

**Эльзана Тимуровна Ярова**

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, аспирант кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве, Тюмень, Россия

E-mail: elzana.yarova@yandex.ru

**Галина Васильевна Тоболова**

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, доцент кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Тюмень, Россия

E-mail: tgv60@mail.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ  
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ**

*Цель исследования – анализ данных по использованию метода электрофореза запасных белков для селекции яровой тритикале. Тритикале – пшенично-ржаной гибрид. Культура сочетает в себе признаки двух культур: урожайность, устойчивость к болезням, неприхотливость, скороспелость и т. д. Недостатком тритикале является высокий процент перекрестного опыления, а, следовательно, и щуплость зерновки, низкая фертильность, отсутствие широкой адаптации. В результате в посевах тритикале может происходить расщепление, появление анеуплоидов и гибридов, возврат к исходным формам. Особую значимость на разных этапах селекционного процесса приобретают биохимические, микробиологические и биотехнологические методы, в том числе электрофорез запасных белков – проламинов. Электрофорез – это метод, который широко используется для разделения заряженных частиц под влиянием электрического поля. В результате получается спектр полос, которые несут информацию о компонентном составе исследуемых белков. В анализе тритикале метод электрофореза позволяет четко определять сортовую принадлежность и чистоту семян. Метод хорошо отработан и экономически доступен для использования, в связи с чем широко применяется в селекционных организациях и семеноводческих хозяйствах. С помощью метода электрофореза были созданы сорта яровой тритикале Золотой Гребешок, Скорый и Скорый 2. Также электрофоретический анализ позволил определить подлинность и сортовую чистоту семян тритикале, что дало возможность своевременно выявить механическое и биологическое засорения. Электрофоретический анализ может использоваться при оценке исходного материала для скрещиваний и позволяет ускорить создание новых сортов с определенным комплексом признаков и свойств, необходимых для конкретной природно-климатической зоны, а также для поддержания генетической стабильности сортов яровой тритикале и своевременного выявления механического и биологического засорения в процессе возделывания.*

**Ключевые слова:** тритикале, электрофорез, запасные белки, проламины, селекция, гибрид, электрофоретический спектр.

**Elzana T. Yarova**

Northern Trans-Urals State Agrarian University, Graduate Student of the Department of Biotechnology and Breeding in Crop Production, Tyumen, Russia

E-mail: elzana.yarova@yandex.ru

**Galina V. Tobolova**

Northern Trans-Urals State Agrarian University, Associate professor, Department of biotechnology and breeding in crop production, candidate of agricultural sciences, associate professor, Tyumen, Russia

E-mail: tgv60@mail.ru

## USING ELECTROPHORESIS OF SPARE PROTEINS FOR SPRING TRITIKALE SELECTION

The aim of the study was to analyze data on the use of storage protein electrophoresis for the selection of spring triticale. Triticale is a wheat-rye hybrid. The crop combines the characteristics of two crops: yield, disease resistance, unpretentiousness, early maturity, etc. The disadvantage of triticale is a high percentage of cross-pollination, and, consequently, the puny caryopsis, low fertility, and lack of wide adaptation. As a result, splitting, the appearance of aneuploids and hybrids, and a return to the original forms can occur in the crops of triticale. Biochemical, microbiological and biotechnological methods, including electrophoresis of storage proteins – prolamins, are of particular importance at different stages of the selection process. Electrophoresis is a technique that is widely used to separate charged particles under the influence of an electric field. As a result, a spectrum of bands is obtained, which carry information about the component composition of the studied proteins. In the analysis of triticale, the electrophoresis method allows you to clearly determine the variety and purity of seeds. The method is well developed and economically available for use, and therefore it is widely used in selection organizations and seed farms. Using the electrophoresis method, varieties of spring triticale Zolotoj Grebeshok, Skoryj and Skoriy 2 were created. Electrophoretic analysis also made it possible to determine the authenticity and varietal purity of triticale seeds, which helped timely identify mechanical and biological contamination. Electrophoretic analysis can be used in evaluating the initial material for crosses and allows you to accelerate the creation of new varieties with a certain set of traits and properties necessary for a specific natural and climatic zone, as well as to maintain the genetic stability of spring triticale varieties and timely detection of mechanical and biological contamination in the cultivation process.

