яркое солнечное освещение) вызывают у пшеницы неспецифическую реакцию – ускорение развития. При этом тормозится линейный рост

органов, засыхают уже заложившиеся зачатки колосков и цветков, происходит снижение общей интенсивности фотосинтеза, в итоге снижается урожайность [9, 15].

Метеорологические условия в годы исследований сильно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, что не могло не сказаться на результатах.

В 2019 г., в начале вегетации (май – II декада июня), наблюдалась засуха при повышенных среднесуточных температурах (рис. 1). Величина ГТК для июня составила 0,93, что соответствует уровню засушливой зоны (табл. 2). Это ускорило прохождение этапов органогенеза, растения сформировались низкорослые, с малым числом листьев, с коротким колосом, рано зацвели. Непосредственно после цветения (начиная с III декады июня), в период формирования зерна температура приблизилась к средне-многолетним значениям (17...19°C) при избыточном увлажнении (45...50 мм), что способствовало формированию максимальных линейных размеров зерна у изученных сортов яровой пшеницы (ГТК за июль – 1,28). Однако эти же условия привели к появлению новых побегов кущения, сильно отстававших в развитии от главных. Налив и созревание совпали с пониженными температурами (около 13°C) на фоне избытка влаги (35...38 мм). В целом за период вегетации выпало на 78 мм осадков меньше, чем в среднем по годам, а сумма активных температур была примерно на уровне средне-многолетних значений, и величина ГТК составила 1,1, что соответствует недостаточному увлажнению (табл. 2). Однако осадки выпадали крайне неравномерно, а избыточное увлажнение в отдельные периоды вегетации привело к неравномерному созреванию зерновок на побегах разного порядка, что привело к задержке уборки, развитию грибных болезней, энзимо-микозному истощению и гидротравмированию зерна. Все это не способствовало формированию высокого качества зерна.

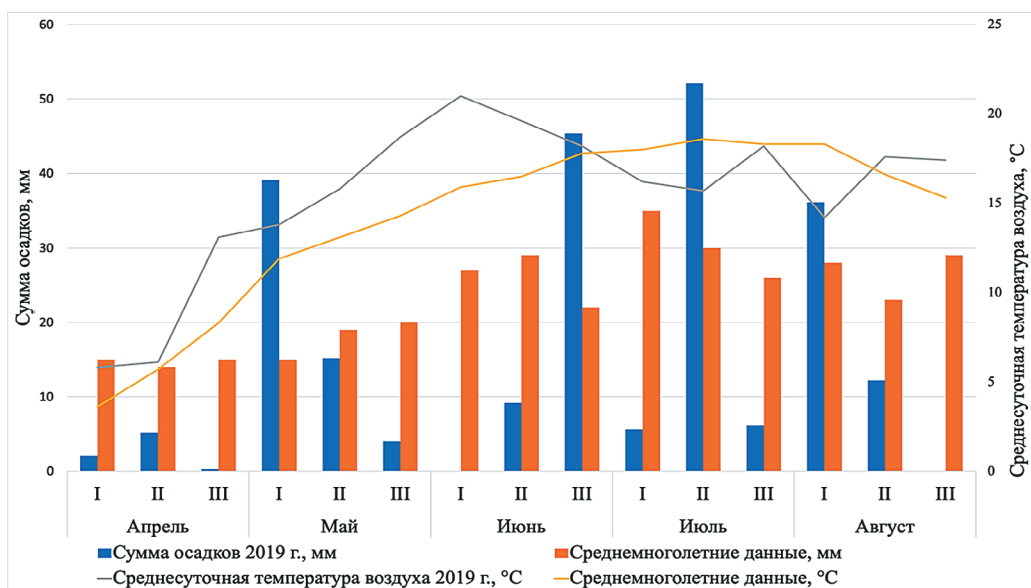


Рис. 1. Метеорологические условия вегетации, 2019 г.

Результаты анализа метеорологических условий, сложившихся в разные периоды жизни растений яровой пшеницы, показали, что значения итогового ГТК за весь период вегетации не может дать полной оценки условий развития растений. Экстремальные условия, сложившиеся в период прохождения растениями критических фаз органогенеза, могут оказать решающее влияние на итоговые показатели, даже если итоговый вывод по году окажется иным.

Условия увлажнения и теплообеспеченности яровой пшеницы

Месяц	Среднеголетние значения	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Сумма осадков, мм				
Май	54	58,3	162,6	89,7
Июнь	78	54,6	200,8	142,1
Июль	91	63,9	180,6	33,1
Август	80	48,3	40,3	91,4
В целом за вегетацию	303	225,1	584,3	356,3
Сумма активных температур, °С				
Май	393	483	350	428
Июнь	502	588	569	607
Июль	549	501	557	665
Август	502	492	523	583
В целом за вегетацию	1946	2064	1999	2283
ГТК				
Май	1,37	1,21	4,65	2,10
Июнь	1,55	0,93	3,53	2,34
Июль	1,66	1,28	3,24	0,50
Август	1,59	0,98	0,77	1,57
В целом за вегетацию	1,56	1,09	2,92	1,56

В 2020 г. начало вегетации (I–II декады мая) характеризовалось комфортными для пшеницы температурными условиями, близкими к среднеголетним значениям (рис. 2). В III декаде мая температурный фон был в среднем на 3°С ниже среднеголетних значений, а влаги – в 6 раз больше. В итоге ГТК за май составил 4,65, что соответствует избыточному увлажнению (табл. 2). Растения пшеницы были высокорослыми с большой вегетативной массой, что на фоне ливневых дождей, сопровождавшихся сильным ветром, привело к полеганию. Цветение (II декада июня) совпало с повышением среднесуточной температуры в среднем на 4°С в сравнении со среднеголетними значениями и 4-кратным превышением количества осадков. ГТК за этот период также соответствовал избыточному увлажнению (табл. 2). Формирование, налив и созревание зерна (конец июня – июль) проходили при повышенной температуре и постоянном избыточном увлажнении (ГТК = 3,24). Это спровоцировало сильное развитие грибных болезней, энзимо-микозное истощение зерна.

