

УДК 581.19:547.962

## **Перспективы использования электрофореза белков зерна**

### **для контроля генетической целостности, уточнения паспортных данных и выявления дублетов в коллекции яровой мягкой пшеницы**

**Н.К. Губарева, Н.М. Мартыненко, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова**

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова  
Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: e.zuev@vir.nw.ru

#### **Резюме**

Методом электрофореза запасных белков зерна – глиаина изучено 190 сортообразцов яровой мягкой пшеницы. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования этого метода для выявления дублетов, контроля за генетической целостностью и подлинностью при репродуцировании сортов яровой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, электрофоретические спектры глиаина, генетическая целостность, дублеты

### **PROSPECTS OF GRAIN PROTEIN ELECTROPHORESIS FOR THE CONTROL OF GENETIC INTEGRITY, UPDATING PASSPORT DATA AND FINDING DOUBLETS FOR THE SPRING BREAD WHEAT COLLECTION**

**N.K. Gubareva, N.M. Martynenko, E.V. Zuev, A.N. Brykova**

N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: [e.zuev@vir.nw.ru](mailto:e.zuev@vir.nw.ru)

#### **Summary**

190 accessions of spring bread wheat were studied by electrophoresis of grain storage proteins (gliadin). These results demonstrate the promise of using this method for the detection of doublets, monitoring genetic integrity and authenticity in reproducing varieties of spring wheat.

Key words: spring bread wheat, electrophoretic spectra of gliadin, genetic integrity, the doublets

#### **Введение**

В коллекции генетических ресурсов Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР) хранится 14422 образца яровой мягкой пшеницы основного каталога. Постоянно совершенствуются методы их рационального сохранения и использования. Как и любая другая, коллекция яровой мягкой пшеницы должна содержать максимум генетического разнообразия при минимальном наличии дублетного материала. В последние годы для контроля генетической целостности образцов, исключения дублетов и ошибок при репродуцировании наряду с методами, основанными на морфологических признаках, все шире привлекаются молекулярные (белковые и ДНК) маркеры (Конарев и др., 2004; Пюккенен и др., 2005; Перчук и др., 2009). В нашей работе в качестве маркеров использованы запасные белки пшеницы – глиадины, электрофоретические спектры которых являются надежными маркерами в идентификации сортов и биотипов пшеницы (Конарев, 1993; Конарев и др., 1998; Конарев и др., 2000).

## Материал и метод исследования

В исследование было включено 190 образцов яровой мягкой пшеницы. С целью выявления дублетов было оценено 93 сорта и линий, включающих 39 пар и 7 групп по три образца с одинаковыми сортовными названиями, но хранящиеся под разными каталожными номерами. Для оценки сохранения генетической стабильности при репродуцировании было проанализировано 23 пакетобразца, объединенных в 10 пар и группу из трех образцов. Также изучены 30 местных сортов из Казахстана и 44 из России, которые были разделены на группы с одинаковыми районами сбора и ботаническими разновидностями.

Электрофорез глиадины проводили в вертикальных пластинах 6,5% полиакриламидного геля в ацетатном буфере pH 3,1 по методике ВИР (Конарев и др., 1975), используемой в ISTA (ISTA Rules, 1986), UPOV и IPGRI. Глиадин выделяли из единичных зерновок. Случайная выборка составляла 20-30 зерновок. Идентификацию компонентов и запись спектров глиадины в виде формул проводили по эталонному спектру в соответствии с принятой номенклатурой. В тех случаях, когда компоненты представлены двумя или тремя субкомпонентами, для их обозначения используются нижние индексы при сохранении основной позиции компонента. Очень слабые по интенсивности компоненты обозначаются подчеркиванием компонента, очень интенсивные выделены жирным шрифтом, средние по интенсивности компоненты представлены обычным шрифтом (Конарев, 2000).

Позерновой анализ глиадины выявляет две категории сортов: мономорфные и полиморфные. Мономорфные имеют один тип спектра глиадины, полиморфные состоят из двух и более белковых биотипов. Электрофоретический спектр глиадины отдельной зерновки маркирует соответствующий ей биотип. Определяющими у полиморфных сортов обычно являются один-три биотипа, на которые приходится 80-90% сорта. Они в основном и служат главным критерием этих сортов (Конарев, 2001).

