

Масличность семян сорта Приз составила 46,9–49,8%; содержание эруковой кислоты – 0,2%; содержание глюкозинолатов в семенах – от 16,3 до 20,3 Ммоль/г. Такие показатели гарантируют получение качественного масла и шрота, соответствующих мировым стандартам.

Растения отличает компактность куста и дружное созревание. Сорт устойчив к полеганию, слабо поражается мучнистой росой. Признаки заболеваний пероноспорозом (*Peronospora brassicae* Gaeum.) и бактериозом корней (*Xanthomonas campestris* Dowson) не отмечены. Сорт обладает высокой адаптивностью и повышенной зимостойкостью. Перезимовка растений в годы испытаний составила 80–90% при показателях стандарта 65–75%. Сорт хорошо при-

способлен к механизированной уборке прямым комбайнированием.

Сорт Приз внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию по Северо-Кавказскому (6) региону возделывания с 2017 г. Вместе с тем результаты испытания нового сорта в 2015–2016 гг. на Липецкой ГСИС и Авдеевском ГСУ Тамбовской области свидетельствуют о перспективности его выращивания в данном регионе, так как Приз превысил стандарт Северянин по урожайности семян в среднем на 21%.

Авторы сорта: Горбаченко В. Д., Горбаченко Ф. И., Григорьева А. В., Картамышева Е. В., Лучкина Т. Н.

Оригинатор – ФГБНУ «Донская опытная станция им. Л. А. Жданова ВНИИМК».

Библиографические ссылки

1. Бушнев А. С. Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота рапс яровой – пшеница озимая на черноземе выщелоченном западного Предкавказья // Масличные культуры: науч.-техн. бюлл. ВНИИМК. 2012. № 2(151–152). С. 126–132.

2. Горлов С. Л., Горлова Л. А., Бочкарева Э. Б. и др. Результаты испытания сортов и гибридов рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры: науч.-техн. бюлл. ВНИИМК. 2015. № 1(161). С. 52–56.

3. Картамышева Е. В., Кондаурова В. Е., Лучкина Т. Н. и др. Совершенствование технологии возделывания озимых рапса и рожьки в Приазовской зоне Ростовской области. // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: сб. статей VII Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. Ч. 1. С. 129–134.

Reference

1. Bushnev A. S. Vliyanie sistem osnovnoy obrabotki pochvy na produktivnost' zvena zernopropashnogo sevooborota raps yarovoy – pshenica ozimaya na chernozeme vyshchelochennom zapadnogo Predkavkaz'ya [Effect of the main tillage systems on the productivity of the grain cultivating crop rotation: spring rapeseed x winter wheat on leached chernozem of the western Pre-Caucasus] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byull. VNIIMMK. 2012. № 2(151–152). S. 126–132.

2. Gorlov S. L., Gorlova L. A., Bochkaryova E. B. i dr. Rezul'taty ispytaniya sortov i gibridov rapsa ozimogo v usloviyah central'noy zony Krasnodarskogo kraya [The testing results of winter rapeseed varieties and hybrids in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byull. VNIIMMK. 2015. № 1(161). S. 52–56.

3. Kartamysheva E. V., Kondaurova V. E., Luchkina T. N. i dr. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdelvaniya ozimyh rapsa i ryzhika v Priazovskoy zone Rostovskoy oblast [Improvement of the cultivation technology of winter rapeseed and dodder-seed (camelina) in the pre-Azov zone of the Rostov region] // Nauka i innovacii v HKHI veke: aktual'nye voprosy, otkrytiya i dostizheniya: sb. statej VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Penza: MCNS "Nauka i Prosveshchenie", 2017. Ch. 1. S. 129–134.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:577.2:632.938.1

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-52-55

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ У ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Н. Н. Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории маркерной селекции, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора по научной работе, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219
ФГБНУ «Аграрный Научный Центр «Донской»,
347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: nvozhzh@gmail.com

