



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

УДК 633.19:581.19

*А.В. Любимова, Э.Т. Ярова,
Д.И. Еремин*

ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИПНОГО СОСТАВА СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В ПРОЦЕССЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

*A.V. Lyubimova, E.T. Yarova,
D.I. Eremin*

CHANGE OF BIOTYPE COMPOSITION OF SPRING TRITICALE VARIETIES IN THE PROCESS OF CULTIVATION

Любимова А.В. – канд. биол. наук, мл. науч. сотр. лаб. селекции зернофуражных культур НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья – филиала Тюменского научного центра СО РАН, зав. лаб. сортовой идентификации семян Агробиотехнологического центра Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

Ярова Э.Т. – магистрант каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: elzana.yarova@yandex.ru

Еремин Д.И. – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Lyubimova A.V. – Cand. Biol. Sci., Junior Staff Scientist, Lab. of Grain and Forage Cultures Selection, Research and Development Institute of Agriculture of Northern Trans-Urals – Branch of Tyumen Scientific Center, SB RAS, Head, Lab. of Seeds Varieties Identification, Agrobiotechnological Center, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

Yarova E.T. – Magistrate Student, Chair of Production Technology, Storage and Processing of Plant Production, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: elzana.yarova@yandex.ru

Eremin D.I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Цель исследования – изучение методом электрофореза проламинов изменения биотипного состава сортов яровой тритикале в процессе возделывания в условиях Тюменской области. Материалом для исследования послужили индивидуальные зерновки сортов яровой тритикале Ульяна и Соловей харьковский, возделываемые на опытном поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья. В результате электрофоретического разделения проламинов установлено, что оба сорта гетерогенные по компонентному составу глиадины. У сорта Ульяна обнаружено 14 типов спектра, у сорта Соловей харьковский – 5. При сравнении полученных электрофореграмм с эталонными спектрами сортов установлено, что

4 из обнаруженных типов спектра сорта Соловей харьковский и 12 сорта Ульяна не характерны для данных сортов. Количество примеси составляло от 27 % у сорта Ульяна до 36 % у сорта Соловей харьковский. В результате построения дендрограммы на основе данных о компонентном составе глиадины выявленных образцов установлено, что биотипы сортов Ульяна и Соловей харьковский объединились в два разных подкластера. Величина генетической дистанции между всеми обнаруженными биотипами варьирует от 0 до 0,3 у сорта Ульяна и до 0,1 у сорта Соловей харьковский. Относительно небольшая величина генетической дистанции между биотипами одного сорта свидетельствует о преимущественно биологическом

засорении сортов. Появление в исследованных сортах новых биотипов вызвано целым рядом причин – от остаточной гетерозиготности до спонтанной внутривидовой гибридизации и механического засорения. Для поддержания генетической стабильности сортов тритикале и своевременного выявления механического и биологического засорения в процессе возделывания необходим регулярный контроль биотипного состава сортов методом электрофореза проламинов.

Ключевые слова: тритикале, электрофорез, глиадин, биотипный состав сорта, сортовая чистота, сортовая примесь.

The research objective was studying by method of electrophoresis of prolamin the change of biotype structure of summer triticale varieties in the course of cultivation in the conditions of Tyumen Region. As the material for research individual kernels of spring triticale varieties Ulyana and Solovei Kharkovsky, cultivated on experimental field of Northern Trans-Urals SAU served. As a result of electrophoretic separation of prolamines, it was established that both varieties were heterogeneous in gliadin component composition. In the spectra of the variety Ulyana, 14 types of spectrum were found, and the varieties Solovei Kharkovsky – 5. When comparing obtained electrophoretograms with the standard spectra of varieties, it was established that 4 of detected types of the spectrum of the variety Solovey Kharkovsky and 12 of the variety Ulyana were not typical for them. The amount of impurity was from 27 % in the variety Ulyana to 36 % in the variety Solovei Kharkovsky. As a result of the construction of dendrogram based on the data on the component composition of gliadin it was established that the biotypes of varieties Ulyana and Solovei Kharkovsky were combined into two different subclusters. Genetic distance between all detected biotypes ranged from 0 to 0.3 in Ulyana variety and up to 0.1 in Solovei Kharkovsky variety. A relatively small amount of genetic distance between biotypes of one variety indicated predominantly biological clogging of varieties. The appearance of new biotypes in investigated varieties was caused by a variety of reasons, from residual heterozygosity to spontaneous intraspecific hybridization and mechanical contamination. To maintain genetic stability of triticale varieties and timely detection of mechanical and biological contamination in the process of cultivation regular monitoring of the biotype composition of varieties by the method of prolamin electrophoresis is necessary.

