

## ЛИТЕРАТУРА

1. Частоколенко Л. Ф., Бондарь Л. М. Цитогенетические аспекты устойчивости популяций растений к антропогенным стрессам // Проблемы устойчивости биологических систем. Харьков, 1990. С. 135-136.
2. Шафикова Л. М. Цитогенетические особенности сосны обыкновенной в условиях промышленного загрязнения: Автореферат дис. ... к биол. наук. Красноярск, 1999. 20 с.
3. Браше Ж., Биохимическая цитология. М., 1960. 515 с.
4. Гусейнов А. Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. Тюмень: Слово, 2001. 176 с.
5. Обзор. Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области. Тюмень, 2003. 212 с.
6. Справочник по лесосеменному делу / Под ред. А. И. Новосельцевой. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 335 с.
7. Буторина А. К., Калаев В. Н., Миронов А. Н., Смородинова В. А., Мазурова И. Э., Дорошев С. А., Сенькевич Е. В. Цитогенетическая изменчивость в популяциях сосны обыкновенной // Экология. 2001. № 3. С. 216-220.
8. Дарлингтон С. Д., Ла Кур Л. Ф. Хромосомы. Методы работы. М.: Атомиздат, 1980. 182 с.

*Нина Анатольевна БОМЕ,  
Александр Янович БОМЕ —  
биологический факультет,  
Тюменский государственный  
университет, Тюмень, Россия*

УДК 631.524.02

### **ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ**

*АННОТАЦИЯ. Рассматривается эффективность выращивания яровых и озимых форм пшеницы по признакам продуктивности и качества зерна в Северном Зауралье.*

*Efficiency of cultivation of summer and winter forms of wheat by attributes of efficiency and quality of grain in Northern Zauralye is considered.*

Тюменская область, занимающая огромную территорию (1,43 млн. км<sup>2</sup>), характеризуется разнообразием почвенно-климатических условий, а также их специфичностью и широкой амплитудой изменчивости.

Яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) — одна из главнейших культур в области. Ее посевы ежегодно составляют около 400 тыс. гектаров. Для местных условий наиболее пригодны раннеспелые и среднеспелые сорта яровой мягкой пшеницы, экологически пластичные, устойчивые к полеганию, болезням и вредителям, осыпанию и прорастанию зерна на корню и в валках, способные хорошо переносить весенне-летнюю засуху и низкие температуры в период налива зерна, по качеству зерна отвечающие требованиям на ценную и сильную пшеницу [1, 2, 3, 4].

Озимая пшеница продолжает оставаться для сельскохозяйственной зоны Тюменской области культурой большого риска. Отечественной и зарубежной се-

лекцией создан целый ряд высокопродуктивных сортов озимой пшеницы [5, 6], но, попадая в местные специфические, зачастую экстремальные условия, эти сорта не способны обеспечить высокие урожаи из-за недостаточной жизнеспособности. К стрессовым факторам, воздействующим на растения во время вегетации, для озимых культур можно добавить еще и условия перезимовки, которые складываются в осенний, зимний и весенний периоды. Если биоклиматический потенциал, обусловленный наличием и распределением тепла и осадков, поступлением влаги в почву и ее стоком, инсоляцией, уровнем плодородия почвы, в среднем по стране взять за единицу, то по зонам Сибири он колеблется от 0,46 до 0,64 [7].

Вместе с тем, озимая пшеница имеет ряд преимуществ перед яровой. Прежде всего, это более раннее созревание (конец июля — начало августа), способность использовать влагу не только из верхних слоев почвы, но с конца фазы кущения и из слоев, залегающих глубже 50-60 см, благодаря создающимся там в осенний, зимний и ранневесенний периоды запасам осадков.

В связи с потребностью региона в высококачественном посевном материале, а также необходимостью снабжения населения продуктами питания собственного производства — подбор высококачественных сортов, их ускоренное размножение и внедрение в производство представляется крайне важным для практики и актуальным в плане разработки адаптивной селекции.

Изучение нормы реакции растений на действие каких-либо факторов среды позволяет вскрыть критические периоды на разных этапах онтогенеза, что открывает новые возможности управления индивидуальным развитием организма.