В статье приводятся результаты исследования 1708 коллекционных и селекционных образцов озимой мягкой и твердой пшеницы отдела селекции пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» на наличие генов устойчивости к бурой ржавчине (Lr9, Lr10, Lr19, Lr24, Lr26, Lr34, Lr37), стеблевой ржавчине (Sr32, Sr44), желтой ржавчине (Yr5, Yr24) и септориозу (Stb2, Stb4). Оценку образцов проводили с использованием метода ПЦР. Гены устойчивости выявлены у 70% изученных образцов. Скрининг выявил 132 образца, несущих 3 и более генов устойчивости к биотическим факторам в различных сочетаниях. Рекомендуется использование образцов, несущих комплекс генов устойчивости к биотическим факторам, в селекционных программах в качестве доноров.

Ключевые слова: ген, устойчивость, биотические факторы, озимая пшеница, ПЦР.



IDENTIFICATION OF GENES RESISTANT TO BIOTIC FACTORS IN THE WINTER WHEAT SAMPLES

N. N. Vozzhova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of marker selection, nvozzhz@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The article presents the study results of 1708 collection and breeding samples of winter soft and durum wheat developed by the department of wheat breeding in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The samples were studied on the presence of brown rust resistant genes (Lr9, Lr10, Lr19, Lr24, Lr26, Lr34, Lr37), stem rust (Sr32, Sr44), yellow rust (Yr5, Yr24) and leaf blotch (Stb2, Stb4). The estimation of the samples was conducted by the PCR. The resistant genes were identified in 70% of the studied samples. The screening identified 132 samples which carry 3 and more genes resistant to biotic factors in different variants. The samples which possess genes resistant to biotic factors are recommended to use as donors in the breeding programs.

Keywords: gene, tolerance, biotic factors, winter wheat, PCR.

Введение. Одной из важнейших мировых проблем является обеспечение населения продовольствием. Мировая селекционная наука работает как над увеличением потенциала урожайности зерновых культур, так и над выведением сортов, устойчивых к различным биотическим факторам, которые в отдельные годы могут приводить к значительным потерям валового сбора зерна.

Российская Федерация в настоящее время уделяет значительное внимание проблеме продовольственной безопасности.

Основной зерновой культурой, востребованной как на внутреннем, так и на внешнем рынке, в России является озимая пшеница.

В последние годы селекционерами достигнут высокий потенциал ее урожайности (до 10 т/га). Тем не менее общий валовый сбор зерна зачастую зависит от степени проявления вирусных, грибковых и бактериальных заболеваний.

Поиск генов устойчивости к различным заболеваниям озимой пшеницы и их дальнейшая интрогрессия в коммерческие сорта являются одними из приоритетных направлений мировой селекционной науки (Mujeeb-Kazi et al., 2013).

Наиболее изученный сегмент устойчивости к биотическим факторам озимой пшеницы – толерантность к грибковым заболеваниям.

Для озимой пшеницы известны 80 генов устойчивости к бурой ржавчине, 58 генов устойчивости к стеблевой ржавчине, 53 гена устойчивости к желтой ржавчине и 18 генов устойчивости к септориозу (McIntosh et al., 2013).

Наиболее часто идентифицируемыми и широко распространенными генами устойчивости к бурой ржавчине в мире являются Lr1, Lr3, Lr10 и Lr20. В современной европейской гермоплазме озимой пшеницы распространены гены устойчивости Lr3a, Lr10, Lr13, Lr14a, Lr20, Lr26 и Lr37. Хорошая устойчивость к листовой ржавчине у восточно-европейских сортов пшеницы обеспечивается геном Lr26 (Aktar-Uz-Zaman et al., 2017).

Серьезное внимание уделяется проблеме защиты пшеницы от стеблевой ржавчины. Проводится внедрение генов устойчивости к желтой ржавчине, зачастую тесно сцепленных с другими генами устойчивости к болезням. Выявляются QTL, связанные с устойчивостью пшеницы к септориозу.