Keywords: triticale, electrophoresis, gliadin, biotype composition of variety, varietal purity, varietal admixture.

Введение. Тритикале (*×Triticosecale* Wittm.) – аллополиплоид, культура, созданная человеком путем

скрещивания пшеницы с рожью. Наибольшее распространение имеют гексаплоидные формы (sp. *Triticosecale derzhavinii* Kurk. Et Filat.) с цитоплазмой пшеничного типа (ssp. *Triticosecale* Tscherm., $1/7AABBRR$, $2n=42$) [1]. К неоспоримым достоинствам тритикале относятся иммунитет к грибным болезням, высокая урожайность, пригодность для многоцелевого применения конечной продукции, а также устойчивость к неблагоприятным условиям вегетации [2]. Все это делает тритикале очень перспективной культурой для возделывания в условиях Тюменской области. Однако, помимо множества ценных качеств, эта культура имеет и ряд недостатков. К серьезным проблемам селекции и семеноводства тритикале относятся несбалансированность элементов генотипа, высокий процент перекрестного опыления и, как следствие, расщепление и появление спонтанных гибридов в посевах этой культуры [3]. Не всегда изменения в генетической структуре популяции могут быть выявлены по морфологическим признакам. В современной селекции и семеноводстве при создании новых сортов и последующем контроле их биотипного состава и сортовой чистоты широко используются биотехнологические методы, в том числе электрофорез запасных белков – проламинов [4–8]. Состав спектров запасных белков стабилен, не зависит от условий выращивания растений и обладает сортоспецифичностью, что делает метод электрофореза проламинов наиболее подходящим для оценки внутривидовой структуры сортов [9].

Цель исследования: изучить методом электрофореза проламинов изменение биотипного состава сортов яровой тритикале в процессе возделывания в условиях Тюменской области.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили зерновки сортов яровой тритикале Ульяна (К-3887, Красноярский край) и Соловей харьковский (К-3873, Украина), принятые к внедрению кафедрой технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья в 2010 г. из ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ».

В течение всего периода изучения сорта возделывались на опытном поле ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Почва опытного поля – чернозем выщелоченный с характерными для Западной Сибири признаками и свойствами [10].

Для одномерного электрофореза запасных спирторастворимых белков тритикале – глиадинов применяли стандартную методику [11]. От каждого сорта методом случайной выборки отбирали по 100 зерен. Белки экстрагировали из муки индивидуальных зерновок добавлением 150 мкл 70 % этанола с последующим инкубированием при 40 °С в течение

40 мин. Полученный экстракт центрифугировали и приливали к нему по 300 мкл красителя на основе метиленового зеленого. Экстракт белка (23 мкл) помещали в 7,5 % полиакриламидный гель и разделяли электрофорезом. Для проведения анализа использовали вертикальные электрофоретические камеры с размерами формируемых пластин 178×175×1,5 мм. Электрофорез проводили при постоянном напряжении 500 V в течение 4,0–4,5 ч. Фиксацию и окрашивание гелевых пластин осуществляли в 10 % растворе трихлоруксусной кислоты с добавлением 0,05 % Кумасси бриллиантового голубого R-250 в этаноле в течение 8 ч.

