

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Ф.Ф. Курмакаев, И.Д. Фадеева

ТатНИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия, e-mail: agronome131@mail.ru

Аннотация Объектом исследования являлись 17 сортов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения с целью выявления наиболее зимостойких и урожайных в условиях Предкамской зоны республики Татарстан. В среднем за два года изучения максимальные прибавки урожая зерна над стандартным сортом были получены у сортов ЭН Цефей (0,59 т/га), ЭН Альбирео (0,74 т/га), Ильвина (0,59 т/га), Универсиада (0,35 т/га). Доля влияния генотипа сорта на урожайность составила 42,7%, а метеоусловий – 51,3%.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, перезимовка, коэффициент кущения, масса зерна с колоса, урожайность

CHARACTERISTICS OF WINTER WHEAT VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH OF THE MIDDLE VOLGA REGION

F.F. Kurmakaev, I.D. Fadeeva

Tatar Research Institute of Agriculture FRC KazSC of RAS, Kazan, Russian Federation,
e-mail: agronome131@mail.ru

Abstract. The object of the study was 17 varieties of winter soft wheat of various geographical origins in order to identify the most winter-hardy and productive in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan. On average, over two years of study, the maximum increases in grain yield over the standard variety were obtained from the varieties EN Cepheus (0.59 t/ha), EN Albireo (0.74 t/ha), Ilvina (0.59 t/ha), Universiade (0.35 t/ha). The share of influence of the variety genotype on yield was 42.7%, and weather conditions - 51.3%.

Keywords: winter wheat, variety, overwintering, tillering factor, grain weight per ear, productivity

Введение. Республика Татарстан относится к зоне неустойчивого земледелия. Определяющим условием получения высоких урожаев озимой пшеницы является устойчивость сортов к зимнему стрессу, включающему в себя низкие температуры воздуха, недостаточный или избыточный снежный покров и длительность его залегания, выпревание, развитие снежной плесени. Приоритетным направлением селекции озимой пшеницы, как и других культур в регионе, остаётся повышение продуктивности в сочетании с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам [1, 2, 3]. С учетом нестабильности климата роль селекции в повышении продуктивности оценивается учеными в 30...70 %. В то же время в ходе селекции существует риск снижения генетического разнообразия сельскохозяйственных культур, причем в отношении пшеницы эти процессы особенно значительны [4, 5]. Адаптивный сорт – это сорт экологически пластичный, приспособленный к проявлению экстремальных внешних условий [6, 7, 8]. Если сорт не обладает генетической «гибкостью» к широкому спектру почвенно-климатических условий, то он не может противостоять действию различных биотических и абиотических стрессов [9, 10]. Районирование устойчивых сортов, которые способны обеспечить длительную защиту от местных популяций патогена, – наиболее эффективный, экономически и экологически оправданный способ защиты [11]. Цель исследований – выделить наиболее зимостойкие и урожайные сорта озимой пшеницы в условиях Предкамской зоны республики Татарстан.

Материалы и методы. В качестве объекта исследований использовали 17 сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum L.*), включенных в Государственный реестр сортов разрешенных к использованию, а также находящихся на Государственном сортоиспытании из различных селекционных центров России. Опыты закладывались на полях Татарского НИИСХ. Почва опытного участка – серая лесная. Содержание гумуса (по Тюрину) – 3,2...3,5 %, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 262...289 мг/кг почвы, калия (по Кирсанову) – 130...144 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки 5,2...5,4. Предшественник – чистый пар. Сроки посева – оптимальные для зоны. Площадь делянки 10 м². Повторность трехкратная. Схема опыта: фактор А – сорта; фактор Б – годы изучения.

Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова (2014) и в пакете программ MS EXSEL.

Метеоусловия в период проведения исследований были контрастными по влагообеспеченности. В осенний период 2020 года растения успели хорошо раскуститься и набрать свыше 25 % растворимых углеводов за период осенней вегетации. В зимний период 2020-2021 складывались благоприятные условия для усиленного дыхания и развития снежной плесени за счет высокого снегового покрова. Возобновление вегетации озимой пшеницы в 2021 году отмечено во вторую декаду апреля. В третью декаду апреля пониженный температурный режим с ночными заморозками сдерживал отрастание озимых культур. Отмечено повреждение растений от выпревания и комплекса неблагоприятных погодных условий осенне-зимне-весеннего периода. Начиная с первой декады мая, температуры воздуха превышали среднемноголетние значения, что привело к отмиранию побегов кущения и изреживанию посевов. 1-3 июня отмечено начало колошения большинства районированных сортов, а 7-9 июня цветение – раньше среднемноголетних сроков (табл.1).