## Результаты и обсуждение

Среди 39 пар образцов с одинаковыми или близкими сортовными названиями, но разными каталожными номерами выявлено 11 пар с идентичными или очень близкими по компонентному составу спектрами глиадины. Среди них 7 пар (табл.) однородны и идентичны по спектрам глиадины: к-31235 и к-35754 (Heines Kolben, Германия); к-43218 и к-44691 (362 В1 Е4, Кения); к-40161 и к-41920 (Marquis × Svalof II 69, Германия); к-49383 и к-52722 (Иртышанка 7, Омская обл.); к-45858 и к-47886 (Грекум 114, Московская обл.); к-38414 и к-41356 (Cadet, США); к-33980 и к-37344 (N 159, Болгария)<sup>1</sup>. Идентичность по спектрам глиадины позволяет отнести такие пары образцов к дублетам.

В группы из трех сортов с одинаковыми сортовными названиями входят образцы, два из которых идентичны по спектрам глиадины. Третий образец в группе отличается по одному или нескольким типам спектров глиадины. Так, образцы канадского сорта Higon под номерами каталога к-25871 и к-29443 однородны и идентичны, а для к-5936 выявлены три отличающихся типа спектров глиадины. Однородны и идентичны образцы к-58941 (Maya-Pavon, Замбия) и к-59201 (Pavon S, Мексика); образцы к-35284 (Florence, Италия) и к-34056 (Quality, Австралия). Но третьи, входящие в эти группы образцы к-54403 (Pavon F 76, Мексика) и к-3704 (Florence, Австралия), соответственно, имеют иные по составу типы спектров глиадины. В группах образцов такого типа идентичные по глиадину образцы могут рассматриваться как дублеты, а отличающиеся образцы должны быть сохранены под отдельным каталожным номером.

Однородны и идентичны по спектру глиадины образцы к-5026 и к-29510 канадского сорта Marquis, близок к ним и образец к-29614, у которого выявлен еще один тип глиадинового спектра с иной  $\alpha$ -зоной. Частота встречаемости не более 10%. Можно предположить, что все три образца идентичны, но в одном имеется механическая примесь.

---

<sup>1</sup> У образцов N 159 выявлено по два идентичных по компонентному составу типов спектра глиадины.

Шесть пар одноименных образцов по типам спектра глиаина можно отнести к генетически близким. Это образцы к-45978 и к-45298 (Klein Aniversario, Аргентина), идентичные по основному типу спектра, второй тип спектра, выявленный у образца к-45298 отличался по составу  $\alpha$ - и  $\omega$ - зон; образцы к-33774 (Pilot, США) и к-34223 (Hope  $\times$  Ceres, США); образцы к-34705 и к-39356 (Мильтурум 553, Омская обл.) идентичные по двум основным типам спектра глиаина, но отличающиеся по составу третьих биотипов. Полиморфные по спектрам глиаина (выявлено до пяти-семи типов спектра), но идентичные только по двум- трем основным типам спектров пары образцов к-39984 и к-45145 (Nourin 29, Япония), к-15594 и к-27655 (Prelude, Канада) можно также отнести к генетически близким образцам. Из трех образцов к-40413, к-41921 (Heines Noe, Германия) и к-20349 Noe, Франция) идентичны по основному типу спектра только два первых сорта, которые также можно отнести к генетически близким. Для генетически близких образцов необходимо провести дополнительные исследования, включив в анализ зерна пшеницы с типичных колосьев сортов, устранив тем самым возможность механического засорения.

