

9. Makhankova T.A., Dolzhenko V.I., Petunova A.A. Optimizatsiya assortimenta gerbitsidov dlya zashchity zernovykh kultur // Vtoroy Vseros. sezd po zashchite rasteniy. Fitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem. – Sankt-Peterburg, 2005. – T. 2. – S. 392-394.

10. Gonzalez-Andujar, J., Aguilera, M., Davis, A., Navarrete, L. (2019). Disentangling weed diversity and weather impacts on long-term crop productivity in a wheat-legume rotation. *Field Crops Research*. 232. 24-29. 10.1016/j.fcr.2018.12.005.

11. Derzhavin L.M., Chenkhin A.F., Berezkin Yu.N. Instruksiya po opredeleniyu zasorennosti poley, mnogoletnikh nasazhdeniy, kulturnykh senokosov i pastbishch. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 18 s.

12. Nikitin V. Sornye rasteniya flory SSSR. – Leningrad: Nauka, 1983. – 454 s.

13. Zemledelie: praktikum: uchebnoe posobie / G.I. Bazdyrev, I.P. Vasilev, A.M. Tulikov i dr. – Moskva: NITs Infra-M, 2013. – S. 207-219.



УДК 633.13:581.198(571.12.)

А.В. Любимова, Д.И. Ерёмин
A.V. Lyubimova, D.I. Yeremin

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ЭЛЕКТРОФОРЕЗА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО СОРТОВОГО КОНТРОЛЯ ОВСА

ON THE EFFECTIVENESS OF THE ELECTROPHORETIC TECHNIQUE OF LABORATORY OAT VARIETAL CONTROL

Ключевые слова: овес, сортовая чистота, лабораторный сортовой контроль, электрофорез, авенин, электрофоретический спектр, зерно, биотипный состав сорта, авенинкодирующие локусы, Тюменская область.

Лабораторный сортовой контроль, основанный на методе электрофореза проламинов, все активнее применяется для оценки сортовых качеств семян. Целью работы было оценить эффективность метода электрофореза авенинов для лабораторного сортового контроля овса на примере сортов, возделываемых в Тюменской области. Были изучены 18 сортов овса посевного, включенных в Государственный реестр селекционных достижений по Тюменской области начиная в 1929-2019 гг. Для лабораторного анализа использовали по 100 зерновок каждого сорта, отобранных методом случайной выборки. Электрофорез проводили в вертикальных электрофоретиче-

ских камерах (VE-20, Helicon, Россия) в течение 4,0-4,5 ч при постоянном напряжении 500 В. Установлено, что 8 из исследованных сортов были гетерогенными и состояли из 2 биотипов. Выявлено 7 групп сортов с идентичными спектрами авенина. Сортоспецифичными спектрами характеризовались только 42,31% исследованных генотипов, что свидетельствует о низком уровне полиморфизма авенина изученных сортов. Идентичность спектров обуславливается общностью происхождения сортов и отбором в процессе создания сортов экологических типов, наиболее приспособленных к определенным условиям среды. Количество сортов с сортоспецифичными типами спектров в разные периоды времени изменялось от 25,0 до 75,5% и к 2019 г. достигло 100%. С 2019 г. сорта, возделываемые в области, могут быть легко дифференцированы с использованием лабораторного сортового контроля. Эффективность метода электрофореза проламинов для контроля сортовых качеств семян овса зависит

от набора возделываемых сортов в конкретный период времени. Для успешного проведения лабораторного сортового контроля овса необходимо иметь актуальные базы данных эталонных спектров сортов, возделываемых в регионе, и в случае появления сортов с идентичными типами спектров осуществлять оценку сортовой принадлежности и сортовой чистоты с использованием других маркерных систем.

Keywords: *oats, varietal purity, laboratory varietal control, electrophoresis, avenin, electrophoretic spectrum, grain, biotype composition of the variety, avenin-coding loci, Tyumen Region.*

Laboratory varietal control based on the prolamin electrophoretic technique is increasingly used to evaluate seed varietal qualities. The research goal was to evaluate the effectiveness of the technique of avenin electrophoresis for laboratory varietal control of oats by the example of the varieties grown in the Tyumen Region. We studied 18 varieties of common oats included in the State Register of Selection Achievements in the Tyumen Region from 1929 through 2019. For laboratory analysis, 100 kernels of each variety selected by random sampling were used. Electrophoresis