По литературным данным известно, что некоторые гены устойчивости к биотическим факторам находятся в одной группе сцепления, например: ген возрастной устойчивости к бурой ржавчине Lr34 тесно сцеплен с геном устойчивости к мучнистой росе

Pm46, геном устойчивости к стеблевой ржавчине Sr57 и геном устойчивости к желтой ржавчине Yr18 (Rinaldo et al., 2016). Ген устойчивости к бурой ржавчине Lr26 находится в транслокации 1BL.1RS, в которой также имеются гены устойчивости к желтой ржавчине Yr9, стеблевой ржавчине Sr31 и мучнистой росе Pm8.

Ген устойчивости к бурой ржавчине Lr37 находится в транслокации от *Aegilops ventricosa* на хромосоме 2AS и сцеплен с генами устойчивости к желтой ржавчине Yr17 и к стеблевой ржавчине Sr38 (Сколотнева и др., 2017).

Таким образом, наличие у образца одного гена устойчивости, входящего в группу сцепления, говорит о присутствии других генов из нее.

В России, как и в мире, устойчивость пшеницы к поражению грибковыми болезнями находится под влиянием различного расового состава патогенов. Для некоторых регионов устойчивость ряда генов преодолена, но они являются эффективными при использовании в других регионах.

Работа над получением устойчивых к грибковым болезням сортов озимой пшеницы ведется во многих научных учреждениях страны.

Считается, что наличие нескольких генов устойчивости к одному типу болезни может давать сорту преимущество в борьбе с патогеном. Следовательно, обеспечение устойчивости к биотическим факторам у сортов озимой пшеницы является одной из приоритетных задач для селекции.

Необходимо создание сортов озимой пшеницы, которые бы обладали комплексной устойчивостью к ряду таких заболеваний, как бурая ржавчина, стеблевая ржавчина, желтая ржавчина и септориоз.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлись 1708 коллекционных и селекционных образцов озимой мягкой и твердой пшеницы отдела селекции озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Образцы оценивали на наличие генов устойчивости к бурой ржавчине Lr9, Lr10, Lr19, Lr24, Lr26, Lr34 и Lr37; генов устойчивости к стеблевой ржавчине Sr32 и Sr44; генов устойчивости к желтой ржавчине Yr5 и Yr24 и генов устойчивости к септориозу Stb2 и Stb4 по протоколам, представленным в пособии ВИЗР (Гультьева, 2012) и в проекте Maswheat (<https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/index.htm>).

Результаты и их обсуждение. В ФГБНУ «АНЦ «Донской» с 2015 г. была начата работа по выявлению маркеров генов устойчивости к грибковым болезням у озимой мягкой и твердой пшеницы.

В течение нескольких лет изучали коллекционный материал озимой мягкой и твердой пшеницы на нали-

чие генов устойчивости к бурой ржавчине, стеблевой ржавчине, желтой ржавчине и септориозу.

Скрининг коллекционного материала озимой мягкой и твердой пшеницы нашего центра выявил образцы, несущие различные сочетания нескольких генов устойчивости к этим болезням (рис.).

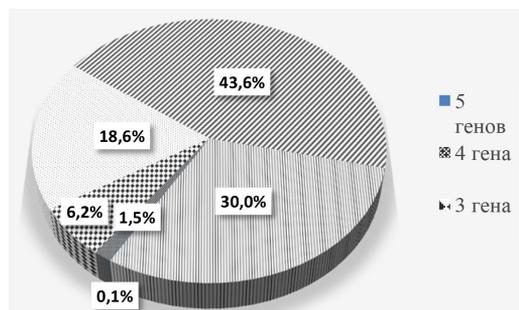


Рис. Распределение генов устойчивости к грибковым болезням у проанализированных коллекционных и селекционных образцов озимой пшеницы

Fig. Distribution of fungal disease resistance genes in analyzed collection and selection samples of winter wheat

Установлено, что у 513 образцов (30%) не оказалось ни одного из изучаемых генов устойчивости. Один ген устойчивости был выявлен у 745 образцов (43,6%). Различные сочетания 2 генов устойчивости к болезням определены у 318 образцов (18,6%). Три гена устойчивости находятся у 106 образцов (6,2%). Четыре гена устойчивости (в различных сочетаниях) – у 25 образцов (1,5%). Лишь один образец (0,1%) обладал пятью генами устойчивости – Lr26, Lr37, Sr44, Yr24 и Stb2 (рис.).