**Таблица. Белковые формулы спектров глиаина яровой мягкой пшеницы**

Номер каталога ВИР, название образца	Формула глиаина				Частота встречаемости, %
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\omega$	
к-31235, Heines Kolben	<u>2</u> 4 <b>6</b> <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>3</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	<u>2</u> <sub>2</sub> 34	<b>4</b> <sub>1</sub> <u>5</u> <sub>1</sub> <b>6</b> <sub>2</sub> <u>6</u> <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 9 <sub>1</sub> 9 <sub>3</sub> 10 <sub>2</sub>	100
к-35754, Heines Kolben	«	«	«	«	«
к-43218, 362 В1 Е4	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> <u>7</u> <sub>1</sub> <u>7</u> <sub>2</sub>	<b>23</b> <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> <b>3</b> <b>5</b>	<b>4</b> <sub>1</sub> <u>5</u> <sub>1</sub> <u>6</u> <sub>1</sub> <u>6</u> <sub>3</sub> 7 <sub>2</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-44691, 362 В1 Е4	«	«	«	«	«
к-40161, Marquis $\times$ Svalof II 69	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>3</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	<b>2</b> <sub>1</sub> 34	4 <sub>1</sub> <u>4</u> <sub>2</sub> 6 <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub> <u>8</u> <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-41920, Marquis $\times$ Svalof II 69	«	«	«	«	«
к-49383, Иртышанка 7	<b>5</b> 7 <sub>1</sub>	<b>2</b> <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub> 3 <sub>3</sub> 4 <sub>1</sub> 5 <sub>2</sub>	<u>2</u> <sub>2</sub> 2 <sub>3</sub> 34	<u>2</u> <sub>3</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>1</sub> <b>6</b> <sub>2</sub> <b>8</b> <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-52722, Иртышанка 7	«	«	«	«	«
к-45858, Грекум 114	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>2</sub> 4 <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	<u>3</u> <u>4</u> <sub>2</sub> 5 <sub>1</sub> <b>6</b> <sub>3</sub> 7 <sub>2</sub> <b>8</b> <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-47886, Грекум 114	«	«	«	«	«
к-38414, Cadet	<u>2</u> 4 <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	24 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub> <u>8</u> <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-41356, Cadet	«	«	«	«	«
к-33980, No 159	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	34 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	92
	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	34 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 9 <sub>2</sub>	10
к-37344, No 159	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	34 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	54
	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	34 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 9 <sub>2</sub>	46
к-25871, Huron	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 3 <b>5</b>	4 <sub>2</sub> 4 <sub>3</sub> 6 <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 9 <sub>1</sub> 9 <sub>3</sub> 10 <sub>2</sub>	100
к-29443, Huron	«	«	«	«	«
к-5936, Huron	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub> 7 <sub>2</sub>	<b>23</b> <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 345	234 <sub>2</sub> 6 <sub>3</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	40
	<u>5</u> <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>2</sub> 3 <b>5</b>	<u>2</u> 4 <sub>2</sub> <u>5</u> <sub>2</sub> 6 <sub>1</sub> 6 <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	40
	5 7 <sub>1</sub> 7 <sub>2</sub>	<b>23</b> <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	<u>2</u> <sub>1</sub> 2 <sub>3</sub> 34	36 <sub>2</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	20
к-58941, Maya-Pavon	<u>2</u> 45 <u>6</u> <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>1</sub>	<u>2</u> <sub>2</sub> 2 <sub>3</sub> 34	34 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub> 6 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub> 10 <sub>1</sub>	100
к-59201, Pavon S	«	«	«	«	100
к-54403, Pavon F 76	<u>5</u> <u>6</u> <sub>1</sub> 6 <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub> 7 <sub>2</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>1</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub> 345	4 <sub>1</sub> 4 <sub>3</sub> <u>6</u> <sub>2</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-35284, Florence	<u>2</u> 4 <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 3 <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	<u>2</u> <sub>3</sub> 4 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100
к-34056, Quality	«	«	«	«	100
к-3704, Florence	<u>2</u> 4 <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 3 <sub>2</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	<u>2</u> 34 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub> 8 <sub>1</sub> 9 <sub>1</sub> 9 <sub>3</sub> 10 <sub>2</sub>	100
к-5026, Marquis	<u>2</u> 4 <b>6</b> <sub>1</sub> 7 <sub>1</sub>	<b>23</b> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> 34	<u>2</u> 34 <sub>2</sub> <b>6</b> <sub>2</sub> 6 <sub>3</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	100

к-29510, Marquis	«	«	«	«	100
к-29614, Marquis	«	«	«	«	90
	<u>56</u> 7 <sub>1</sub>	<u>23</u> <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 5 <sub>2</sub>	2 <sub>1</sub> <b>34</b>	<u>23</u> <sub>4</sub> <u>6</u> <sub>2</sub> 6 <sub>3</sub> <u>8</u> <sub>1</sub> 8 <sub>2</sub> 9 <sub>2</sub>	10

