

УДК 633.11: 664.6: 632.754

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА ФОНЕ ПОРАЖЕНИЯ КЛОПОМ-ЧЕРЕПАШКОЙ\*

© 2012 г. **Е.Н. Шаболкина, О.М. Сычёва, В.В. Сюков**ГНУ Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова Россельхозакадемии, Безенчук, Россия,  
e-mail: Samniish@samtel.ru

Поступила в редакцию 2 августа 2011 г. Принята к публикации 24 февраля 2012 г.

Показана возможность использования модифицированных микрометодов оценки качества зерна мягкой пшеницы на фоне поражения клопом-черепашкой. Выявлено, что применение разбавленных растворов органических кислот при оценке качества клейковины на приборах ИДК и оценке реологических свойств теста на фаринографе снимает паратипические шумы, вызванные клопом-черепашкой.

**Ключевые слова:** пшеница, качество, селекция, методы оценки, клоп-черепашка.

### ВВЕДЕНИЕ

Хлебные клопы из родов *Eurygaster* и *Aelia* являются самыми опасными вредителями пшеницы на территории Центральной и Передней Азии, Северной Африки, юга Украины и европейской части России, включая Поволжье. Эти вредители в годы массового распространения способны серьезно повлиять на урожай зерна и, что особенно важно, снизить качество зерна, вплоть до его полной непригодности к продовольственному использованию (Беляева, 1983; Ломовская, 1985; Алёхин, 1996; Sivri *et al.*, 1999, 2004; Теняева, 2004; Бурлака, 2005; Гринько, 2007; Мухина, 2007; Казакова, 2010).

Для селекционера фактор повреждения зерна пшеницы клопом-черепашкой сопряжен с двумя моментами. Во-первых, возникает необходимость включения признака «устойчивость», или «толерантность к клопу» в селекционные программы. Имеются многочисленные данные о генотипической вариабельности сортов по реакции на повреждение клопами зерна, оцениваемой по влиянию на урожай и качество (Kinachi E., Kinachi G., 2007; Najafi *et al.*, 2008; El-Bouhssini *et al.*, 2009; Hossaini *et al.*, 2009). Механизмы

такой толерантности до конца не ясны, но, по-видимому, связаны со способностью частично восстанавливать структуру высокомолекулярных клейковинных белков (в первую очередь, глютелинов) после воздействия на них экзогенных протеаз (Sivri *et al.*, 1999, 2004).

Во-вторых, фон повреждения клопом-черепашкой формирует дополнительные шумы, маскирующие проявление генотипа в фенотипе, что затрудняет отбор высококачественных форм в процессе селекции. Рядом исследователей разработаны модифицированные методики микроанализов, которые по характеру этих модификаций должны частично снимать искажения в фенотипе, вызванные действием экзогенных ферментов вредителей.

В.П. Нецветаев с соавт. (2005) для выявления потенциальных возможностей сорта при повреждении зерна клопом-черепашкой от 0,5 до 6,0 % оценивали качество клейковины с помощью модифицированного метода отмывки клейковины с добавлением 0,05 М и 0,2 М уксусной кислоты.

В.М. Бебякин с соавт. (2001) при тестировании физических свойств теста на фаринографе для нейтрализации протеолитических ферментов вредной черепашки (поражение зерна от 3

\* Работа была представлена на Международной научной конференции «Экология, генетика, селекция на службе человечества», Ульяновск, 2011.

до 60 %) использовали в качестве ингибитора 3 и 4 % NaCl.

На ранних этапах селекции зерно сортов яровой пшеницы, поврежденное вредной черепашкой до 35 %, может объективно оцениваться по SDS-критерию в модификации В.М. Бебякина с соавт. (1987).

Целью наших исследований было изучение информативности стандартных и модифицированных микрометодов оценки качества зерна мягкой пшеницы в условиях шумов, вызванных повреждением зерна клопом-черепашкой.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа были взяты данные по 9 сортам яровой мягкой пшеницы, различающимся по уровню технолого-хлебопекарных свойств (табл. 1). Сорта Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая и Тулайковская остистая соответствуют требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам. Сорта Волгоуральская, Юго-Восточная 2, Тулайковская 100 и Лютесценс 516 можно отнести к группе сортов, ценных по качеству. Сорт Эстивум 528 относится к удовлетворительным филлерам.

Опыт закладывался в течение двух контрастных лет. В 2005 г. повреждение зерна клопом-черепашкой отсутствовало, что способствовало проявлению генетического потенциала сортов

по качеству. В 2006 г. на естественном фоне проявилась дифференциация сортов по повреждению вредителем от 1 % (Тулайковская золотистая) до 8 % (Эстивум 528).