При этом сорта реализовали максимальный потенциал урожайности для Центрального региона Нечерноземной зоны.

В целом период вегетации 2020 г. характеризовался рекордным количеством осадков, в 1,9 раза превысив среднееголетние значения, и суммой активных температур, близкой к среднееголетним значениям. По значению ГТК (2,92) 2020 г. может быть отнесен к избыточно влажным.

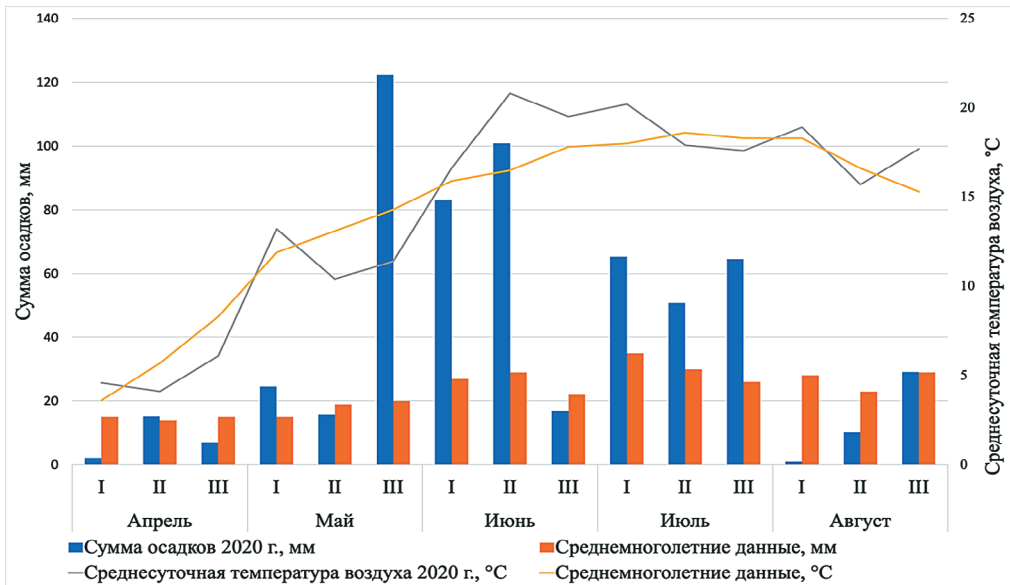


Рис. 2. Метеорологические условия вегетации, 2020 г.

В 2021 г. посев был проведен рекордно поздно для региона (11 мая) вследствие избытка осадков (50...60 мм) и низкой среднесуточной температуры воздуха (6...9°C), наблюдавшихся в последней декаде апреля и первой декаде мая (рис. 3). Значения ГТК для мая (2,1) соответствовали избыточному увлажнению (табл. 2). Благоприятные метеорологические условия сложились на начальных этапах развития растений пшеницы, что привело к высокому кущению и закладке крупных колосьев. ГТК для июня составил 2,34, что соответствует избыточному увлажнению. Однако последовавшее резкое повышение температуры (примерно на 4...7°C выше среднееголетних значений) привело к ускорению развития растений. Цветение проходило при избытке осадков и высоких температурах (III декада июня). По окончании цветения (первая декада июля) температурный фон оставался высоким, тогда как условия увлажнения резко ухудшились (сумма осадков не превысила 3 мм за декаду). ГТК за июль составил 0,5, что соответствует очень засушливой зоне. Жаркая засушливая погода простояла практически до уборки. Это резко сократило продолжительность вегетационного периода и обусловило формирование мелкого, плохо выполненного зерна.

В целом за вегетационный период 2021 г. выпало 356 мм осадков, что несущественно выше среднееголетних значений, тогда как сумма активных температур превысила среднееголетние значения на 337°C. В соответствии со значением ГТК (1,56), зону 2021 г. можно отнести к зоне нормального увлажнения.

Главным показателем, характеризующим любой сорт, является урожайность. В 2019 г. изученные сорта яровой пшеницы характеризовались относительно низкой урожайностью. Только сорт Экада 66 достоверно превысил стандарт (табл. 3).

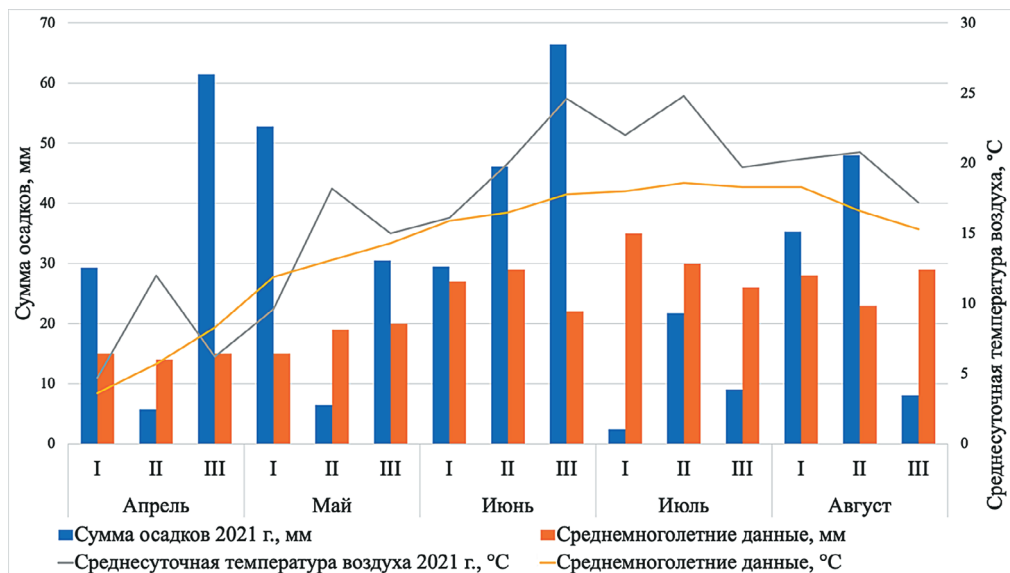


Рис. 3. Метеорологические условия вегетации, 2021 г.