Исследования проведены в северной лесостепи Тюменской области. Климат континентальный с резкими колебаниями температуры воздуха — абсолютный максимум  $+40^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-49^{\circ}\text{C}$ . Сумма среднесуточных температур воздуха за период выше  $10^{\circ}\text{C}$  составляет  $1900-1980^{\circ}\text{C}$ , продолжительность периода 121-124 суток. Для лесостепной зоны характерен неустойчивый водный режим. Выпадающие в течение года осадки (310-470 мм) распределяются неравномерно (70-80% приходится на теплый период), самый дождливый месяц по средним многолетним данным — июль. Таким образом, в начале вегетационного периода растения могут страдать от дефицита влаги, а во второй половине ее избыток нередко становится причиной полегания зерновых культур, в том числе и пшеницы.

Пониженные температуры почвы и воздуха, складывающиеся в период прорастания семян, нередко становятся причиной ослабленных и недружных всходов с растянутым периодом их появления. В связи с этим, одной из задач исследования было изучение влияния пониженной температуры на энергию прорастания, всхожесть семян и морфометрические параметры проростков.

При пониженной температуре отмечено резкое снижение энергии прорастания семян, которая в среднем по 19 изученным образцам составила 6,6% (минимальная — Скороспелка и Ия: 4,7%, максимальная — Лютесценс 70: 8,7%). Сходные результаты получены в исследованиях Ф. Э Реймерс и И. Э. Илли [8].

Норма реакции образцов на стресс проявлялась также в угнетении роста первичной корневой системы и надземных органов (табл. 1). Среднее значение

по образцам количества зародышевых корней составило в контроле 4,8 шт. и в опыте — 2,7 шт. Степень развития корней характеризует их длина. У контрольных проростков она изменялась от 9,3 до 10,8 см, у проростков, подверженных стрессу — от 1,0 до 2,3 см. Существенные различия имели контрольный и опытный варианты по длине побега (9,4 см — контроль, 0,8 см — опыт).

Соотношение длины корней и побегов у проростков в стандартных условиях было близко к единице, что указывает на равномерное развитие корневой системы и надземных органов в раннем онтогенезе. В опыте наблюдалось изменение данного соотношения от 1,00 до 7,67. В среднем по образцам этот показатель равен в контроле 1,06, в опыте — 2,38. Полученные результаты показывают, что при понижении температуры растения более активно наращивают корневую систему, в то время как рост побегов замедляется.

Таблица 1

Влияние пониженной температуры на признаки первичной корневой системы и надземной сферы яровой пшеницы (среднее по образцам), 2001 г.

Признак		Контроль	Опыт
Зародышевые корни:			
Количество	$X \pm M_x$ , ШТ.	4,8±0,12	2,7±0,08*
	LIM, ШТ.	4,5-5,2	2,3-3,1
	CV, %	4,59	6,57
длина	$X \pm M_x$ , CM	10,0±0,32	1,9±0,19*
	LIM, CM	9,3-10,8	1,0-2,3
	CV, %	7,42	8,86
Длина побега	$X \pm M_x$ , CM.	9,4±0,30	0,8±0,05*
	LIM, CM.	8,3-10,6	0,3-1,1
	CV, %	5,61	10,77

Примечание: \* — различия между контрольным и опытным вариантами достоверны.

Изученные образцы были разделены на три группы. В группу с высокой устойчивостью растений к пониженной температуре в раннем онтогенезе вошли шесть сортов: Тюменская 80, Комета, Скороспелка, Амурская 90, Тулунская 12, Эритроспермум.

К числу наиболее чувствительных к низким температурам отнесены: Лютесценс 70, ГДС 11, Зыряновка, Саратовская 57, Омская 10, Сату.

Остальные сорта — Ия, Фора, Двухлинейная, Грекум 114, Мир 11, Омская 20, Омская 24, характеризовались средней холодостойкостью.