**Keywords:** triticale, electrophoresis, storage proteins, prolamins, selection, hybrid, electrophoretic spectrum.

**Введение.** Тритикале (*\* Triticosecale* Wittm.) – аллополиплоид пшеницы с рожью с большим генетическим потенциалом. Наиболее распространены возделываемые гексаплоидные формы тритикале (sp. *Triticosecale derzhavinii* Kurk. Et Filat.) с цитоплазмой пшеничного типа (spp. *Triticale Tscherm.*, <sup>T</sup>/AABBRR, 2n = 6x = 42), представленные современными коммерческими сортами с растущим ареалом, объемами и направлениями производства [1, 2].

Тритикале впервые была описана в 1876 г. английским ботаником С.А. Вильсоном. Пшенично-ржаной гибрид был получен, когда автор изучал биологию опыления пшеницы и ржи. Позже в США Е.С. Карменом были также синтезированы пшенично-ржаные гибриды. В 1988 г. В. Римпау впервые синтезировал плодovitый амфиплоид пшеницы и ржи. Е. Чермак также был одним из первых селекционеров, изучающих гибрид пшеницы и ржи [3].

Содействие геномов двух культур – пшеницы и ржи соединяет в тритикале ценные признаки родителей, что дает возможность получать более высокую урожайность, устойчивость к болезням, неприхотливость, стрессоустойчивость и качество зерна [4–6].

Одной из серьезных проблем тритикале является высокий процент перекрестного опыления. Как известно, пшеница является самоопыляющейся культурой, а рожь – перекрестноопыляющейся. Гексаплоидные тритикале получили два субгенома пшеницы (AABB) и один ржи (RR). В связи с этим тритикале является самоопыляющейся культурой со способностью к перекрестному опылению. При этом вероятность спонтанного перекрестного опыления тритикале оценивают в пределах от 1 до 20 %, в то время как у пшеницы – только до 2 % [7–9]. Следствием перекрестного опыления является щуплость зерновки, низкая фертильность, отсутствие широкой адаптации, что приводит к расщеплению, появлению анеуплоидов и гибридов, возврат к исходным формам. Решение этих проблем невозможно без использования в селекции достижений генетики, молекулярной биологии, физиологии [10].

Особую значимость на разных этапах селекционного процесса приобретает электрофорез запасных белков – проламинов [11]. Высокий полиморфизм, хорошая изученность генетического контроля проламинов дают возможность использовать электрофоретические спектры

для маркирования отдельных генотипов, изучения внутрипопуляционной структуры, геномного и хромосомного анализа тритикале [12, 13].

**Цель исследования:** анализ данных по использованию метода электрофореза запасных белков для селекции яровой тритикале.