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО: содержание белка в зерне по ГОСТ 10846-91; определение количества и качества клейковины в зерне по ГОСТ 13586. 1-68; физические характеристики теста проводили на альвеографе по ГОСТ Р 51415 – 99 (ИСО 5530-4-91) и фаринографе по ГОСТ Р 51404 – 99 (ИСО 5530-1-97); хлебопекарные качества муки оценивали с помощью безопасного метода лабораторной выпечки хлеба с интенсивным замесом теста из пшеничной муки (Методика ..., 1988). Оценивали качество клейковины зерна, поврежденного клопом-черепашкой, с помощью модифицированного метода отмывки клейковины с добавлением 0,05 М уксусной кислоты (Нецветаев и др., 2005). При тестировании физических свойств теста на фаринографе использовали в качестве ингибитора экзогенных ферментов 0,05 М раствор уксусной кислоты (Кулеватова, 2002).

Количественные признаки в дальнейшем представлены по порядковым номерам: 1) содержание белка в зерне, %, 2005 г.; 2) содержание сырой клейковины, %, 2005 г.; 3) содержание сырой клейковины, %, модифицированный метод,

Таблица 1

Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы по качеству зерна 2005 г.

Сорт	Содержание белка, %	Массовая доля сырой клейковины, %	Удельная работа деформации теста, е.а.	Валориметрическая оценка, %	Объемный выход хлеба, мл	Общая хлебопекарная оценка, балл
Тулайковская 5	15,2	35,3	294	80	965	3,62
Волгоуральская	12,4	28,5	222	76	1150	4,27
Тулайковская 10	15,1	39,4	353	84	1300	4,58
Тулайковская золотистая	15,6	38,6	288	76	1275	4,25
Юго-Восточная 2	13,6	28,3	190	58	850	3,27
Тулайковская 100	13,8	32,4	209	68	760	3,51
Тулайковская остистая	14,2	33,1	327	64	1000	3,58
Эстивум 528	14,2	33,1	118	64	735	2,86
Лютесценс 516	13,8	35,2	216	62	1200	3,81
Доверительный интервал	0,53	2,22	35,1	4,5	109,8	0,252

2005 г.; 4) индекс  $K_{\text{КЛ}} = 100 \cdot (2.-3.) / 2.$ , 2005 г.; 5) индекс деформации клейковины, показатель прибора ИДК-1, е.п. (далее ИДК), 2005 г.; 6) ИДК, модифицированный метод, 2005 г.; 7)  $K_{\text{ИДК}} = 100 \cdot (5.-6.) / 5.$ , 2005 г.; 8) время до начала разжижения на фаринографе (далее ВДНР), 2005 г.; 9) разжижение, е.ф., 2005 г.; 10) валориметрическая оценка, е.в., 2005 г.; 11) удельная работа деформации теста, е.а., 2005 г.; 12) объемный выход хлеба, мл., 2005 г.; 13) общая хлебопекарная оценка ОХО, балл, 2005 г.; 14) повреждение зерна клопом-черепашкой, 2006 г.; 15) содержание белка в зерне, %, 2006 г.; 16) содержание сырой клейковины, %, 2006 г.; 17) содержание сырой клейковины, %, модифицированный метод, 2006 г.; 18) индекс  $K_{\text{КЛ}}$ , 2006 г.; 19) ИДК, 2006 г.; 20) ИДК, модифицированный метод, 2006 г.; 21)  $K_{\text{ИДК}}$ , 2006 г.; 22) ВДНР, 2006 г.; 23) ВДНР, модифицированный метод, 2006 г.; 24)  $K_{\text{ВДНР}} = 100 \cdot (22.-23.) / 22.$ , 2006 г.; 25) разжижение, 2006 г.; 26) разжижение, модифицированный метод, 2006 г.; 27)  $K_{\text{разж.}} = 100 \cdot (25.-26.) / 25.$ , 2006 г.; 28) валориметрическая оценка, 2006 г.; 29) валориметрическая оценка, модифицированный метод, 2006 г.; 30)  $K_{\text{вал}} = 100 \cdot (28.-29.) / 28.$ , 2006 г.

Совокупность сформированных числовых рядов подвергли корреляционному анализу, а матрицу коэффициентов корреляции – факторному анализу методом главных компонент с алгоритмом варимакс-вращения (Андрукович, 1973). Статистическая обработка проведена с использованием пакета прикладных программ «Агрос 2.13».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате факторного анализа сформированы 4 главные компоненты, охватывающие 83,6 % изменчивости исходных данных (табл. 2).

