

**ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСТОСОРТНОСТИ И КАЧЕСТВА СЕМЯН**  
**Features definitions pureness and quality of seeds**

**М. М. Копусь**, ведущий научный сотрудник отдела биохимической, физиологической и технологической оценки качества зерна,

**Т. И. Фирсова**, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства зерновых культур,

**А. А. Донцова**, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя,

**С. В. Подгорный**, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы интенсивного типа

(ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калининко, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3)

*Рецензент:* Г. Я. Кривошеев, кандидат с.-х. наук

**Аннотация**

Приведены методические особенности использования генетического полиморфизма белков зерна в семеноводческой работе. Показаны эталонные спектры новых сортов пшеницы и ячменя. Анализ электрофореграмм проламинов позволяет установить примеси и биотипный состав сортов на момент передачи их на Государственное сортоиспытание. В первичном семеноводстве знание генетического полиморфизма белков зерна сортов позволяет поддерживать их генетическую чистоту (подлинность). В результате проведенных исследований выявлены поли- и мономорфные сорта. У сортов Лидия, Лилит (озимая мягкая пшеница) и Виват (ячень-двуручка) в первичном семеноводстве удалось избавиться от примесей, разделить сорта по окраске растений.

**Ключевые слова.** Озимая пшеница, яровой ячень, ячень двуручка, проламины, сортовые качества, внутрисортовой полиморфизм.

**Summary**

Methodical features of use of genetic polymorphism of grain protein in the seed operation. Showing reference spectra of new grades of wheat and barley. Analysis electrophoregrams prolamins allows you to set the impurity and the composition of the biotype of graeds at the time of their transfer to the state grade trials. The primary seed-growing knowledge of the genetic polymorphism of protein grain grades allows to maintain their genetic purity (authenticity). The studies revealed poly- and monomorphic class. At Lydia grade, Lilith (winter wheat) and Vivat (alternate barley) in the initial seed was able to get rid of impurities, split color grades of plants.

**Keywords.** Winter wheat, spring barley, alternate barley, prolamins, grade quality, intragrade polymorphism.

В начале 1970-х годов в мире возникло направление исследований, которое получило название биохимической генетики (Г. Харрис). Пионерами развития этих исследований в нашей стране стали академики А.А. Созинов (ВСГИ, Украина) и В. Г. Конарев (ВИР, Россия). В Донском селекцентре эти исследования начаты с 1983 года, а на Северо-Донецкой ГСХОС – с 1985 года (М.М. Копусь). Их базисом было одновременное использование важнейших достижений молекулярной биологии (связь между генами и белками), биохимии

(электрофорез, как наиболее совершенный метод разделения биополимеров) и классической генетики (гибридологический анализ).

Одним из важнейших положений биохимической генетики стало открытие того, что на биохимическом уровне в гетерозиготе всегда функционирует оба аллеля (от матери и отца). Следовательно, в  $F_1$  белки наследуются только по промежуточному кодоминантному типу. В данном случае – доминантность или рецессивность, не пригодны. Исследованиями было установлено, что в гетерозиготном триплоидном эндосперме интенсивность электрофоретических компонентов зависит от дозы генов материнской и отцовской форм. В связи с этим у злаков на уровне отдельных зерен  $F_2$  типичное (менделевское) соотношение классов 1:2:1 меняются на 1:1:1:1. Отсюда исходит, что семенем  $F_1$  может быть только то, на электрофореграмме белка которого одновременно будут присутствовать все компоненты родительских форм. Необходимое условие – исходные формы гибрида должны отличаться между собой аллельным состоянием хотя бы по одному локусу, а на электрофореграмме семени  $F_1$  можно было бы идентифицировать хотя бы один отцовский компонент. Это положение будет работать только тогда, когда исходные линии будут отвечать генетическому понятию «линия» [1, 4]. В идеале это значит, что все локусы будут находиться в гомозиготном состоянии.

Исходя из этого положения, уже разработаны пригодные для массовых анализов методики электрофореза зерна кукурузы, каферина сорго, гелиантина подсолнечника и других культур. Для упрощения работы по многим гибридам этих культур создаются так называемые эталоны электрофореграмм того или иного гибрида. По ним сравниваются электрофореграммы белков материнской линии,  $F_1$ , а также определены компоненты отцовской линии, присутствие которых является доказательством гибридного происхождения семени.

