

2-бөлім
**ӨСІМДІКТЕР ФИЗИОЛОГИЯСЫ
ЖӘНЕ БИОХИМИЯСЫ**

Раздел 2
**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ
РАСТЕНИЙ**

Section 2
**PLANTS PHYSIOLOGY
AND BIOCHEMISTRY**

¹Абугалиева А.И., ²Абугалиева С.И.,
³Чудинов В.А., ²Туруспеков Е.К.

¹Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Казахстан, Алматинская область, п. Алмалыбақ

²Институт биологии и биотехнологии растений, Казахстан, г. Алматы

³Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Казахстан, Костанайская область, с. Научное

Фенотипирование сортов яровой мягкой пшеницы Казахстана по показателям качества зерна

¹Abugaliev A.I., ²Abugaliev S.I.,
³Chudinov V.A., ²Turuspekov Y.K.

¹Kazakh Research Institute of Agriculture, Kazakhstan, Almaty region

²Institute of Plant Biology and Biotechnology, Kazakhstan, Almaty

³Karabalyk station, Kazakhstan, Kostanai region

Phenotyping of spring bread wheat cultivars from Kazakhstan based on grain quality traits

¹Әбугалиева А.И.,
²Әбугалиева С.И., ³Чудинов В.А.,
²Тұрыспеков Е.К.

¹Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Қазақстан, Алматы облысы, Алмалыбақ а.

²Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Қазақстан, Алматы

³Қарабалық ауылшаруашылық станциясы, Қазақстан, Костанай облысы

Қазақстандық жұмсақ жаздық бидай сорттарын дән сапасының көрсеткіштері бойынша фенотиптеу

Стабильное увеличение производства высококачественного зерна, в том числе мягкой пшеницы, основной стратегической и экспортной зерновой культуры, является одним из важных направлений для обеспечения продовольственной безопасности страны. Коллекция яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L., состоящая из 96 перспективных и допущенных к производственному использованию на территории Республики Казахстан сортов, проанализирована по показателям качества зерна: твердозерность, содержание протеина и клейковинных фракций (глиадин и глютеина), состав ВМС и НМС-глютеина, качество и количество клейковины, натурная масса, стекловидность, седиментация муки, содержание крахмала, число падения. Изученный блок яровой мягкой пшеницы характеризовался по содержанию протеина как класс «сильная», по стекловидности и седиментации как класс «ценная» и по качеству клейковины нестабилен в условиях увлажнения. Полученные результаты по многолетним данным свидетельствуют о широком диапазоне признаков качества зерна в коллекции яровой пшеницы Казахстана, выращенной в Костанайской области. Полученная информация будет использована для ассоциативного картирования качества зерна мягкой пшеницы.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, показатели качества зерна, твердозерность, содержание протеина, клейковина.

Kazakhstan is ninth largest country in the World by territory and one of the leading exporter of wheat on the World market. Therefore a stable improvement of high quality grain productivity, including wheat, which is a major strategic commodity, is one of the main directions for food security both within the country and in the World. The collection of bread wheat *Triticum aestivum* L. consisting from 96 cultivars and promising lines, including those that officially registered in the Republic of Kazakhstan, were analyzed by a number of grain quality traits. The list of traits included grain hardness, protein and gluten content, high and low molecular subunits of glutenin, quantity and quality of gluten, plumpness, glassiness, sedimentation, starch content, and falling number. The description of each studied trait, assessment and interpretation of grain quality in wheat breeding, methods and protocols for grain quality tests and their products in state and international competitive trials were provided. Studied panel of accessions grown in wet conditions was characterized as strong wheat according to their protein content, high valuable group according to their glassiness and sedimentation, and as unstable group of wheat according to gluten quality. Obtained results confirm wide range of grain quality traits in the collection of wheat from Kazakhstan that tested in multiple years in Kostanai region (Karabalyk breeding station). The information will be used for the genome wide association mapping study of grain quality of wheat.

Key words: spring bread wheat, grain quality, grain hardness, protein content, gliadin, glutenin, gluten, sedimentation.

Сапалы дәнді өндірістің, соның ішінде стратегиялық және экспорттық маңызды дәнді дақылдың, яғни жұмсақ бидайдың тұрақты ұлғаюы бүкіл әлемде ғана емес, сонымен қатар мемлекет ішіндегі сауда саттық қауіпсіздік бағыты аса маңызды болып табылады. Қазақстан Республикасы аумағында өндірістік қолдануға рұқсат берілген және келешегі зор 96 сорттан тұратын *Triticum aestivum* L. жұмсақ бидайының әлемдік коллекциясы дән сапасының көрсеткіштері: дәннің қаттылығы, құрамындағы протеинмен ұлпа фракциялары (глиадин және глютеин), глютеиннің ЖМС және ТМС құрамы, 1В/1R транслокациясы, ұлпа сапасы мен мөлшері, болмыстық массасы, дәннің жылтырлығы, ұн седиментациясы, крахмалдың болуы және төмендеу көрсеткіші бойынша сараланған. Зерттелген жаздық жұмсақ бидай топтамасы ылғалданған жағдайда дән сапасы протеин құрамы бойынша «күшті», дәннің жылтырлығымен седиментациясы бойынша «құнды» және ұлпа сапасы бойынша тұрақсыз классымен сипатталды. Костанай облысында (Қарабалық АШТС) өсірілген жаздық бидай топтамасының көп жылдық мәліметтері бойынша алынған нәтижелер дән сапасының кей ауқымды көрсеткіштерге тән екендігін көрсетеді. Алынған нәтижелер аса маңызды және жұмсақ бидай сапасын карталауда қолданылады.

Түйін сөздер: жұмсақ жаздық бидай, дән сапасы, дәннің қаттылығы, протеин құрамы, глиадин, глютеин, ұлпа, седиментация.

¹ Казахский НИИ земледелия и растениеводства,
Республика Казахстан, Алматинская область, п. Алмалыбак

² Институт биологии и биотехнологии растений,
Республика Казахстан, г. Алматы

³ Карабалыкская сельско-хозяйственная опытная станция,
Республика Казахстан, Костанайская область, с. Научное

*E-mail: kiz_abugalieva@mail.ru

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Введение

Казахстан является одним из мировых экспортеров зерна хлебопекарной пшеницы. Устойчивое и эффективное производство пшеницы обуславливается определенным уровнем урожайности и качеством зерна, диктуемым рынком импортеров, т.е. производимое зерно должно соответствовать стандартам и критериям различных стран с учетом специфики их потребления. В мире казахстанское зерно известно как высокопротеиновое, однако, зачастую в экспортных операциях имеют место проблемы по сочетанию высокого протеина с другими показателями качества. В связи с этим, исследования, направленные на повышение качества зерна путем международного испытания, отбора и внедрения сортов, конкретизированные в соответствии со спецификой экспорта и внутренних запросов, вопросы генетики качества, определяют актуальность и важность устойчивого производства зерна.

Описание показателей и критериев качества

В селекции перечень показателей качества, подвергающихся отбору, определяется целями и задачами конкретных селекционных программ и широко варьирует в зависимости от конечного использования зерна и традиций различных стран [1, 2]. Отбор наиболее качественных форм хлебопекарной пшеницы имеет определенные ограничения и трудности, связанные с комплексностью оценки (13-14 показателей) и необходимостью значительного объема селекционного материала в аналитических целях. Поэтому, с ранних этапов селекции необходимы тесты максимального предсказания качества зерна на малых выборках селекционного материала (таблица 1).

Ключевыми параметрами качества зерна для хлебопекарной пшеницы, позволяющими распознавать ее с ранних этапов являются твердозерность, содержание белка в зерне, и седиментация.

Определение твердозерности и типа развития необходимы для выявления класса пшеницы. Содержание белка является контрольным показателем в реализации генетического потенциала и в значительной степени зависит от условий среды, следовательно, должен оцениваться практически на всех стадиях селекции.