was performed in vertical electrophoretic chambers (VE-20, Helicon, Russia) for 4.0-4.5 hours at a constant voltage of 500 V. It was found that 8 of the studied varieties were heterogeneous and consisted of 2 biotypes. Seven groups of varieties with identical spectra of avenin were identified. Only 42.31% of the studied genotypes were characterized by variety-specific spectra which indicated a low level of avenin polymorphism of the studied varieties. The reasons for the identity of the spectra may be the common origin of the varieties and selection in the process of creating the varieties of ecological types that are most adapted to certain environmental conditions. The number of varieties with variety-specific types of spectra during different periods of time varied from 25.0 to 75.5% and by 2019 reached 100%. Since 2019, the varieties grown in the Region may be easily differentiated using laboratory varietal control. The effectiveness of the prolamin electrophoretic technique for controlling the varietal qualities of oat seeds depends on the set of cultivated varieties during a specific period of time. For successful laboratory oat varietal control, it is necessary to have up-to-date databases of reference spectra of varieties grown in the Region. In the case of varieties with identical types of spectra, the varietal affiliation and varietal purity should be evaluated using other marker systems.

Любимова Анна Валерьевна, к.б.н., н.с. лаб. селекции зернофуражных культур, НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал, Тюменский научный центр СО РАН, Тюменская обл.; зав. лаб. сортовой идентификации семян, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень. Тел.: (3452) 290-172. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru.

Ерёмин Дмитрий Иванович, д.б.н., доцент, проф. каф. почвоведения и агрохимии, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень. Тел.: (3452) 290-127. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

Lyubimova Anna Valeryevna, Cand. Bio. Sci., Staff Scientist, Research Institute of Agriculture of Northern Trans-Urals, Branch, Tyumen Scientific Center of Rus. Acad. of Sci.; Head of Lab., State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. Ph.: (3452) 290-172. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru.

Yeremin Dmitriy Ivanovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. Ph.: (3452) 290-127. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

Введение

Овес посевной (*Avena sativa* L.) – одна из основных возделываемых культур Северного Зауралья. За период с 1929 по 2019 г. в Государственный реестр селекционных достижений по Тюменской области было включено 18 сортов ярового овса. С 1993 г. в регионе появились сорта селекции НИИСХ Северного Зауралья – филиала ТюмНЦ СО РАН. К 2019 г. доля сортов местной селекции в сортовых посевах региона достигла 100% [1].

Важную роль в успешном внедрении новых сортов в производство играют улучшение селекционно-семеноводческой работы и использование для посева высококачественных семян. Помимо полевой апробации для оценки сортовых качеств семян все чаще применяется лабораторный кон-

троль, в основе которого лежит электрофорез запасных спирторастворимых белков зерна – проламинов. Анализ электрофоретических спектров проламинов позволяет обнаружить сортовую примесь в тех случаях, когда это невозможно сделать по морфологическим признакам [2-4]. Благодаря значительному полиморфизму по молекулярной массе и числу компонентов для каждого сорта или биотипа характерен специфичный состав компонентов запасных белков. Проламины овса называются авенины. Компоненты электрофоретических спектров авенина наследуются группами и контролируются тремя независимыми локусами *Avn A*, *Avn B*, *Avn C* [5].

В последние годы возросло число сортов с близкими или даже идентичными типами спектра проламинов. Чаще всего это наблюдается у тех

сортов, которые имеют общее происхождение [6-8]. Так как уровень полиморфизма авенинов ниже, чем у проламинов пшеницы и ячменя, то вероятность совпадения спектров у сортов овса возрастает [9]. Наличие идентичных спектров затрудняет использование метода электрофореза для лабораторного сортового контроля.

Цель исследований – оценка эффективности метода электрофореза проламинов для лабораторного сортового контроля овса на примере сортов, возделываемых в Тюменской области.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили на базе лаборатории сортовой идентификации семян Агробиотехнологического центра Государственного аграрного университета Северного Зауралья и лаборатории селекции зернофуражных культур Научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук в 2018-

2019 гг. Материалом для исследования послужили 18 сортов овса посевного, включенных в Государственный реестр селекционных достижений по Тюменской области в 1929-2019 гг. (табл. 1).

Растительный материал предоставлен из коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова и учреждением-оригинатором сортов – НИИСХ Северного Зауралья – филиалом ТюмНЦ СО РАН.

Для лабораторного анализа использовали по 100 зерновок каждого сорта, отобранных методом случайной выборки. Для одномерного электрофореза авенинов применяли опубликованную методику [10]. Электрофорез проводили в вертикальных электрофоретических камерах с размерами формируемых пластин 17,8×17,8×0,15 см (VE-20, Helicon, Россия) в течение 4,0-4,5 ч при постоянном напряжении 500 V. В качестве стандарта использовали зерновки овса посевного сорта Астор.