Остальные проанализированные пары образцов с одинаковыми сортовыми названиями имели различные по компонентному составу типы спектров глиаина, что свидетельствует о необходимости их хранения под разными каталожными номерами. К ним относятся образцы: к-34706 и к-39357 (Альбидум 3700, Омская обл.); к-8103 и к-25867 (Ruby, Канада); кенийские линии к-43220 (358 AA 5B) и к-45215 (358 AA); к-18340 и к-20624 (Candel, Испания); к-34223 и к-34774 (Hope x Ceres, США); к-22121 и к-39604 (Kinney, США); к-8097 и к-29609 (Reward, Канада); к-23548 и к-26409 (Kenya Governor, Кения); к-45717 и к-57023 (Presivka XV/1, Чехия); образцы из Кении к-43215 (1066/1) и к-44686 (Cobbs 1066/1); египетские сорта к-46125 (Hindi Tosson) и к-46134 (Tosson); сорт Florence к-3704 (Австралия) и к-35284 (Италия); к-5926 и к-22084 (Canadian Red, Канада); к-54883 и к-54886 (Isogenic line: ISr9a-Sa, США); к-45182 и к-49440 (Pewter, Канада). Для этой группы образцов необходимо провести дополнительную работу по уточнению подлинности образцов.

По спектрам глиаина оценена степень генетической стабильности при репродукции. Выявлены образцы, у которых текущая репродукция по спектрам глиаина полностью соответствовала оригиналу или первой репродукции. Однородны и идентичны по глиаиновым спектрам были образцы Лютесценс 1597/к 823 (к-58452, Новосибирская обл.) и Bakhna Blanco (к-31523, Аргентина). У сорта Strubes Roter Schlanstedter (к-31242, Германия) репродукция по спектру глиаина идентична оригиналу (и-198564). Идентичны по двум типам спектра глиаина оригинал и две репродукции образца к-42052 из Китая. У линий Лютесценс 53 Н 54/168-8 (к-58210, Краснодарский край), RL 1527 (к-41338, Канада) ранние репродукции по спектрам глиаина однородны, более поздние полиморфны, но их основные типы спектра идентичны спектрам ранних репродукций. Появление в поздних репродукциях новых биотипов можно идентифицировать как примесь. Отличаются по спектрам глиаина от оригинала и ранней репродукции образцы более поздней репродукции у сортов Rumkers Dickkopf (к-31238, Германия), СВР 79 (к-48466, Чили) и Новинка (к-21971, Ленинградская обл.). У полиморфной линии Hope x Thatcher(3) (к-41340, США) при репродукции почти полностью изменился биотипный состав. Для последних четырех образцов необходимо сделать запросы в Кубанский генный банк ВИР или зарубежные генбанки мира для восстановления их подлинности.

С целью выявления дублетного материала были изучены 74 местных сорта из Казахстана и России. Среди 30 образцов из Северо-Казахстанской области 14 были однородны и идентичны по спектру глиаина, белковая формула которого  $\alpha 56_1 7_1 \beta 23_3 4_1 4_2 5_2 \gamma 2_2 2_3 35_\omega 34_3 6_1 6_3 8_1 8_2 9_2$ . Это образцы кк-36729, 36731, 36733, 36737, 36744 (var. *ferrugineum*); кк-36730, 36736, 36738, 36743 (var. *caesium*, *ferrugineum*); кк-36777, 36778, 36779, 36784, 36792 (var. *caesium*). Несмотря на то, что первоначально данные образцы были описаны под разными, но близкими ботаническими разновидностями<sup>2</sup>, в полевых исследованиях мы наблюдали сходство по окраске колоса. В результате наших исследований с использованием белковых маркеров это полностью подтвердилось. Данные образцы принадлежат к одной ботанической разновидности, которая является переходной формой от *ferrugineum* к *caesium*. Видимо, в 30-е годы прошлого века в коллекцию ВИР были включены сборы самого распространенного местного сорта, собранного в пределах одного района, но в разных пунктах.

Генетически близки к этим образцам образцы кк-36753, 36754, 36774, 36783, 36796, у которых 70-90% зерна имели такой же тип спектра. Другие выявленные у этих образцов

<sup>2</sup> var. *caesium* и var. *ferrugineum* различаются только окраской колосковой чешуи: у первой формы – серо-дымчатая на красном фоне, у второй - красная

типы глиадинового спектра отличались от основного небольшими изменениями в составе  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ - зон. Возможно, их появление является результатом переопыления.

