

# ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ

Известия ТСХА, выпуск 2, 2011 год

УДК 547.962.7:633.11:664.64.016.8

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СОСТАВА ГЛИАДИНОВ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

А.А. ХРУНОВ<sup>1</sup>, А.В. ФИСЕНКО<sup>2</sup>, С.Л. БЕЛЕЦКИЙ<sup>3</sup>, А.Ю. ДРАГОВИЧ<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии  
РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева;<sup>2</sup> Институт общей генетики РАН;  
<sup>3</sup> Институт проблем хранения Росрезерва)

**Изучены показатели структуры урожая и технологические качества озимой пшеницы у биотипов, выделенных по аллелям глиадинкодирующих локусов у ряда гетерогенных по данным аллелям сортов и потомков F<sub>2</sub> одной гибридной комбинации. Установлены достоверные отличия между биотипами по структуре урожая и качеству зерна. Показана возможность использования аллелей глиадинкодирующих локусов в качестве генетических маркеров некоторых хозяйственно ценных признаков, таких как содержание белка и клейковины, озерненность колоса, масса тысячи зерен и другие. Полученные результаты можно эффективно использовать в селекционной работе в Нечерноземной зоне РФ.**

*Ключевые слова:* глиадины, генетические маркеры, технологические качества.

Современные селекционные программы по ускоренному созданию новых сортов предусматривают глубокое изучение селекционного материала как на фенотипическом, так и на генотипическом уровне. Для реализации этих программ требуется найти методы, которые бы с высокой точностью и эффективностью маркировали генотипы сортов. Поиск маркеров и их использование в селекции получили название «маркер-опосредованной селекции» (marker assisted selection), при которой отбор нужных признаков и индивидуумов ведется не по морфотипу организма, а по его генотипу [3].

Исключительно эффективным маркером генотипа мягкой пшеницы являются гены запасных белков зерновки глиадинов. Их генетика и биохимия хорошо изучены [1,6, 7, 12, 17].

Глиадины совместно с глютелинами входят в состав клейковины, определяющей пищевые, технологические и вкусовые достоинства пшеничного хлеба. Биохимически глиадины представляют собой смесь мономерных полипептидов, богатых глутамином и пролином и растворимых в 70%-м этаноле. Благодаря почти полному отсутствию межмолекулярных связей глиадины разделяются при электрофорезе на большое число компонентов, что позволило детально изучить наследование этих белков. Синтез глиадинов контролируется шестью несцепленными глиадинкодирующими локусами, расположенными на коротких плечах хромосом первой и шестой гомеологических групп. Каждый локус характеризуется множественным аллелизмом [15]. Методом одномерного электрофореза в полиакриламидном геле вы-

является около 20 аллелей на локус [16]. Комбинация различных аллелей по шести локусам позволяет теоретически получить более 1 млн генотипов, что дает возможность точно идентифицировать генотипы как гомогенных, так и гетерогенных сортов (т.е. содержащих два и более биотипа по составу глиадинов), а также гибридные линии и популяции. Обозначаются аллели глиадинкодирующих локусов следующим образом: латинскими буквами (*Gli*), затем прописной буквой обозначается геном и порядковый номер локуса (*A 1, B1, D1, A2, B2, D2*), и строчной буквой обозначается аллель (*a, b, c...* и т.д.), например, *Gli-A2q* [14].

Глиадины, как генетические маркеры, могут маркировать различные генотипы, а следовательно, и различные хозяйственно ценные признаки. Было показано, что у пшеницы из разных климатических зон аллели глиадинкодирующих локусов встречаются с разной частотой, что предположительно может быть связано с тем, что определенные аллели маркируют ассоциации генов, обуславливающие адаптивность генотипа к специфическим условиям окружающей среды [1]. Кроме того, изучение биотипов гетерогенных сортов показало их различие по хозяйственно ценным признакам, что может быть обусловлено наличием тех или иных аллелей глиадинкодирующих локусов у соответствующих биотипов [9].

Целью нашей работы являлось выявление зависимости между аллельным составом глиадинкодирующих локусов и хозяйственно ценными признаками, а также поиск аллелей, которые могли бы служить эффективными генетическими маркерами в маркер-опосредованной селекции.