Анализ нагрузок количественных признаков на главные компоненты позволяет говорить о том, что содержание белка и клейковины, определяемое как стандартными, так и модифицированными методами, как на фоне поражения клопом, так и без такового, детерминируется стабильными генетическими факторами, выраженными высокими нагрузками в пределах фактора I. Большинство исследователей наблюдали,

что повреждение зерна клопом-черепашкой не снижает содержания клейковины, а изменяет соотношение глиадина к глютенину (Теняева, 2004; Бурлака, 2005; Гринько, 2007; Мухина, 2007; Kinachi E., Kinachi G., 2007; Najafi et al., 2008; El-Bouhssini et al., 2009; Hossaini et al.,

Таблица 2

Факторные нагрузки  
количественных признаков  
на четыре главные компоненты  
у яровой мягкой пшеницы

№ признака	Нагрузки на факторы			
	I	II	III	IV
1	<b>-0,706</b>	-0,264	0,473	-0,414
2	<b>-0,652</b>	-0,104	<b>0,647</b>	-0,037
3	<b>-0,613</b>	-0,256	<b>0,695</b>	0,080
4	0,273	0,467	<b>-0,576</b>	-0,339
5	-0,237	<b>0,937</b>	-0,007	-0,062
6	<b>-0,558</b>	0,177	<b>0,670</b>	0,423
7	0,408	0,443	<b>-0,629</b>	-0,447
8	-0,437	-0,476	0,136	<b>0,606</b>
9	0,208	<b>0,794</b>	0,253	0,174
10	-0,491	<b>-0,639</b>	0,199	<b>0,527</b>
11	<b>-0,851</b>	-0,097	-0,106	0,250
12	<b>-0,578</b>	0,007	0,051	0,460
13	-0,534	-0,116	-0,002	<b>0,691</b>
14	<b>0,703</b>	-0,489	-0,057	-0,295
15	<b>-0,838</b>	0,136	-0,116	-0,331
16	<b>-0,903</b>	-0,277	0,263	-0,010
17	<b>-0,818</b>	-0,009	0,462	0,076
18	0,102	<b>-0,589</b>	<b>-0,609</b>	-0,195
19	<b>-0,819</b>	0,079	-0,369	0,181
20	0,468	0,465	-0,019	-0,029
21	0,294	<b>-0,578</b>	<b>-0,567</b>	0,366
22	-0,038	-0,450	<b>0,660</b>	-0,220
23	<b>0,716</b>	-0,105	0,062	<b>-0,637</b>
24	<b>-0,541</b>	-0,314	0,439	0,475
25	<b>-0,516</b>	0,552	-0,072	0,209
26	0,304	<b>0,820</b>	-0,212	0,365
27	<b>-0,798</b>	-0,358	0,094	-0,131
28	-0,019	-0,467	<b>0,832</b>	-0,143
29	<b>0,695</b>	-0,109	-0,072	<b>-0,682</b>
30	-0,424	-0,293	<b>0,732</b>	0,394
Дисперсия, %	32,8	19,1	18,3	13,4

2009). В то же время содержание клейковины и параметры ее качества (на приборе ИДК) разведены по разным факторам, т. е. генетически не связаны. Качество клейковины, по-видимому, определяется сложной генетической системой, что выявляется при сравнении параметров качества по годам и методикам оценки. В 2005 г. ИДК<sub>СТ</sub> имеет достоверно высокие нагрузки на II фактор, в то время как ИДК<sub>мод</sub> и К<sub>ИДК</sub> в основном на III фактор. В 2006 г. ИДК<sub>СТ</sub> связан с I фактором, в котором находится и степень поражения клопом, в то время как К<sub>ИДК</sub> – вновь на III факторе.

Интегральные показатели технолого-хлебопекарных свойств (удельная работа деформации теста, валориметрическая оценка, общая хлебопекарная оценка) более тесно коррелировали в 2005 и 2006 гг. при оценке модифицированными методами по сравнению с оценкой стандартными методами. Более того, модифицированные показатели в меньшей степени зависели от поражения клопом-черепашкой по сравнению со стандартными методами (табл. 3). В то же время по валориметрической оценке проявилась достоверная положительная связь, а по разжижению – достоверно отрицательная, т. е. по этим показателям не только были сняты шумы, вызванные клопом-черепашкой, но и проявились эффекты толерантности высококачественных сортов Тулайковская золотистая и Тулайковская 10 к экзогенным протеолитическим ферментам.

**Таблица 3**

Коэффициенты корреляции между поражением зерна клопом-черепашкой и показателями качества зерна, выявленного стандартными и модифицированными методами, 2006 г.