Таблица 1

Сорта овса посевного, районированные в Тюменской области

Сорт	Происхождение	Годы районирования
Победа	Швеция	1929-1963
Золотой дождь	Швеция	1929-1976
Орёл	Швеция	1939-1982
Ударник 883	Красноярский край	1957-1960
Нидар	Норвегия	1957-1963
Северянин	Архангельская область	1966-1974
Скороспелый	Кировская область	1974-1981
Нарымский 943	Томская область	1975-1996
Таёжник	Томская область	1977-2001
Астор	Нидерланды	1978-2000
Сельма	Швеция	1981-1993
Перона	Нидерланды	1985-2018
Мегион	Тюменская область	1993 – настоящее время
Новосибирский 88	Новосибирская область	1994-2004
Тюменский голозёрный	Тюменская область	2000 – настоящее время
Талисман	Тюменская область	2002 – настоящее время
Отрада	Тюменская область	2014 – настоящее время
Фома	Тюменская область	2015 – настоящее время

Результаты и обсуждение

В результате исследований выявлено, что из 18 проанализированных сортов 8 состояли из двух биотипов – Победа, Золотой дождь, Орел, Северянин, Нарымский 943, Таежник, Мегион и Отрада. В дальнейшем каждый биотип рассматривался нами как отдельный образец. Всего было изучено 26 образцов.

При анализе электрофоретических спектров было выявлено 7 групп сортов с совпадающим компонентным составом авенина (табл. 2).

Таблица 2

Образцы овса с совпадающими электрофоретическими спектрами авенина

Образцы с совпадающими спектрами авенина
Золотой дождь (I биотип), Нидар
Победа (I биотип), Золотой дождь (II биотип)
Победа (II биотип), Орел (II биотип), Новосибирский 88, Нарымский 943 (II биотип), Астор
Перона, Талисман
Северянин (II биотип), Скороспелый
Ударник 883, Северянин (I биотип)

Сортоспецифичными спектрами характеризовались только 11 (42,31%) из 26 исследованных генотипов. Это образцы Орел (I биотип), Фома, Нарымский 943 (I биотип), Сельма, Тюменский голозерный и все биотипы сортов Таежник, Отрада и Мегион.

Так как исследуемые сорта возделывались в разное время, важно было установить, какова доля сортов с совпадающими спектрами среди возделываемых в один и тот же период. Для этого все сорта были объединены в группы. В одну группу входили сорта, возделываемые в один и тот же десятилетний период.

На основе частоты встречаемости типов спектров была построена диаграмма (рис.), иллюстрирующая соотношение сортов с сортоспецифичными и совпадающими типами спектров в разные периоды времени.

До 1970 г. количество сортов с идентичными спектрами варьировало от 66,7 до 75,0%. Методом электрофореза проламинов в данный период времени можно было бы достоверно отличить от остальных только 2-3 генотипа. Начиная с 1970-х годов, количество сортоспецифичных генотипов резко возросло и составляло от 67,7% в 1970-1980 гг. до 75,5% в период с 2000 до 2018 гг. В 2018 г. из Государственного реестра селекционных достижений по Тюменской области был исключен последний сорт иностранной селекции – Перона, спектр которого был идентичен спектру сорта Талисман. Начиная с 2019 г. все сорта, возделываемые в области, характеризуются индивидуальными спектрами запасных белков и могут быть легко дифференцированы с использованием метода электрофореза проламинов.