#### Материалы и методы

В нашей стране широко распространены сорта мягкой пшеницы, гетерогенные по составу глиадинов, т.е. содержащие два или более глиадиновых биотипа. Большой интерес представляет возможность сравнения биотипов, выделенных по составу глиадинов, по хозяйственно ценным признакам. Поэтому исследовали гетерогенные по составу глиадинов сорта: Саратовская 29 (районирована в Нижневолжском, Уральском и Западносибирском регионах), Самсар (Средневолжский и Уральский регионы), Дальневосточная 10 (Дальневосточный регион).

Однако при сравнительном изучении биотипов внутри одного сорта не всегда можно говорить о том, что различие этих биотипов по качеству и структуре урожая обусловлено только различием по составу глиадинов, так как биотипы могут отличаться и по другим генам и локусам, также влияющим на хозяйственно ценные признаки, что связано с особенностями ведения селекционного процесса. Для выявления такой зависимости необходимо было создать линии или популяции, отличающиеся друг от друга только по составу аллелей глиадинкодирующих локусов. Для этого на основе скрещивания двух сортов: Купава × Новосибирская 32 создана гибридная популяция, из F<sub>2</sub> которой были отобраны биотипы, отличающиеся по составу глиадинов. В таких биотипах при достаточной выборке гены родительских сортов распределяются примерно с равными частотами и отличие биотипов друг от друга определяется преимущественно составом глиадинов. Сорта, выбранные для гибридизации, районированы в различных агроклиматических зонах (Купава — в Северокавказском регионе, Новосибирская 32 — в Западносибирском), что обуславливает их отличие по составу аллелей глиадинкодирующих локусов и возможность отбора различных биотипов.

Сортообразцы для разделения на биотипы, а также для гибридизации были получены от оригинаторов сортов, пересеяны с целью получения колосового материала и разделены по составу глиадинов на биотипы путем проведения электрофореза

запасных белков (глиадинов). Электрофорез глиадинов в полиакриламидном геле в кислом алюминий-лактатном буфере проводили по стандартной методике [4, 16].

Полученные биотипы пересеивали отдельно друг от друга с целью получения количества зерна, достаточного для проведения анализов. Посевы на размножение проводили в течение двух лет на полевой станции РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Далее был проведен структурный анализ урожая, определены стекловидность и натура зерна по стандартным методикам и на инфракрасном спектрофотометре «Инфралюм» определены содержание белка и клейковины. Полученные данные статистически обработаны [2].

### Результаты и их обсуждение

У выделенных нами биотипов различных сортов и гибридов были определены аллели глиадинкодирующих локусов, представленные в таблице 1.

Таблица 1

#### Аллельный состав глиадинкодирующих локусов изучаемых биотипов

Сорт	Номер биотипа	<i>Gli-A1</i>	<i>Gli-B1</i>	<i>Gli-D1</i>	<i>Gli-A2</i>	<i>Gli-B2</i>	<i>Gli-D2</i>
Саратовская 29	Биотип 1	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>s</i>	<i>q</i>	<i>e</i>
	Биотип 2	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>q</i>	<i>e</i>
Самсар	Биотип 1	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>s</i>	<i>q</i>	<i>e</i>
	Биотип 2	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>q</i>	<i>e</i>
	Биотип 3	<i>m</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>q</i>	<i>w</i>	<i>e</i>
	Биотип 4	<i>m</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>q</i>	<i>e</i>
Гибридная комбинация Купава × Новосибирская 32	Биотип 1	<i>g+o</i>	<i>b</i>	<i>g+b</i>	<i>f+n</i>	<i>d</i>	<i>b+a</i>
	Биотип 2	<i>g+o</i>	<i>b</i>	<i>g+b</i>	<i>f+n</i>	<i>o</i>	<i>b+a</i>
	Биотип 3	<i>g+o</i>	<i>L</i>	<i>g+b</i>	<i>f+n</i>	<i>o</i>	<i>b+a</i>
Дальневосточная 10	Биотип 1	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>null</i>	<i>k</i>	<i>c</i>	<i>m</i>
	Биотип 2	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>k</i>	<i>c</i>	<i>m</i>

В ходе проведенных исследований нами были установлены достоверные различия между глиадиновыми биотипами по ряду показателей. Так, сорт Саратовская 29 представлен двумя биотипами, отличающимися по аллелям локуса *GU-A2*. Как видно из таблицы 2, биотип с аллелем *Gli-A2s* достоверно превосходит биотип с аллелем *Gli-A2q* по таким показателям, как масса тысячи зерен, натура, массовая доля клейковины, т.е. по показателям, определяющим качество зерна, но уступает по длине главного стебля, главного колоса и числу колосков в колосе.