Таблица 1. Метеорологические условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы, 2021 год

декады		Сумма температур выше +10 °С	Осадки, мм	ГТК	Фаза развития растений
май	I	-	11,0	0,45	Кущение
	II	128	0,0		Трубкование
	III	82	6,0		
июнь	I	77	0,0		
	II	112	3,0		Формирование зерновки
	III	176	7,5		Налив зерна
июль	I	123	0,0		Восковая спелость
	II	137	10,0		Полная спелость
сумма		835	37,5		

В первую декаду июня наблюдалось понижение относительной влажности воздуха в дневные часы до 30 % и менее. Но растения озимой пшеницы за счет развитой корневой системы еще справлялись с дефицитом доступной влаги. Во вторую декаду июня (в период формирования зерновки) флаговый лист растений пшеницы в дневной период сворачивался в трубку и терял тургор, что свидетельствовало о стрессе растений. В третью декаду июня достигнуты критерии опасного агрометеорологического явления «атмосферная засуха» и «почвенная засуха», что привело к преждевременному отмиранию нижнего яруса листьев и резкому сокращению периода налива зерна. Сохранение в течение длительного периода очень высокого температурного режима в сочетании с дефицитом осадков делали крайне напряжёнными условия для формирования урожая озимой пшеницы. Гидротермический коэффициент за период весенне-летней вегетации озимой пшеницы составил 0,45. Созревание зерна озимой пшеницы произошло на две недели ранее среднемноголетних сроков –12...14 июля.

В осенний период 2021 года растения озимой пшеницы успели хорошо раскуститься и набрать свыше 30 % растворимых углеводов за период осенней вегетации. Прекращение вегетации озимых культур отмечено 25 октября при среднемноголетних значениях 4-16 октября. В зимний период складывались благоприятные условия для усиленного дыхания и развития снежной плесени. Весной 2022 года возобновление вегетации озимой пшеницы отмечено во вторую декаду апреля. В третью декаду апреля сложились благоприятные метеоусловия с большим количеством осадков для отрастания корневой системы и формирования дополнительных побегов кущения (табл.2). В период летней вегетации метеоусловия благоприятствовали получению высоких урожаев зерна озимой пшеницы.

Таблица 2. Метеорологические условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы, 2022 год

Декады		Сумма температур свыше +10 °С	Осадки, мм	ГТК	Фаза развития растений	
апрель	III	41	23	1,23	Кущение	
май	I	62	6		Трубкование	
	II	48	48		Колошение	
	III	71	6		Цветение	
июнь	I	175	14		Формирование зерновки	
	II	184	7		Налив зерна	
	III	175	6		Восковая спелость	
июль	I	199	-		Полная спелость	
	II	219	61			
	III	240	3			
сумма		1414	174			

Результаты и обсуждение. Степень перезимовки оценивали по количеству отрастающих побегов через две недели после начала вегетации растений. Анализ данного показателя выявил сорта с наибольшим процентом выживших побегов (табл. 3).

Таблица 3. Перезимовка сортов экологического сортоиспытания (%), 2021-2022 гг.

Сорт (фактор А)	Год (фактор В)		Среднее значение	+- к стандарту
	2021	2022		
Казанская 560 - стандарт	77	85	81,0	-
Универсиада	83	88	85,5	4,5
Султан	85	88	86,5	5,5
Ильвина	79	90	84,5	3,5
Московская 39	76	85	80,5	-0,5
Безенчукская 380	79	84	81,5	0,5
Умка	78	80	79,0	-2,0
ЭН Тайгета	70	75	72,5	-8,5
ЭН Альбирео	76	82	79,0	-2,0
ЭН Цефей	82	85	83,5	2,5
ЭН Фотон	78	83	80,5	-0,5
Скипетр	78	91	84,5	3,5
Льговская 4	76	92	84,0	3,0
Бирюза	75	88	81,5	0,5
Эстафета	67	76	71,5	-9,5
Аленушка	79	82	80,5	-0,5
Миг	71	74	72,5	-8,5
Среднее значение	77	84	80,5	-0,5
НСР по А=3,6; НСР по В=1,88; НСР по АВ=1,51				

В среднем за два года максимальный процент выживших растений отмечен у сортов Универсиада (85,5%), Ильвина (84,5%) и сорта Султан (86,5%). Менее высокий уровень зимостойкости в условиях республики Татарстан показали сорта Эстафета (71,5%) и ЭН Тайгета (72,5%). В среднем по изучаемым сортам в 2021 году количество выживших побегов составило 77%; в 2022 году – 84%. В 2021 г максимальное кущение 2,8 побега на растение было получено у сортов Султан, ЭН Цефей, Скипетр и Бирюза. В 2022 году в период весеннего отрастания и кущения озимой пшеницы складывались благоприятные метеоусловия для формирования дополнительных побегов кущения: максимальное продуктивное кущение было отмечено у сорта ЭН Цефей (4,5 побега), минимальное у сорта ЭН Тайгета (2,8 побега).