В 2020 г. сорта показали высокую урожайность. Метеорологические условия позволили выявить потенциал отдельных сортов. Так, сорт Экада 66 достоверно превысил стандарт по урожайности (табл. 3). Сорта Черноземно-Уральская 2, Экада 109 и Тюменская 65 показали рекордную для яровой пшеницы урожайность – 60...65 ц/га. Сорта Лиза, Иволга фиолетовая, Тулайковская 108, Кинельская Отрада, Экада 113, Памяти Коновалова и Любава оказались достоверно ниже стандарта.

Урожайность в 2021 г. оказалась низкой вследствие жесткой засухи в период от молочной спелости до созревания. При этом сорт Экада 66 снова оказался самым урожайным. Сорта Тулайковская 108, Экада 109, Тюменская 25, Черноземно-Уральская 2 и Сударыня показали урожайность выше стандарта, что говорит о повышенной засухоустойчивости этих сортов [2].

В среднем по годам урожайность всех изученных сортов была в пределах НСР₀₅ (влияние года оказало решающее воздействие и сгладило частные различия), и только сорт Экада 66 превысил достоверно все остальные сорта. Рассчитанный коэффициент вариации показал, что сорта Лиза, Тулайковская 108 и Кинельская Отрада показали низкий уровень варьирования урожайности по годам ($V < 10\%$), что говорит о стабильности данных сортов. Сорта Иволга фиолетовая, КВС Аквилон, Экада 113 и Любава варьировали по годам в средней степени (V в пределах 10... 20%). Вероятно, эти сорта отличаются средней отзывчивостью к изменению условий вегетации. Сорта Геракл, Злата, Тюменская 25, Памяти Коновалова, Черноземно-Уральская 2, Сударыня и Экада 66 характеризуются высокой степенью варьирования (V выше 20%). Очевидно, эти сорта обладают высокой пластичностью и способны резко изменять урожайность в ответ на изменение условий выращивания.

Оценки потребительского качества зерна бывают косвенными и прямыми. К прямым оценкам мукомольных качеств относятся вход муки при пробном помоле, хлебопекарные качества, объемный выход хлеба и общая хлебопекарная оценка. Считается, что мукомольные качества коррелируют с физическими свойствами зерна: массой 1000 зерен, натурой и стекловидностью [18].

Традиционным критерием хорошей выполненности зерен считается масса 1000 зерен. Это комплексный показатель, зависящий от линейных размеров зерна,

накопления крахмала и белка, от наличия энзимо-микозного истощения, который может выявить влияние условий вегетации на процесс формирования налива и созревания зерна.

Таблица 3

Масса зерна с деланки, г

Сорт	2019 г.	2020 г.	2021 г.	В среднем, 2019–2021 гг.	V, %
Геракл	356,7	507,9	325,3	396,6	25
Лиза	нет	408,0	362,7	385,4	8
Иволга фиолетовая	нет	417,1	358,2	387,7	11
Тулайковская 108	395,0	386,2	427,2	402,8	5
Кинельская Отрада	380,0	329,0	356,9	355,3	7
КВС Аквилон	430,0	530,0	405,3	455,1	15
Экада 109	448,3	600,4	420,4	489,7	20
Злата	360,0	593,0	408,7	453,9	27
Экада 113	418,3	480,4	362,3	420,3	14
Тюменская 25	376,2	611,5	423,3	470,3	26
Памяти Коновалова	нет	450,8	284,1	367,5	32
Черноземно-Уральская 2	421,7	651,8	493,3	522,3	23
Любава	346,7	452,7	385,8	395,1	14
Сударыня	335,0	563,0	452,2	450,1	25
Экада 66	431,7	795,1	531,3	586,0	32
НСР05	63,5	99,5	89,4	108,8	

За три года исследований максимальная масса 1000 зерен у всех сортов сформировалась в 2019 г. Значения показателя варьировали в пределах 40...50 г, что соответствует очень крупному зерну (табл. 4).

В 2020 г. масса 1000 зерен у всех сортов была средней, а самое мелкое зерно сформировалось в 2021 г. Несмотря на то, что формирование зерна в 2021 г. проходило в благоприятных условиях, последующий резкий недостаток влаги и высокая температура во время налива привели к «запалу» зерна. Это явление выражается в том, что недостаток воды приводит к преждевременному созреванию, вызванному понижением влажности в эндосперме ниже 36%. Такая влажность приводит к коагуляции белков и неспособности дальнейшего накопления пластических веществ. В итоге в зерне накапливается мало крахмала, оно формируется недовыполненным, с повышенным содержанием оболочек, в том числе алейронового слоя.

Варьирование массы 1000 семян по годам было относительно низким – в пределах 20% (табл. 4). У отдельных сортов: Иволга фиолетовая, Кинельская Отрада, Тюменская 25, Памяти Коновалова, Черноземно-Уральская 2, Сударыня, Экада 66 – этот признак варьировал слабо, в пределах 10%.

Таким образом, несмотря на то, что условия проведения опыта различались по годам, масса 1000 зерен оказалась относительно стабильным признаком.

Натура зерна – показатель, характеризующий выполненность. Варьирование данного признака может находиться в широких пределах (700–800 г/л) и зависит от выполненности и консистенции эндосперма.

Во все годы исследования изученные сорта характеризовались высокой натурой зерна в пределах 750–810 г/л. Относительно низкой она была у сорта Лиза в 2020 и 2021 гг., а также у фиолетовозерных сортов Иволга фиолетовая и Памяти Коновалова. За три года исследований варьирование признака было слабым (0,4...6,0%). Это говорит о том, что сорта стабильно по годам способны формировать хорошую выполненность независимо от условий вегетации.