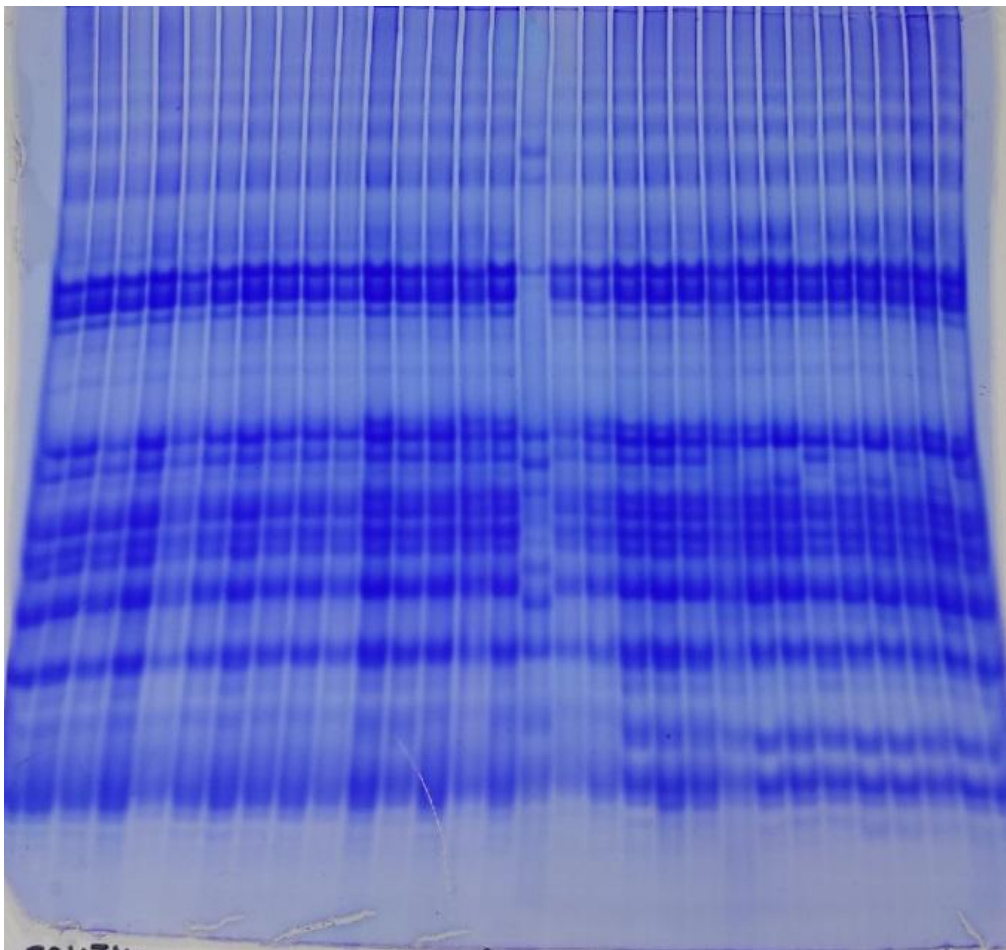
**Результаты исследования.** В 1925 г. Тизелиус впервые использовал метод электрофореза. Эксперименты проводились в растворе (электрофорез в свободной жидкости), что делало разделение трудным для наблюдения. В 1950 г. были введены поддерживающие среды, и с тех пор метод электрофореза стал широко использоваться учеными.

Электрофорез – это метод, который широко используется для разделения заряженных частиц под влиянием электрического поля. Разделение белков происходит под влиянием постоянного тока на молекулярном «сайте», роль которого выполняют гелевые носители. При этом белки мигрируют от одного полюса к другому с различ-

ной скоростью, определяемой зарядом и размером молекулы. После разделения белков проводятся их фиксация и окрашивание. В результате получается спектр полос, которые несут информацию о компонентном составе исследуемых белков (рис.) [14].

Электрофоретический спектр представляет собой совокупность мономорфных (одинаковых для всех представителей вида) и полиморфных белков, с которыми связана внутривидовая генетическая изменчивость.

В 1972 г. ученые А.А. Созинов и Ф.А. Попереля предложили использовать электрофоретические спектры проламинов для идентификации сортов и исследования их гетерогенности. В основу их подхода к проблеме идентификации и регистрации сортов и генотипов положено изучение не отдельных компонентов на геле в независимости от их генетического контроля, а блок компонентов – продукт кластера генов.



Электрофореграмма яровой тритикале на примере сорта Соловей Харьковский

Оценка сортовой чистоты и сортовой принадлежности путем апробации и грунтового контроля не всегда может быть гарантированной, так как основывается лишь на морфологических признаках. В связи с этим в 2004 г. в Федеральном законе «О семеноводстве» (ст. 26) наряду с апробацией и грунтовым контролем посевов был введен лабораторный контроль сортовой чистоты и сортового соответствия элитных и репродукционных семян. Отечественные разработки по электрофорезу белков были собраны в единую методику проведения сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений.