Сорта экологического сортоиспытания различались по высоте растения и морфотипу (табл. 4). Согласно Международному классификатору СЭВ рода *Triticum L.* (1984) сорта ЭН Тайгета, Альбирео, ЭН Фотон, Миг, Эстафета могут быть отнесены к группе низкорослых сортов (51-80 см). Остальные изучаемые сорта (кроме сорта Султан) относятся к группе среднерослых с высотой растений 81-110 см. Наиболее высокорослым среди изучаемых сортов был сорт Султан, а самым низкостебельным сорт ЭН Тайгета. По результатам дисперсионного анализа высота растений на 95% определялась генотипом сорта и только на 4,5% - условиями в годы изучения. В засушливом 2021 году в среднем по сортам высота растений на 8,9% была ниже, чем во влажном 2022 году.

В условиях 2021 года количество колосков в колосе колебалось от 15 до 18 штук и от 20 до 24 штук в 2022 году. В среднем за 2 года изучения наибольшее количество колосков в колосе (20-21 шт.) было сформировано у сортов Ильвина, ЭН Альбирео, ЭН Цефей, Миг, Универсиада, Умка, ЭН Тайгета, Скиперт, Льговская 4 (табл.4).

Таблица 4. Высота растения и количество колосков в колосе у сортов экологического сортоиспытания

Сорт	Высота растения, см			Количество колосков колосе, шт.		
	2021	2022	среднее	2021	2022	среднее
Казанская 560	102	109	105,5	18	20	19,0
Универсиада	97	103	100,0	19	22	20,5
Султан	104	114	109,0	18	20	19,0
Ильвина	85	89	87,0	19	22	20,5
Московская 39	98	105	101,5	19	20	19,5
Безенчукская 380	99	106	102,5	18	20	19,0
Умка	100	108	104,0	18	21	19,5
ЭН Тайгета	63	67	65,0	19	23	21,0
ЭН Альбирео	76	84	80,0	19	25	22,0
ЭН Цефей	77	88	82,5	19	24	21,5
ЭН Фотон	72	82	77,0	18	21	19,5
Скипетр	80	90	85,0	19	23	21,0
Льговская 4	78	85	81,5	18	23	20,5
Бирюза	82	91	86,5	18	21	19,5
Эстафета	74	78	76,0	18	21	19,5
Аленушка	99	105	102,0	18	22	20,0
Миг	68	78	73,0	18	23	20,5
Среднее значение	85,5	93,1	89,3	18,4	21,8	20,1
	НСР по А=2,40 ; НСР по В= 0,83; НСР по АВ= 0,15			НСР по А=1,71; НСР по В= 0,58; НСР по АВ= 0,12		

Благоприятные условия вегетации в 2022 году привели к увеличению количества колосков в колосе на 18,6% в среднем по изучаемым сортам по сравнению с 2021 годом. При наступлении засушливых условий вегетации в 2021 году в большей степени снизили количество колосков в колосе сорта ЭН Альберико (на 24,0%), ЭН Цефей (на 20,8%), Льговская 4 (на 21,7%), Миг (на 21,7%) по сравнению с благоприятным 2022 годом.

Число зерен в колосе представляет значительный интерес для характеристики сорта. Озерненность колоса в среднем сортам составила в 2021 году 39,9 зерен, а в 2022 году увеличилась на 16,2% и достигла 47,6 штук зерен в колосе (табл.5). Максимальное количество зерен в колосе было получено у сорта Цефей в 2021 году – 43,6 шт., минимальное у сорта Умка – 37,2 шт. Наибольшей отзывчивостью по данному показателю на улучшение условий возделывания выделились сорта ЭН Альбирео (27,8%), Льговская 4 (23,6%), ЭН Цефей (22,9%), Миг (22,7%), ЭН Фотон (22,1%). С другой стороны, данные сорта оказались менее засухоустойчивыми, так как в большей степени снижали озерненность колосьев при наступлении засушливых условий вегетации.