Таблица 1 – Тесты прогноза и оценки хлебопекарного качества пшеницы в селекции США, Европы и Казахстана

США	Европа	Казахстан
Протеин Твердозерность SDS Седиментация Выход муки Содержание протеина в муке Сила муки (альвеограф) Фаринограф Хлебопекарная оценка Миксограф	Протеин ВМС-глюteniна Седиментация Зелени Глютен индекс Альвеограф Экстенсометр Хлебопекарная оценка Число падения (<i>Falling Number</i>)	Протеин Стекловидность Седиментация в 2% уксусной кислоте Выход муки Количество и качество клейковины Сила муки (альвеограф) Фаринограф Хлебопекарная оценка

Показатель седиментации является высокоинформативным критерием предсказания хлебопекарных пшениц, эффективно работающим в совокупности с содержанием белка.

Значения показателей количества и качества клейковины зависят от условий выращивания, они важны в характеристике сбалансированности клейковины, теста по их упругости/растяжимости и являются информативными при оценке конкретного генотипа в конкретных условиях. Отбор в селекции возможен на основе многократности (условий и репродукций) по стабильности формирования.

Различают три этапа в селекции на качество зерна:

1. Определение класса и прогнозирование (протеин, твердозерность, седиментация)

Главным на этом этапе является показатель твердозерности по определению исходного класса. При наличии аналитических баз данных и экспресс-анализаторов, например ИК- (NIR), работающих в ближней инфра-красной области (NIR) спектра, возможен анализ качества белка по генетически детерминированным соотношениям: глиадин/глютеин; $\alpha+\beta+\gamma/\omega$ – глиадины как S-богатые/S-бедные белки; НМГ/ВМГ (глютеины), в пределах классов, типов пшениц, возможна оценка генетического потенциала отдельных признаков качества, например, по ВМ-субъединицам глютеина. На основе уравнений возможен прогноз качества хлеба по содержанию белка и твердозерности [3].

2. Технологическая оценка адекватности прогноза, по содержанию белка, твердозерности, седиментации на основе анализа физических свойств теста: альвеограф, фаринограф.

3. Отбор по совокупности показателей с учетом селекционной программы и оптимизации: урожай – качество.

Конкурсное (КСИ) и экологическое сортоиспытание (ГСИ) предполагает полную схему

технологического анализа по совокупности всех показателей для окончательной передачи в Государственное сортоиспытание.

ГСИ после соответствующих испытаний предопределяет предназначение сорта по конечному типу использования (end-use) – классификация по семи классам от отличных улучшителей до филера и слабой пшеницы.

Ранее [4] нами (Авторское свидетельство ИНСО) разработана система оценки качества зерна в селекции пшеницы, включающая биологический (генетический потенциал и фенотипическая его реализация по данным о белковых системах) и технологический уровень (характеристика пригодности зерна как сырья мукомольной, хлебопекарной промышленности). Обоснована перспектива развития оценки качества зерна по двум параллельно progressing направлениям, не исключая друг друга: создание и внедрение экспрессных аналитических систем, позволяющих в значительной степени улучшить 1) экспрессность традиционных трудоемких, массовых и длительных методов; 2) поиск и адаптация новых методов прогнозирования качества, в том числе и маркерных.

Принципиально выбор уровня интерпретации данных по качеству зерна определяется целями и задачами селекционной программы. В свою очередь, они обуславливают набор методов и оптимальную регламентацию их использования по этапам процесса браковки и отбора в селекции. Для каждого уровня интерпретации характерны свои признаки, методы их определения и селекционные параметры (таблица 2).

В данной работе осуществлен анализ показателей качества зерна коллекции яровой мягкой пшеницы, состоящей из 96 сортов, выращенной в Костанайской области, для дальнейшего ассоциативного картирования для поиска надежных ДНК-маркеров изученных признаков мягкой пшеницы.

Таблица 2 – Система оценки и интерпретации качества зерна в селекции пшеницы

	Уровень оценки и интерпретации	Показатели, определяющие качество зерна	Методы определения и использование
БИОЛОГИЧЕСКИЙ	1. Генетический	Состав компонентов глиадина, состав ВМ субъединиц глютенина гены и хромосомы	метод белковых маркеров [5-9], QTL [10-13], моносомный анализ [14]
	2. Фенотипический	- пуриноидины (фриабиллины) - содержание белка, - содержание фракций белка, - компонентов глиадина, - субъединиц глютенина, - содержание аминокислот в белке зерна, - содержание крахмала, - содержание амилозы	спектрофотометрия, количественный электрофорез, ИК-спектроскопия, полярография, аминокислотный анализ
	Статистический	Пластичность генотипов, стабильность генотипов, биplot	[15-16]
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ	3. Технологический	- (твердозерность) твердые/ мягкие зерна - количество и качество клейковины, - упругость и растяжимость теста, - сила муки, - ВПС, устойчивость теста, разжижение, валометрическая оценка, - объем хлеба, - общая хлебопекарная оценка	Методы ГОСТ, СТ РК, ИСО, ICC, AACС
	Статистический	Интегральная оценка, ранг качества, кластеры качества	[17-18]

Материалы и методы

Материал исследований: 96 сортов яровой мягкой пшеницы, в том числе официально допущенных к производству в Республике Казахстан [19, 20]. Данная коллекция выращивалась в 2012-

2015 годы на опытных участках Карабалыкской СХОС (Костанайская область) [21, 22], по общепринятой агротехнологии, в трехкратной полевой повторности. Определение показателей качества зерна осуществляли с использованием соответствующих ГОСТов (таблица 3).

Таблица 3 – Методы и стандарты определения показателей качества зерна и продуктов его переработки для характеристики сортов на этапе конкурсного и экологического (международного) испытаний

Показатель качества зерна	Нормативные документы (стандарты, методы)	
	отечественные	международные
Натурная масса, г/л	ГОСТ 10840-64	AACC 55-10
Твердозерность (Индекс твердозерности), ед. SKCS	–	AACC 3970 AACC 55-30
Стекловидность, %	ГОСТ 10987-76	-
Содержание протеина в зерне	ГОСТ 10846-91	AACC 46-30
Содержание протеина в муке	ГОСТ 10846-91	ИСО 1871-1975 AACС
Содержание глиадина	Къельдаль (N)	–
Содержание глютенина	Къельдаль (N)	–
Количество клейковины (зерно, мука)	ГОСТ 13586.1-68, СТ РК	–

Продолжение таблицы 3

Качество клейковины (зерно, мука)	ГОСТ 13586.1-68	–
Содержание клейковины в муке	ГОСТ 13586.1-68	ИСО 7495:1900; ИСО 5531:78 (глютоматик), ИСС 137
Седиментация Зелени	ГОСТ 30043-93	ИСО 5529:1992
Седиментация в уксусной кислоте	–	Синицин, Зелова, 1971 [23]
ВМС и НМС-глюteniна	–	Pena (СИММИТ) [8]

В работе использованы статистические программы, в том числе для определения интегральной оценки качества [17-18].

Результаты и их обсуждение

Твердозерность и определение класса пшениц Согласно международным классификаторам и стандартам стран-экспортеров зерна хлебопекарные пшеницы выделяют в классы: твердозерная красная (Аргентина), твердозерная белая (Австралия), твердозерная красная яровая (Канада), твердозерная красная яровая (озимая) (США) в зависимости от специфики страны. Сортовой стандарт в разных странах устанавливается от абсолютно жесткой регламентации, как например, в Канаде: «качество, равное сорту Маркиз», до установления их для каждого штата (Австралия) или ежегодно (Аргентина), или вообще не оговаривается. Показатель твердозерности как признак разделения технологического типа использования мягких пшениц присутствует в классификации хлебопекарных сортов в Республике Казахстан и СНГ. Важность определения этого показателя связана с дифференциацией сортов и соответственно стратегией селекции; спецификой помола и составления помольных смесей; оптимизацией зон районирования и возделывания конкретных типов пшениц,

и в итоге с адекватным маркетингом зернового бизнеса в целом.