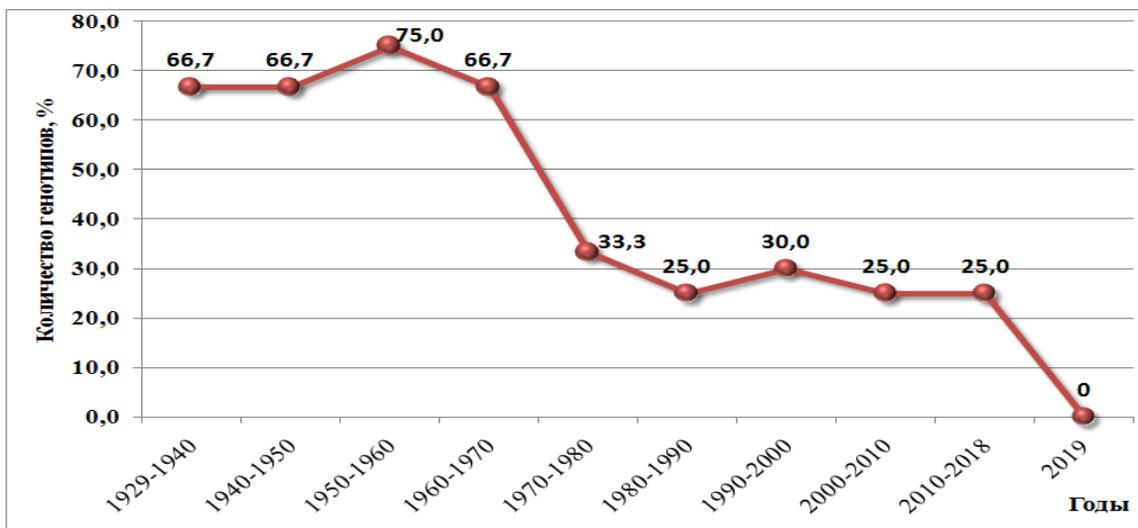


Рис. Количество сортов овса посевного с идентичными спектрами запасных белков в разные годы возделывания

Совпадение типов спектра проламинов может быть вызвано рядом причин. Прежде всего, это общность происхождения сортов. Известно, что авенины наследуются блоками, для которых характерна высокая стабильность: при скрещивании они передаются потомкам без изменений, частота рекомбинаций внутри блока крайне низка [5, 8]. В результате, сорта, полученные методом гибридизации, будут характеризоваться тем же набором блоков компонентов проламина, что и родительские, а в некоторых случаях их спектры могут полностью совпасть с родительскими. В нашем случае так произошло с образцами Золотой дождь, Победа и Орел. Сорта Золотой дождь и Победа выведены методом отбора из сорта овса Milton. Он же присутствует в родословной сорта Орел. Их биотипы, а также сорт Нидар образовали три группы с идентичными спектрами авенина.

Однако не все совпадения спектров можно объяснить общим происхождением. Причиной идентичности спектров проламина может быть и отбор в процессе создания сортов экологических типов, наиболее приспособленных к определенным условиям среды [11]. Образцы из остальных групп с совпадающими спектрами имеют разное происхождение и выведены в разных регионах или даже странах, например, сорта Перона и Талисман. Известно, что аллельные варианты блоков компонентов проламинов имеют жестко детерминированные связи с адаптивными свойствами генотипов. Группой ученых, возглавляемых В.А. Портянко, была выявлена географическая зональность во встречаемости аллелей авенинкодирующих локусов у европейских сортов овса. При этом исследователи отметили, что сочетание аллельных вариантов в генотипах носит неслучайный характер. Это указывает на то, что аллели авенинкодирующих кластеров или сцепленные с ними локусы различаются по своей адаптивной и селекционной ценности [5].

Таким образом, образцы с идентичным компонентным составом авенина, не имеющие общего происхождения, могут обладать схожими или даже идентичными хозяйственно-ценными признаками и адаптивными свойствами. Это позволило

выращивать многие из этих сортов в Тюменской области достаточно длительное время. Например, сорт Перона возделывали 33 года, а идентичный ему по спектру авенина сорт Талисман находится в посевах области уже 24 года; совпадающие по типам спектров сорта Астор и Нарымский 943 выращивали 22 и 21 год соответственно.

Еще одной причиной совпадения спектров запасных белков может быть простое механическое смешивание сортов. Обычно это происходит при несоблюдении технологических операций во время посевных и уборочных работ.

От количества генотипов с совпадающими типами спектров зависит эффективность использования метода электрофореза проламинов для лабораторного сортового контроля. До 1970 г. применение этого метода для оценки сортовой чистоты большинства сортов было бы неэффективным из-за слишком большого количества сортов с неспецифичными типами спектра. Из-за низкого полиморфизма авенина сорта с совпадающими спектрами встречались в посевах области вплоть до 2019 г. В таких случаях для дифференциации генотипов рекомендуется использовать другие маркерные системы, в том числе методы ПЦР-анализа [9, 12]. Например, отличия между сортами Перона и Талисман были найдены нами с использованием RAPD-анализа молекулярных маркеров [13]. После 1970 г. количество сортов с индивидуальными спектрами авенина в посевах региона постепенно увеличивалось, что связано с активной сортоотменой. Сорта иностранной селекции заменялись на отечественные, характеризующиеся другим составом запасных белков. С 2019 г. в Тюменской области возделываются только сорта местной селекции, обладающие индивидуальными спектрами проламина. Это позволяет с высокой точностью отличать сорта друг от друга, осуществлять сортовую идентификацию и оценку сортовой чистоты. Наличие сортов с индивидуальными типами спектров белков свидетельствует об эффективной селекционной работе с овсом в регионе, в том числе об использовании в селекционном процессе генетически разнообразного селекционного материала.