На основе полученных электрофоретических спектров глиаина была составлена матрица исходных данных, в которой присутствие компонента обозначали 1, а отсутствие – 0. Фракции белков различали между собой, основываясь на скорости их движения в гелевом носителе. Чтобы выявить степень генетической дифференциации образцов, данные

полученной матрицы обрабатывали методом кластерного анализа. В качестве индекса подобия использовали коэффициент Dice [12]. Для кластеризации применялся метод попарного внутригруппового невзвешенного среднего (UPGMA – Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean) [13]. Построение дендрограммы выполняли с использованием программы MEGA 6.06.

В качестве эталонных спектров исследованных сортов для сравнения были использованы спектры, полученные А. Алпысовой (2015) при анализе оригинальных семян. В качестве стандарта использовали зерновки мягкой пшеницы сорта Безостая 1.

Результаты исследования. В результате проведения электрофоретического анализа установлено, что оба исследованных сорта гетерогенные по компонентному составу глиаина. Сорт Соловей харьковский содержал 5 биотипов, сорт Ульяна – 14 (рис. 1).

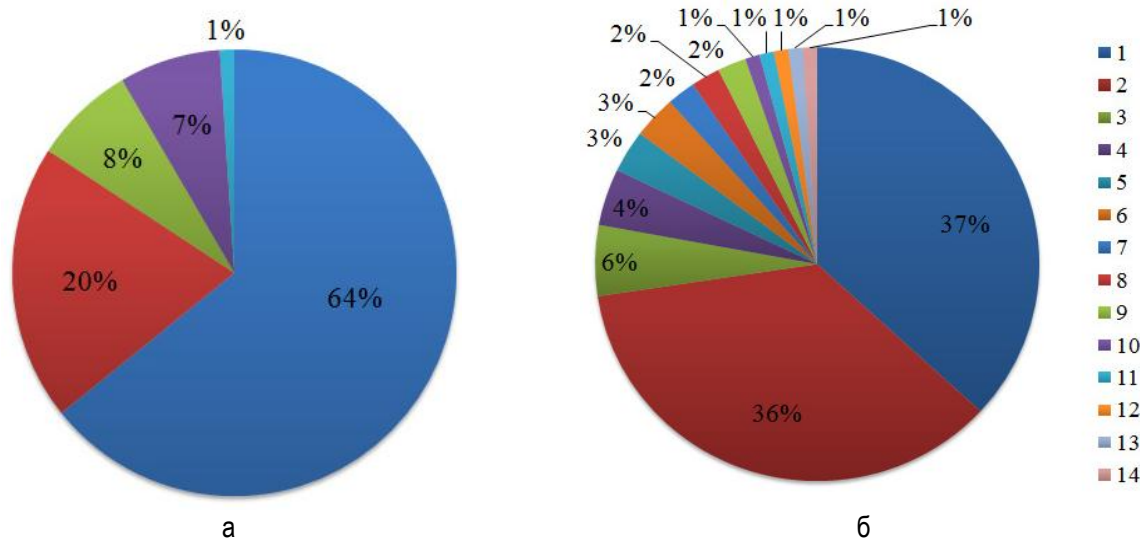


Рис. 1. Биотипный состав исследованных сортов тритикале, %:
а – Соловей харьковский; б – Ульяна; 1–14 – номера биотипов

Все обнаруженные биотипы нумеровались нами, начиная с самого распространенного. Установлено, что у сорта Соловей харьковский основная часть проанализированных зерновок (64 %) имела первый тип спектра. У сорта Ульяна преобладали зерновки с первым или вторым типом спектра – 37 и 36 % соответственно (см. рис. 1). Количество оставшихся биотипов варьировало от 1 до 20 %. Спектры разных биотипов одного сорта отличались друг от друга по количеству белковых компонентов и их интенсивности. Биотипы сорта Соловей харьковский содержали от 20 до 23 компонентов глиаина, сорта Ульяна – от 15 до 25.