В анализе тритикале метод электрофореза позволяет четко определять сортовую принадлежность и чистоту семян. Метод хорошо отработан и экономически доступен для использования, в связи с чем широко применяется в селекционных организациях и семеноводческих хозяйствах. Примером использования электрофоретических спектров в качестве маркеров является создание сортов яровой тритикале Скорый и Скорый 2 из выделенных скороспелых линий Tc1 216-84-01 и Tc1 216-75-01 яровой гексаплоидной тритикале PCHL Tc1 216 мексиканского происхождения [12].

Электрофоретический анализ по спектру глиаина и паспортизация сортов в виде «белковых формул» является эффективным методом проверки подлинности и сортовой чистоты. В исследованиях Т.И. Пеновой с соавторами методом электрофореза были проанализированы зерновки 5 сортов озимой тритикале. В результате исследований было выявлено, что сорт Консул на 95 % соответствовал оригиналу, сорт Михась (III репродукция) – на 27 %, а сорт Корнет полностью отличался от оригинала [15].

Сорт яровой тритикале Золотой Гребешок был создан из исходной мексиканской популяции Merino/Jeo/Zebra с помощью использования электрофоретических спектров проламина в качестве маркеров генотипов. Основу данного сорта составили генотипы, которые были маркированы спектрами глиаина III и IV типов с низкой частотой встречаемости в мексиканской популяции. Их увеличение до 85 % является «белковым паспортом» сорта Золотой Гребешок [16].

В настоящее время выполнен анализ генетического разнообразия по спектрам глиаина пшеницы и секалина ржи [17–19]. Известно, что

спектр глиаина тритикале контролируется первой и шестой группами гомеологичных хромосом геномов пшеницы и хромосомой 1R ржи.

В исследованиях М.М. Копусь и соавторов было выявлено, что белки зерна ржи и тритикале являются биохимически неоднородными (гетерогенными). Ученые обнаружили в тритикале обязательное присутствие ржаной транслокации 1BL/1RS, причем локус 1RS может быть представлен множественным аллелизмом [20].

Исследования по изучению характера наследования компонентного состава глиаина показали, что в  $\alpha$ -зоне тритикале наследуются пшеничные компоненты, ржаные компоненты представлены в  $\beta$ - и  $\omega$ -зонах. Исследования показали, что компонент  $\omega 6$  маркирует длинное плечо хромосомы 6D;  $\omega 89 - 1D$ ;  $\omega 6\gamma 4 - 1B$ . Стало известно, что триплет  $\omega 234$  является общим для всех представителей рода *Secale* и свидетельствуют о короткостебельности. Было выявлено, что компоненты  $\omega$ -зоны, которые свидетельствуют об экспрессии хромосомы 1R, могут являться признаком устойчивости к болезням. Компонент  $\omega 234$  иногда обозначается как блок GLD1BS, кодируемый сложным полигенным локусом *Sec1* [21, 22].

Исследования электрофоретического спектра проламинов тритикале велись в Казахском НИИ земледелия и растениеводства. Ими был разработан каталог генофонда тритикале, в котором приведены спектры проламинов и белковые формулы 118 коллекционных образцов и перспективных линий озимого и 47 коллекционных образцов яровой тритикале. В работах Р.А. Уразалиева, К.М. Булатовой и соавторов белковые формулы составлены по относительной электрофоретической подвижности индивидуальных компонентов в спектре [23].

**Заключение.** Прделана огромная работа по изучению проламинов зерна яровой тритикале, которая позволила ускорить создание новых сортов яровой тритикале и выделить необходимые признаки и свойства, адаптированные для конкретной природно-климатической зоны. С помощью метода электрофореза были созданы сорта яровой тритикале Золотой Гребешок, Скорый и Скорый 2. Также электрофоретический анализ позволил определить подлинность и сортовую чистоту семян тритикале, что дало возможность своевременно выявить механическое и биологи-

ческое засорения. Таким образом, электрофорез проламинов тритикале может успешно применяться в селекционном процессе при оценке исходного материала, а также позволит ускорить создание новых сортов.