Урожайность сортов различных культур, в том числе и яровой пшеницы, формируется в результате взаимодействия генетического потенциала растений с внешней средой, условия которой определяются как естественными факторами, так и целенаправленным приложением усилий человека. Создаваемый фон питания, правильно подобранные предшественники, сроки, нормы, способы посева обеспечивают повышение адаптивных свойств и урожайности.

По нашим данным, при выращивании скороспелых и среднеспелых сортов яровой пшеницы по паровому предшественнику наблюдалось увеличение продолжительности вегетационного периода по сравнению с вариантом, где в качестве предшественника изучалась пшеница (табл. 2).

Урожайность по пару в среднем за 1999-2001 гг. составила у скороспелых сортов 4,9-5,8 т/га, у среднеспелых — 5,3-6,1 т/га (на 1,8-2,0 т/га и 1,8-2,1 т/га выше, чем по пшенице).

Таблица 2

Влияние предшественника на хозяйственные признаки яровой пшеницы (1999-2001 гг.)

Сорт	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га	Стекло-видность %	Белок %	Клейковина	
					содержание %	качество, ед. ИДК-1
Пар						
<sup>1</sup> Тулунская 12, ст.	88	5,4	66-90	14,9-16,5	26,1-34,7	70-85
Ия	86	4,9	73-94	15,2-17,0	25,6-32,9	60-70
Скороспелка	86	5,8	68-88	14,5-15,7	26,8-30,2	70-75
Зыряновка	84	5,3	70-91	14,1-16,9	24,6-28,4	75-90
<sup>2</sup> Тюменская 80, ст.	92	6,1	74-91	14,2-15,4	25,0-33,6	60-75
Двулинейная	91	5,6	71-92	13,8-16,1	24,3-29,8	70-80
Омская 24	96	5,3	67-89	14,5-14,9	23,6-31,4	70-85
Эритроспермум	90	5,6	71-94	14,7-16,0	26,1-37,0	60-80
НСР <sub>0,05</sub>		0,28-0,34				
Пшеница						
<sup>1</sup> Тулунская 12, ст.	81	3,1	67-91	14,5-16,0	24,7-27,3	70-95
Ия	81	3,7	71-91	14,7-15,9	23,5-28,1	80-95
Скороспелка	77	3,5	67-85	14,0-16,3	24,2-27,9	60-75
Зыряновка	78	3,8	70-87	13,6-15,9	24,0-26,3	80-105
<sup>2</sup> Тюменская 80, ст.	84	3,5	66-90	13,7-14,9	24,1-27,0	75-85
Двулинейная	84	3,8	69-92	13,4-15,6	23,3-28,5	70-90
Омская 24	87	3,8	59-83	13,1-14,3	23,0-27,6	75-95
Эритроспермум	80	4,0	69-92	14,0-15,2	25,4-30,1	70-90
НСР <sub>0,05</sub>		0,29-0,36				

Примечание: 1 — скороспелые сорта; 2 — среднеспелые сорта

Одной из актуальных является проблема генетического сочетания высокой урожайности и хорошего качества зерна яровой пшеницы.

Стекловидность зерна при выращивании по двум предшественникам изменялась в довольно широких пределах, зависела от особенностей изученных сортов и условий года и составила у скороспелых сортов 66-94% в первом варианте (предшественник — пар) и 67-91% — во втором (предшественник — пшеница), у среднеспелых сортов — 67-94% и 59-92% соответственно.

Наибольшее содержание белка отмечено у сортов Ия (до 17%), Двулинейная и Эритроспермум (до 16%) на паровом предшественнике. Лучшие результаты при выращивании по пшенице получены у сортов Скороспелка, Двулинейная и Эритроспермум (до 16,3; 16,1 и 16,0% соответственно).

Максимальное содержание клейковины в зерне при выращивании после пара у всех сортов превышало 28%, что соответствовало нормативам, установленным на сильную пшеницу. Следует выделить сорта Тулунская 12, Ия, Скороспелка, Тюменская 80, Эритроспермум, в зерне которых содержание клейковины достигало 30% и более. Второй предшественник (пшеница) оказался менее благоприятным для формирования клейковины, содержание которой было ниже по сравнению с вышеописанным вариантом и изменялось от 23,5 до 28,1% (скороспелые сорта) и от 23,0-30,1% (среднеспелые сорта). Качество клейковины было более высоким при посеве по паровому предшественнику. В соответствии с показаниями прибора ИДК-1 клейковину отнесли к I и II группам качества.

