

**РЖАНЫЕ ТРАНСЛОКАЦИИ У НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ
МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ****Н.А. КОЗУБ^{1, 5}, И.А. СОЗИНОВ¹, Т.А. СОБКО^{1, 5}, О.С. ДЕДКОВА²,
Е.Д. БАДАЕВА³, В.П. НЕЦВЕТАЕВ⁴**

Методом электрофореза исследовали 20 сортов озимой мягкой пшеницы (конкурсное испытание, Белгородский НИИ сельского хозяйства) по локусам запасных белков — проламинов и высокомолекулярных субъединиц (НМВ) глютелинов. Особое внимание уделялось районированным в 2008-2009 годах сортам Синтетик и Богданка с генетическим материалом от ржи. Среди исследуемой группы интрогрессия по глиадинокодирующим локусам ржаного происхождения была обнаружена у трех сортов — Синтетик, Крыжинка и Богданка. Установлено, что сорта Синтетик и Крыжинка несут транслокацию 1BL/1RS, сорт Богданка — транслокацию 1AL/1RS. Эти данные также подтвердил проведенный цитогенетический анализ. Определены аллели генов глиадинов *Gli-1* (*Gld*) и НМВ субъединиц глютелинов *Glu-1* у изученного набора сортов. Уточнена генеалогия сорта Богданка — первого сорта озимой мягкой пшеницы российской селекции с транслокацией 1AL/1RS.

Ключевые слова: мягкая пшеница, транслокации, глиадины, глютелины, хромосомы.

Keywords: common wheat, translocations, gliadin, glutelin, chromosomes.

Анализ аллельных состояний генов запасных белков широко используют в генетических исследованиях, селекции и семеноводстве мягкой пшеницы (1). Глиадины кодируются кластерами генов из шести основных локусов — *Gli-A1*, *Gli-B1*, *Gli-D1*, *Gli-A2*, *Gli-B2* и *Gli-D2*, расположенных дистально на коротких плечах хромосом 1-й и 6-й гомеологических групп (1). Локусы, контролирующие синтез высокомолекулярных (НМВ) субъединиц глютелинов (*Glu-A1*, *Glu-B1*, *Glu-D1*), находятся на длинных плечах хромосом 1-й гомеологической группы (2). Для запасных белков характерен множественный аллелизм генов (3-5). Аллельные состояния в локусах запасных белков непосредственно связаны с показателями хлебопекарного качества (1, 2, 6).

Из интрогрессий среди коммерческих сортов мягкой пшеницы наиболее распространены пшенично-ржаные транслокации 1BL/1RS и 1AL/1RS (7). Источником 1BL/1RS транслокации у современных сортов мягкой пшеницы в основном служит линия Riebesel 47-51, созданная Г. Рибезелем (G. Riebesel), с транслокацией от ржи сорта Petkus (2x) (7). 1AL/1RS транслокация в большинстве случаев происходит от сорта Amigo, созданного в США в 1976 году. Фрагмент ржаной хромосомы 1R у Amigo получен от аргентинского сорта ржи (*Secale cereale* L.) Insave (8). Для идентификации ржаных транслокаций 1BL/1RS и 1AL/1RS предложен спектр методов (биохимические, цитологические, ДНК-маркирование). К наиболее распространенным относится метод электрофореза спирторастворимых запасных белков зерна в кислой среде (1).

Известно, что присутствие в геноме мягкой пшеницы 1BL/1RS транслокации отрицательно сказывается на хлебопекарных качествах (1). Это можно частично компенсировать наличием у сортов аллелей с положительным влиянием на качество зерна по другим локусам, в частности по локусам НМВ субъединиц глютелинов. Исследования эффекта 1AL/1RS транслокации выявили, что ее присутствие не приводит к столь резкому снижению показателей качества, как в варианте с 1BL/1RS (9, 10).

Мы изучили сорта озимой мягкой пшеницы по локусам запасных белков для выявления интрогрессии генетического материала от ржи, при

этом специальное внимание было уделено недавно районированным сортам Синтетик и Богданка с целью уточнения их генеалогии.

Методика. Набор из 20 сортов (конкурсное испытание Белгородского НИИ сельского хозяйства) включал районированные по Центрально-Черноземной зоне РФ сорта Синтетик и Богданка (внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, соответственно с 2008 и 2009 года). Сорт Синтетик предложен для районирования по Курской области, сорт Богданка — по Белгородской области (11). Первый, как правило, формирует клейковину II группы качества (12, 13), у второго значения индекса деформации клейковины несколько лучше, чем у первого.