### Литература

1. Гордей И.А., Гриб С.И., Люсииков О.М. Создание секалотритикум (*\*Secalotriticum, S/RRAABB, 2N=6X=42*) – ржано-пшеничных амфидиплоидов с цитоплазмой ржи // Роль тритикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии их использования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (7–8 июня 2016 г.). Ч. 1. Ростов н/Д., 2016. С. 6–16.
2. Жербак Э.А., Груздев Л.Г. Особенности белкового 146 комплекса трехвидовой *Triticale* // Цитология и генетика. 1981. Т. 9, № 5. С. 453–455.
3. Худенко М.А. Сравнительная характеристика образцов яровой тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи: дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 2014. 168 с.
4. Иваненко А.С. Показатели качества зерна у сортов яровой тритикале // Агропродовольственная политика России. 2017. № 10 (70). С. 135–137.
5. Казак А.А., Логинов Ю.П. Агрофизиологическое изучение сортов яровой тритикале в условиях северной лесостепи Тюменской области // Агропродовольственная политика России. Тюмень, 2014. № 11 (35). С. 55–58.
6. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. Селекция и достижения по тритикале в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко // Наследие академика Н.В. Цицина. Современное состояние и перспективы развития: сб. ст. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 120-летию Н.В. Цицина (Москва, 9–11 июля 2019 г.). М: Изд-во ГBS РАН, 2019. С. 56–58.
7. Степочкин П.И. Изучение межфазного периода «всходы-колошение» у яровых тритикале в условиях Приобья Западной Сибири // Генофонд и селекция растений: мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. (4–6 апреля 2018 г., Новосибирск, Россия). Новосибирск: Изд-во ИЦиГ СО РАН, 2018. С. 334–337.
8. Грабовец А.И. Селекция тритикале на Дону // Тритикале: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. «Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки» (7 июня 2018 г.). Ростов н/Д., 2018. С. 7–22.
9. Боровик А.Н., Беспалова Л.А., Мирошниченко Т.Ю., Агаев Р.А. Шарозерная тритикале (*Triticale sphaerosocum*) как новый этап использования возможностей межвидовой гибридизации в формообразовании культурных злаков // Наследие академика Н.В. Цицина. Современное состояние и перспективы развития: сб. ст. всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 120-летию Н.В. Цицина (Москва, 9–11 июля 2019 г.). М: Изд-во ГBS РАН, 2019. С. 56–58.
10. Булатова К.М. Белковые маркеры в селекции и семеноводстве пшеницы. Алматы, 2017. 128 с.
11. Любимова А.В., Ярова Э.Т., Еремин Д.И. Компонентный состав глиадина коллекции яровой тритикале (*\*Triticosecale Wittm.*) / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (71). С. 66–69.
12. Пенева Т.И., Мережко А.Ф., Керв Ю.А. Паспортизация образца гексаплоидной яровой тритикале РСНЛ Тс1 216 (Мексика) и выделенных из него доноров скороспелости Скорый и Скорый 2 по спектрам глиадина // Аграрная Россия. 2011. № 2. С. 2–5.
13. Торилов В.Е., Шпилев Н.С., Клименков Ф.И. Использование электрофоретических методов для идентификации сортов зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 2. С. 5–12.
14. Тоболова Г.В., Любимова А.В. Использование биохимических методов в селекции и семеноводстве / Современные научно-практические решения в АПК: сб. ст. всерос. науч.-практ. конф. Тюмень, 2017. С. 760–764.
15. Пенева Т.Т., Клименков Ф.И., Клименкова И.Н. Паспортизация сортов тритикале как инструмент сохранения оригинального генофонда в процессе семеноводства // Аграрная Россия. 2020. № 9. С. 17–21.