Ограниченность терморесурсов Зауралья и Западной Сибири диктует необходимость максимального использования их для синтеза биомассы, а это возможно лишь при оптимальных сроках посева [9].

В среднем по скороспелым сортам максимальная урожайность получена в 1999 и 2000 гг. при втором сроке посева, в 2001 г. — при первом. Вторым сроком был наиболее благоприятным во все годы изучения для сорта Тулунская 12 (5,1-5,9 т/га). У сорта Ия лучшие результаты получены при раннем посеве — 5,3 т/га (первый срок), 5,0 т/га (второй срок) и 4,7 т/га (третий срок). Урожайность изученных среднеспелых сортов была максимальной при втором сроке и составила 5,7-5,9 т/га. В среднем за 1999-2001 гг. наиболее продуктивным был сорт Тюменская 80, у которого при посеве в первый, второй и третий сроки получено зерна 5,8; 6,2 и 5,3 т/га соответственно.

Анализ усредненных данных показывает, что при позднем сроке посева снижается урожайность и недостаточно благоприятно складываются условия для формирования зерна с высоким качеством. Максимальный показатель стекловидности зерна скороспелых сортов составил при третьем сроке посева 90%, при втором — 95%, при первом — 97%. У среднеспелых сортов зерно с высокой стекловидностью получено при посеве в первый и второй сроки (69-93%), а при позднем посеве отмечалось резкое снижение показателя (49-79%), что нехарактерно для скороспелых сортов.

Содержание белка у скороспелых сортов изменялось от 14,9 до 18,0% (первый срок), от 14,2 до 16,5% (второй срок) и от 12,6 до 15,1% (третий срок). Среднеспелые сорта при первых двух сроках посева имели незначительные различия по содержанию белка, которые увеличивались при третьем сроке. Максимальные значения белка по срокам составили 17,4; 16,5 и 14,0% соответственно. Отмечено снижение количества и качества клейковины при поздних сроках посева. Ни один из изученных сортов по качеству зерна при посеве в третий срок не соответствовал требованиям, предъявляемым к сильной пшенице.

На основании полученных данных можно заключить, что для формирования высокой урожайности с хорошим качеством зерна скороспелых и среднеспелых сортов яровой пшеницы наиболее благоприятные условия складываются при первом и втором сроках посева по пару.

Для каждой экологической ниши свойственны свои особенности, которые могут оказывать большое влияние на рост и развитие растений. Например, при испытании образцов озимой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области мы наблюдали, что гибель растений нередко приходится на весенний период вследствие воздействия комплекса неблагоприятных факторов, среди которых ведущая роль принадлежит низким температурам. В первой половине мая возможны заморозки на почве до  $-5^{\circ}\text{C}$ , а иногда и ниже. Как правило, сильнее страдают те сорта озимой пшеницы, которые рано возобновляют весеннюю вегетацию. Очевидно, что в конкретных условиях могут проявить себя сорта, обладающие высокими адаптивными свойствами, созданные или подобранные для определенной зоны, что давно доказано как отечественной, так и зарубежной практикой.

Известно, что между сортовой продуктивностью и повышенной адаптивностью нет прямой связи, и даже наоборот, — чем выше потенциальная продуктивность сорта, тем ниже его урожайная устойчивость в неблагоприятных условиях. Объясняется это тем, что в основе высокой продуктивности современных сортов

интенсивного типа лежит генетическая однородность (гомозиготность) и перенасыщенность рецессивными генами, тогда как повышенная адаптация связана с генетической изменчивостью и наличием адаптивных доминантных генов [10].

Большое значение для адаптации имеет амплитуда генетической изменчивости признаков у растений, которая достигается с помощью различных селекционно-генетических методов.