Еще более простым является контроль генетической чистоты семян самоопылителей (пшеница, ячмень, рис, горох, соя и др.). В идеальном случае у линейного сорта все зерна должны иметь одну и ту же электрофореграмму белка. Однако при изучении внутрисортного полиморфизма по проламинам озимой пшеницы, ярового и озимого ячменя, их сортового состава многие из них являются полиморфны. Поэтому при передаче сортов в ГСИ в нашем институте изучается их внутрисортный полиморфизм по проламинам зерна. Их спектры фотографируются и служат эталонами для дальнейшей идентификации сортов лабораторными методами. Эти сведения необходимы для контроля за семенами сортов, находящихся в размножении: первичное семеноводство, производство оригинальных семян (ОС (ПР-1), ОС (ПР-2), ОС (с/э), элиты, 1–3 репродукции (РС-1, РС-2) [5].

**Материал и методы.** Объектом для исследований являлись новые сорта озимой пшеницы, озимого и ярового ячменя, выращенные в конкурсном сортоиспытании (КС) и в питомниках первичного семеноводства ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И. Г. Калиненко (ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко).

Электрофорез проламиновых белков выполняли по стандартной методике на крахмальном геле. Запись электрофореграмм осуществляли с использованием генетического принципа записи аллелей (блоков) компонентов глиадинов [1] и гордеинов [2]. SDS-седиментация – по научно-практическим рекомендациям, разработанным во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко [3]. Для проведения исследований использовали как смесь зерен каждого образца по 500–1000 штук (20–50 г), так и отдельные зерна (по 50–100 штук от каждого сорта).

**Результаты.** В результате проведенных анализов установлено, что новые сорта озимой мягкой пшеницы Находка, Капитан, Кипчак, Бонус являются мономорфными. Суммарный

спектр этих сортов совпадает со спектром единственного биотипа. Сорта Лилит, Лидия и Капризуля состоят из двух биотипов. При этом у сорта Лидия соотношение первого и второго биотипов примерно равное, а у сортов Лилит и Капризуля первый биотип преобладает над вторым (табл. 1).

Таблица 1

**Внутрисортной полиморфизм по глиадидам у сортов озимой мягкой пшеницы  
(конкурсное сортоиспытание – КС-1)**

Сорт	Биотип		Глиадин						Оцен ка	SDS, мл	Предшественник
	№	%	1A	1B	1D	6A	6B	6D			
Лидия	Σ	100	3	1	1+7	1	1	1	X <sup>+</sup>	48	кукуруза на силос
	1б	45	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>		
	2б	55	3	1	1	1	1	1	X		
Находка	Σ	100	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>	58	черный пар
	1б	100	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>		
Капитан	Σ	100	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>	56	кукуруза на силос
	1б	100	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>		
Лилит	Σ	100	3	1	1	3+1	1	2	X	48	кукуруза на силос
	1б	85	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>		
	2б	12	3	1	1	1	1	1	X		
	прим.	2	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>		
Карпизул я	Σ	100	3	4	7+1	3	1	2	X <sup>++</sup>	48	кукуруза на силос
	1б	63	3	4	7	3	1	2	O		
	2б	38	3	4	1	3	1	2	X <sup>+</sup>		
Кипчак	Σ	100	4	1	4	3	1	2	O	59	черный пар
	1б	100	4	1	4	3	1	2	O		
Бонус	Σ	100	4	1	2	3	1	2	X <sup>+</sup>	55	черный пар
	1б	100	4	1	2	3	1	2	X <sup>+</sup>		
	1б (м)	1 зерно	4	1	2м	3	1	2	X <sup>+</sup>		

Примесь выявлена у сортов Лилит и Бонус (модификация в аллеле *Gld1D2*). Качество зерна новых сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, полученных по предшественнику черный пар значительно выше, чем сортов полуинтенсивного типа (предшественник – кукуруза на силос), хотя глиадины у всех сортов имеют хорошую и отличную оценку.

У новых сортов озимой твердой пшеницы Ониск и Диона не выявлено внутрисортного полиморфизма. Они состоят из одного биотипа, не отличающегося от суммарного спектра. Киприда состоит из двух биотипов, Кристелла – из четырех близких по соотношению. Из всех проанализированных образцов только у сорта Киприда не обнаружено примеси. Качество зерна у Кристеллы самое высокое, у Киприды – на уровне стандарта Дончанка (табл. 2).