16. Пенева Т.И., Мережко А.Ф., Конарев А.В. Динамика состава глиадиновых биотипов в процессе создания сорта яровой тритикале Золотой Гребешок // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 1. С. 3–5.
17. Драгович А.Ю., Фисенко А.В., Митрофанова О.П. Генетическое разнообразие местных сортов мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. по генам запасных белков (глиадинов) // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2009. Т. 166. С. 75–81.
18. Пенева Т.И., Хмыль Т.О., Конарев В.Г. Генетический контроль секалинов и структура секалинкодирующих локусов ржи // Тез. докл. II съезда Вавиловского общества генетиков и селекционеров. СПб., 2000. С. 121.
19. Гордей И.А., Люсикив О.М., Гордей И.С. и др. Методология создания тритикале с цитоплазмой ржи – секалотритикум (*×SECALOTRITICUM*, *RRAABB*,  $2N = 6X = 42$ ) // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Минск, 2019. С. 228–230.
20. Колупь М.М., Игнатъева Н.Г., Сарычева Н.И., Дорохова Д.П. Проламины зерна пшеницы, ржи и тритикале от биохимической гетерогенности к генетическому полиморфизму // Роль тритикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии их использования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (7–8 июня 2016 г.). Ч. 1. Ростов н/Д., 2016. С. 16–26.
21. Пенева Т.И., Мартыненко Н.М., Кудрявцева Е.Ю. Анализ по спектрам глиадина генетической структуры устойчивых к бурой ржавчине образцов тритикале из коллекции ВИР // Биотехнология и селекция растений. 2019. Т. 2. № 2. С. 6–13.
22. Иванистов А.Н., Таранова И.Н. Электрофоретический анализ запасных белков гибридных зерен образцов тритикале селекционного питомника второго года // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2. С. 74–78.
23. Каталог генофонда тритикале. Идентификация по электрофоретическим спектрам проламинов. Алматы: Асыл кітап, 2014. 34 с.
- ### Literatura
1. Gordej I.A., Grib S.I., Lyusikov O.M. Sozdanie sekalotritikum (*×Secalotriticum*, *S/RRAABB*,  $2N=6X=42$ ) – rzhano-pshenichnyh amfidiploidov s citoplazmoj rzi // Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna, kormov i tehnologii ih ispol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (7–8 iyunya 2016 g.). Ch. 1. Rostov n/D., 2016. S. 6–16.
  2. Zherbak `E.A., Gruzdev L.G. Osobnosti belkovogo 146 kompleksa trehvidovoj Triticale // Citologiya i genetika. 1981. T. 9, № 5. S. 453–455.
  3. Hudenko M.A. Sravnitel'naya harakteristika obrazcov yarovoj tritikale kollekcii VIR v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi: dis. ... kand. s.-h. nauk. Krasnoyarsk, 2014. 168 s.
  4. Ivanenko A.S. Pokazateli kachestva zerna u sortov yarovoj tritikale // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2017. № 10 (70). S. 135–137.
  5. Kazak A.A., Loginov Yu.P. Agrofiziologicheskoe izuchenie sortov yarovoj tritikale v usloviyah severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. Tyumen', 2014. № 11 (35). S. 55–58.
  6. Kovtunenkov V.Ya., Panchenko V.V., Kalmysh A.P. Selekcija i dostizheniya po tritikale v NCZ im. P.P. Luk'yanenko // Nasledie akademika N.V. Cicina. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: sb. st. Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyasch. 120-letiyu N.V. Cicina (Moskva, 9-11 iyulya 2019 g.). M: Izd-vo GBS RAN, 2019. S. 56–58.
  7. Stepochkin P.I. Izuchenie mezhfaznogo perioda «vshody-koloshenie» u yarovyh tritikale v usloviyah Priob'ya Zapadnoj Sibiri // Genofond i selekcija rastenij: mat-ly IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (4–6 aprelya 2018 g., Novosibirsk, Rossiya). Novosibirsk: Izd-vo ICiG SO RAN, 2018. S. 334–337.
  8. Grabovec A.I. Selekcija tritikale na Donu // Tritikale: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Tritikale i stabilizaciya proizvodstva zerna, kormov i produktov ih pererabotki» (7 iyunya 2018 g.). Rostov n/D., 2018. S. 7–22.
  9. Borovik A.N., Bepalova L.A., Miroshnichenko T.Yu., Agaev R.A. Sharozernaya tritikale (*Triticale sphaerococcum*) kak novyj `etap