Запасные белки эндосперма анализировали в индивидуальной зерновке. Электрофорез проламинов проводили в кислой среде в полиакриламидном геле (14). Обозначения проламинов приведены по Е.В. Метаковскому (15, 16) и Ф.А. Попереле, Т.А. Собко (17, 18). Электрофорез НМВ субъединиц глютеинов выполняли по методике U.K. Laemmli в 10 % разделяющем геле (19). Аллели НМВ субъединиц глютеинов идентифицировали по каталогу Р. Рауне с соавт. (3).

При цитологическом анализе хромосом исследовали корешки прорастающего семени. С-дифференциальное окрашивание хромосом проводили по Е.Д. Бадаевой (20, 21).

Родословная сорта Синтетик: {(Одесская 130 × Ольвия) Одесская 51}[Одесская 51 (Мироновская 808 × Аврора)][(Одесская 51 × Иния 66) (Одесская 51 × W.S.1877 «измененная»)(Ольвия × Одесская 130)]}. Родословная сорта Богданка: {[BC₁(Одесская полукарликовая × *Aegilops cylindrica*, одесская популяция) Amigo] × Пырей, спонтанная гибридизация} × Волжская 16.

Результаты. Генотипы сортов озимой мягкой пшеницы (как проходивших государственные испытания, так и возделываемых по 5-му региону РФ — Центрально-Черноземной зоне) по локусам глиадинов и глютеинов, определенные на основании результатов электрофореза запасных белков зерновки, приведены в таблице 1. Образец Селянка одесская получен от оригинаторов и представляет собой высокорослый вариант этого сорта, вследствие чего описанные нами формулы могут не совпадать с данными других исследователей. Наибольшее число аллелей (шесть) идентифицировали по локусу *Gli-A1*, по четыре аллеля выявили для локусов *Gli-B1* и *Gli-D1*. У изученной группы сортов доминирующими оказались глиадиновые аллели *Gli-A1b*, *Gli-B1b*, *Gli-D1b* и *Glu-D1g* (табл. 2). По локусам НМВ субъединиц глютеинов были обнаружены аллели, определяющие высокие хлебопекарные качества (*Glu-A1a*, *Glu-A1b*, *Glu-B1b*, *Glu-B1c*, *Glu-D1d*) (22). Необходимо отметить совпадения в наборе идентифицированных доминирующих аллелей с таковыми у широко известного сорта Безостая 1 (*Gli-A1b*, *Gli-B1b*, *Gli-D1b*, *Glu-A1b*, *Glu-B1c*, *Glu-D1d*), что, скорее всего, указывает на их адаптивную роль.

Известно, что наличие пшенично-ржаной транслокации 1BL/1RS или замещения 1В хромосомы пшеницы на 1R хромосому ржи в геноме пшеницы приводит к резкому снижению качества зерна. Хроматин короткого плеча 1R хромосомы хорошо идентифицируется на основании анализа компонентного состава глиадинов (1, 17, 23, 24). Для транслокации 1BL/1RS маркером служит блок секалинов, синтез которых контролируется аллелем *Gli-B1l* (15), или GLD 1B3 (1), для транслокации 1AL/1RS — блок секалинов GLD 1A17, отличающийся по спектру компонентов от контролируемого аллелем *Gli-B1l*. Его было предложено обозначить *Gli-A1w* (25).

1. Аллельное состояние в локусах генов глиадинов *Gli-1 (Gld)* и высокомолекулярных (НМВ) субъединиц глютеинов *Glu-1* у сортов озимой мягкой пшеницы (конкурсное испытание, Белгородский НИИ сельского хозяйства)