Для классификации сортов по технологическому типу использования индекс твердозерности определяли на приборе SKCS 4100 (Perten Instrument, USA) при одновременном анализе диаметра массы и влажности зерна, а также на ИК-основе [2].

Представленные образцы яровой мягкой пшеницы характеризовались изменчивостью по индексу твердозерности от 58 ед. до 103 ед. SKCS-4100, что отражает их принадлежность к классам среднетвердозерная (53-65 е.) и твердозерная (>65 ед.), соответственно.

Как стабильно высокотвердозерные отмечены сорта Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 25, Алтайская 100, Отан 1, Арай, Юго-Восточная 2, Карабалыкская 2 (95-107 ед. SKCS). В основном анализированный блок мягкой пшеницы, состоящий из 96 сортов в 4-х репродукциях представлен генотипами класса «среднетвердозерная» (20%) и твердозерная (80%) и далее оценивался по хлебопекарной системе.

Состав глюteniна в прогнозировании потенциала качества зерна яровой мягкой пшеницы

Сорта данного блока яровой мягкой пшеницы проанализированы по составу высокомолекулярных субъединиц (ВМС) и низкомолекулярных субъединиц (НМС) глюteniна и по наличию 1В/1R пшенично-ржаной транслокации (таблица 4).

Таблица 4 – Классификация сортов яровой мягкой пшеницы по составу ВМС и НМС-глюteniна, 1В/1R транслокации

Сорт яровой мягкой пшеницы	ВМС-глюteniн			НМС-глюteniн			Статус	Ранг, Пауне, балл
	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	Glu-A3	Glu-B3	Glu-D3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Актюбинка	0	7+9	2+12	a	g	-	1В/1В	5
Акмола 2	2*	7+9	2+12	e	f	g	1В/1В	7
Алтай	2*	7+9	2+12	e	e	a	1В/1В	7

Алтайская 325	0/2*	7+9	5+10	e/c	e	a	1B/1B	7/9
Алтайская 98	2*	7+9	5+10	e/c	g	a	1B/1B	9
Астана	2*	7+9	2+12	a	g		1B/1B	7
Альбидум 188	2*	7+9	2+12	e	g	c/b	1B/1B	7
Алтайская 50	2*	7+9	5+10	-	-	-	1B/1B	9
Алтайская 100	2*	7+9	5+10	e	b	a	1B/1B	9
Алтайская 110	1	7+9	2+12/5+10	e	e	b	1B/1B	7/9
Алтайская степная	2*	7+9	2+12	d	b	b	-	7
Астана 2	2*	7+9	5+10	e/c	g/e	b/a	1B/1B	9
Байтерек	2*	7+9	2+12/ 5+10	-	-	-	-	7/9
Бражинская	2*	7+9	5+10	c	g	b	1B/1B	9
Вера	2*	7+9	5+10	-	-	-	1B/1B	9
Волгоуральская	2*	7+9	2+12	a	b/g	g	1B/1B	7
Дауыл	2*	7+9	5+10	e	g	b	1B/1B	9
Дарина	1	7+9	5+10	c/g	b	b	1B/1B	9
Ертис 97	2*/1	7+9	5+10	e/c	e	a	1B/1B	9
Казахстанская 4	1	7+8	5+10	a	d	g	1B/1B	10
Казахстанская 15	2* (1/2*)	7+9	5+10	d/a	b	g?	1B/1B	9
Казахстанская 25	1	7+9	2+12/ 5+10	a/d	b/g	g	1B/1B	7/9
Казахстанская раннес- пелая	2*	7+9	2+12	c/e	f/g	g/a	1B/1B	7
Карабалыкская 2	2*	7+8/ 7+9	5+10	c	j	a	1B/1B	10/9
Карабалыкская 3	2*	7+8/ 7+9	5+10	c	j/e/g	a	1B/1B	10/9
Карабалыкская 90	2*	7+9	5+10	a	g	g	1B/1B	9
Карабалыкская 92	2*	7+9	5+10/2+12	e/c	e/f	a/g	1B/1B	9/7
Карагандинская 25	2*	7+9	2+12	e	g	a	1B/1B	7
Карагандинская 70	2*	7+9	5+10	a	g	g	1B/1B	9
Карагандинская 22	2*	7+9	2+12	a/c	b	g?/a/b	1B/1B	7
Корнеевка	2*	7+9	5+10	e	h/g	a	1B/1B	9
Кенжегали	2*	7+9	5+10	e	f	g	1B/1B	9
Кутулукская	1/2*	7+9	2+12	-	-	-	1B/1B	7
Любава	2*	7+9	5+10	-	-	-	1B/1B	9
Любава 5	2*	7+8/ 17+18	2+12	c	e	a	1B/1B	8
Лютесценс 32	1	7+8/ 7+9	5+10	a	b	g?	1B/1B	10/9
Лютесценс 90	1	7+9	2+12	a	g/f	g	1B/1B	7
Лютесценс 521	2*	7+9	5+10	-	-	-	1B/1B	9

Мирас	2*/1	7+9	5+10	c	c/e	c	1B/1B	9/9
нива 2	2*	7+9	2+12	e	b		1B/1B	7
Омская 18	2*	7+9	2+12 (5+10/2+12)	c	e	c	1B/1B	7
Омская 19	1/2*	7+9	2+12	e/c	e	a	1B/1B	7
Омская 24	2*	7+9	5+10	e	e	c	1B/1B	9
Омская 28	2*	7+9	2+12	e	e	c/b	1B/1B	7
Омская 29	2*	7+9	5+10	c	e	a/b	1B/1B	9
Омская 30	2*	7+9	5+10/ 2+12	c	e	a/b	1B/1B	9/7
Омская 33	2*	7+8	5+10	c	g	a	1B/1B	10
Омская 35	2*	7+9	5+10 (2+12/5+10)	c/a	e/g	a/c	1B/1B	9/7
Прохоровка	2*	7+9	5+10	e	j	a	1B/1B	9
Павлодарская 93	2*	7+9	5+10	e/a	e/g	a/g	1B/1B	9
Павлодарская 93	0	7+9	2+12	c	g	c	1B/1B	5
Предгорная 70	2*	7+9	2+12	b	j/e	v	1B/1R1B/1B	7
Памяти Азиева	2*	7+9	2+12	c	e	a	1B/1B	7
Саратовская 29	2*	7+9	2+12	e/c	e/g	a	1B/1B	7
Саратовская 42	2*	7+9	2+12	-	-	-	1B/1B	7
Саратовская 55	2*	7+9	2+12	-	-	-	1B/1B	7
Саратовская 58	2*	7+9	2+12/ 5+10	c	e	a	1B/1B	7/9
Саратовская юго-восточная	2*	7+9	2+12	e	j	a	1B/1B	7
Степная 1	2*	7+9	5+10	a	g		1B/1B	9
Ульбинка 25	2*	7+9	5+10/2+12	c	g	g	1B/1B	9/7
Чернява 13	2*	7+9	5+10	a	b		1B/1B	9
Целинная 3С	2*	7+9	2+12	c	f	g	1B/1B	7
Целинная 24	2*	7+9	5.5+10	e	f	g	1B/1B	(9)
Целинная 24	2*	7+9	2+12/ 5.5+10	e	f	g	1B/1B	(7/9)
Целинная 26	2*	7+9	5+10	a	f	g	1B/1B	9
Целинная 26	0	7+9	5+10	a	f	g	1B/1B	7
Целинная юбил.	2*	7+9	5+10	e	f	g	1B/1B	9
Шортандинская 95 ул.	2*	7+9	2+12	e	g	g	1B/1B	7
Эритроспермум 35	2*	7+9	5+10	e	f	g	1B/1B	9
Юго-Восточная 2	2*	7+9	2+12	e	j/e/b	a	1B/1B	7
Юго-Восточная 3	2*	7+9	2+12	c	g	a	1B/1B	7
Арай	1	7+8	5+10	c/b	d/c	g/a	1B/1B	10
Ертіс 7	2*	7+9	2+12/ 5+10	c	e	b	1B/1B	7/9