В составе сорта Самсар было выделено четыре глиадиновых биотипа. Сравнение наиболее эффективно проводить между биотипами, отличающимися по минимальному числу аллелей, поэтому биотипы сравнивались попарно (табл. 3, 4). Как видно из таблицы 3, первые два биотипа сорта Самсар полностью идентичны двум биотипам сорта Саратовская 29 по составу аллелей глиадинкодирующих локусов. Это обусловлено их генетическим родством, так как сорта созданы в одном селекцентре, а Саратовская 29 и родственные ей сорта входят в родословную сорта Самсар. Два биотипа сорта Самсар также отличаются друг от друга по аллелям *s nq* локуса *GU-A2*.

Таблица 2

**Сравнительная характеристика глиадиновых биотипов сорта Саратовская-29  
по структуре урожая и качеству зерна**

Локус	<i>Gli-A2s</i>	<i>Gli-A2q</i>	НСР <sub>05</sub>
Продуктивная кустистость	8,4	7,4	1,1
Длина главного стебля, см	106,7	111,3	3,8
Длина главного колоса, см	8,7	9,1	0,3
Число колосков в главном колосе	15,6	16,5	0,5
Число зерен в главном колосе	35,0	33,9	2,7
масса 1000 зерен, г	36,0	34,4	1,2
Стекловидность, %	96	95	5,4
Натура, г	793,6	783,4	4,9
Массовая доля белка (в пересчёте на с.в.), %	16,7	15,9	2,1
Клейковина, %	31,0	28,9	0,9

Таблица 3

**Сравнительная характеристика биотипов сорта Самсар с *Gli-A2s* и *Gli-A2q*  
по структуре урожая и качеству зерна**

Локус	<i>Gli-A2s</i>	<i>Gli-A2q</i>	НСР <sub>05</sub>
Продуктивная кустистость	6,7	5,6	0,8
Длина главного стебля, см	107,6	114,9	3,2
Длина главного колоса, см	9,4	9,3	0,4
Число колосков в главном колосе	16,1	15,8	0,7
Число зерен в главном колосе	41,1	39,6	3,5
Масса 1000 зерен, г	38,5	40,3	0,9
Стекловидность, %	98	92	5,2
Натура, г	807,2	812,7	5,0
Массовая доля белка (в пересчёте на с.в.), %	15,8	16,0	1,1
Клейковина, %	28,9	29,1	1,0

Так же как и в случае с сортом Саратовская 29, было показано, что биотип с аллелем *Gli-A2q* имеет достоверно большую длину стебля и более низкую продуктивную кустистость. Подтверждение этой закономерности на одних и тех же аллелях двух разных сортов позволяет предположить, что данные аллели могут маркировать ассоциации генов, контролирующих высоту стебля и продуктивную кустистость. Уменьшение длины стебля, в свою очередь, может положительно сказываться на устойчивости к полеганию, что может быть использовано в селекционном процессе.

В то же время биотип сорта Самсар с аллелем *Gli-A2s* имеет более низкую натуру и меньшую массу тысячи зерен, но более высокую стекловидность, чем биотип с *Gli-A2q*. Эти показатели отличаются от показателей аналогичных биотипов сорта Саратовская 29 и определяются, вероятно, ассоциациями генов, несцепленных с глиадинкодирующими локусами.