Сорт	Хромосома, локус, аллель					
	1A		1B		1D	
	<i>Gli-A1</i> (<i>Gld 1A</i>)	<i>Glu-A1</i>	<i>Gli-B1</i> (<i>Gld 1B</i>)	<i>Glu-B1</i>	<i>Gli-D1</i> (<i>Gld 1D</i>)	<i>Glu-D1</i>
Богданка	w (17)	b	e (4)	c	g (5)	d
Синтетик	b (4)	b	l (3)	c	b+g (1 + 5)	a+d
Ариадна	b (4)	b	b (1)	b+c	g (5)	d
Белгородская 12	o (2)	a	b (1)	b	b (1)	d
Белгородская 16	o (2)	a	b (1)	b	b (1)	d
БелНИИСХ 1	b (4)	b	b (1)	b	j (4)	d
Безенчукская 380	f (3)	a	b (1)	c	j (4)	d
Волжская 100	f (3)	a	b (1)	c	g (5)	d
Донецкая 48	o (2)	a	b (1)	c	b (1)	d
Корочанка	b (4)	b	b (1)	b	g (5)	d
Крыжинка	x+o (9 + 2)	a	l (3)	c	b (1)	d
Льговская 4	f (3)	b	d (2)	c	b (1)	d
Одесская 267	b (4)	b	b (1)	c	g (5)	d
Повага	b+o (4 + 2)	a+b	b (1)	c	g+j (5 + 4)	d
Селянка одесская	x (9)	a+b	d (2)	c	b (1)	d
Фея	b (4)	a	b (1)	b	g+f (5 + 2)	d
Фишт	b (4)	b	d (2)	c	b (1)	d
Харус	b (4)	a	b (1)	b	g (5)	d
Харьковская 107	b (4)	a+b	b+j (1 + 4)	b	b (1)	d
Херсонская безостая	c (5)	b	b (1)	b	b+g (1 + 5)	d

П р и м е ч а н и е. В скобках указано обозначение согласно Ф.А. Попереле (17, 18).

2. Частота аллелей запасных белков в наборе анализируемых сортов озимой мягкой пшеницы (конкурсное испытание, Белгородский НИИ сельского хозяйства)

Локус, аллель	Частота аллеля
<i>Gli-A1:</i>	
b	0,475
c	0,050
f	0,150
o	0,200
x	0,075
w	0,050
<i>Gli-B1:</i>	
b	0,700
d	0,150
e	0,050
l	0,100
<i>Gli-D1:</i>	
b	0,425
f	0,025
g	0,400
j	0,150
<i>Glu-A1:</i>	
a	0,475
b	0,525
<i>Glu-B1:</i>	
b	0,475
c	0,525
<i>Glu-D1:</i>	
a	0,025
d	0,975

D1b+g, Glu-A1b, Glu-B1c, Glu-D1a+d. Судя по родословной этого образца, источником такого изменения хромосомы 1В мог служить сорт Аврора. Как следует из результатов анализа глиадина и глютеина, ржаную транслокацию 1BL/1RS несет также сорт Крыжинка.

Среди исследуемой группы сортов генетический материал от ржи был обнаружен у трех — Синтетик, Крыжинка и Богданка (см. табл. 1). Анализ запасных белков эндосперма показал, что у сорта Синтетик синтезируются белки, детерминируемые аллелем *Gli-B1l* (GLD 1B3) (рис. 1), которые характерны для форм с замещением 1B/1R или транслокацией 1BL/1RS. При установлении типа интродукции с использованием С-дифференциального окрашивания у сорта Синтетик (рис. 2) в коротком плече 1В хромосомы отмечали интенсивное окрашивание теломерной части, что характерно для хроматина ржи. Длинное плечо не отличалось от типично пшеничного. Следовательно, сорт Синтетик несет транслокацию 1BL/1RS. Это также подтверждается наличием пшеничного аллеля *c* по локусу *Glu-B1* на длинном плече хромосомы 1В, который идентифицируется с помощью электрофоретического анализа глютелина. В целом сорт Синтетик имеет следующие аллели локусов запасных белков эндосперма: *Gli-A1b, Gli-B1l, Gli-*