В период с 1987 по 1992 гг. в Тюменской области испытывалась коллекция, насчитывающая 376 образцов озимой пшеницы, основная часть которой была представлена мутантными формами, созданными в Институте химической физики РАН (г. Москва) под руководством Иосифа Абрамовича Рапопорта (мутанты получены при воздействии химических мутагенов на сорта Мироновская 808, Безостая 1, Кавказ).

Известно, что мутанты возникают в результате мутирования как отдельных генов, так и их блоков путем хромосомных перестроек. От исходной формы мутанты могут отличаться по одному, двум, но чаще по нескольким признакам. Отсюда и различная эффективность использования таких форм в дальнейшем. По убеждению И. А. Рапопорта, испытание в различных экологических точках мутантов, превосходящих исходные сорта по ряду хозяйственно-полезных признаков, может быть эффективным с точки зрения проявления у них селекционно-ценных свойств за счет изменения фенотипического эффекта мутантного гена.

При изучении коллекции серьезное внимание обращалось на зимостойкость. Для повышения эффективности отбора устойчивых генотипов ежегодно создавались провокационные условия: поздний посев, неглубокая заделка семян, отсутствие прикатывания почвы после посева. Отбирались формы, способные противостоять этим условиям и сохранять высокую урожайность. В процессе работы были отобраны мутанты: с высоким темпом развития, как осенью, так и весной; достаточно хорошо зимующие как при нормальном осеннем росте, так и в фазе 1-2 листьев; имеющие высокую урожайность даже при слабой осенней вегетации.

Результаты испытания 17 лучших мутантов в питомнике конкурсного испытания показали, что ряд мутантов обладал способностью формировать высокую урожайность зерна. Об этом свидетельствуют как средние данные за годы изучения, так и по каждому году в отдельности (табл. 3). Наибольшей средней урожайностью за три года испытаний характеризовались два мутанта: 8 (109-104) — 5,22 т/га и 9 (109-113) — 5,03 т/га. В то же время при анализе данных по годам исследований видно, что оба мутанта имели достаточно высокий размах варьирования по этому показателю.

Более стабильными по годам были пять других мутантов: 3 (14-48), 4 (40-48), 6 (60-68), 1 (2-6), 7 (90-94).

Учитывая существующую серьезную необходимость выращивания в Тюменской области собственного продовольственного зерна, большое значение придавали его технологическим свойствам.

Результаты технологической оценки мутантов свидетельствуют о том, что большинство из них соответствуют требованиям, предъявленным к сильной и ценной пшенице. Так, натура зерна у них изменялась от 758 до 800 г/м. Содержание клейковины только у двух мутантов было ниже 28%. По силе муки выделялись образцы 3 (14-18), 5 (50-58), 6 (60-68), 7 (90-94), 11 (145-149), у которых удельная работа деформации теста составила 417-624 ед., а при сбалансированности альвеограммы — в пределах 1,0-1,6.

По объемному выходу хлеба мутанты 4 (40-48), 16 (201-205), 17 (245-253), 18 (255-263) превысили стандарт на 26-63 см<sup>3</sup>. Общая оценка хлеба составила у них 4,3-4,5 баллов (при стандарте 3,7).

Таблица 3

Урожайность мутантов озимой пшеницы по результатам конкурсного сортоиспытания, 1987-1989 гг.

Образец	1987 г.	1988 г.	1989 г.	Среднее 1987-1989 гг.
Альбидум 114, ст.	3,44	3,21	3,23	3,29
8(101-104)	4,62	7,05	3,99	5,22
9(109-113)	4,50	6,52	4,08	5,03
7(90-94)	3,79	5,74	3,71	4,41
3(14-18)	4,02	4,73	3,66	4,14
4 (40-48)	4,08	4,86	3,31	4,08
6 (60-68)	3,99	4,33	3,92	4,08
1(2-6)	3,97	4,69	3,41	4,02
2(8-12)	4,16	4,53	3,23	3,97
12(166-189)	4,02	3,98	3,43	3,81
14(183-187)	4,73	3,31	3,08	3,71
5(50-58)	4,18	3,30	3,47	3,65
11(145-149)	3,61	3,54	3,49	3,55
13(71-175)	4,36	3,13	3,05	3,51
16(201-205)	3,76	3,24	3,46	3,49
10(127-131)	4,77	2,49	3,13	3,46
17(245-253)	3,65	3,33	2,92	3,30
15(195-199)	3,60	2,92	2,98	3,16
НСР <sub>05</sub>	0,35	0,26	0,35	

Сравнение мутантов озимой и районированных сортов яровой пшеницы показало высокое содержание клейковины у тех и других, но в менее благоприятных погодных условиях озимая пшеница выгодно отличается по ее качеству.