Женис	2*	7+9	5+10	e/c	b	a	1B/1B	9
Карабалыкская 9	1	7+8	5+10	d	e	a	1B/1B	10
Ляззат	2*	7+9	5+10	c	e/g	c/b	1B/1B	9
Наргиз	1/2*	7+9	5+10/ 2+12	e/c	b/e	a	1B/1B	9/7
Надежда	1	7+8	5+10	a	d/i	g	1B/1B	10
Надежда	2*/1	7+8/7+9	5+10	c/a	b/d	a/g	1B/1B	10/9
Омская 36	2*	7+9	5+10	c	e/g	a	1B/1B	9
Омская 36	0	7+9	5+10	c	c	b/a	1B/1B	7
Отан 1	1/2*	7+9/7+8	5+10/ 2+12	c	e/b	a	1B/1B	9/8
Северянка	2*	7+9	2+12	d	j	c/b	1B/1R	7
Секе	1	7+9	2+12	e	e	c	1B/1B	7
Целина 50	2*	7+9	2+12	c	g/e	a	1B/1B	7
Росинка 3				b	c	a		

Разнообразие генотипов было обусловлено следующими вариациями субъединиц:

Glu-A1: «0», «1», 2* и их смеси;

Glu-B1: «7+9», «7+8», «17+18», их смеси;

Glu-D1: «5+10», «2+12», их смеси и 5.5-10.

Наличие 1B/1R было обнаружено только для сортов Предгорная 70 и Северянка.

Аллели, понижающие качество, определены по Glu-A1 (нулевая) в единичных случаях для сортов: Актюбинка; Алтайская 325 (в смеси 0/2*); Павлодарская 93 (в смеси); Целинная 26 (в смеси); Омская 36 (в смеси); а по Glu-D1 – для сортов и в смесях для 12 сортов. Таким образом, 47% от всех исследованных генотипов прогнозно характеризуется как высококачественные (таблица 4), т.е. ранг 9-10 баллов по шкале Раупе. 24 сорта из 85 представлены смесями ВМ-субъединиц глютеина по 1-3 хромосомам и почти по всем для НМС-глютеина.

Характеристика качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы: натурная масса и стекловидность

Натурная масса зерна определяется как вес 1 л зерна и связана с его размерами и выполненностью. В стандартах на пшеницу при заготовках зерна обозначены базовые значения для различных технологических классов, и прежде всего, для хлебопекарного – 750 г/л. Для данного блока мягкой пшеницы характерен широкий диапазон изменчивости натурной массы от 650 г/л до 820 г/л в 2012-2015 гг. Судя по натуре, зерно формировалось в условиях увеличения увлажнения с

2012 по 2015 гг. от 725 г/л до 798 г/л по средне-фоновому значению; от 650 г/л до 762 г/л – по минимальным и по максимальным значениям от 775-820 г/л (таблица 5). Максимальное качество высококачественного зерна класса «сильная» было отмечено для сортов пшеницы, выращенных в 2015 году (47%). Как видно из таблицы 5, показатель натурности значительно варьировал в зависимости от климатических условий года.

Стабильно максимальный ранг (лучший в год и по их совокупности) был характерен для сортов: Павлодарская 93, Авангард, Омская 28, L-249 kz, Казахстанская 15, Алтайская 325, L-282 kz, Актюбе 39, Карабалыкская 9, Волгоуральская, Женис. Требованиям минимум 2-го класса (ценная) по натурной массе независимо от года отвечали следующие сорта: Байтерек, Казахстанская раннеспелая, Омская 28, Павлодарская 93, Саратовская 60, Целиная, Юбилейная, Алтайская 100, Ертыс-7, Женис, L-244 kz, L-249 kz, L-279 kz. Они могут быть выделены как стабильные высокоценные генотипы.

В существующей системе оценки и классификации хлебопекарных пшениц физические кондиции зерна определяются не только по натурной массе, но и по стекловидности. Для данного блока яровой мягкой пшеницы в условиях Карабалыка стекловидность варьировала от 22% до 45% в минимальных значениях (Целинная 26, Карагандинская 25, Целинная) от 76% (Алтайская 100, Шортландинская 95 улучшенная, Казахстанская 25) до 92% (Авангард)

по максимальным значениям и от 57% до 66% по средним значениям. В основном весь блок по стекловидности был представлен классами ценная + сильная. Порядка 7-20% образцов были

представлены классом филер + слабая. В данном случае целесообразней выделить образцы с относительно низкой стекловидностью для их идентификации.

Таблица 5 – Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы по натурной массе и стекловидности

Показатель и класс пшеницы	Натура, г/л			Стекловидность, %		
	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.
min	650	701	762	36	45	22
среднее	725	764	798	57	59	66
max	775	800	820	76	80	92
Процент встречаемости генотипов, относящихся к классу, %						
1 класс	-	1	47	40	40	75
2 класс	14	77	53	40	55	8
3 класс	29	18	-	15	5	4
4 класс	57	4	-	5	-	3

Как стабильно низкостекловидные в условиях Карабалыка были отмечены сорта преимущественно класса филер: Целинная 24 (32-45% стекловидности) и Целиная 26 (22-47%), Степная 1 (36-45%). Стекловидность класса «слабая» стабильно формировали сорта Целинная 3с (46-46%); Саратовская 66 (40-50%).

Содержание протеина и клейковинных фракций

Содержание протеина является контрольным в реализации показателем генетического потенциала и в значительной степени зависит от условий выращивания. Первым фактором, который

наиболее адекватно объясняет изменчивость содержания белка, являются сорта (генотипы). Вся специфика (или ее большая часть) различного качества сортов заключена в информации о белке: его количестве и качестве.

Содержание протеина в данном блоке колебалось от 11,6 % до 19,9 % (таблица 6), т.е. за исключением только одного образца репродукция в пределах класса «сильная» с градацией на: отличный улучшитель (с содержанием протеина >16%) – 50% от всех изученных; хороший улучшитель 39% и удовлетворительный улучшитель 7%.

Таблица 6 – Характеристика яровой мягкой пшеницы по содержанию протеина

Показатели и класс пшеницы	Содержание протеина, %				Содержание клейковины, %	
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Минимальные	15,0	12,1	14,6	11,6	21,0	17,0
Средние	16,9	14,2	15,4	13,0	28,0	22,0
Максимальные	19,9	16,5	16,8	14,4	34,0	28,0
Процент встречаемости генотипов класса, %						
1 класс (14,1-16,0)	100	59	100	12	31	0
2 класс (13,1-14,0)	0	34	0	30	63	42
3 класс (11,1 – 13,0)	0	7	0	58	6	29
4 класс (8,0-11,0)	0	0	0	0	0	29

Содержание протеина в зерне в значительной степени зависит от условий выращивания (таблица 6) и, как правило, отрицательно связано с урожайностью. Весьма затруднительно было выделить стабильно высокопротеиновые и низкопротеиновые генотипы. По максимальной степени выраженности этого признака в конкретный год по рангам были выделены следующие сорта: Дарина (14,3-19,9%); Чернява 13 (13,5-18,5%); Лютесценс 32 (13,3-18,9%); Авангард (14,2-18,1%); Омская 36 (13,5-18,2%); Астана (14,2+18,1%); Памяти Азиева (13,8-17,2%); Алтайская 100 (14,3-17,4%); Саратовская 42 (14,1-17,5%). Качество зерна по протеину класса «сильная» стабильно формировалось для сортов: Авангард, Астана, Алтайская 50, Алтайская 60, Дарина, Карабалыкская 2, Карабалыкская 3, Саратовская 42, Алтайская 100, Арай и Ертис 7. Как видно из таблицы 6, еще 30% сортов снизили класс качества до ценной в условиях 2015 года, в остальных репродукциях к классу-сильная относятся: Актюбе 39; Алтайская 325;

Карагандинская 25; Лютесценс 32; Лютесценс 90; Омская 29; Прохоровка; Памяти Азиева, Саратовская 58; Саратовская 56; Ульбинка 25; Чернява 13; Шортандинская 95 улучшенная; Эритроспермум 35; Юго-Восточная 2; Алмакен; L-244 kz; Карабалыкская 9; Наргиз.