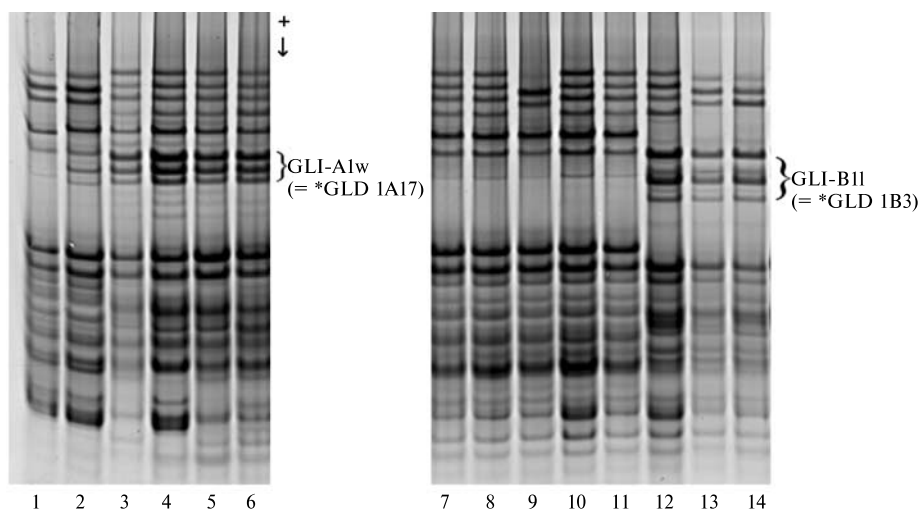


Рис. 1. Электрофореграммы глиадинов у различных сортов озимой мягкой пшеницы: 1 — Безостая 1; 2 — почти изогенная линия сорта Безостая 1 с GLI-B1-4; 3 — Богданка; 4 — Amigo; 5 — Богданка; 6 — 7086AR; 7-11 — Фея; 12-14 — Синтетик. Обозначения вариантов глиадинов GLI-A1w (= *GLD 1A17) и GLI-B11 (= *GLD 1B3), контролируемых соответственно ржаными транслокациями 1AL/1RS и 1BL/1RS, приведены по символике N.A. Kozub (25) и Ф.А. Поперели (отмечено звездочкой) (17).

Электрофорез глиадинов у сорта Богданка (см. рис. 1) показал наличие в эндосперме белков GLD 1A17 и, соответственно, аллеля *Gli-A1w*, характерных для сорта Amigo и сортов, которые несут транслокацию 1AL/1RS (18, 25). В то же время известно, что такой же вариант глиадина (GLD 1A17) имеют образцы пшеницы с замещением 1B/1R от октаплоидной тритикале АД825 (24). В связи с этим было проведено С-дифференциальное окрашивание хромосом сорта Богданка (рис. 2), показавшее, что у указанного сорта 1B хромосома типична для гексаплоидной мягкой пшеницы, тогда как хромосома 1A изменена. По исчерченности ее короткое плечо похоже на короткое плечо 1B хромосомы сорта Синтетик. Следовательно, сорт Богданка несет ржаную транслокацию в хромосоме 1A (1AL/1RS). Это также подтверждается наличием пшеничного аллеля *b* в локусе *Glu-A1* в длинном плече хромосомы 1A, идентифицированного с помощью электрофореза глютелина. Генеалогия сорта Богданка, представленная В.П. Нецветаевым и Н.М. Домановым (11), не включает источника ржаного хроматина. Однако известно, что при создании сорта Богданка вблизи межвидовых гибридов высевался сорт Amigo. Можно предположить, что в результате спонтанной гибридизации он принял участие в формировании исходного материала для сорта Богданка. Один из вариантов участия сорта Amigo в выведении сорта Богданка описан выше (см. раздел «Методика»). Возможно, это произошло на более поздней (предпоследней) стадии создания сорта Богданка. У сорта Богданка имеются следующие аллели локусов, обуславливающих синтез запасных белков: *Gli-A1w*, *Gli-B1e*, *Gli-D1g*, *Glu-A1b*, *Glu-B1c*, *Glu-D1d*. Согласно каталогу, приведенному Е.В. Метакоским с соавт. (16), сорт Amigo содержит аллель *Gli-A1o*, расположенный в хромосоме 1A. Указанный аллель характерен для образцов с типичной пшеничной 1A хромосомой, например для сортов Белгородская 12, Белгородская 16, Повага. В то же время сорт Amigo несет ржаную транслокацию 1AL/RS (26), что совпадает с результатами анализа его запасных белков (18). Поэтому аллель *Gli-A1o* у сорта Amigo, на наш взгляд, идентифицирован ошибочно.