Два других биотипа сорта Самсар отличались по двум аллелям локусов *GU-D1* и *GU-B2*: один из них нес аллели *Gli-D1f* и *Gli-B2w*, другой — аллели *Gli-D1a*

**Сравнительная характеристика биотипов сорта Самсар  
с *Gli-D1f Gli-B2w* и *Gli-D1a Gli-B2q* по структуре урожая и качеству зерна**

Локус	<i>Gli-D1f Gli-B2w</i>	<i>Gli-D1a Gli-B2q</i>	НСР <sub>05</sub>
Продуктивная кустистость	5,6	5,5	0,8
Длина главного стебля, см	114,0	117,1	3,3
Длина главного колоса, см	10,0	9,1	0,5
Число колосков в главном колосе	16,2	16,5	0,5
Число зерен в главном колосе	38,4	27,4	2,6
Масса 1000 зерен, г	46,9	41,6	0,8
Стекловидность, %	97	95	5,1
Натура, г	805,0	813,0	5,3
Массовая доля белка (в пересчёте на с.в.), %	16,0	16,3	0,9
Клейковина, %	29,6	30,2	1,1

и *Gli-B2q*. Кроме того, эти биотипы отличались от первых двух биотипов наличием аллеля *Gli-Alm*. Как видно из таблицы 4, биотип с аллелями *Gli-D1f* и *Gli-B2w* имеет лучшие показатели числа зерен в главном колосе и массы тысячи зерен, т.е. основные показатели структуры урожая, хотя и уступает по натуре зерна. Данный эффект может определяться как влиянием одного из этих аллелей (генов, сцепленных с одним из них), так и их совместным действием.

Биологический смысл наличия в составе сорта разных глиадиновых биотипов, отличающихся по продуктивной кустистости, массе зерен и другим признакам, возможно, заключается в усилении пластичности сорта в разные по погодным условиям годы по сравнению с гомогенными по составу глиадинов сортами, в одни годы более урожайным оказывается один биотип, в другие годы — другой [9]. Это подтверждается широким распространением гетерогенных по глиадинам сортов, таких как Саратовская 29, Самсар, Приокская.

Если в составе вышеперечисленных сортов изучались естественные биотипы, составляющие структуру сорта, то один из биотипов сорта Дальневосточная 10, на электрофоретическом спектре которого отсутствуют компоненты, контролируемые хромосомой *ID (Gli-D1 null)*, возник в результате единичной спонтанной мутации в колосовом материале, был нами отобран и является потомством одного растения. Методом хромосомного контроля было показано, что отсутствие данного блока компонентов на электрофореграмме является следствием транслокации участка короткого плеча хромосомы *ID* на длинное плечо хромосомы *2A* [11].

Транслокация целого участка хромосомы привела к тому, что глиадинкодирующий локус, расположенный на данном участке, перестал транскрибироваться. Как правило, такие мутации приводят к снижению жизнеспособности растения или являются летальными. Полученная и размноженная нами линия является вполне жизнеспособной, однако существенно отличается по ряду показателей от основного биотипа сорта Дальневосточная 10 (табл. 5). Отсутствие части глиадиновых компонентов положительно сказывается на таких показателях, как число колосков в колосе и число зерен в колосе, но резко отрицательно влияет на массу тысячи зерен и натуру зерна, т.е. зерно мутантного биотипа является более щуплым. Это может быть объяснено тем, что, во-первых, компоненты глиа-

**Сравнительная характеристика глиадиновых биотипов  
сорта Дальневосточная 10 по качеству зерна**

Локус	<i>Gli-D1null</i>	<i>Gli-D1a</i>	HCP <sub>05</sub>
Продуктивная кустистость	5,4	5,7	0,7
Длина главного стебля, см	120,1	104,4	42,0
Длина главного колоса, см	9,4	9,3	0,5
Число колосков в главном колосе	15,2	13,7	0,8
Число зерен в главном колосе	24,0	20,0	1,4
Масса 1000 зерен, г	34,5	39,3	1,0
Стекловидность, %	84	85	4,9
Натура, г	723,0	777,0	5,1
Массовая доля белка (в пересчёте на с. вещ.), %	21,0	19,5	1,1
Клейковина, %	40,6	36,9	0,9