К дублетам можно отнести два образца к-34366 и к-34365 (var. *erythrospermum*), белковая формула которых:  $\alpha 57_1 7_2 \beta 23_2 4_2 5_2 \gamma 2_1 3_4 \omega 34_2 5_6 7_2 8_2 9_2$ .

Девять образцов различных разновидностей имеют специфичные для каждого образца типы спектров глиадина (кк-34278, 34386, 34318, 34338, 34351, 34398, 34452, 34552, 35674).

Анализ 44 российских местных сортов (17 образцов из Татарстана, 6 - из Чувашии, 7 - из Кировской, 2 - из Пермской, 12 - из Свердловской областей) показал, что они обладают большим разнообразием типов спектра глиадина. Выявлено 57 типов спектров глиадина. Из проанализированных образцов только 13 мономорфны, остальные полиморфны – имеют два и более типов спектра глиадина с различной частотой встречаемости. Сравнительный анализ показал, что к дублетам можно отнести мономорфные образцы разновидности *lutescens* : к-36586, к-36615 (Татарстан) и к-30713 (Свердловская обл.). Близки между собой образцы к-35882 и к-36506 из Чувашии. К ним генетически близки образцы к-36583 из Татарстана и к-32681 из Свердловской области той же разновидности.

К дублетам относятся полиморфные (два типа спектра) образцы к-36311 из Кировской области и к-36496 из Татарстана. Среди полиморфных образцов по типам спектра глиадина основных биотипов (частота встречаемости 60-90%) можно выделить генетически близкие пары. Это образцы к-36494, к-36569, к-36565 из Татарстана и к-36529 (Кировская область); к-36566 (Татарстан) и к-32669 (Свердловская область); к-36496 и к-36495 из Татарстана; к-30739 (Чувашия) и к-30708 (Свердловская область).

Выяснение причин появления дублетов среди местных сортов, собранных в различных областях России, требует дополнительных исследований. Для этого необходимо проанализировать районированные сорта яровой мягкой пшеницы, находившиеся в производстве на момент сбора вышеописанных образцов. Возможно, в коллекцию ВИР были включены сборы старых районированных сортов, которые занимали большие площади и высевались в различных регионах бывшего СССР.

## Выводы

Результаты данной работы свидетельствуют о перспективности использования электрофореза белков зерна – глиадина для выявления дублетов, контроля за генетической целостностью и подлинностью при репродуцировании сортообразцов яровой мягкой пшеницы.

## Список литературы.

1. *Конарев А.В., Губарева Н.К., Корнюхин Д.Л., Бернер А.* Анализ генетической стабильности образцов коллекции мягкой пшеницы в процессе многолетнего поддержания путем многократных репродукций // *Аграрная Россия*. 2004. №6. С. 30-33.
2. *Пюккенен В.П., Губарева Н.К., Митрофанова О.П.* Поиск возможных дублетов среди мягкой пшеницы из Китая // *Аграрная Россия*. 2005. №2. С. 31-35.
3. *Перчук И.Н., Лоскутов И.Г., Блинова Е.В.* Выявление дублетных образцов в коллекциях овса с использованием электрофореза авенина // *Труды по прик. бот., ген. и сел.* 2009. Т. 165. С. 182-185.
4. Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. Теоретические основы селекции / Под ред. *В.Г. Конарева*. М., Колос, 1993. Т. 1. 447 с.
5. *Конарев А.В.* Использование молекулярных маркеров в работе с генетическими ресурсами растений // *Сельхоз. биол.* 1998. № 5. С. 3 – 25.
6. *Конарев В.Г., Конарев А.В., Губарева Н.К., Пенева Т.И.* Белки семян как маркеры в решении проблем генетических ресурсов растений, селекции и семеноводства // *Цитол. и генет.* 2000. Т.34. № 2. С. 91-104.
7. *Конарев В.Г., Гаврилюк И.П., Губарева Н.К.* Способ сортовой идентификации зерна и муки. Авт. Свид. №507271. Заявка 1 сентября 1972 г.; опубл. 11 ноября 1975. Бюл. №11. 1975.
8. *ISTA Rules*. 1986. 354 pp.
9. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / Под ред. *В.Г. Конарева*. СПб. ВИР. 2000. 320 с.

10. *Конарев В.Г.* Морфогенез и молекулярно – биологический анализ растений. СПб. ВИР. 2001. 417 с.