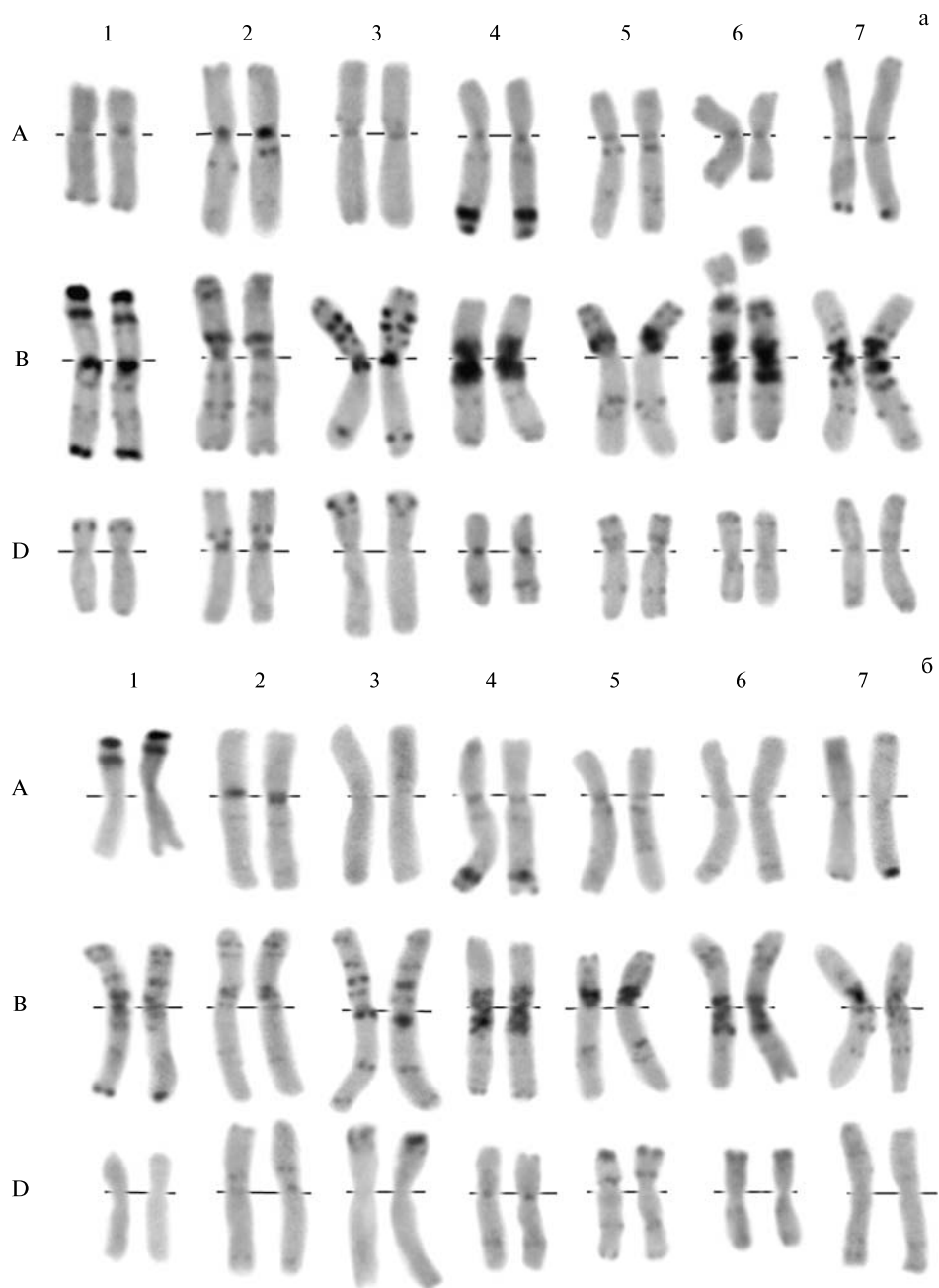


Рис. 2. Диплоидный набор хромосом у сортов озимой мягкой пшеницы Синтетик (а) и Богданка (б) (С-дифференциальное окрашивание). Цифры соответствуют номерам гомеологичных хромосом геномов А, В и D.

1RS транслокация в сорте пшеницы Amigo, полученная от ржи сорта Insave, в хромосоме 1A несет ряд генов устойчивости к болезням и вредителям: гены *Gb2* и *Cm3*, из которых первый определяет устойчивость к тле *Schizaphis graminum* биотипов В и С, второй — к клещу *Aceria tosicheilla* (Keifer), гены *Pm17* и *Sr1AR*, обуславливающие устойчивость соответственно к мучнистой росе и стеблевой ржавчине (5). Сорты с 1AL/RS транслокацией были ранее идентифицированы среди форм украинской селекции, созданных в последние 15 лет (18, 25). Богданка — первый российский сорт, несущий эту транслокацию.