Стекловидность зерна формируется в зависимости от генотипа и условий вегетации в фазу налива и созревания. Считается, что высокая стекловидность формируется в степных условиях – при умеренной температуре и недостатке влаги. Москва находится в зоне избыточного увлажнения, где формирование стекловидного эндосперма проблематично. В наших исследованиях это в целом подтверждается: большинство сортов имеют зерно с низкой стекловидностью (табл. 4). Фиолетовозерные сорта характеризовались наименьшими значениями данного признака (21...43%). Отдельные сорта (Геракл, Кинельская Отрада, КВС Аквилон и Экада 113) в среднем имели зерно с относительно высокой стекловидностью (69...79%). Стекловидность остальных сортов сильно зависела от условий вегетации. Так, сорт Тулайковская 108 в 2020 г. имел практически 100%-ную стекловидность, тогда как в 2019 г. – низкую (38%). В целом условия 2020 г. оказались наиболее благоприятными для формирования высокой стекловидности. Самая низкая стекловидность у большинства изученных сортов была отмечена в 2019 г. В 2021 г. все сорта имели низкие значения стекловидности (27...61%).

Из всех изученных свойств зерна сильнее всего от условий вегетации зависит стекловидность. Коэффициент вариации по годам изменялся в широких пределах. Сорта Черноземно-Уральская 2 и Сударыня имели стабильно низкие значения данного показателя ($V = 6...8\%$). Максимальное варьирование отмечено для сортов Тулайковская 108, Экада 109, Экада 113, Тюменская 25, Памяти Коновалова и Экада 66 (V более 30%). Вероятно, столь высокое варьирование данного признака связано с тем, что большинство из этих сортов созданы не для ЦРНЗ. Сорта местной селекции, а именно Лиза, Иволга фиолетовая, Злата, Любава и Сударыня имели среднее варьирование признака, что говорит об их приспособленности к условиям Нечерноземной зоны.

Подводя итог вышесказанного, следует отметить, что метеорологические условия вегетации меньше всего сказываются на натуре и массе 1000 зерен яровой пшеницы. Формирование стекловидности эндосперма подвержено максимальному влиянию внешних условий.

Влияние метеорологических факторов явно сказалось на белковом компоненте эндосперма. Максимальное содержание белка в зерне было отмечено у всех сортов в 2021 г., когда «запал» зерна привел к относительному увеличению алейронового слоя вследствие недостатка накопления крахмала (табл. 5). Отсутствие осадков до уборки сохранило в зерне все компоненты, поскольку энзимо-микозного истощения не было. Самое низкое содержание белка было отмечено в 2020 г., когда сформировалось выполненное зерно, урожайность сортов была максимальной и проявилась известная отрицательная корреляция между высокой урожайностью и содержанием белка. Среднее значение признака было получено в 2019 г.

Физические свойства зерна яровой пшеницы, 2019–2021 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г				Натура зерна, г/л				Стекловидность зерна, %						
	2019	2020	2021	среднее	V, %	2019	2020	2021	среднее	V, %	2019	2020	2021	среднее	V, %
Геракл	48,9	42,2	38,2	43,1	13	766	793	759	773	2,3	62	91	53	69	29
Лиза	44,7	35,5	34,1	38,1	15	804	724	726	751	6,1	58	86	53	66	27
Иволга фиолетовая	–	36,2	33,6	34,9	5	–	735	729	732	0,6	–	26	36	31	23
Тулайковская 108	47,4	39,9	40,2	42,5	10	763	778	778	773	1,1	38	100	61	66	47
Кинельская Отрада	40,8	35,2	35,4	37,1	9	810	798	796	801	0,9	82	96	59	79	24
КВС Аквилон	43,1	39,5	33,4	38,7	13	802	783	790	802	3,3	85	77	54	72	22
Экада 109	50	43,4	41,3	44,9	10	775	779	773	776	0,4	41	78	43	54	38
Злата	46,3	43,6	36,7	42,2	12	800	795	795	797	0,4	50	71	51	57	20
Экада 113	48,9	38,6	35,7	41,1	17	800	758	795	784	2,9	56	97	59	71	32
Тюменская 25	42,2	40,9	36,8	40	7	802	800	796	799	0,4	32	94	55	60	52
Памяти Коновалова	48,4	42,3	39,8	43,5	10	805	747	762	771	3,9	43	21	27	30	38
Черноземно-Уральская 2	45,9	43,1	39,8	42,9	7	796	794	814	801	1,4	47	46	51	48	6
Любава	46,3	39,8	36,7	40,9	12	800	778	781	786	1,5	46	69	53	56	21
Сударыня	44,6	42,3	38,3	41,7	8	751	776	793	773	2,7	45	53	50	49	8
Экада 66	48,2	47,3	45	46,8	4	772	785	798	785	1,7	42	27	55	41	34
НСР ₀₅	2	2,5	2,1	4,8	–	21	21	17	33	–	6	21	9	26	–

По годам у сортов Тюменская 25, Памяти Коновалова и Сударыня выявлено слабое варьирование признака ($V = 10...11\%$). У сортов Иволга фиолетовая, КВС Аквилон, Экада 109 и Экада 66 содержание белка сильнее всего варьировало по годам ($V = 21...31\%$). У остальных сортов отмечено среднее варьирование данного признака ($V = 12...17\%$).

Таким образом, не выявлена связь между местом происхождения сорта и способностью к накоплению белка в условиях ЦРНЗ. В целом для большинства сортов признак оказался средне варьирующим по годам.

Пробную выпечку и ручную отмывку клейковины проводили в 2020 и 2021 гг. Эти годы характеризовались контрастным накоплением белка (минимальным и максимальным соответственно).

В 2020 г. сорт Тулайковская 108 можно было отнести к сильной по качеству пшенице, поскольку она содержит свыше 28% клейковины I группы качества. Сорта Злата, Экада 113, Тюменская 25, Памяти Коновалова и Сударыня также характеризовались высоким содержанием сырой клейковины (табл. 5). Однако упругость по ИДК у них соответствовала II группе качества (удовлетворительно слабая). Сорта Геракл, Лиза, Кинельская Отрада, КВС Аквилон, Экада 109, Черноземно-Уральская 2 и Экада 66 по количеству сырой клейковины соответствовали ценной по качеству пшенице. Из них Лиза, Кинельская Отрада и Черноземно-Уральская 2 по упругости клейковины отнесены ко II группе качества, остальные – к I группе. Наименьшее количество сырой клейковины было получено у Иволги фиолетовой, причем ее клейковина по упругости соответствовала I группе качества.