Образцы с четырьмя и пятью различными сочетаниями генов устойчивости к грибковым болезням показаны в таблице.

Образцы озимой пшеницы, несущие комплекс генов устойчивости к грибковым болезням, должны использоваться селекционерами в качестве источников и доноров при селекции на защиту растений.

Выявленные образцы озимой мягкой пшеницы с несколькими генами устойчивости к болезням Identified samples of winter wheat with several disease resistance genes

Сочетание генов устойчивости	Количество образцов	Наименование образцов
Lr37 + Yr24 + Stb4 + Sr44	1	K16-0005
Lr26 + Lr37 + Yr24 + Sr44	1	K17-0393
Lr34 + Yr24 + Stb4 + Sr44	2	K16-0019, K16-0026
Lr26 + Lr34 + Yr24 + Sr44	8	K17-0683, K17-0479, K17-0307, K17-0215, K16-0138, K16-0115, K16-0131, K16-0132
Lr26 + Lr34 + Yr24 + Stb2	2	K17-0376, K17-0681
Lr34 + Yr24 + Stb2 + Sr44	11	K17-0703, K17-0696, K17-0300, K17-0543, K17-0556, K17-0266, K17-0584, K17-0621, K17-0460, K17-0461, K17-0466
Lr26 + Lr37 + Yr24 + Stb2 + Sr44	1	K16-0147

Коллекция ежегодно пополняется новыми образцами, а селекционеры проводят с ними скрещивания, поэтому скрининг коллекционного и селекционного материала в ФГБНУ «АНЦ «Донской» продолжается.

Выводы

Получен исходный материал, несущий сочетание 3 и более генов устойчивости к биотическим факторам (132 шт.).

Выявлен 1 образец (K16-0147), несущий 5 генов устойчивости к нескольким грибковым болезням Lr 26 + Lr37 + Yr24 + Stb2 + Sr44.

Рекомендуем использование образцов, несущих комплекс генов устойчивости к биотическим факторам в селекционных программах в качестве доноров.

Библиографические ссылки

1. Сколотнева Е. С., Леонова И. Н., Букачич Е. Ю., Салина Е. А. Методические подходы к идентификации эффективных генов, определяющих устойчивость пшеницы к комплексу грибных заболеваний // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21(7). С. 862–869. DOI 10.18699/VJ17.307.
2. Aktar-Uz-Zaman Md., Tuhina-Khatun Mst., Hanafi M. M., Sahebi M. Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2017. Vol. 31, No. 3. Pp. 431–445. DOI: 10.1080/13102818.2017.1304180
3. Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks R. E., Csosz M. European virulence survey for leaf rust in wheat // Agronomie. 2000. Vol. 20. Pp. 793–804. <https://doi.org/10.1051/agro:2000104>.
4. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat [e-resource] // 12th International Wheat Genetics Symposium 8–13 September 2013. Yokohama, Japan. Available at: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
5. Mujeeb-Kazi A., Kazi A. G., Dundas I., Rasheed A., Ogbonnaya F., Kishii M., Bonnett D., Wang R. R.-C., Xu S., Chen P., Mahmood T., Bux H., Farrakh S. Chapter Four – Genetic Diversity for Wheat Improvement as a Conduit to Food Security. Advances in Agronomy. 2013. Vol. 122. Pp. 179–257. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-417187-9.00004-8>.
6. Rinaldo A., Gilbert B., Boni R., Krattinger S. G., Singh D., Park R. F., Lagudah E., Ayliffe M. The Lr34 adult plant rust resistance gene provides seedling resistance in durum wheat without senescence // Plant Biotechnol J. 2016. Vol. 15. Pp. 894–905.