Из-за необходимости получения раннего корма и обеспечения звена в зеленом конвейере в работе учитывалось кормовое направление. Превосходство пшеничного корма над ржаным проявляется, прежде всего, в более медленном огрубении. Этот период можно удлинить при выращивании пшеницы с другими белковыми культурами (в частности, с озимой викией). Так, в условиях 1988 года урожайность зеленой массы озимой викией сорта Рябинушка в чистом виде составила 27,27 т/га, а в смеси с озимой пшеницей — 35,34 т/га.

Известно, что в реализации потенциальных свойств сорта немалое значение имеет технология выращивания. На наш взгляд, воздействие неблагоприятных факторов на растения озимой пшеницы может быть снижено при посеве по куливному пару. Кулисная культура — горчица, оптимальный срок посева которой 12-15 июля. Размещаются кулисы через 4,5 м. При посеве озимой пшеницы 12-17 августа высота кулис достигала 32-36 см, перед уходом в зиму — 97-132 см. Следует отметить, что весной при возврате холодов кулисы могут выполнять хорошую защитную роль, как бы создавая определенный микроклимат. Применение кулис позволило увеличить густоту растений на единице площади после перезимовки; отрастание растений проходило более интенсивно.

Полученные результаты позволяют заключить, что для повышения эффективности производства высококачественного зерна пшеницы в Тюменской области целесообразно выращивание яровых и озимых сортов.

Несмотря на то, что между продуктивностью и устойчивостью существует огромное противоречие и преодолеть его сложно, исследования показали, что дальнейшие прогресс и результативность работы возможны при правильном сочетании следующих составляющих: сохранения и изучения наследственного разнообразия генофонда культивируемых видов, усовершенствования существующих и разработки новых методов оценки исходного материала при повышении эффективности отбора, постоянного совершенствования адаптивных технологий возделывания с разработкой нетрадиционных подходов, компенсирующих негативные свойства сортов, которые полностью не удалось устранить в ходе селекции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов Ю. П. Селекция яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Сибири. Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. Новосибирск, 1997. 57 с.
2. Иваненко А. С. Воздействие природных условий и звеньев систем земледелия на урожайность и качество продовольственного зерна в лесостепи и подтайге Зауралья. Дисс. в виде науч. докл. ... д. с.-х. н. Тюмень, 1998. 44 с.
3. Белкина Р. И. Пути решения проблемы повышения качества зерна в лесостепной зоне Западной Сибири. Автореф. дисс. ... д. с.-х. наук. Тюмень, 2000. 44 с.
4. Клиндюк А. М., Логинов Ю. П. Яровая пшеница в Северном Зауралье. Тюмень: Тюменский Аграрный Академический Союз, 2002. 90 с.
5. Фадеева Т. С., Писарева Л. Н. Генетика культурных растений: Зерновые культуры. Л., 1986. С. 66-76.
6. Губанов Я. В., Иванов Н. Н. Озимая пшеница. М.: ВО Агропромиздат, 1988. 302 с.
7. Гончаров П. Л., Гончаров Н. П. Методические основы селекции. Новосибирск: Новосибирский гос. ун-т, 1993. 312 с.
8. Реймерс Ф. Э., Илли И. Э. Физиология семян культурных растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. 143 с.
9. Ларионов Ю. С., Ларионова Л. М., Архипов А. С., Лопан А. А. Биологические основы возделывания зерновых культур. Методические рекомендации. Курган, 1989. 43 с.
10. Новый метод селекции с одновременным отбором на продуктивность и приспособленность // Новые сорта, созданные методом химического мутагенеза. М.: Наука, 1988. С. 3-29.