Таблица 2

**Внутрисортной полиморфизм по глиадидам у сортов озимой твердой пшеницы (КС-1)**

Сорт	Биотип		Глиадин						SDS, мл
	№	%	1A	1B	1D	6A	6B	6D	
Ониск	Σ	100	13	1	-	3т	2	-	33
	1б	98	13	1	-	3т	2	-	
	прим.	2	13х	4т	-	3т	2	-	
Кристелла	Σ	100	10	1+4т	-	1+3	1	-	41
	1б	30	10	1	-	3	1	-	
	2б	25	10	4т	-	1	1	-	

	36	19	10	1	-	1	1	-	
	46	25	10	4г	-	3	1	-	
	прим.	1	13	1	-	3г	2	-	
Киприда	Σ	100	8+10	2г+4г	-	3г	2	-	29
	16	57	8	2г	-	3г	2	-	
	26	43	10	4г	-	3г	2	-	
Диона	Σ	100	4	6г	-	2	3	-	33
	16	98	4	6г	-	2	3	-	
	прим.	2	13	1	-	3г	3	-	

Анализ внутрисортного полиморфизма сортов ярового ячменя показал, что сорта Щедрый и Новик являются мономорфными и хорошо отличимыми по гордеинам. Примесь выявлена у сорта Новик, от которой можно избавиться в первичном семеноводстве.

Сорта двуручки ячменя Тимофей, Виват и Тигр отличаются по гордеинам. В процессе работы было установлено, что сорта Тимофей и Новик идентичны между собой по электрофореграммам гордеинов, но при этом легко отличаются по морфологическим признакам: Тимофей – *parallelum*, Новик – *ricotense*. У сорта ячменя двуручки Тигр выявлено два биотипа, что следует учитывать при ведении первичного семеноводства и поддержании их соотношения 70:30 (табл. 3).

Таблица 3

**Внутрисортной полиморфизм по гордеинам у сортов ячменя (КС-1)**

Сорт	Биотип		Глиадин			Тип развития
	№	%	А	В	F	
Щедрый	Σ	100	2	18	3	яровой
	16	100	2	18	3	
Новик	Σ	100	1	8	1	яровой
	16	98	1	8	1	
	прим.	2	2	20	3	
Тимофей	Σ	100	1	8	1	двуручка
	16	98	1	8	1	
	прим.	2	2	8	1	
Тигр	Σ	100	23+21	8	1	двуручка
	16	70	23	8	1	
	26	28	21	8	1	
	прим.	2	1	22	1	
Виват	Σ	100	21	21	1	двуручка
	16	95	21	21	1	
	1 прим.	3	1	21	1	
	2 прим.	2	2	21	1	

На примере сорта озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа Лидия рассмотрим особенности его семеноводства. Во время вегетации растения этого сорта в питомнике испытания потомств 1 года (ПИП-1) разделились по морфологическому признаку «окраска листа и стебля» на сизые и зеленые линии. Анализ электрофореграмм глиадинов зерна показал, что в этих выборках присутствовали оба биотипа по проламинам. При этом соотношение их оказалось разным: в выборке с «зелеными растениями» преобладали линии с *Gld 1D7* (76 %), а в выборке с сизыми растениями – *Gld 1D1* (65 %) (табл. 4).

Таблица 4

**Идентификация семян по глиадиновым аллелям сорта озимой пшеницы Лидия в  
первичном семеноводстве (ППП-1)**

Сорт	Биотип		Гли-биотип						Оценка	SDS, мл	Биотип
	n	%	1A	1B	1D	6A	6B	6D			
Лидия (зеленые)	4	24	3	1	1	1	1	1	X	48	1 биотип (3) 2 биотип (3)
	13	76	3	1	7	1	1	1	X <sup>+</sup>	49	
	17	100								49	
Лидия (сизые)	20	65	3	1	1	1	1	1	X <sup>+</sup>	47	1 биотип (C) 2 биотип (C)
	11	35	3	1	7	1	1	1	X	48	
	31	100								47	

Анализ полученных данных показал, что в первичном семеноводстве у сорта Лилит остался только один биотип с формулой глиадина *Gld 311311* (табл. 5), в то время как в КС-1 у него их было два – *Gld 311311* (85 %) и *Gld 311111* (12 %) (табл. 1).