В 2021 г. у всех изученных сортов яровой пшеницы было отмыто такое количество клейковины, которое соответствует сильной пшенице, – выше 28% (табл. 5). При этом все они, за исключением сортов Иволга фиолетовая, Экада 109 и Тюменская 25, имели I группу качества. Несмотря на существенное влияние метеоусловий на накопление сырой клейковины в зерне изученными сортами яровой пшеницы, у двух сортов (Памяти Коновалова и Сударыня) выявлена стабильность этого признака (табл. 5). У сортов Лиза, Тулайковская 108, Злата, Экада 113, Тюменская 25, Черноземно-Уральская 2 и Любава выявлена средняя степень варьирования по годам. Наименее стабильными были сорта Геракл, Иволга фиолетовая, КВС Аквилон, Экада 109 и Экада 66.

Таким образом, накопление сырой клейковины в зерне и ее качество сильно подвержены влиянию метеорологических условий, однако влияние генотипа также прослеживается.

В 2020 г. выход муки у изученных образцов варьировался от 60 до 71%, причем наиболее низкими значениями характеризовались фиолетовозерные сорта: Иволга фиолетовая и Памяти Коновалова (табл. 6). Показано, что в 2020 г. выход муки не зависел от массы 1000 зерен ($r = -0,05$), имел слабую корреляцию с натурой зерна ($r = 0,33$) и средней – со стекловидностью ($r = 0,59^*$). Таким образом, условия 2020 г., только натура и стекловидность могут косвенно свидетельствовать о мукомольных качествах зерна.

В 2021 г. мукомольные качества всех сортов были выше в сравнении с 2020 г. Практически все сорта имели выход муки, близкий к стандарту, или превышали его (табл. 6). Минимальное значение было отмечено только у сорта Памяти Коновалова. В среднем за два года исследований только этот сорт был достоверно ниже стандарта по выходу муки. Кроме того, он показал максимальное варьирование признака по годам ($V = 8\%$). В 2021 г. масса 1000 зерен, натура и стекловидность имели слабую положительную связь с выходом муки ($r = 0,16; 0,26; 0,28$ соответственно).

В целом по двум годам исследования не выявлено существенное влияние метеорологических условий на выход муки. Коэффициент вариации всех сортов был в пределах от 0 до 8%, то есть показал несущественные изменения признака по годам (табл. 6).

Самый важный показатель хлебопекарных качеств – это объемный выход хлеба. В 2020 г. все изученные сорта характеризовались низкими хлебопекарными качествами: объемный выход хлеба варьировал в пределах от 110 до 496 мл, что соответствует 1...3 баллам шкалы оценки качества соответственно [11]. Общая хлебопекарная оценка всех образцов была также довольно низкой (от 3,0 до 4,6 балла). Самой низкой общей хлебопекарной оценкой характеризовался сорт Иволга фиолетовая (3,0 балла), самой высокой – стандарт Злата (4,6 балла). Остальные сорта характеризовались показателем в пределах 3,9–4,4 балла, что соответствует уровню ценной по качеству пшенице.

Сорта Геракл, Тюменская 25, Памяти Коновалова, Черноземно-Уральская 2, Любава и Сударыня показали достоверно более высокий объемный выход хлеба в сравнении со стандартом (табл. 6). Объем хлеба достоверно ниже, чем у стандарта, был у сортов Иволга фиолетовая и Кинельская Отрада. От сортов Лиза, Тулайковская 108, КВС Аквилон, Экада 109, Экада 113 и Экада 66 получен хлеб на уровне стандарта. Между объемным выходом хлеба, содержанием белка и клейковины отмечена достоверная положительная взаимосвязь ($r = 0,56^*$; $0,55^*$ соответственно). Действительно, содержание белка в 2020 г. было низким, что объясняется сложившимися условиями вегетации. Кроме того, на хлебопекарные качества большое влияние оказывают содержание и степень ферментативного разрушения крахмальных зерен. Поскольку в 2020 г. наблюдался значительный избыток осадков в течение всей вегетации, то нельзя ожидать высокой сохранности крахмальных зерен. Эти причины в комплексе привели к низким значениям объемного выхода хлеба.

В 2021 г. хлебопекарные качества всех изученных сортов были превосходными: у всех сортов объемный выход был в среднем в два раза выше, чем в 2020 г., поскольку от формирования до созревания зерна практически не было осадков на фоне высокой температуры воздуха, что не способствовало накоплению крахмала и энзимо-микозному истощению. В целом в 2021 г. содержание белка и клейковины было существенно выше, чем в 2020 г. Однако корреляционный анализ между показателями объемного выхода хлеба и содержания белка и клейковины показал слабую положительную связь между признаками ($r = 0,23$; $0,35$ соответственно).

Сорта Геракл и Любава сохранили достоверное превышение над стандартом, аналогичное 2020 г. Сорт Иволга фиолетовая из «отстающих» перешел в группу сортов с самым высоким объемным выходом хлеба – 752 мл (рис. 4). Сорта КВС Аквилон, Экада 109 также проявили хлебопекарные качества достоверно выше стандарта (табл. 6). Сорта Лиза, Тюменская 25, Памяти Коновалова, Сударыня и Экада 66 по объемному выходу хлеба не отличались от стандарта. Общая хлебопекарная оценка зерна всех образцов яровой пшеницы была более высокой, чем в 2020 г. Только сорт Кинельская Отрада имел 3,4 балла. Остальные сорта имели общую хлебопекарную оценку выше 4,0 балла.

В среднем по годам достоверные различия между сортами исчезают, только сорт Кинельская Отрада сохраняет достоверно низкие показатели относительно стандарта. Варьирование показателя объемного выхода хлеба по годам составляет 30...84%, что говорит о весьма существенном влиянии условий вегетации на проявление признака «Объемный выход хлеба».

Биохимические свойства зерна пшеницы, 2019–2021 гг.