- ispol'zovaniya vozmozhnostej mezhvidovoj gibridizacii v formoobrazovanii kul'turnyh zlakov // Nasledie akademika N.V. Cicina. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: sb. st. vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyasch. 120-letiyu N.V. Cicina (Moskva, 9–11 iyulya 2019 g.). M: Izd-vo GBS RAN, 2019. S. 56–58.
10. Bulatova K.M. Belkovye markery v selekcii i semenovodstve pshenicy. Almaty, 2017. 128 s.
  11. Lyubimova A.V., Yarova E.T., Eremin D.I. Komponentnyj sostav gliadina kollekcii yarovoj tritikale (*×Triticosecale* Wittm.) / Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 3 (71). S. 66–69.
  12. Peneva T.I., Merezko A.F., Kerv Yu.A. Paspportizaciya obrazca geksaploidnoj yarovoj tritikale PCHL Tc1 216 (Meksika) i vydelennyh iz nego donorov skorospelosti Skoryj i Skoryj 2 po spektram gliadina // Agrarnaya Rossiya. 2011. № 2. S. 2–5.
  13. Torikov V.E., Shpilev N.S., Klimenkov F.I. Ispol'zovanie `elektroforeticheskikh metodov dlya identifikacii sortov zernovyh kul'tur // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 2. S. 5–12
  14. Tobolova G.V., Lyubimova A.V. Ispol'zovanie biohimicheskikh metodov v selekcii i semenovodstve / Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya v APK: sb. st. vseros. nauch.-prakt. konf. Tyumen', 2017. S. 760–764.
  15. Peneva T.T., Klimenkov F.I., Klimenkova I.N. Paspportizaciya sortov tritikale kak instrument sohraneniya original'nogo genofonda v processe semenovodstva // Agrarnaya Rossiya. 2020. № 9. S. 17–21.
  16. Peneva T.I., Merezko A.F., Konarev A.V. Dinamika sostava gliadinovyh biotipov v processe sozdaniya sorta yarovoj tritikale Zolotoj Grebeshok // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2009. № 1. S. 3–5.
  17. Dragovich A.Yu., Fisenko A.V., Mitrofanova O.P. Geneticheskoe raznoobrazie mestnyh sortov myagkoj pshenicy *Triticum aestivum* L. po genam zapasnyh belkov (gliadinov) // Tr. po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2009. T. 166. S. 75–81.
  18. Peneva T.I., Hmyl' T.O., Konarev V.G. Geneticheskij kontrol' sekalinov i struktura sekalinkodiruyuschih lokusov rzhi // Tez. dokl. II s'ezda Vavilovskogo obschestva genetikov i selekcionerov. SPb., 2000. S. 121.
  19. Gordej I.A., Lyusikov O.M., Gordej I.S. i dr. Metodologiya sozdaniya tritikale s citoplazmoj rzhi – sekalotritikum (*×SECALOTRITICUM, RRAABB, 2N = 6X = 42*) // Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 90-letiyu so dnya osnovaniya RUP «Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zemledeliyu». Minsk, 2019. S. 228–230.
  20. Kopus' M.M., Ignat'eva N.G., Sarycheva N.I., Dorohova D.P. Prolaminy zerna pshenicy, rzhi i tritikale ot biohimicheskoy geterogenosti k geneticheskomu polimorfizmu // Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna, kormov i tehnologii ih ispol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (7-8 iyunya 2016 g.). Ch. 1. Rostov n/D., 2016. S. 16–26.
  21. Peneva T.I., Martynenko N.M., Kudryavceva E.Yu. Analiz po spektram gliadina geneticheskoy struktury ustojchivyh k buroj rzhavchine obrazcov tritikale iz kollekcii VIR // Biotehnologiya i selekciya rastenij. 2019. T. 2. № 2. S. 6–13.
  22. Ivanistov A.N., Taranova I.N. `Elektroforeticheskij analiz zapasnyh belkov gibridnyh zeren obrazcov tritikale selekcionnogo pitomnika vtorogo goda // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2014. № 2. S. 74–78.
  23. Katalog genofonda tritikale. Identifikaciya po `elektroforeticheskim spektram prolaminov. Almaty: Asyl kitap, 2014. 34 s.