дина, контролируемые хромосомой *ID* и входящие в состав клейковинного комплекса, играют важную роль в образовании структуры и массы зерновки, и их отсутствие у мягкой пшеницы не компенсируется другими белками. Во-вторых, на коротких плечах хромосом первой гомеологической группы расположены локусы низкомолекулярных глютеинов (LMW), тесно сцепленные с глиадиновыми локусами. Транслокация короткого плеча хромосомы *ID* могла привести к прекращению транскрипции глютеинкодирующего локуса на этой хромосоме. В таком случае клейковинный комплекс зерновки еще более обедняется, в результате чего образуется мелкое и щуплое зерно. Достоверное увеличение массовой доли белка и клейковины может быть связано с тем, что в таком зерне объемная доля алейронового слоя относительно массы зерновки увеличивается, в результате чего относительная масса белков и клейковины к массе всей зерновки возрастает. В-третьих, щуплость зерна мутантного биотипа могла быть спровоцирована прекращением синтеза ряда ферментов углеводного обмена, гены которых локализованы на коротком плече хромосомы *ID*. К ним относятся глюкозофосфатизомераза, гексокиназа, пероксидаза, глютамат-пируваттрансаминаза. Там же локализованы гены 5S рРНК. Помимо этого перенос короткого плеча *ID*-хромосомы мог привести к изменению работы генов длинного плеча, где локализован ген ветвящего фермента SBE, принимающего непосредственное участие в синтезе крахмала.

В потомстве F2 гибридной комбинации Купава х Новосибирская 32 были выделены три биотипа, которые сравнивались попарно (табл. 6, 7). Два из них различались по локусу *GU-B2*: один из них нес аллель *Gli-B2d*, второй — аллель *Gli-B2o*. Третий биотип отличался от второго только по локусу *Gli-B1*, имея по нему аллель *Gli-B1l*, в то время как второй биотип нес аллель *Gli-B1b*. Аллель *Gli-B1l* маркирует ржаную транслокацию в генотипе сорта.

Сравнение биотипов, характеризующихся аллелями глиадинкодирующих локусов *Bib B2d* и *Bib B2o* (см. табл. 6), показало, что биотип с аллелем *Gli-B2o* существенно превосходит биотип с аллелем *Gli-B2d* по содержанию белка, клейковины и натуре зерна, т.е. основным показателям качества, но имеет меньшую озерненность главного колоса. Вероятно, аллель *Gli-B2o*, попавший в гибридную популяцию от сорта Купава, сцеплен с ассоциацией генов, определяющих высокое качество

Таблица 6

**Сравнительная характеристика биотипов с *Gli-B2d* и *Gli-B2o* из гибридной комбинации  
Купава x Новосибирская 32 по структуре урожая и качеству зерна**

Локус	<i>Gli-B2d</i>	<i>Gli-B2o</i>	НСР <sub>05</sub>
Продуктивная кустистость	4,9	4,8	0,8
Длина главного стебля, см	100,0	107,5	4,5
Длина главного колоса, см	9,8	10,1	0,8
Число колосков в главном колосе	18,8	17,8	1,7
Число зерен в главном колосе	45,2	39,2	5,6
Масса 1000 зерен, г	41,9	41,5	1,1
Стекловидность, %	87	87	5,0
Натура, г	786,1	803,7	4,9
Массовая доля белка (в пересчёте на с. в.), %	13,7	16,9	0,9
Клейковина, %	23,3	31,1	1,1

Таблица 7

**Сравнительная характеристика биотипов с *Gli-B1b* и *GH-B1l* из гибридной комбинации  
Купава x Новосибирская 32 по структуре урожая и качеству зерна**

Локус	<i>Gli-B1b</i>	<i>GH-B1l</i>	НСР <sub>05</sub>
Продуктивная кустистость	4,8	5,7	0,9
Длина главного стебля, см	107,5	97,7	5,2
Длина главного колоса, см	10,1	9,9	0,8
Число колосков в главном колосе	17,8	19,0	1,7
Число зерен в главном колосе	39,2	48,3	5,6
Масса 1000 зерен, г	41,5	37,5	1,1
Стекловидность, %	87	90	4,9
Натура, г	803,7	800,5	5,0
Массовая доля белка (в пересчёте на с. в.), %	16,9	15,4	1,0
Клейковина, %	31,1	27,4	1,1

зерна, и может служить генетическим маркером этой ассоциации и использоваться в селекционной работе, но с учетом того, что его использование может отрицательно сказаться на озерненности и общей урожайности.