Одним из важнейших элементов структуры урожая является масса зерна с колоса. Как видно из таблицы 5, сорта существенно различались по данному показателю. Масса зерна с колоса варьирует в зависимости от сорта и года испытания. Наибольшими значениями массы зерна с колоса выделялись сорта ЭН Альберико (2,20 г), ЭН Цефей (2,13 г), Бирюза (1,93 г), ЭН Ильвина (1,89 г), Фотон (1,87 г), Скипетр (1,83 г), ЭН Тайгета (1,81 г).

Наибольшие прибавки при улучшении условий влагообеспеченности были получены у сортов ЭН Фотон (27,3%), Миг (20,0%), Бирюза (20,0%).

Таблица 5 – Изменение озерненности и массы зерна с колоса у сортов экологического испытания

Сорт	Количество зерен, шт.			Масса зерна с колоса, г		
	2021	2022	среднее	2021	2022	среднее
Казанская 560	39,5	45,2	42,35	1,60	1,92	1,76
Универсиада	39,2	47,2	43,2	1,62	1,95	1,78
Султан	40,0	46,9	43,45	1,55	1,86	1,70
Ильвина	39,0	47,3	43,15	1,72	2,05	1,89
Московская 39	41,1	46,8	43,95	1,63	1,89	1,76
Безенчукская 380	39,1	46,5	42,8	1,70	1,85	1,78
Умка	37,2	45,5	41,35	1,57	1,78	1,68
ЭН Тайгета	40,0	48,1	42,65	1,70	1,92	1,81
ЭН Альбирео	41,0	52,4	46,7	2,10	2,3	2,20
ЭН Цефей	43,6	53,6	46,8	2,05	2,20	2,13
ЭН Фотон	41,2	50,3	45,75	1,65	2,10	1,87
Скипетр	40,0	46,6	43,3	1,68	1,98	1,83
Льговская 4	39,0	48,2	43,6	1,52	1,78	1,65
Бирюза	40,2	49	46,3	1,75	2,1	1,93
Эстафета	39,8	45,8	42,8	1,64	1,85	1,75
Аленушка	38,0	40	39	1,58	1,86	1,72
Миг	41,0	50,3	45,6	1,60	1,92	1,76
Среднее значение	39,9	47,6	43,8	1,70	2,00	1,80
НСР ₀₅	НСР по А= 4,1; НСР по В= 1,4; НСР по АВ= 1,2			НСР по А= 0,12; НСР по В=0,04; НСР по АВ= 0,08		

Интегральным показателем характеристики сорта является его урожайность. В засушливом 2021 году урожайность озимой пшеницы варьировала от 3,06 т/га (Эстафета) до 3,98 т/га (ЭН Альбирео), а в условиях 2022 года от 3,65 т/га (Эстафета) до 5,33 т/га (ЭН

Альбирео) (табл.6). В среднем по сортам урожайность увеличилась в 2022 году на 0,87 т/га или 25,3%. В засушливом 2021 году по урожайности выделились сорта ЭН Альбирео (3,98 т/га), Ильвина (3,92 т/га), Султан (3,82 т/га). Максимальную урожайность во влажном 2022 году показали сорта интенсивного типа ЭН Цефей (5,27 т/га), ЭН Альбирео (5,13 т/га), Льговская 4 (5,10 т/га), Ильвина (4,90 т/га). Максимальную прибавку урожая в 2022 году по сравнению с 2021 годом показали сорта ЭН Цефей (48,8%), Льговская 4 (47,4%), Скипетр (41,9%), ЭН Тайгета (32,1%). В среднем за два года изучения максимальные прибавки урожая зерна над стандартным сортом были получены у сортов ЭН Цефей (0,59 т/га), ЭН Альбирео (0,74 т/га), Ильвина (0,59т/га), Универсиада (0,35 т/га).