Таким образом, ряд сортов озимой мягкой пшеницы охарактеризованы по глиадин- и глютеинкодирующим локусам. На основе этого анализа выделены сорта, имеющие ржаные глиадины, а с помощью цитогенетического исследования определены хромосомы и плечи с наличием ржаной транслокации 1RS, ответственной за синтез этих белков. Уточнена генеалогия нового сорта озимой мягкой пшеницы Богданка. Сорт Богданка — первый сорт российской селекции, который несет 1AL/RS транслокацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М., 1985.
2. Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1987, 38: 141-153.
3. Payne P., Lawrence G. Catalogue of alleles for the complex gene loci, *Glu-A1*, *Glu-B1*, *Glu-D1* which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. *Cereal Res. Commun.*, 1983, 11(1): 29-34.
4. Метаковску Е.В. Gliadin allele identification in common wheat. II. Catalogue of gliadin alleles in common wheat. *J. Genet. Breed.*, 1991, 45: 325-344.
5. Mac Gene, Gene Symbols, Gene Classes and References. 2005: <http://shigen.lab.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2005/GeneSymbol.pdf>, <http://shigen.lab.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2005/GeneClasses.pdf>, <http://shigen.lab.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2005/References.pdf>
6. Skerritt J.H. Gluten proteins: genetics, structure and dough quality — a review. *AgBiotechNews and Information*, 1998, 10(8): 247N-270N.
7. Rabinovich S.V. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*, 1998, 100: 323-340.
8. Sebesta E.E., Wood E.F. Transfer of greenbug resistance from rye to wheat with X-rays. *Agron. Abstr.*, 1978: 61-62.
9. Graybosch R.A., Peterson C.J., Hansen L.E., Worrall D., Shelton D.R., Lukaszewski A.J. Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS and 1AL/1RS wheat-rye translocation lines. *J. Cereal Sci.*, 1993, 17: 95-106.
10. Собко Т.А., Хохлов А.Н. Изучение селекционной ценности пшенично-ржаной транслокации 1AL-1RS сорта озимой мягкой пшеницы Amigo. Тез. докл. Межд. конф. «Агробиотехнологии растений и животных». Киев, 1997: 71-72.
11. Нецветаев В.П., Доманов Н.М. Сорта озимой мягкой пшеницы и технологии их возделывания. Белгород, 2009.
12. Нецветаев В.П., Чубарева М.В., Петренко А.В. Оценка качества клейковины пшеницы при поражении зерна вредным клопом черепашкой. В сб.: Актуальные вопросы аграрной науки и образования. Т. 1. Агронимия и агроэкология. Ульяновск, 2008: 114-118.
13. Нецветаев В.П., Лютенко О.В., Пашенко Л.С., Попкова И.И. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы. Научные ведомости БГУ, серия естественные науки (Белгород), 2009, 11/66(9/1): 56-64.
14. Козуб Н.А., Созинов И.А. Особенность расщепления по аллелям глиадинкодирующего локуса *Gli-B1* у гибридов озимой мягкой пшеницы. *Цитология и генетика*, 2000, 34(2): 69-76.
15. Метаковску Е.В. Gliadin allele identification in common wheat. II. Catalogue of gliadin alleles in common wheat. *J. Genet. Breed.*, 1991, 45: 325-344.
16. Метаковску Е.В., Branlard G., Graybosch R.A., Bekes F., Caranagh C.R., Wrigley C.W., Bushuk W. The gluten composition of wheat varieties and genotypes. Part I. Gliadin composition table. 2010. AACCI Web Site (www.aaccnet.org).
17. Попереля Ф.А., Бабаянц Л.Т. Блок компонентов глиадина 1B3 как маркер гена, обуславливающего устойчивость растений пшеницы к стеблевой ржавчине. Докл. ВАСХНИЛ, 1978, 6: 6-8.
18. Козуб Н.О., Созинов И.О., Колючий В.Т., Власенко В.А., Собко Т.О., Созинов О.О. Идентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції. *Цитология и генетика*, 2005, 39(4): 20-24.
19. Lammli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 1970, 227(5259): 680-685.
20. Бадаева Е.Д., Бадаев Н.С., Гил В.С., Филатенко А.А. Intraspecific karyotype divergence in *Triticum araraticum* (*Poaceae*). *Plant Syst. Evol.*, 1994, 192: 117-145.
21. Пухальский В.А., Соловьев А.А., Бадаева Е.Д. Практикум по цитологии и цитогенетике растений. М., 2007.
22. Payne P.I., Holt L.M., Jackson E.A., Law C.N. Wheat storage proteins: Their