низкопротеиновые генотипы (3 класс) выделены в урожае 2013 и 2015 г. Альбидум 188 (12,0-12,1%); Байтерек (12,5-12,8%); Волгоуральская (11,8-12,3%); Омская 33 (12,3-12,9%); Предгорная 70 (12,8-12,9%).

Известно, что технологическое качество определяется не только наличием белка, но и его составом, т.е. содержанием и соотношением клейковинных белков глиаина и глютеина. Адекватный прогноз качества не всегда возможен в связи с неоднородностью состава клейковинных белков.

Содержание глиаина в % к суммарному протеину варьировало в значительных пределах как между сортами в пределах блока, так и по годам репродукции (таблица 7), максимально в 2013 году.

Таблица 7 – Характеристика яровой мягкой пшеницы по содержанию глиаина и глютеина (в % к суммарному протеину в зерне)

Показатели	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	глиаин	глютеин	глиаин	глютеин	глиаин	глютеин	глиаин	глютеин
Минимальные	17,9	20,1	29,0	23,6	20,5	22,4	14,9	23,6
Средние	27,0	22,9	34,4	25,4	25,4	23,2	22,4	25,0
Максимальные	39,2	24,4	48,2	29,3	31,5	24,3	29,1	27,0

Сорта анализируемой коллекции были проанализированы по максимальной степени выраженности данного показателя в каждой репродукции. Сорта, получившие ранг от 1 по 10, были отобраны нами как стабильно высокоглиаиновые: Дарина (28,6-39,2%); Лютесценс 32 (23,5-

37,6%); Алтайская 325 (27,1-36,7%); Алтайская 98 (27,2-36,8%); Астана (24,8-36,1%); Кутулукская (26,8-36,0%); Алтайская 100 (22,1-37,8%); Арай (23,0-34,5%); Омская 36 (21,7-38,5%). Максимальными значениями в отдельные годы выделялись сорта, представленные в таблице 8.

Таблица 8 – Сорта яровой мягкой пшеницы с максимальным содержанием глиаина

Год	Сорта яровой мягкой пшеницы				
	1 ранг	2 ранг	3 ранг	4 ранг	5 ранг
2012	Дарина	Лютесценс 32	Кутулукская	Астана	Дауыл
2013	Юго-Восточная 3	Омская 35	Алтайская 60	Волгоуральская	Омская 30
2014	Чернява 13	Павлодарская 93	Алтайская 100	Памяти Азиева	Арай
2015	Алтайская 325	Дарина	Алтайская 60	Алтайская 98	Саратовская 55

Содержание глютенина варьировало в менее узком диапазоне – от 20,1% к суммарному протеину (Ульбинка 25) до 29,3% (Волгоуральская). Ранжирование сортов по содержанию глютенина также зависело от условий года. Выделены стабильно высокоглютениновые сорта: Алтайская 100 (23,9-28,2%); Казахстанская раннеспелая (23,5-26,8%); Карабалыкская 25 (23,5-26,65%); Астана 2 (23,8-27,5%); Алтайская 50 (23,5-26,2%); Казахстанская раннеспелая (23,4-26,7%); Целиная 3С (23,5-26,5%); Алтайская 325 (23,7-25,5%); Саратовская 55 (23,0-27,0%); Волгоуральская (23,4-29,0%).

Количество и качество клейковины – основной показатель в заготовке зерна. Качество клейковины соответствовало классам «сильная», ценная и филер. Количество клейковины варьировало в пределах от 17,7% (Степная 1) до 33,6% (L-244 kz) при среднеблоковом 28,0% в 2014 г и 22,0% в 2015 г. К стабильно высококлейковинным отнесены сорта: Астана (27,0-34,4%, при среднем 31,0%); Дарина (27,0-33,3%); Лютесценс 90 (27,7-31,7%); Памяти Азиева (25,4-32,8%); Ульбинка 25 (27,3-30,4%); Шортандинская 956 улучшенная (25,6-30,5%); L-244 kz (24,4-33,6%); Чернява 13 (24,4-32,4%); Любава (24,0-32,5 %);

Казахстанская 25 (24,8-29,9 %); Лютесценс 32 (23,7-34,0%).

По качеству клейковины отбор целесообразней на фоне увлажнения и повышенной урожайности. Интерес представляют генотипы, сформировавшие 1 класс качества в этих условиях: Алтайская 50 (при прогнозе в 9 баллов по Раупе); Карабалыкская 2 (10/9 баллов); Саратовская 42 (7 баллов); Эритроспермум 35 (9 баллов); Ертис (7/9 баллов) и ряд образцов с пограничным значением ИДК (80) между классом «сильная» и ценная: Алтайская 98 (9 баллов); Астана (7 баллов); Алтайская 60, Алтайская 100 (9 баллов); Дарина (9 баллов); Омская 30 (9/7 баллов); Предгорная 70 (7 баллов); Саратовская 29 (7 баллов); Саратовская 58 (7/9 баллов); Степная 1 (9 баллов); Алтайская 110 (7/9 баллов); Арай (10 баллов); Омская 36 (9/7 баллов); Отан 1 (9/8 баллов).

Седиментация муки

На ограниченном количестве аналитического материала адекватному определению качества зерна и муки помогает анализ седиментации муки, в т.ч. в 2%-ной уксусной кислоте с градацией: 0-30 мл – слабая; 31-50 мл – филер; 51-70 мл – ценная; > 70 мл – сильная пшеница, соответственно.

Таблица 9 – Характеристика яровой мягкой пшеницы по седиментации и качеству клейковины

Показатели и класс пшеницы	2012 г.		2014 г.		2015 г.	
	Седиментация	Седиментация	Клейковина	Седиментация	Клейковина	
Минимальные, мл	42	41	35	34	70	
Средние, мл	53	57	59	50	100	
Максимальные, мл	70	73	90	70	87	
Процент встречаемости генотипов класса, %						
1 класс (70 мл)	2	1	94	3	5	
2 класс (69-50 мл)	83	94	3	53	45	
3 класс (49-30 мл)	15	5	3	44	50	
4 класс (29 мл)	0	0	0	0	0	

По максимальным значениям в каждой репродукции и во всех по седиментации в 2%-ной уксусной кислоте выявлены генотипы: Дауыл (66-70 мл при среднем 69 мл); Алтайская 98 (67-70 мл); Саратовская 42 (62-67мл); Алтайская 50 (62-65 мл); Алтайская 60 (54-70 мл); Карабалыкская 25 (61-66 мл); Алтайская 100 (60-698 мл); Целиная 26 (60-65 мл); Акмола 2

(52-64 мл) и Дарина (50-73 мл). Стабильно низкой седиментацией характеризовались сорта: Бражинская (39-50 мл); Казахстанская 25 (35-46 мл); Казахстанская раннеспелая (34-42 мл); Прохоровка (39-47 мл). В основном весь блок яровой мягкой пшеницы был представлен по седиментации уровнем класса ценная (53-94% в зависимости от условий года). В 2015 году уве-

личилась доля класса «филер», что может быть связано с увлажнением во время налива зерна. В этом плане был эффективен отрицательный фон для выявления генотипов пшеницы с худшим качеством кроме тех, которые характеризовались стабильно низким качеством: Актюбинка, Алтайская 325, Лютесценс 521, Мирас, Омская 20, Ульбинка 25 и L-244 kz.