Аллель *Gli-B1l* маркирует ржаную транслокацию 1RS/1BL, которая представляет собой короткое плечо хромосомы 1R ржи, транслоцированное на длинное плечо хромосомы 1В пшеницы. Источником данной транслокации в изучаемой гибридной комбинации является сорт Купава, который, в свою очередь, получил ее от родительского сорта Кавказ. Как известно [8], белки, кодируемые данной хромосомой, отрицательно влияют на хлебопекарные свойства муки. Эта хромосома также сцеплена с локусами генов устойчивости к различным болезням [13]. Однако данная транслокация, широко распространенная среди сортов пшеницы Северокавказского региона, совершенно не встречается среди сортов, созданных в Нечерноземье [5], в связи с чем было проведено сравнительное изучение биотипов, отличающихся наличием и отсутствием данной транслокации (см. табл. 7).

Показано, что в условиях Нечерноземья ржаная транслокация 1RS/1BL, маркируемая аллелем *Gli-B1l*, положительно влияет на такие показатели структуры урожая, как продуктивная кустистость и число зерен в главном колосе, снижает длину главного стебля, но отрицательно влияет на массу тысячи зерен, содержание белка и клейковины. Полученные нами данные соответствуют литературным источникам. Аллель *Gli-B1l* можно использовать как маркер высоких показателей структуры урожая, но в селекции на качество генотипы с данным аллелем использовать нежелательно.

### Заключение

На основании изучения различий между биотипами, выделенными по составу глиадинов внутри ряда сортов и созданной нами гибридной популяции мягкой пшеницы, мы выявили аллели глиадинкодирующих локусов, которые положительно либо отрицательно влияют на сцепленные с ними хозяйственно ценные признаки в условиях Нечерноземья, а также могут быть использованы в селекционно-семеноводческой практике.

При изучении биотипов, выделенных из гибридной комбинации Купава х Новосибирская 32, выяснено, что в условиях Нечерноземья ржаная транслокация, маркируемая локусом *Gli-B1L*, положительно влияет на основные показатели структуры урожая (продуктивная кустистость и число зерен в главном колосе) и отрицательно — на содержание белка и клейковины.

В гибридной комбинации Купава х Новосибирская 32 биотип с блоком глиадиновых компонентов *Gli-B2o* существенно превосходит биотип с блоком *Gli-B2a* по содержанию белка и клейковины, но имеет большую длину главного стебля и меньшую озерненность колоса.

На примере сортов Саратовская 29 и Самсар было показано, что аллель *Gli-A2s* маркирует увеличение содержания белка и клейковины в зерне и укорочение главного стебля по сравнению с аллелем *Gli-A2q*. Также на примере сорта Самсар показано, что аллели *Gli-D1f* и *Gli-B2w* (или, во всяком случае, один из них) маркируют увеличение длины главного колоса и массы зерен, но уменьшение natуры зерна.

На примере сортов пшеницы Саратовская 29 и Самсар показано, что наличие двух и более биотипов внутри сорта, возможно, оказывает компенсаторный эффект на урожайность и пластичность сорта в разные по гидротермическим условиям годы. Это подтверждается очень широким распространением данных сортов.

У сорта пшеницы Дальневосточная 10 выделен мутантный биотип с отсутствием глиадиновых компонентов, контролируемых локусом *GU-D1*. Этот биотип отличается от основного биотипа данного сорта меньшей массой тысячи зерен и натурой, однако, повышенным содержанием белка и клейковины в зерне.

### Библиографический список

1. Драгович А.Ю. Закономерности формирования биоразнообразия вида мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. по генам запасных белков: Докт. дисс. М., 2008.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985.
3. Кудрявцев А.М. Маркер-опосредованная селекция растений. Молекулярная и прикладная генетика, 2010. Т. 9. С. 28-31.
4. Новосельская А.Ю., Метакровский Е.В., Созинов А.А. Изучение полиморфизма глиадинов некоторых сортов пшеницы методами одно- и двумерного электрофореза. Цитология и генетика, 1983. Т. 15. С. 45^18.
5. Новосельская-Драгович А.Ю., Фисенко А.В. Динамика генетического разнообразия (по глиадинкодирующим локусам) сортов мягкой озимой пшеницы *Triticum aestivum* L., распространенных в северных районах России // Селекция и семеноводство, 2005.
6. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Наука, 1985.