- genetics and their potential for manipulation by plant breeding. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, B, 1984, 304: 359-371.
23. Неудачин В.П., Зима В.Г., Букреева Г.И. Связь глиадиновых компонентов с качеством клейковины озимой пшеницы в условиях Краснодарского края. В сб.: Пшеница и тритикале. Краснодар, 2001: 367-374.
 24. Мощный И.И., Благодарова Е.М., Файт В.И. Идентификация 1В-1R транслокации и замещения у интрогрессивных линий озимой мягкой пшеницы с помощью биохимических маркеров. В сб.: Геном растений. Одесса, 2008: 98-101.
 25. Kozub N.A., Sozinov I.A., Sobko T.A., Kolyuchii V.T., Kupstov S.V., Sozinov A.A. Variation at storage protein loci in winter common wheat cultivars of the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Цитология и генетика*, 2009, 43(1): 69-77.
 26. Lukaszewski A.J. Frequency of 1RS.1AL and 1RS.1BL translocations in United States wheats. *Crop Sci.*, 1990, 30: 1151-1153.

¹Институт защиты растений УААН,
03022 Украина, г. Киев, ул. Васильковская, 33,
e-mail: sia1@i.com.ua;

²Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт общей генетики
им. Н.И. Вавилова РАН,

119991 г. Москва, ул. Губкина, 3,
e-mail: olgadedkova@gmail.com;

³Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт молекулярной
биологии им. В.А. Энгельгардта РАН,

119991 г. Москва, ул. Вавилова, 32,
e-mail: k_badaeva@mail.ru;

⁴ГНУ Белгородский НИИ сельского хозяйства
Россельхозакадемии,

308001 г. Белгород, ул. Октябрьская, 58,
e-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru;

⁵ГУ Институт пищевой биотехнологии
и геномики НАНУ,

04123 Украина, г. Киев, ул. Осиповского, 2а

Поступила в редакцию
1 ноября 2010 года

RYE TRANSLOCATIONS IN THE VARIETIES OF WINTER COMMON WHEAT

N.A. Kozub^{1, 5}, I.A. Sozinov¹, T.A. Sobko^{1, 5}, O.S. Dedkova², E.D. Badaeva³,
V.P. Netsvetaev⁴

S u m m a r y

Twenty winter common wheat varieties from the competitive testing of Belgorod State Research Institute of Agriculture were studied with respect to the storage protein loci. Special attention was given to two varieties, Synthetic and Bogdanka, with rye chromatin material, which were also studied by cytogenetic analysis. Among the studied varieties, rye material marked by the gliadin loci was identified in Synthetic, Kryzhinka, and Bogdanka varieties. Synthetic and Kryzhinka varieties have 1BL/1RS rye translocation, and Bogdanka variety carries 1AL/1RS translocation. These data were confirmed cytologically. Alleles at the *Gli-1* (= *Gld*) loci, which control synthesis of gliadins, and alleles at the *Glu-1* loci, which control synthesis of HMW glutenin subunits, were identified in 20 varieties. Genealogy of Bogdanka, the first winter common wheat variety of Russian breeding, with 1AL/1RS translocation was clarified.

Новые книги

Котов В.П., Адрицкая Н.А., Завьялова Т.И. **Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур.** СПб: изд-во «Лань», 2010, 128 с.

В пособии изложены общие вопросы биологии овощных культур, приведены современные данные о состоянии отрасли в стране и за рубежом. В книге в полном объ-

еме раскрыты вопросы пищевого и лекарственного значения овощей. Подробно изложены биологические основы овощеводства: классификация овощных растений, центры их происхождения, особенности роста и развития овощных растений, увязанные с факторами внешней среды (тепло, свет, влага, питание и т.д.), которые обуславливают их жизнедеятельность.