Таблица 6. Урожайность сортов экологического сортоиспытания, т/га

Сорт (фактор А)	год (Фактор В)			
	2021	2022	Среднее значение	Прибавка к стандарту, т/га
Казанская 560 -стандарт	3,61	4,03	3,82	
Универсиада	3,80	4,53	4,17	0,20
Султан	3,82	4,1	3,96	-0,01
Ильвина	3,92	4,9	4,41	0,44
Московская 39	3,52	4	3,76	-0,21
Безенчукская 380	3,16	4,11	3,64	-0,34
Умка	3,12	4,2	3,66	-0,31
ЭН Тайгета	3,18	4,2	3,69	-0,28
ЭН Альбирео	3,98	5,13	4,56	0,59
ЭН Цефей	3,54	5,27	4,41	0,43
ЭН Фотон	3,40	4,6	4,00	0,03
Скипетр	3,31	4,7	4,01	0,03
Льговская 4	3,46	5,1	4,28	0,31
Бирюза	3,42	4,08	3,75	-0,22
Эстафета	3,06	3,45	3,26	-0,72
Аленушка	3,45	3,62	3,39	-0,59
Миг	3,18	3,80	3,49	-0,48
Среднее значение	3,47	4,34	3,90	-0,07
НСР ₀₅ по А=0,49; НСР ₀₅ по В=0,16; НСР ₀₅ по АВ=0,16				

Корреляционный анализ показал наличие умеренной положительной связи урожайности с продуктивной кустистостью ($r=0,51$ в 2021 году и $r=0,68$ в 2022 году); с количеством зерен в колосе ($r=0,55$ в 2021 году и $r=0,64$ в 2022 году) и с весом зерна с колоса ($r=0,53$ в 2021 году и $r=0,61$ в 2022 году). В условиях весенне-летней вегетации 2021 года практически отсутствовала корреляция между высотой растений изучаемых сортов и урожаем зерна ($r= 0,02$). Во влажном 2022 году данная корреляция стала слабой отрицательной $r= - 0,22$. Проведенный дисперсионный анализ показал, что доля влияния фактора А (генотип сорта) на урожайность составляет 42,7%, а фактора В (год) – 51,3%.

Заключение. Испытание сортов озимой пшеницы в контрастные по метеоусловиям годы позволило выделить лучшие из них по комплексу признаков. По результатам дисперсионного анализа высота растений на 95% определялась генотипом сорта и только на 4,5% - условиями в годы изучения. В среднем за два года изучения максимальные прибавки урожая зерна над стандартным сортом были получены у сортов ЭН Цефей (0,59 т/га), ЭН Альбирео (0,74 т/га), Ильвина (0,59т/га), Универсиада (0,35 т/га).

Корреляционный анализ показал наличие умеренной положительной связи урожайности с продуктивной кустистостью ($r=0,51$ в 2021 году и $r=0,68$ в 2022 году); с количеством зерен в

колосе ($r=0,55$ в 2021 году и $r=0,64$ в 2022 году) и с весом зерна с колоса ($r=0,53$ в 2021 году и $r=0,61$ в 2022 году).

Проведенный дисперсионный анализ показал, что доля влияния генотип сорта на урожайность составляет 42,7%, а метеоусловий в период вегетации (год изучения) – 51,3%.

Библиографический список

1. Торбина И.В., Фардеева И.Р. Адаптивность коллекционных образцов озимой пшеницы к условиям Среднего Предуралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – №2 (62): 43-48. DOI 10.12737/2073-0462-2021-43-48.
2. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Чегунова А.В. Оценка урожайности перспективных линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. – 2017. – №6 (54). – С. 27-29.
3. Захаров В.Г., Мишенькина О.Г. Адаптивные свойства новых сортов овса в условиях средневожского региона // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 100-107.
4. Дёмина Е.А., Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю., Муллаянова О.С., Чекмасова К.Ю. Источники ценных признаков для селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – № 4(60). – С.21-26. DOI 10.12737/2073-0462-2021-21-26.
5. Smith S., Bubeck D., Nelson B. et al. Genetic diversity and modern plant breeding // Genetic diversity and erosion in plants. Indicators and prevention. – Switzerland: International Publishing, 2015. – P. 55–88.
6. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.
7. Юсова О.А., Николаев П.Н. Эффективность применения различных методик для расчета пластичности и стабильности сортов на примере ярового ячменя // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. № 2. – С. 24-28.
8. Волкова Л. В., Гирёва В. М. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности и адаптивным свойствам // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 4(59). – С. 19-23.
9. Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Мальцева Л. Т., Дробот И. А., Катаева Н. В. Анализ погодных условий в связи с возделыванием озимой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Казанского ГАУ. – 2022. – № 1(65). – С. 32-37. DOI 10.12737/2073-0462-2022-32-37.
10. Ионова Е. В., Газе В. Л., Некрасов Е. И. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3. – С. 19–21.
11. Manukyan I.R., Miroshnikova E.S. Comprehensive assessment of the breeding material of winter wheat for resistance to moisture deficiency and productivity. [Internet]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 547. 012022 p. [cited 2021, March 03]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/547/1/012022>.