Таблица 5

**Внутрисортовой полиморфизм и чистосортность у сортов озимой пшеницы в  
первичном семеноводстве**

Сорт	Биотип		Глиадин						Оценка SDS, мл	
	№	%	1A	1B	1D	6A	6B	6D		
Озимая мягкая пшеница										
Лилит сизая, д.44-47	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	52
	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	52
	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	53
	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	50
зеленая, д.1, 2	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	51
	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	50
	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X <sup>+</sup>	51
Озимая твердая пшеница										
Аксинит д.12488-12682	Σ	100	10	1	-	4Г	-	2		34
	Σ	100	10	1	-	4Г	-	2		34
Амазонка д.12686-12810	Σ	100	5	4Г	-	1	-	2		32
	Σ	100	5	4Г	-	1	-	2		31
	прим.	-	13х	1	-	1	-	2		30
д.12811-12892	Σ	100	5	4Г	-	1	-	2		33

При этом линии, из которых состоит сорт Лилит, отличались по окраске растений только в период «начало выхода в трубку» и до созревания. Во время налива зерна этот признак уже отсутствует. По SDS-седиментации они тоже близки (50–53 мм).

Из четырех сортов озимой твердой пшеницы примесь выявлена только у линий сорта Амазонка (делянка 12814). Все остальные линии соответствовали заявленным сортам (табл. 5).

Представленные образцы сорта ячменя двуручки Виват из первичного семеноводства являются идентичными по гордеинам образцам из делянок КС-1, которые являются эталоном (табл. 6).

**Идентификация семеноводческих образцов ячменя двуручки Виват по электрофореграммам гордеинов**

Питомник	Гордеин		
	А	В	F
Σ (КС-1)	21	21	1
ПИП-1	21	21	1
ПИП-2	21	21	1
ОС-1	21	21	1
ОС-2	21	21	1

Семена из питомников и линии сортов пшеницы и ячменя (табл. 4–6) проанализированы в период от уборки до посева, что позволяет провести браковку деляночного материала и в дальнейшем получать генетически чистый посевной материал [4].

**Выводы.** Проанализированы новые сорта озимой пшеницы, ячменя двуручки и ярового ячменя, выращенные в конкурсных сортоиспытаниях селекционных лабораторий и в первичном семеноводстве ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко.

Выявлены мономорфные сорта Находка, Капитан, Кипчак, Бонус (озимая мягкая пшеница), Оникс, Диона, Аксинит, Амазонка, Лазурит (озимая твердая пшеница), Щедрый, Новик (яровой ячмень), Тимофей, Виват (ячмень двуручка). Полиморфными являются сорта Лидия, Лилит, Кристелла, Киприда и Тигр. Примеси выявлены у сортов Лилит, Бонус, Оникс, Кристелла, Диона, Новик, Тимофей, Тигр и Виват.

В первичном семеноводстве удалось избавиться от примесей у сортов Лидия, Лилит, Виват, а также разделить сорта Лидия и Лилит, отличающиеся по морфологическим признакам и получить различные биотипы, которые в процессе семеноводства были выявлены как более продуктивные линии.

Генетический полиморфизм белков зерна позволяет идентифицировать сорта, выявлять примеси и контролировать биотипный состав при передаче их в Государственное сортоиспытание. В первичном семеноводстве важно поддерживать генетическую чистоту сортов, в промышленном семеноводстве электрофорез белков целесообразно использовать в качестве контрольных мер, при возникновении спор.

#### Библиографический список

1. *Копусь М. М.* Полиморфизм белков зерна и селекция озимых пшениц: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Краснодар, 1998. – 48 с.
2. *Нецветаев В. П., Созинов А. А.* Местонахождение гордеинового G локуса Hrd G на 5-й хромосомы ячменя // Новый слёт. 1984. №. 14. С. 4–6.
3. *Самофалова Н. Е.* DSD-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна / Н. Е. Самофалова, М. М. Копусь, О. В. Скрипка и др.. – Ростов-на-Дону : ЗАО «Книга», 2014. – 32 с.
4. *Созинов А. А.* Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. – М. : Наука, 1985. – 272 с.
5. *Фирсова Т. И.* Сортвые и урожайные качества семян озимой пшеницы в первичных звеньях семеноводства в зависимости от приема отбора элитных растений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – п. Рассвет, 2006. – 24 с.