Таким образом, сорта анализируемой коллекции дифференцированы по седиментации как дающие стабильно высокое качество, стабильно низкое, класс «ценная» и нестабильные по качеству между классом ценная и филер.

Прогноз качества по составу ВМС-глютеина совпадал (коррелировал) с таковым по уровню седиментации 1+2 класса для сортов: Алтайская 98 (9 баллов при седиментации 67-70 мл класса сильная + ценная); Дауыл (9 баллов при средней седиментации 69 мл класса сильная + ценная); Алтайская 50; Алтайская 100; Дарина. Высокое прогнозируемое качество (9 баллов) подтверждено уровнем 2-го класса «ценная» для сортов Алтайская 100; Астана 2; Казахстанка 4; Карабалыкская 2; Карабалыкская 3; Карабалыкская 90; Карагандинская 70; Корнеевка; Кенжегали; Степная 1; Целиная 1; Целиная Юбилейная; Эритроспермум 35; Арай; Женис; Ляззат; Надежда.

Низкое прогнозируемое качество по составу ВМС-глютеина (5-7 баллов) подтверждено стабильным уровнем седиментации класса «филер» для сортов Казахстанка раннеспелая (7 баллов – 34-42 мл); Актюбинка (5 баллов – 36-47 мл); Саратовская Юго-Восточная (7 баллов – 48 мл); Омская 28 (7 баллов – 39-47 мл).

Для ряда анализируемых сортов было отмечено частичное подтверждение относительно низкого прогнозируемого качества (7 баллов) на провокационном фоне (высокого увлажнения, а значит и урожайности): Алтай (7 баллов – 39 мл); Альбидум 188 (47 мл); Алтайская степная (45 мл); Волгоуральская (40 мл); Лютесценс 90 (40 мл); нива 2 (44 мл); Омская 18 (44 мл); Омская 190 (43 мл); Шортандинская 95 улучшенная (48 мл); Юго-Восточная 3 (49 мл); Северянка (48 мл); Секе (40 мл); Целина 50 (43 мл); Карагандинская 22 (49 мл). Все перечисленные сорта относятся к ряду генотипов, где генетический потенциал реализуется полностью или на провокационных фонах.

Часть генотипов (18% их всех исследованных) по составу ВМС-глютеина отнесены к смесям, соответственно подтвердилась их характеристика в качестве смеси по классам качества

по седиментации для сортов: Алтайская 325 (7-9 баллов – ценная + филер, 70%); Байтерек (7/баллов – 2 + 3 класс, 30%); Казахстанка 25 (7-9 баллов – филер, 100%); Карабалыкская 92 (9/7 баллов – ценная); Любава (9/8 баллов – ценная + филер, 50/50%); Омская 30 (9/7 баллов – 50-61 мл, класс ценная); Омская 35 (9/7 баллов – филер, 30%); Павлодарская 93 (9/5 баллов – 50-57 мл); Саратовская 58 (7/9 баллов – 52-64 мл, класс ценная); Ульбинка 25 (9/7 баллов – 70% филер); Целиная 26 (9/7 баллов – 60-65 мл – класс ценная); Ертис 7 (7-/9 баллов – 50-67 мл – класс ценная); Наргиз (9/7 баллов – 30% филера); Омская 36 (9/7 баллов – 60-62 мл) и невозможность адекватного прогноза качества.

Для сортов Акмола 2, Астана, Карагандинская 25, Кутулукская, Предгорная 70, Памяти Азиева, Саратовская 29, Саратовская 42, Саратовская 55, Целинная 3с (ранг по Рауне – 7 баллов) отрицательный отбор по белковым маркерам не был оправдан, так как их качество расценивается стабильно как класс «ценная». Возможно, условия возделывания не способствовали раскрытию генетического потенциала. Но многолетние данные в условиях Карабалыка позволяют констатировать возможность получения хорошего качества при прогнозе среднего уровня.

Обратная картина наблюдалась для сортов с прогнозным высоким качеством (ранг по Рауне – 9-10 баллов) и реальным качеством класса филер, или смеси «филер + ценная»: Бражинская (9 баллов – филер 70%); Вера (9 баллов – 50% филер); Ертис 97 (9 баллов – 30% филер); Казахстанка 15 (9 баллов – 30% филер); Лютесценс 32 и Омская 29 (10 баллов – 50% филер); Омская 24, Лютесценс 521 и Мирас (9 баллов – 30% филер); Черныя 13 (9 баллов – 30% филер); Карабалыкская 9 (10 баллов – 30% филер); Омская 33 (10 баллов – 30% филера); Прохоровка (9 баллов – 100% филер).

Таким образом, положительная эффективность прогноза составляет (11 сортов полностью + 30 сортов частично) – 52 %, отрицательная эффективность – 29% и смеси 19%. Вероятность совпадения прогноза по ВМС – глютеина и качества составляет порядка 70% (52% совпадения + 19% смеси).

Крахмальный комплекс был охарактеризован по качеству крахмала, т.е. по содержанию амилозы и активности α -амилазы по данным числа падения.

Содержание амилозы варьировало у анализируемых сортов яровой мягкой пшеницы от 8,4% до 22,8% при среднем 17,5% в урожае

2014 г и от 22,8% до 29,4% при среднем 26% (рисунок 2) в урожае 2015 г. Анализ по двум разным по увлажненности года позволил провести разнонаправленный отбор: в 2014 г – фон позволил выделить низкоамилозные формы – важное сырье для не черствеющего хлеба. Это сорта: Алтайская 100, Арай, Алмакен (8,4%) и L-244 kz (11,3%). Сорта Арай и Алтайская 100 сохранили минимальный уровень амилозы среди всего блока. Максимальный стабильный ранг высокого содержания амилозы отмечен для сортов: Лютесценс 32 (22,1-28,4%); Мирас (21,8-28,4%); Лютесценс 521 (21,3-28,9%); Кутулукская (21,3-28,1%); Кенжегали (21,8-27,7%); Ертыс 97 (21,3-27,7%); Саратовская 66 (20,8-28,1%); Целинная 3С (21,8-27,3%); Саратовская 55 (20,4-28,1%); Алтайская 50 (19,1-28,1%). Интерес представляют также формы, стабильно сохраняющие абсолютные значения содержания амилозы: Карабалыкская 3 (22,1-23,1%); Карагандинская 70 (21,8-24,8%); Корнеевка (22,8-25,1%).

Число падения характеризует α -амилазную активность зерна. Важен контроль признака в процессе уборки как индикатора прорастания на корню и в процессе хранения. Нормы при заготовке предпочтительны в рамках 250-300 сек. Для пшеничной муки не менее 160 сек. Специальная селекция на этот признак не велась.

Это одно из первых системных исследований районированных и перспективных сортов в зоне возделывания яровой мягкой пшеницы в достаточно увлажненных условиях особенно при уборке.

В целом сорта для Севера Казахстана используются краснозерные, у которых ингибируется α -амилаза. По среднеблоковому значению ситуация выглядела вполне удовлетворительно – на уровне 309-317 сек. Однако, минимальные значения от 62 сек до 67 сек. показывали наличие сортов с проблемным числом падения.