Гетерогенность сортов может иметь различные причины – от особенностей выведения, когда из гибридной популяции отбирается родоначальное растение, гетерозиготное по проламин-кодирующим локусам, до простого механического или биологического засорения одного сорта семенным материалом другого [14]. Для того чтобы выяснить, является ли наличие нескольких биотипов характерным для данного сорта или это результат засорения, необходима оценка сортового соответствия, основанная на принципе сравнения полученных электрофоретических спектров исследуемого сорта с его эталонным спектром [13, 15]. В качестве эталонных спектров проанализированных сортов тритикале нами были

использованы спектры, полученные А. Алпысовой (2015). Авторами установлено, что по компонентному составу глиаина сорт тритикале Соловей харьковский является гомогенным, а сорт Ульяна – гетерогенным и состоит из двух биотипов [2]. При этом спектры сортов, обнаруженные авторами, идентичны выявленным нами первому типу сорта Соловей харьковский и первому и второму типам спектров сорта Ульяна.

Чтобы определить, чем обусловлено появление дополнительных биотипов в спектрах проанализи-

рованных сортов, нами был проведен кластерный анализ методом UPGMA. Расчет коэффициента подобия Dice проводили на основании данных о присутствии-отсутствии компонентов в спектре. Для наиболее полной оценки компонентного состава глиаина все обнаруженные биотипы рассматривались нами как самостоятельные образцы. Полученная в результате кластеризации дендрограмма состояла из двух кластеров (рис. 2).

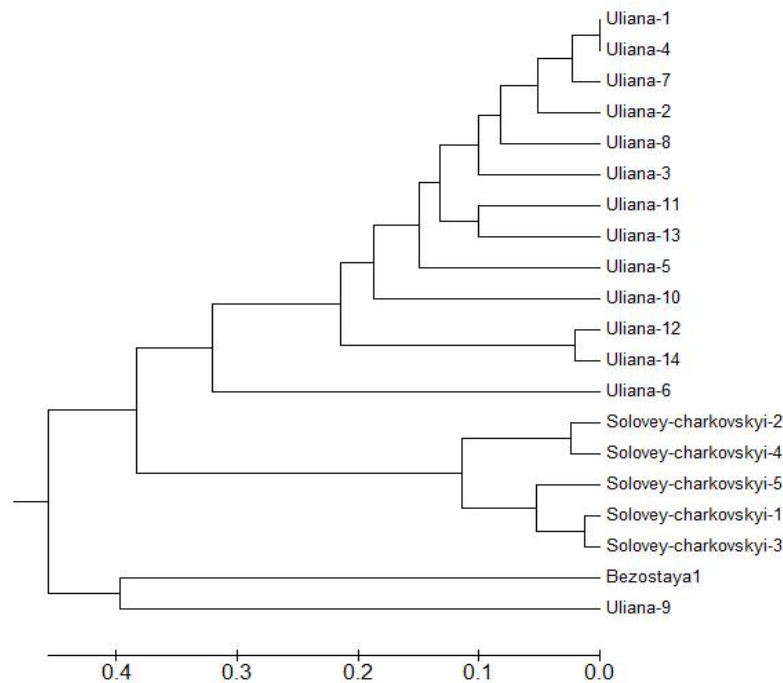


Рис. 2. Дендрограмма сортов яровой тритикале, построенная на основе данных о компонентном составе глиаина (шкала показывает значение генетической дистанции по Dice; через дефис указаны номера биотипов)

Первый кластер образовали сорт пшеницы Безостая 1 и девятый биотип сорта Ульяна. Оставшиеся биотипы обоих проанализированных сортов образовали второй кластер. По нашему мнению, генетическая удаленность девятого биотипа сорта Ульяна от всех остальных исследованных образцов тритикале свидетельствует о том, что он является сортовой примесью. А его объединение в один кластер с сортом пшеницы Безостая 1 может свидетельствовать о принадлежности этого биотипа к виду мягкой пшеницы. Подтверждением этого является отсутствие в спектре девятого биотипа триплета $\omega 234$, маркирующего хромосому 1R ржи и характерного для всех остальных выявленных биотипов.