Коррелирующие признаки	Коэффициенты корреляции с поражением клопом-черепашкой	
	стандартные методы	модифицированные методы
ИДК	-0,582	-0,088
ВДНР	0,808	0,013
Разжижение	-0,232	-0,842
Валориметрическая оценка	0,149	0,799

Таким образом, выявлено, что в условиях повреждения зерна мягкой пшеницы клопом-черепашкой при отборе селекционного материала целесообразно использовать модифицированные методики оценки на фаринографе и приборе ИДК.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алехин В.Т. Методика прогноза повреждения зерна пшеницы и снижения его качества от вредной черепашки. М.: ВНИИЗР, 1996. 15 с.
- Андрукович П.Ф. Применение метода главных компонент в практических исследованиях. М.: Изд-во МГУ, 1973. 123 с.
- Белякин В.М., Бунтина М.В., Васильчук Н.С. Эффективность ДСН-седиментационной и миксографической оценок при тестировании качества зерна яровой твердой пшеницы // Вестн. с.-х. науки. 1987. № 7. С. 65–70.
- Белякин В.М., Кулеватова Т.Б., Крупнова О.В. Новая методика тестирования зерна яровой мягкой пшеницы, поврежденного вредной черепашкой // Агро XXI. 2001. № 10. С. 16–17.
- Беляева А.А. Биоэкологические особенности хлебных клопов-черепашек и обоснование методов борьбы с ними на посевах в системе ползащитных лесополос: Дис. ... канд. с.-х. наук. Каменная Степь, 1983. 161 с.
- Бурлака Г.А. Биоэкологическое обоснование защиты зерновых злаков от хлебных клопов (надсемейство Pentatomoidea) в лесостепи Среднего Поволжья: Дис. ... канд. биол. наук. Кинель, 2005. 276 с.
- Гринько А.В. Вредоносность личинок клопа вредной черепашки в условиях Приазовской зоны Ростовской области // Науч. журнал КубГАУ, 2007. № 34 (10). С. 1–7.
- Казачова Е.С. Повышение потребительских свойств муки из зерна яровой мягкой пшеницы, поврежденного клопом-черепашкой: Дис. ... канд. с.-х. наук. Самара, 2010. 170 с.
- Кулеватова Т.Б. Оптимизация тестирования качества зерна мягкой пшеницы в связи с особенностями селекции в Поволжье: Автореф. дис. ... канд. наук. Саратов, 2002. 23 с.
- Ломовская О.И. Влияние повреждения клопом-черепашкой на качество зерна пшеницы // Селекция и семеноводство полевых культур в Среднем Поволжье: Сб. науч. тр. Куйбышев, 1985. С. 23–29.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1988. 121 с.
- Мухина О.В. Устойчивость к вредителям сортов озимой пшеницы как фактор фитосанитарной стабилизации агроландшафтов: Дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь, 2007. 177 с.
- Нецветаев В.П., Моторина И.П., Петренко А.В. Сравнение методов определения качества клейковины зерна мягкой пшеницы на приборе ИДК-1 // Докл. РАСХН. 2005. № 4. С. 14–16.
- Теняева О.Л. Глиадиновый комплекс зерна озимой пшеницы, устойчивой к вредной черепашке *Eurygaster integriceps* Put.: Дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2004. 175 с.

- El Bouhssini M., Street K., Joubi A. *et al.* Sources of wheat resistance to sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton, in Syria // Gen. Resources Crop Evolution. 2009. V. 56. No. 8. P. 1065–1069.
- Hossaini S.F., Haghparast R., Bahrami N., Haghi G. Genetic variation of resistance to sunn pest using SPT index // Asian J. Plant Sci. 2009. V. 8. No. 5. P. 380–384.
- Kinachi E., Kinachi G. Genotypic variations in yield and quality of wheat damaged by sunn pest (*Eurygaster ssp*) // Pak. J. Bot. 2007. V. 39. No. 2. P. 397–403.
- Najafi M.T., Azemaieshfard P., Yardansepas A., Khalooba-geri M. Genetic response of bread and durum wheat and triticale to sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. // Proc. 11<sup>th</sup> Intern. Wheat Genet. Symp. Brisbane. 2008. V. 3. P. 792–794.
- Sivri D., Sapirstein H.D., Kuksel H., Bushuk W. Effects of wheat bug (*Eurygaster maura*) protease on glutenin proteins // Cer. Chem. 1999. V. 76. No. 5. P. 816–820.
- Sivri D., Batey I.L., Skylas D.J. *et al.* Changes in the composition and size distribution of endosperm proteins from bug-damaged wheat's // Austr. J. Agric. Res. 2004. V. 55. No. 4. P. 477–483.

## MODIFIED METHODS FOR ESTIMATING THE QUALITY OF WHEAT GRAIN AGAINST THE BACKGROUND OF EXPOSURE TO SUNN PEST

E.N. Shabolkina, O.M. Sychyova, V.V. Syukov

Tulaikov Samara Research Institute of Agriculture, Bezenchuk, Russia,  
e-mail: samniish@samtel.ru

### Summary

It is demonstrated that modified micromethods of grain quality assessment can be applied to bread wheat against the background of sunn pest damage. It has been found that, that use of dilute solutions of organic acids in gluten quality assay with an IDK device and farinographic measurement of dough rheological properties reduces the paratypic noise caused by sunn pest.

**Key words:** wheat, quality, breeding, methods of estimation, sunn pest.