Выделена часть сортов, которые имели потенциал прорастания: Алтайская 50, Саратовская 56, Саратовская Юго-Восточная, Саратовская 60 – как правило белозерные сорта, имеющие распространение только на засушливом Западе. Обращали на себя внимание сорта с очень низким ЧП 60-75 сек: Актюбинка, Карабалыкская 2, Омская 29, Отан 1, Юго-Восточная 2, Актюбинка, Надежда, Алтайская 98, Павлодарская 93, Саратовская 29. В группу риска попали также сорта с ЧП до 160-180 сек: Наргиз, Омская 36, Северянка, Саратовская 60, Эритроспермум 35, Омская 33. Необходимо проанализировать генетику данного признака для этих сортов. Диапазон изменчивости отдельных показателей различен, что приводит к различной разрешающей способности дифференциации генотипов.

Таблица 10 – Диапазон и коэффициент изменчивости признаков качества зерна мягкой пшеницы

Показатель	Внутри года		Между годами		значения
	Диапазон	Коэффициент	Диапазон	Коэффициент	
Натурная масса, г/л	650-775	1,19	650-762	1,17	min
	701-800	1,14	725-798	1,10	среднее
	762-820	1,08	775-820	1,06	max
Стекловидность, %	36-76	2,11	22-45	2,05	min
	45-80	1,78	57-66	1,16	среднее
	22-92	4,18	76-92	12,1	max
Протеин, %	15,0-19,9	1,33	11,6-15,0	1,29	min
	12,1-16,5	1,36	13,0-16,9	1,30	max
	14,6-16,8	1,15	14,4-19,9	1,38	среднее
Клейковина, %	21-34	1,62	17-21	1,23	min
	17-28	1,65	22-28	1,27	max
	-	-	28-34	1,21	среднее

ИДК, ед.	35-90	2,57	35-70	2,0	min
	70-100	1,43	90-100	1,11	max
	-	-	59-87	1,47	среднее
Седиментация, мл	42-70	1,67	34-42	1,23	min
	41-73	1,78	50-57	1,14	max
	34-70	2,06	70-73	1,04	среднее
Амилоза, %	8,4-22,8	2,71	8,4-22,8	2,71	max
	22,8-29,4	1,29	22,8-29,4	1,29	min
	15,6-26,3	1,69	17,5-26,3	1,50	среднее
Число падения, сек.	62-701	11,3	62-67	1,08	среднее
	67-453	6,8	433-701	1,62	max
	62-434	7,0	312-330	1,06	min
Глиадин, %	17,9-39,2	2,19	17,9-29,2	1,63	max
	29,2-48,2	1,65	31,5-48,2	1,53	среднее
	20,5-31,5	1,54	25,6-34,8	1,36	min
Глютенин, %	20,1-24,4	1,21	20,1-23,6	1,17	среднее
	23,6-29,3	1,24	24,3-29,3	1,21	max
	22,4-24,3	1,08	23,1-25,7	1,11	min

Изменчивость внутри года и между годами была в одних пределах для таких показателей качества зерна как натурная масса, содержание протеина, глиадина и глютеина по всем значениям (минимальным, средним и максимальным), что свидетельствует о равном влиянии генотипа (внутри года) и среды (между годами). Высокая вариабельность внутри года показателей числа падения (k изменчивости=6,8-11,3), седиментация, ($k=1,7-2,06$), стекловидность ($k=1,78-4,18$) позволяют констатировать преобладающее значение генотипа. Для показателей содержание клейковины и ИДК отмечена разнонаправленность k -изменчивости, что связано с наличием взаимодействий генотип-среда.

Таким образом, изученный блок яровой мягкой пшеницы характеризовался по качеству зерна по содержанию протеина как класс

«сильная», по стекловидности и седиментации как класс «ценная» и по качеству клейковины нестабилен в условиях увлажнения. Полученные результаты свидетельствуют о широком диапазоне признаков качества зерна в коллекции яровой пшеницы Казахстана, выращенной в регионе Костанайской области (Карабалыкская СХОС) по многолетним данным. Полученные результаты по показателям качества будут использованы для картирования QTL-маркеров, связанных с качеством зерна мягкой пшеницы.

Работа выполнена в рамках проекта 1784/ГФ4 «Разработка ДНК-маркеров для селекции пшеницы на повышение урожайности и качества зерна на основе использования новых геномных технологий» по бюджетной программе МОН РК «Грантовое финансирование научных исследований» на 2015-2017 гг.

Литература

- 1 Asseng S., Milroy S.P., Poole M.L. Systems analysis of wheat production on low water-holding soils in a Mediterranean-type environment I. Yield potential and quality // *Field Crops Res.* – 2008. – 105. – P.97-106.
- 2 Савин В.Н., Абугалиев И.А., Абугалиева А.И. Оптимизация аналитических исследований в растениеводстве // *Доклады РАСХН.* – 1998. – №2. – С.13-15

- 3 Драчева Л.М. Твердозерность мягких пшениц и селекция на качество. – Дисс. ... канд.с.-х. наук, А., 1999. – 24 с.
- 4 Аbugалиева А.И., Савин В.Н. Принцип и система ведения баз данных по маркерным и селективным признакам зерновых культур. – А.с. Агенства ИНСО РК №346 – 23.08.1995.
- 5 Конарев В.Г. Белки растений как генетические маркеры. – Москва: Колос – 1983. – 320 с.
- 6 Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. – Москва: Наука. – 1985. – 327 с.
- 7 Перуанский Ю.В., Аbugалиева А.И., Булатова К.М., Нехорошева Л.М. Глиадин-глютениновые биотипы пшеницы // Доклады ВАСХНИЛ. – 1986. – №6. – С.4-5.
- 8 Jin H., Yan j., Peña-Bautista R.J., Xia X.C., Morgounov A.I., Han L.M., Zhang Y., He Z.H. Molecular detection of high- and low-molecular-weight glutenin subunit genes in common wheat cultivars from 20 countries using allele-specific markers // Crop and Pasture Science. – 2011. – Vol. 62. – N.9 – P.746-754. DOI: 10.1071/CP11134
- 9 Abugaliev A., Pena R.J. Grain Quality Spring and Winter Wheat in Kazakhstan // J.: Asian and Australian of Plant Science and Biotechnology. – V.4. (Special Issue 1). Print JSSN 1752-3818. – 2010. – P.87-90.
- 10 Li H.M., Tang Z.X., Zhang H.Q., Yan B.J., Ren Z.L. Major quality trait analysis and QTL detection in hexaploid wheat in humid rain-fed agriculture // Genet Mol Res. – 2013. – Vol.12. – N.2. – P.1740-1751. doi: 10.4238/2013.May.21.5.
- 11 Conti V., Roncallo P.F., Beaufort V., Cervigni G.L., Miranda R., Jensen C.A., Echenique V.C. Mapping of main and epistatic effect QTLs associated to grain protein and gluten strength using a RIL population of durum wheat // J Appl Genet. – 2011. – Vol. 52. – N.3. – P.287-298.
doi: 10.1007/s13353-011-0045-1
- 12 Аbugалиева С.И. Генетическое картирование локусов количественных признаков (QTL) у зерновых культур // Биотехнология. Теория и практика. – 2004. – №4. – С. 31-37.
- 13 Abugaliev S., Ledovskoy Y., Abugaliev A., Quarrie S., Turuspekov Y. Mapping of quantitative traits loci for grain protein content in common wheat // Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology. – 2010. – Vol.4. (Special Issue 1). Print JSSN 1752-3818. – P.21-26.
- 14 Берсимбаев Р.И., Шулембаева К.К. Цитологические исследования мягкой пшеницы в Казахстане // Вестник ВОГиС. – 2005. – Т.3. – С. 317-323.
- 15 Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties //Crop Sci. – 1996. – Vol.6. – P.36-40.
- 16 Tai G.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials //Crop Science. – 1971. – Vol.11. – N. 2. – P.184-190
- 17 Мартынов С.П. Оценка экологической пластичности сортов с/х культур //Сельскохозяйственная биология. – 1989. – Vol.3. – С.124-129.
- 18 Аbugалиева А.И., Савин В.Н. Метод определения экологической адаптивности генотипов по комплексу признаков в многомерной системе. – Авт. св-во агенства ИНСО № 418 от 13.05.96.
- 19 Государственный Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан. – Астана: Форма Плюс. – 2014. – 238 p.
- 20 Turuspekov Y., Kondybaev A., Volkova L., Plieske G., Ganal M., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Abugaliev S. DNA genotyping and phenotyping of spring wheat accessions from Kazakhstan // Abstr. of 12th International Wheat Genetics Symp. Japan. – 2013. – P.107.
- 21 Turuspekov Y., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Griffiths S., Plieske J., Ganal M., Akhunov E., Abugaliev S. Phenotypic and Genotypic variability of wheat in Kazakhstan // Proc. of 9th International Wheat Conf. Sydney. – 2015. – P. 62.
- 22 Turuspekov Y., Plieske J., Ganal M., Akhunov E., Abugaliev S. Phylogenetic analysis of wheat cultivars in Kazakhstan based on the wheat 90 K single nucleotide polymorphism array // Plant Genetic Resources. – 2015. available on CJO2015.
doi:10.1017/S1479262115000325.
- 23 Сеницын С.С., Зелова Л.А. Массовое двукратное определение силы муки пшеницы навеска зерна от 0,5 до 0,15 г // Сибирский Вестник с/х науки. – 1978. – №3. – 39-44.