Сорт	Содержание белка, %					Содержание сырой клейковины в зерне, %				Характеристика клейковины по упругости, единицы ИДК	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	V, %	2020 г.	2021 г.	среднее	V, %	2020 г.	2021 г.
Геракл	14,6	12,3	17,2	14,7	17	26,3	35,7	31	21	68,8	74,6
Лиза	14,7	12,2	16,3	14,4	14	27,6	34,4	31	16	83,8	66,9
Иволга фиолетовая	–	10,8	16,8	13,8	31	18	36,4	27,2	48	53,4	76,7
Тулайковская 108	15,8	12,9	16,9	15,2	14	30,6	39,4	35	18	70,0	62,8
Кинельская Отрада	14,2	11,8	17,4	14,5	19	25,3	33,6	29,5	20	76,0	53,6
КВС Аквилон	14,1	11,3	17,5	14,3	22	25,7	37,1	31,4	26	68,8	73,8
Экада 109	12,3	11,6	16,8	13,6	21	26,2	38,0	32,1	26	72,8	80,5
Злата	14,7	12,8	16,8	14,8	14	30,6	36,1	33,3	12	75,2	60,5
Экада 113	14,7	13,5	17	15,1	12	33,3	41,2	37,3	15	77,5	72,9
Тюменская 25	15,5	13,7	16,9	15,4	10	31,6	40,8	36,2	18	80,0	84,2
Памяти Коновалова	14,8	13,5	16,4	14,9	10	30,2	31,5	30,9	3	78,9	63,0
Черноземно-Уральская 2	13,5	11,3	15,9	13,6	17	26,4	32,8	29,6	15	76,9	67,6
Любава	14,9	11,9	16,8	14,5	17	26,9	32,8	29,9	14	74,7	66,0
Сударыня	14,2	12,6	15,8	14,2	11	29,8	31,9	30,9	5	76,3	57,2
Экада 66	12,3	10,8	16,3	13,1	22	25,6	34,6	30,1	21	67,0	64,2
НСР ₀₅	0,94	0,3	0,4	1,1	–	–	–	6,2	–	–	–

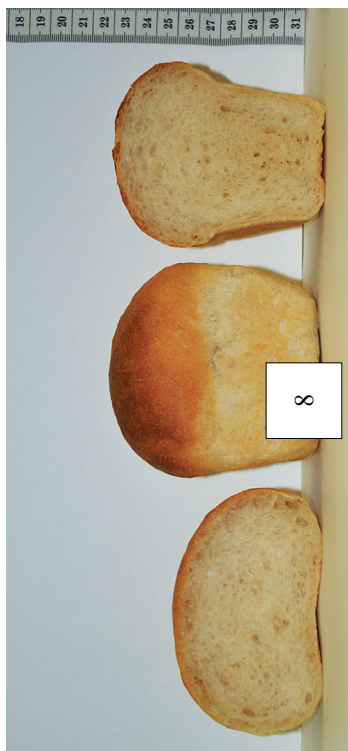
Мукомольные и хлебопекарные качества яровой пшеницы, 2020–2021 гг.

Сорт	Выход муки, %				Объемный выход хлеба, мл				Общая хлебопекарная оценка, балл	
	2020 г.	2021 г.	среднее	V, %	2020 г.	2021 г.	среднее	V, %	2020 г.	2021 г.
Геракл	68	70	69	2	370	725	548	46	4,1	4,8
Лиза	70	71	70	1	282	610	446	52	3,8	4,6
Иволга фиолетовая	65	71	68	6	229	752	491	75	3,0	4,3
Тулайковская 108	68	69	68	2	341	670	506	46	4,0	4,8
Кинельская Отрада	68	68	68	0	110	428	269	84	3,6	3,4
КВС Аквилон	68	70	69	2	323	698	510	52	3,9	4,7
Экада 109	70	71	71	0	313	712	513	55	4,0	4,6
Злата	69	70	70	1	295	598	446	48	4,6	4,6
Экада 113	71	72	71	1	345	540	442	31	4,4	4,5
Тюменская 25	69	70	69	1	496	645	570	18	4,4	4,1
Памяти Коновалова	60	67	64	8	408	558	483	22	3,9	4,4
Черноземно-Уральская 2	71	74	72	3	352	542	447	30	4,3	4,1
Любава	70	72	71	2	385	655	520	37	4,1	4,6
Сударыня	69	71	70	2	363	570	466	31	4,3	4,5
Экада 66	67	74	70	7	280	590	435	50	3,8	4,6
НСР ₀₅	-	-	3	-	56	46	156	-	-	-



2020 г.

Сорт Злата



2021 г.



2020 г.

Сорт Иволга фиолетовая



2021 г.

Рис. 4. Хлеб яровой пшеницы, полученный в контрастные по метеорологическим условиям годы

Выводы

1. Годы изучения соответствовали определению Центрального региона Нечерноземной зоны как зоны рискованного земледелия. Метеорологические условия изучения 2019–2021 гг. сильно различались и оказали большое влияние на формирование урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы.

2. Гидротермический коэффициент, рассчитанный в целом за вегетацию, не позволяет объективно оценить степень влияния метеоусловий на растения. Требуется более подробный анализ метеоусловий, сложившихся в каждый конкретный межфазный период.

3. Условия вегетации 2020 г. привели к формированию высокого урожая зерна с низкими хлебопекарными качествами у всех изученных сортов. Условия вегетации 2019 и 2021 гг. обусловили среднюю урожайность зерна. При этом качество зерна в 2019 г. было средним, а в 2021 г. – высоким.

4. Метеорологические условия меньше всего влияют на массу 1000 зерен и выход муки. Сильному варьированию подвержены признаки «Стекловидность зерна» и «Объемный выход хлеба».

5. Сорта Геракл и Любава во всех условиях вегетации показали лучшие значения хлебопекарных качеств. Их можно использовать в селекции на соответствующие показатели.

6. Сорта Иволга фиолетовая и Кинельская Отрада сформировали зерно с высокими хлебопекарными качествами в засушливых условиях. Их можно рекомендовать к испытанию в зонах с недостаточным увлажнением.

7. Сорта Тюменская 25, Экада 109, КВС Аквилон и Сударыня в течение трех лет изучения характеризовались комплексом хозяйственно-полезных признаков: высокими урожайными и хлебопекарными качествами. Их также можно рекомендовать к использованию в селекционном процессе в ЦРНЗ.