7. *Созинов А.А., Попереля Ф.А.* Полиморфизм проламинов и селекция // Вести с.-х. науки, 1979. Т. 10: С. 21-34.

8. *Созинов А.А.* Полиморфизм белков и их значение в генетике и селекции. М.: Наука, 1985.

9. *Хрунов А.А., Фисенко А.В.* Влияние глиадинового состава биотипов сорта пшеницы Приокская на показатели структуры урожая и силу муки // Межд. науч. конф. молодых ученых и специалистов «Вклад молодых ученых в развитие инноваций аграрной науки» 23-24 апреля 2009 г. М., 2009. С. 660-664.

10. *Babu R. et al.* Integrating marker-assisted selection in crop breeding — Prospects and challenges // *Current Science*, 2004. Vol. P. 607-619.

11. *Badaeva E.D. et al* Chromosomal rearrangements in wheat: their types and distribution // *Genome*, 2007. Vol. 50. Pp. 1-20.

12. *Lawrence G.J., Shepherd K. W.* Inheritance of gluteninprotein subunits of wheat // *Theor. Appl. Genet.*, 1981. Vol.60. Pp. 333-337.

13. *Mein tosh R.A., Welling C.R., Park R.F.* Wheat rusts: an atlas of resistance genes // CSIRO, Australia, 1995.

14. *Mcintosh R.A.* A Catalogue of gene symbols for wheat (1983, edition) — *Proc. Intern // Wheat Genetics Sympsiym*, 1983. Pp 1197-1254.

15. *Metakovskv E. V.* Gliadin allele identification in common wheat. II. Catalogue of gliadin allele in common wheat // *J. Genet Breed*, 1991. Vol. 45. Pp. 325-344.

16. *Metakovskv E.V., Novoselskava A.Yu.* gliadin allele identification in common wheat. Methodological aspects of analysis of gliadin pattern by one-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis//*J. Genet. And Breed*, 1991. Vol. 45. Pp. 317-324.

17. *Metakovskv E.V., Novoselskava A.Yu., Kopus M.M., Sobko T.A., Sozinov A.A.* Blocks of gliadin components in winter wheat detected by one-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis //*Theor. Appl. Genet.*, 1984a. Vol. 67. Pp. 559-568.

18. *Metakovskv E. V., Novoselskava A.Yu., Sozinov A A.* Genetic analysis of gliadin components in winter wheat using two-dimensional polyacrylamide gel electrohoresis // *Theor. Appl. Genet.*, 1984b. Vol. 69. Pp. 31-37.

19. *Ruane J.* Marker-assisted selection as a tool for genetic improvement of crops, livestock, forestry and fish in developing countries: an overview of the issues. A in book *Marker- assisted selection Current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish.* Rome, 2007.

*Рецензент — д. б. н. А.А Соловьев*

## SUMMARY

Both yield structure indices and technological properties of winter wheat in biotypes, isolated according to gliadine-encoding loci in a number of heterogeneous, by given alleles, varieties and descendants F2 of one hybrid combination have been investigated. Reliable differences between biotypes according to yield structure and grain quality are established. Possibility to use gliadine-encoding loci alleles as genetic markers of some production characteristics such as: protein content, gluten content, ear of wheat quality, mass of a thousand grains etc, is shown in the article. Results obtained could effectively be used in plant breeding work within non-black soil area of Russian Federation.

*Key words:* gliadines, genetic markers, technological characteristics.

Хрунов Алексей Александрович — асс. каф. агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. (499) 976-29-71. Эл. почта: ak11@msk.su

Фисенко Андрей Владимирович — к. б. н.

Белецкий Сергей Леонидович — научный сотрудник Института проблем хранения Росрезерва.

Драгович Александр Юрьевич — д. б. н.