References

1. Skolotneva E. S., Leonova I. N., Bukachich E. Yu., Salina E. A. Methodical approaches to the identification of effective genes responsible for wheat resistance to the complex of fungal diseases // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selekcii. 2017. T. 21(7). S. 862–869. DOI 10.18699/VJ17.307.
2. Aktar-Uz-Zaman Md., Tuhina-Khatun Mst., Hanafi M. M., Sahebi M. Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2017. Vol. 31, No. 3. Pp. 431–445. DOI: 10.1080/13102818.2017.1304180

3. Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks R. E., Csoz M. European virulence survey for leaf rust in wheat // *Agronomie*. 2000. Vol. 20. Pp. 793–804. <https://doi.org/10.1051/agro:2000104>.
4. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat [e-resource] // 12th International Wheat Genetics Symposium 8–13 September 2013. Yokohama, Japan. Available at: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
5. Mujeeb-Kazi A., Kazi A. G., Dundas I., Rasheed A., Ogbonnaya F., Kishii M., Bonnett D., Wang R. R.-C., Xu S., Chen P., Mahmood T., Bux H., Farrakh S. Chapter Four – Genetic Diversity for Wheat Improvement as a Conduit to Food Security. *Advances in Agronomy*. 2013. Vol. 122. Pp. 179–257. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-417187-9.00004-8>.
6. Rinaldo A., Gilbert B., Boni R., Krattinger S. G., Singh D., Park R. F., Lagudah E., Ayliffe M. The Lr34 adult plant rust resistance gene provides seedling resistance in durum wheat without senescence // *Plant Biotechnol J*. 2016. Vol. 15. Pp. 894–905.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.16:631.52 (571.12)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-55-59

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ, СТАБИЛЬНОСТИ ГЕНОТИПОВ И ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДЫ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Л. М. Ерошенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8513-6665;

М. М. Ромахин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5691-1020;

Н. А. Ерошенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6971-957X;

О. В. Левакова², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, levakova.olga@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X;

И. А. Дедушев¹, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5059-9299;

В. В. Наумова¹, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9996-4998

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,

143026, Московская обл., Одинцовский район, р. п. Новоивановское, ул. Калинина, 1; e-mail: mosniish@yandex.ru;

²Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,

390502, Рязанская обл., Рязанский район, с. Подвьязь, ул. Парковая, 1; e-mail: podvyaze@bk.ru

Несмотря на большие достижения в селекции пшеницы, кукурузы, сои и других культур, яровой ячмень по-прежнему является важнейшей зерновой культурой в Российской Федерации. Об этом свидетельствует рост его посевных площадей, которые в 2016 г. достигли 8,4 млн га против 7,2 млн га в 2010 г. Многолетняя сельскохозяйственная практика доказала, что ячмень является одним из наиболее засухоустойчивых, солестойких, неприхотливых и скороспелых злаков. Благодаря таким особенностям, в условиях рискованного земледелия Нечерноземной зоны культура ячменя приобретает большое народнохозяйственное значение. Высокий спрос определяет важность селекционной работы с культурой ячменя. На примере 12 сортов различной технологической направленности, выращенных в двух пунктах Центрального Нечерноземья, изучали генотипическую вариабельность содержания белка в зерне. Для получения эколого-генетической информации, ориентированной на отбор пластичных форм, использовали метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды, учитывающий эффекты компенсации-дестабилизации, биологическую сущность взаимодействия генотипа и среды. Установлена дифференциация сортов по способности накапливать протеин в зерне. Наибольшим уровнем белка характеризовалось зерно, полученное в Подмосковье. Немаловажное влияние на показатель оказывали условия вегетации. Довольно четко по содержанию белка в зерне выражены различия между сортами. Группа пивоваренных сортов при этом в среднем характеризовалась более низким уровнем белка в сравнении с группой кормового направления. Отмечена значительная дифференциация сортов по показателям стабильности. Установлено, что с повышением урожайности стабильность новых сортов по уровню белка в зерне заметно снижалась. По показателям дифференцирующей способности среды определены особо ценные селекционные фоны для выделения нового селекционного материала на пивоваренные и кормовые цели. Полученные результаты предлагаются для практического использования в селекции на повышение стабильности параметров качества зерна ячменя.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, содержание белка в зерне, экологическое испытание, адаптивная способность, стабильность, дифференцирующая способность среды.