Библиографический список

1. Абделькави Р.Н.Ф. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодно-климатических условиях / Р.Н.Ф. Абделькави А.А. Соловьев // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 2 (68). – С. 3–7.

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

3. Волкова Л.В. Роль генотипа и погодных условий в формировании морфобиологических и хозяйственно ценных признаков яровой мягкой пшеницы / Л.В. Волкова, Е.М. Лисицын, О.С. Амунова // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2020. – № 3 (23). – С. 43–56.

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

5. Давыдова Н.В. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на урожайность и устойчивость к стрессовым факторам внешней среды в условиях Центрального Нечерноземья / Н.В. Давыдова, А.О. Казаченко, А.В. Широколава, А.М. Резепкин, В.А. Нардид, Е.С. Романова, Е.Е. Шарошкина // *Аграрная Россия*. – 2021. – № 9. – С. 9–13.

6. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 351 с.

7. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – М.: Агрорус, 2004. – 1110 с.
8. Игнатьева Г.В. Сорта яровой пшеницы для Центрального Нечерноземья Российской Федерации / Г.В. Игнатьева, Е.В. Викулина, З.Е. Сатарина, С.А. Булатова // Селекция и семеноводство. – 2020. – № 2 (92). – С. 56–62.
9. Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. – М.: Колос, 1980. – 207 с.
10. Новиков Н.Н. Формирование качества зерна хлебопекарной пшеницы при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве / Н.Н. Новиков // Известия ТСХА. – 2010. – № 1. С. 59–72.
11. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: Учебное пособие / Под ред. профессора В.В. Пыльнева. – СПб.: «Лань», 2014. – 448 с.
12. Сандухадзе Б.И. Особенности генотипа сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Нечерноземной зоны РФ / Б.И. Сандухадзе, В.В. Бугрова, М.С. Крахмалева, Р.З. Мамедов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 8–11.
13. Сельскохозяйственный портал. – URL: https://xn-80ajgpcpbhkds4a4g.xn-plai/analiz-POSEVNYH-PlOSHHADEJ/?region_id=0 (дата обращения: 01.11.2021).
14. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона Европейской части РФСР / Под. ред. И.Г. Грингофа. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 518 с.
15. Чирков Ю.И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 294 с.
16. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. Избранные сочинения. Т. 1. – М.: Издательство ИТРК, 2016. – 594 с.
17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Под общ. ред. М.А. Федина. – М., 1988. – 122 с.
18. Селекция полевых культур на качество: Учебное пособие / Л.И. Долгодворова, В.В. Пыльнев, О.А. Буко и др. – СПб.: Изд-во «Лань», 2018. – 256 с.
19. Eberhart S.G. Stability parameters for comparing varieties / S.G. Eberhart, W.G. Russel // Crop Sci. – 1966. – № 6. – P. 36–40.
20. Enzymic mycosis exhaustion of grain as one of the reasons for decreasing the seed quality of the triticale of winter in the zone of the western forest-steppe of Ukraine / O. Voloshchuk, I. Voloshchuk, V. Hlyva and O. Kovalchuk // Balanced Nature Using. – 2018. – Т. 7, № 1. – P. 55–61.

EFFECT OF WEATHER CONDITIONS ON THE QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN (*TRITICUM L.*)

V.S. RUBETS¹, I.N. VORONCHIKHINA², V.V. PYL'NEV¹,
V.V. VORONCHIKHIN², A.G. MARENKOVA¹

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

² Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Academy of Sciences)

The Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy studied the complex of economically valuable properties of 15 varieties of soft spring wheat of different ecological and geographical origins. The studies took place at the Field Experimental Station in 2019–2021. The researchers confirmed that the Central region of the Non-Black Earth zone of Russia remains a zone of risky agriculture. The article emphasizes that meteorological conditions substantially affect the formation of yields and grain

quality. At the same time, the hydrothermal coefficient, calculated for the whole vegetational season, does not objectively assess the effect of meteorological conditions on the plants. This fact requires a detailed analysis of the meteorological conditions prevailing in each specific interstage. The vegetation conditions in 2020 contributed to the formation of a high grain yield of low baking quality in all the varieties studied. The vegetation conditions in 2019 and 2021 influenced the formation of the average grain yield. Grain quality was medium in 2019 and high in 2021. The most stable variety-specific properties were grain body, 1000 grains mass, and flour yield. The vitreousness of the grain and the volume yield of the bread turned out the most unstable properties in our studies. The researchers recommended varieties of high baking qualities (Gerakl, Ljubava, KVS Akvilon, Tyumenskaya 25, Ekada 109, and Sudarynya) as starting material in the selection of spring wheat of high baking qualities. Varieties Ivolga Fioletovaya and Kinel'skaya Otrada can form grain of advanced baking quality in dry conditions. They can be recommended for testing in areas with insufficient moisture.

Key words: meteorological conditions, soft spring wheat, baking qualities, volume yield of bread, physical properties of grain.