References

- 1 Asseng S, Milroy SP, Poole ML (2008) Systems analysis of wheat production on low water-holding soils in a Mediterranean-type environment I. Yield potential and quality, Field Crops Res, 105: 97–106.
- 2 Savin VN, Abugaliev IA, Abugaliev AI. (1998) Optimization of analytical researches in crop production, Reports of the Russian Academy of agricultural sciences [Optimizatsiia analiticheskikh issledovaniy v rasteniyevodstve. Doklady RASKhN] 2:13-15. (In Russian)
- 3 Dracheva LM (1999) Hardness of bread wheat and breeding for the quality [Tverdozernost' miagkikh pshenits i selektsiia na kachestvo] PhD thesis, Almaty, Kazakhstan, 24 p. (In Russian)
- 4 Abugaliev AI, Savin VN (1995) Principle and system of maintaining databases on marker and selective traits in cereal crops [Printsip i sistema vedeniia baz dannykh po markernym i selektivnym priznakam zernovykh kul'tur – Avtorskoe svidetel'stvo INSO RK №346 – 23.08.1995]. (In Russian)
- 5 Konarev VG (1983) Proteins of plants as genetic markers [Belki rastenii kak geneticheskie markery]. Kolos, Moscow, Russia, 320 p. (In Russian)
- 6 Sozinov AA (1985) Polymorphism of proteins and its value in genetics and breeding [Polimorfizm belkov i ego znachenie v genetike i selektsii] Science, Moscow, Russia, 327 p. (In Russian)

- 7 Peruanskii YV, Abygalieva AI, Bulatova KM, Nekhorosheva LM (1986) Gliadin-glyutenin biotypes of wheat [Gliadin-gliuteninovyе biotypы pshenitsy] Reports of VASHNIL, 6:4-5. (In Russian)
- 8 Jin H, Yan J, Peña-Bautista RJ; Xia XC; Morgounov AI, Han LM, Zhang Y, He ZH (2011) Molecular detection of high- and low-molecular-weight glutenin subunit genes in common wheat cultivars from 20 countries using allele-specific markers, *Crop and Pasture Science*, 62(9):746-754. DOI: 10.1071/CP11134
- 9 Abugaliyeva A, Pena RJ (2010) Grain Quality Spring and Winter Wheat in Kazakhstan // J.: Asian and Australian of Plant Science & Biotechnology, 4(1):87-90.
- 10 Li HM, Tang ZX, Zhang HQ, Yan BJ, Ren ZL (2013) Major quality trait analysis and QTL detection in hexaploid wheat in humid rain-fed agriculture. *Genet Mol Res*, 12(2):1740-51. doi: 10.4238/2013.May.21.5.
- 11 Conti V, Roncallo PF, Beaufort V, Cervigni GL, Miranda R, Jensen CA, Echenique VC (2011) Mapping of main and epistatic effect QTLs associated to grain protein and gluten strength using a RIL population of durum wheat, *J Appl Genet*, 52(3):287-98. doi: 10.1007/s13353-011-0045-1. Epub 2011 Apr 27.
- 12 Abugaliyeva SI (2004) Genetic mapping of quantitative traits loci in cereal crops [Geneticheskoe kartirovanie lokusov kolichestvennykh priznakov (QTL) u zernovykh kul'tur – Biotekhnologiya. Teoriya i praktika] 4: 31-37. (In Russian)
- 13 Abugaliyeva S., Ledovskoy Y., Abugaliyeva A., Quarrie S., Turuspekov Y. Mapping of quantitative traits loci for grain protein content in common wheat // Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology. 2010. V.4. (Special Issue 1). Print ISSN 1752-3818. – P.21-26.
- 14 Bersimbaev RA, Shulembaeva KK (2005) Cytologic studies of common wheat in Kazakhstan [Tsitologicheskie issledovaniya miagkoi pshenitsy v Kazakhstane // Vestnik VOGiS, 9(3):317-323. (In Russian)
- 15 Eberhart SA, Russell WA (1996) Stability parameters for comparing varieties, *Crop Sci*, 6:36-40.
- 16 Tai G.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials //Crop Science, 1971. – Vol.11. – N2. – P.184-190
- 17 Martynov SP (1989) Assessment of ecological plasticity of crop cultivars – Agricultural biology [Otsenka ekologicheskoi plastichnosti sortov s/kh kul'tur //Sel'skokhoziaistvennaia biologiya] 3:124-129. (In Russian)
- 18 Abugaliyeva AI, Savin VN (1996) Method of detection of ecological adaptability of genotypes on a complex of traits in multidimensional system [Metod opredeleniya ekologicheskoi adaptivnosti genotipov po kompleksu priznakov v mnogomernoi sisteme. – A. sv-vo agenstva INSO]. – Certificate of Intellectual Properties Agence. Almaty, Kazakhstan. – N418. (In Russian)
- 19 State Register of Breeding Achievements Approved for use in the Republic of Kazakhstan [Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushennykh k ispolzovaniyu v Respublike Kazakhstan]. Astana, Kazakhstan, 2014. P.238. (In Russian).
- 20 Turuspekov Y., Kondybaev A., Volkova L., Plieske G., Ganal M., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Abugaliyeva S. DNA genotyping and phenotyping of spring wheat accessions from Kazakhstan // 12th International Wheat Genetics Symposium, Japan, 2013, p.107.
- 21 Turuspekov Y, Chudinov V, Sereda G, Tokhetova L, Griffiths S, Plieske J, Ganal M, Akhunov E, Abugaliyeva S. Phenotypic and Genotypic variability of wheat in Kazakhstan. Proceedings of 9th International Wheat Conference, Sydney, Australia (20-25 September, 2015). P. 62.
- 22 Turuspekov Y., Plieske J., Ganal M., Akhunov E., Abugaliyeva S. Phylogenetic analysis of wheat cultivars in Kazakhstan based on the wheat 90 K single nucleotide polymorphism array. *Plant Genetic Resources*, 2015 available on CJO2015. doi:10.1017/S1479262115000325.
- 23 Sinitsyn SS, Zelova LA (1978) [Massovoe dvukratnoe opredelenie sily muki pshenitsy naveska zerna ot 0,5 do 0,15 g. – Sibirskii Vestnik s/kh nauki] 3:39-44. (In Russian)