Второй кластер состоял из двух подкластеров, разделяющихся на более мелкие группы. Первый подкластер был образован биотипами сорта Ульяна,

а второй – биотипами сорта Соловей харьковский. Генетическая дистанция между биотипами сорта Ульяна составляла от 0 (у биотипов № 1 и 4, отличающихся только интенсивностью окрашивания отдельных компонентов) до 0,3. У биотипов сорта Соловей харьковский величина этого показателя не превышала 0,1.

Причинами внутрисортовой изменчивости в сортах самоопыляющихся культур в процессе их репродукции могут послужить остаточная гетерозиготность и последующие расщепления. Помимо этого, частота гетерозигот в популяции может увеличиваться в результате действия мутаций и перекрестного опыления [16]. По данным Т.И. Пенева и др. (2016), проанализировавших изменение биотипного состава пяти сортов тритикале в процессе семеноводства, лишь два из них сохранили свою генетиче-

скую структуру. У других сортов количество примеси составляло от 5 до 100 %, при этом до 10 % зерновок представляли собой гибридные формы между примесью и основным биотипом [3]. Склонность к спонтанной гибридизации и генетическая нестабильность – это недостатки тритикале, связанные с неполной совместимостью геномов пшеницы и ржи. При объединении пшеницы – типичного самоопылителя и ржи – перекрестноопыляемого растения в тритикале появились самоопыляющиеся растения, склонные к перекрестному опылению [17]. Однако, по данным ряда авторов, у современных сортов тритикале наблюдается преимущественно открытый тип цветения (71–98 % цветков выбрасывает пыльники наружу). При этом расстояние, на которое ветром переносится пыльца, достигает 290 м [18]. Результатом этого становится биологическое засорение сорта из-за спонтанной внутривидовой гибридизации.

По нашему мнению, распределение биотипов сортов Ульяна и Соловей харьковский в два разных подкластера и относительно небольшая величина генетической дистанции между биотипами одного сорта свидетельствуют о преимущественно биологическом засорении сортов.

Выводы

1. В результате исследования сортов ярового тритикале Ульяна и Соловей харьковский методом электрофореза выявлено изменение генетической структуры популяций сортов в процессе возделывания. Количество примеси составляло от 27 % у сорта Ульяна до 36 % у сорта Соловей харьковский. На электрофореграмме сорта Соловей харьковский выявлено 4 типа спектров, отсутствующих в эталонном спектре сорта, у сорта Ульяна – 12.

2. Величина генетической дистанции между всеми обнаруженными биотипами составляет от 0 до 0,3 у сорта Ульяна и до 0,1 у сорта Соловей харьковский. Засорение сортов носит преимущественно биологический характер и вызвано остаточной гетерозиготностью и спонтанной внутривидовой гибридизацией.

3. Для поддержания генетической стабильности сортов яровой тритикале и своевременного выявления механического и биологического засорения в процессе возделывания необходим регулярный контроль биотипного состава сортов методом электрофореза проламинов.

Литература

1. Гордей И.А., Гриб С.И., Люсииков О.М. и др. Создание секалотритикум (**Secalotriticum*, S/RRAABB, 2N=6X=42) – ржано-пшеничных амфидиплоидов с цитоплазмой ржи // Роль три-

- тикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии их использования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (7–8 июня 2016 г.). – Ростов н/Д., 2016. – Ч. 1. – С. 6–16.
2. Альсцова А. Физико-химические свойства тритикале // Конституция Республики Казахстан – правовой феномен современности: мат-лы междувуз. студ. конф., посвящ. 20-летию Конституции Республики Казахстан. – Астана, 2015. – С. 10–15.
3. Пенева Т.И., Кудрявцева Е.Ю., Клименков Ф.И. Регистрация по спектрам глиадины пяти районированных сортов озимой тритикале и анализ их подлинности и чистоты в процессе семеноводства // Роль тритикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии их использования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (7–8 июня 2016 г.). – Ростов н/Д., 2016. – Ч. 1. – С. 145–154.
4. Любимова А.В., Еремин Д.И. Изучение генетического разнообразия сортов овса Сибирской селекции по авенин-кодирующим локусам // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 9 (69). – С. 70–74.
5. Тоболова Г.В. Определение компонентного состава глиадины у сортов сильной пшеницы Тюменской области // Сибирский вестн. сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 4 (184). – С. 34–37.
6. Остапенко А.В. Полиморфизм проламина культурных видов рода *Avena* L. в филогенетических и прикладных исследованиях: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2016. – 175 с.
7. Лоскутов И.Г. Роль молекулярно-биологических исследований в познании генофонда овса и его эффективном использовании в селекции // Аграрная Россия. – 2008. – № 3. – С. 14–19.
8. Остапенко А.В., Тоболова Г.В. Анализ частоты встречаемости аллелей авенин-кодирующих локусов у сортов овса // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 12. – С. 24–26.
9. Любимова А.В., Еремин Д.И. Особенности полиморфизма авенинов сортов культурных видов овса // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 11 (134). – С. 3–9.
10. Ренев Е.П., Ерёмин Д.И., Ерёмина Д.В. Оценка основных показателей плодородия почв наиболее пригодных для расширения пахотных угодий в Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 27–31.
11. Упельник В.П., Новосельская-Драгович А.Ю., Шишкина А.А. и др. Лабораторный анализ белков семян пшеницы: технологическая инструкция. – М.: ВАШ ФОРМАТ, 2013. – 173 с.
12. Nei M., Li W. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1979. – V. 76. – P. 5269–5273.

13. *Sneath P.H., Sokal R.R.* Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification, 1973, 200 p.
14. *Поморцев А.А.* Гордеин-кодирующие локусы как генетические маркеры в популяционных, филогенетических и прикладных исследованиях ячменя: дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 370 с.
15. *Любимова А.В., Еремин Д.И.* Электрофорез запасных спирторастворимых белков зерна как основа лабораторного сортового контроля зерновых культур. АПК России. – 2017. – Т. 24, № 5. – С. 1117–1121.
16. Идентификация сортов и регистрация генотипа культурных растений по белкам семян / под ред. *В.Г. Конарева*. – СПб.: Изд-во ВИР, 2000. – 186 с.
17. *Куркиев К.У., Куркиев У.К.* особенности цветения тритикале // Вестн. социально-педагогического института. – 2014. – № 1 (9). – С. 47–52.
18. *Рубец В.С., Митрошина О.В., Широколава А.В.* и др. Особенности биологии цветения озимой гексаплоидной тритикале в ЦРНЗ // Вавиловские чтения – 2014: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 127-й годовщине со дня рождения акад. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2014. – С. 142–144.
6. *Ostapenko A.V.* Polimorfizm prolamina kul'turnyh vidov roda Avena L. v filogeneticheskikh i prikladnykh issledovanijah: dis. ... kand. biol. nauk. – M., 2016. – 175 s.
7. *Loskutov I.G.* Rol' molekularno-biologicheskikh issledovanij v poznanii genofonda ovsa i ego jeffektivnom ispol'zovanii v selekcii // Agrarnaja Rossiya. – 2008. – № 3. – S. 14–19.
8. *Ostapenko A.V., Tobolova G.V.* Analiz chastoty vstrechaemosti allelej avenin-kodirujushchih lokusov u sortov ovsa // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2015. – № 12. – S. 24–26.
9. *Ljubimova A.V., Eremin D.I.* Osobennosti polimorfizma aveninov sortov kul'turnyh vidov ovsa // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 11 (134). – S. 3–9.
10. *Renev E.P., Erjomin D.I., Erjomina D.V.* Ocenka osnovnykh pokazatelej plodorodija pochv naibolee prigodnyh dlja rasshirenija pahotnyh ugodij v Tjumenskoj oblasti // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2017. – Т. 31, № 4. – S. 27–31.
11. *Upelnik V.P., Novosel'skaja-Drigovich A.Ju., Shishkina A.A.* i dr. Laboratornyj analiz belkov semjan pshenicy: tehnologicheskaja instrukcija. – M.: VASH FORMAT, 2013. – 173 s.
12. *Nei M., Li W.* Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1979. – V. 76. – P. 5269–5273.