References

1. *Abdelkavi R.N.F., Soloviev A.A.* Osobennosti formirovaniya kachestva zerna yarovoy tritikale v kontrastnykh pogodno-klimaticheskikh usloviyakh [Features of the formation of the quality of spring triticale grain in contrasting weather and climatic conditions]. Grain farming of Russia. 2020; 2 (68): 3–7. (In Rus.)
2. *Amunova O.S.* Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy prevegetatsii na urozhaynost' i urozhaynye kachestva semyan myagkoy yarovoy pshenitsy [The influence of meteorological conditions of pre-vegetation on the yield and yielding qualities of soft spring wheat seeds]. Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka. 2019; 20 (5): 437–446. (In Rus.)
3. *Volkova L.V., Lisitsyn E.M., Amunova O.S.* Rol' genotipa i pogodnykh usloviy v formirovanii morfobiologicheskikh i khozyaystvenno tsennykh priznakov yarovoy myagkoy pshenitsy [The role of genotype and weather conditions in the formation of morphobiological and economically valuable properties of spring bread wheat]. Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. 2020; 3 (23): 43–56. (In Rus.)
4. *Voronchikhina I.N., Voronchikhin V.V., Rubets V.S., Pyl'nev V.V., Klepikova A.S.* Otsenka kolleksii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Tsentral'nogo rayona Nechernozemnoy zony Rossii [Assessment of the collection of spring bread wheat in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia]. Agrarniy nauchniy zhurnal. 2021; 8: 13–18. (In Rus.)
5. *Davydova N.V., Kazachenko A.O., Shirokolava A.V., Rezepkin A.M., Nardid V.A., Romanova E.S., Sharoshkina E.E.* Iskhodniy material dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy na urozhaynost' i ustoychivost' k stressovym faktoram vneshney sredy v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya [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 Rus.)
6. *Dospekhov B.D.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Al'yans. 2014; 351. (In Rus.)
7. *Zhuchenko A.A.* Resursniy potentsial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia]. M.: Agorus. 2004: 1110. (In Rus.)
8. *Ignat'yeva G.V., Vikulina E.V., Satarina Z.E., Bulatova S.A.* Sorta yarovoy pshenitsy dlya Tsentral'nogo Nechernozem'ya Rossiyskoy Federatsii [Spring wheat varieties for the Central Non-Black Earth Region of the Russian Federation]. Seleksiya i semenovodstvo. 2020; 2 (92): 56–62. (In Rus.)

9. *Kumakov V.A.* Fiziologiya yarovoy pshenitsy [Physiology of spring wheat]. M.: Kolos. 1980: 207. (In Rus.)
10. *Novikov N.N.* Formirovanie kachestva zerna khlebopekarnoy pshenitsy pri vyrashchivanii na dernovo-podzolistoy srednesuglinistoy pochve [Formation of grain quality of baking wheat when grown on sod-podzolic medium loamy soil]. *Izvestiya TSKHA.* 2010; 1: 59–72. (In Rus.)
11. *Pyl'nev V.V. et al.* Praktikum po selektsii i semenovodstvu polevykh kul'tur: Uchebnoye posobiye [Workshop on selection and seed production of field crops: Textbook]. SPb.: Izd-vo "Lan". 2014: 448. (In Rus.)
12. *Sandukhadze B.I., Bugrova V.V., Krakhmaleva M.S., Mamedov R.Z.* Osobennosti genotipa sortov ozimoy pshenitsy, vozdeleyvaemykh v usloviyakh Nechernozemnoy zony RF [Features of the genotype of winter wheat varieties cultivated in the non-black earth zone of the Russian Federation]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka.* 2020; 5: 8–11. (In Rus.)
13. Sel'skokhozyaystvenniy portal [Agricultural portal]. URL: https://xn-80ajgp-cpbhkds4a4g.xn--plai/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=0 (In Rus.)
14. *Gringofa I.G. et al.* Spravochnik agronoma po sel'skokhozyaystvennoy meteorologii. Nechernozemnaya zona Evropeyskoy chasti RFSR [Handbook of an agronomist on agricultural meteorology. Non-chernozem zone of the European part of the RFSR]. L.: Gidrometeoizdat. 1986: 518 (In Rus.)
15. *Chirkov Yu.I.* Agrometeorologiya [Agrometeorology]. L.: Gidrometeoizdat. 1986: 294. (In Rus.)
16. *Shevelukha V.S.* Rost rasteniy i ego regulyatsiya v ontogeneze. Izbrannye sochineniya. T.1. [Plant growth and its regulation in ontogenesis. Selected Works. Vol. 1.]. M.: izdatel'stvo ITRK. 2016: 594. (In Rus.)
17. *Fedin M.A. et al.* Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kul'tur [Methodology for state variety testing of agricultural crops. Technological assessment of Technological assessment of cereals, grains and leguminous crops]. Moscow. 1988: 122. (In Rus.)
18. *Dolgodorova L.I., Pyl'nev V.V., Buko O.A. et al.* Seleksiya polevykh kul'tur na kachestvo: Uchebnoye posobie [Selection of field crops for quality: Study manual]. SPb.: Izd-vo "Lan", 2018: 256. (In Rus.)
19. *Eberhart S.G., Russel W.G.* Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966; 6: 36–40.
20. *Voloshchuk O., Voloshchuk I., Hlyva V., and Kovalchuk O.* Enzymic mycosis exhaustion of grain as one of the reasons for decreasing the seed quality of the triticale of winter in the zone of the western forest-steppe of Ukraine. *Balanced Nature Using.* 2018; 7 (1): 55–61.

Рубец Валентина Сергеевна, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–12–72; e-mail: Valentina.rubets50@gmail.com).

Ворончихина Ирина Николаевна, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; тел.: (999) 823–06–91; e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com).

Пыльнев Владимир Валентинович, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

(127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–12–72; e-mail: PYL8@yandex.ru).

Ворончихин Виктор Викторович, канд. с.-х. наук, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; тел.: (999) 823–06–91; e-mail: vitya.voronchihin@gmail.com).

Маренкова Алина Геннадьевна, инженер кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–12–72; e-mail: lina.marko@mail.ru).

Valentina S. Rubets, DSc (Bio), Associate Professor, Professor of 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: (499) 976–12–72; E-mail: Valentina.rubets50@gmail.com).

Irina N. Voronchikhina, Research Associate, the Department of the Remote Hybridisation, the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Academy of Sciences (4 Botanicheskaya Str., Moscow (127276, Russian Federation; phone: (999) 823–06–91; E-mail: yarinkapanfilova@gmail).

Vladimir V. Pyl'nev, DSc (Bio), Professor, Head of 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: (499) 976–12–72; E-mail: PYL8@yandex.ru).

Viktor V. Voronchikhin, PhD (Ag), Research Associate, the Department of the Remote Hybridisation, the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Academy of Sciences (4 Botanicheskaya Str., Moscow (127276, Russian Federation; phone: (999) 823–06–91; E-mail: vitya.voronchihin@gmail.com).

Alina G. Marenkova, engineer, 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: (499) 976–12–72; E-mail: lina.marko@mail.ru).