Literatura

1. *Gordej I.A., Grib S.I., Ljusikov O.M.* i dr. Sozdanie sekalotritikum (*Secalotriticum, S/RRAABB, 2N=6X=42) – rzhano-pshenichnykh amfidiploidov s citoplazmoj rzhii // Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna, kormov i tehnologij ih ispol'zovanija: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (7–8 ijunja 2016 g.). – Rostov n/D., 2016. – Ch. 1. – S. 6–16.
2. *Alpysova A.* Fiziko-himicheskie svojstva tritikale // Konstitucija Respubliki Kazahstan – pravovoj fenomen sovremennosti: mat-ly mezhdunar. stud. konf., posvjashh. 20-letiju Konstitucii Respubliki Kazahstan. – Astana, 2015. – S. 10–15.
3. *Peneva T.I., Kudrjavceva E.Ju., Klimenkov F.I.* Registracija po spektram gliadina pjati rajonirovannykh sortov ozimoi tritikale i analiz ih podlinnosti i chistoty v processe semenovodstva // Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna, kormov i tehnologij ih ispol'zovanija: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (7–8 ijunja 2016 g.). – Rostov n/D., 2016. – Ch. 1. – S. 145–154.
4. *Ljubimova A.V., Eremin D.I.* Izuchenie geneticheskogo raznoobrazija sortov ovsa Sibirskoj selekcii po avenin-kodirujushhim lokusam // Agroproduktivnaja politika Rossii. – 2017. – № 9 (69). – S. 70–74.
5. *Tobolova G.V.* Opredelenie komponentnogo sostava gliadina u sortov sil'noj pshenicy Tjumenskoj oblasti // Sibirskij vestn. sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2008. – № 4 (184). – S. 34–37.
13. *Sneath P.H., Sokal R.R.* Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification, 1973, 200 p.
14. *Pomorcev A.A.* Gordein-kodirujushhie lokusy kak geneticheskie markery v populjacionnykh, filogeneticheskikh i prikladnykh issledovanijah jachmenja: dis. ... d-ra biol. nauk. – M., 2008. – 370 s.
15. *Ljubimova A.V., Eremin D.I.* Jelektroforez zapasnykh spirtorastvorimyh belkov zerna kak osnova laboratornogo sortovogo kontrolja zernovykh kul'tur. APK Rossii. – 2017. – Т. 24, № 5. – S. 1117–1121.
16. Идентификация сортов и регистрация генотипа культурных растений по белкам семян / под ред. *В.Г. Конарева*. – СПб.: Изд-во ВИР, 2000. 186 с.
17. *Kurkiev K.U., Kurkiev U.K.* особенности цветения тритикале // Vestn. social'no-pedagogicheskogo instituta. – 2014. – № 1 (9). – S. 47–52.
18. *Rubec V.S., Mitroshina O.V., Shirokolava A.V.* i dr. Osobennosti biologii cvetenija ozimoi geksaploidnoj tritikale v CRNZ // Vavilovskie chtenija – 2014: sb. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 127-j godovshhine so dnja rozhdenija akad. N.I. Vavilova. – Saratov, 2014. – S. 142–144.