Выводы

1. Сорты овса посевного, включенные в Государственный реестр селекционных достижений по Тюменской области с 1929 по 2019 гг., характеризуются низким уровнем полиморфизма авенина. Из 26 проанализированных спектров сортоспецифичными были 42,31%. Количество сортов с индивидуальными типами спектров в разные периоды времени варьировало от 25,0 до 75,5% и к 2019 г. достигло 100%.

2. Для лабораторного сортового контроля овса необходимо иметь актуальные базы данных эталонных спектров сортов, возделываемых в регионе и, в случае появления сортов с идентичными типами спектров, осуществлять оценку сортовой принадлежности и сортовой чистоты с использованием других маркерных систем.

Библиографический список

1. Фомина, М. Н. Развитие селекции овса в Северном Зауралье с использованием генофонда мировой коллекции ВИР / М. Н. Фомина. – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 165. – С. 134-137.

2. Тоболова, Г. В. Изменение биотипного состава сорта мягкой пшеницы Тюменская 80 в процессе семеноводства / Г. В. Тоболова. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 10. – С. 12-14.

3. Новосельская-Драгович, А. Ю. Изучение генетического разнообразия сортов мягкой озимой пшеницы по глиадинкодирующим локусам / А. Ю. Новосельская-Драгович, Л. А. Беспалова, А. А. Шишкина [и др.] – Текст: электронный // Генетика. – 2015. – Т. 51, № 3. – С. 324-334. DOI: 10.7868/S0016675815030108.

4. Тоболова, Г. В. Определение компонентного состава авенина у сортов овса, возделываемых в Тюменской области / Г. В. Тоболова, Ю. П. Логинов. – Текст: непосредственный // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 1 – С. 37-39.

5. Портянко, В. А. Генетический контроль и полиморфизм проламина овса: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Портянко В. А. – Москва, 1987. – 16 с. – Текст: непосредственный.

6. Любимова, А. В. Компонентный состав глиадина коллекции яровой тритикале (*Triticosecale* Wittm.) / А. В. Любимова, Э. Т. Ярова, Д. И. Еремин. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (71). – С. 66-69.

7. Kudryavtsev A.M. Genetic diversity of modern Russian durum wheat cultivars at the gliadin-coding loci / A.M. Kudryavtsev, V.L. Dedova, V.A. Melnik, A.A. Shishkina // Russian Journal of Genetics. – 2014. – Vol. 50. – No. 5. – P. 483-488. DOI: 10.1134/S1022795414050093.

8. Перчук, И. Н. Белковые маркеры, морфологические и селекционные признаки в идентификации дублетных образцов культурного овса в коллекциях ВИР (Россия) и нордического генного банка (Nordgen, Швеция) / И. Н. Перчук, А. В. Конарев, И. Г. Лоскутов [и др.]. – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 177. – С. 82-93.

9. Portyanko, V., Sharopova, N., Sozinov, A. (1998). Characterization of European oat germ plasm: allelic variation at complex avenin loci detected by acid polyacrylamide gel electrophoresis. *Euphytica*. Vol. 102 (1): 15-27. DOI: 10.1023/A:1018399919953.

10. Любимова, А. В. Региональные особенности полиморфизма авенинов овса, возделываемого в Западной Сибири / А. В. Любимова, Д. И. Еремин. – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – № 2. – С. 85-95. – DOI: 10.30901/2227-8834-2018-2-85-95.

11. Зобова, Н. В. Спектры проламинов в агроэкологической оценке коллекционного материала ячменя / Н. В. Зобова, Н. А. Сурин, С. А. Герасимов [и др.]. – Текст: электронный // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 32(5). – С. 45-47. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10511.

12. Wight, Charlene, et al. (2010). A Set of New Simple Sequence Repeat and Avenin DNA Markers Suitable for Mapping and Fingerprinting Studies in Oat (*Avena* spp.). *Crop Science*. – CROP SCI. 50. DOI: 10.2135/cropsci2009.09.0474.

13. Любимова, А. В. Изучение генетического разнообразия сортов овса Сибирской селекции по авенин-кодирующим локусам / А. В. Любимова, Д. И. Еремин. – Текст: непосредственный // *Агропродовольственная политика России*. – 2017. – № 9 (69). – С. 70-74.

References

1. Fomina M.N. Razvitie seleksii ovsa v Severnom Zaurale s ispolzovaniem genofonda mirovoy kolleksii VIR / M.N. Fomina // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*. – 2009. – Т. 165. – С. 134-137.

2. Tobolova G.V. Izmenenie biotipnogo sostava sorta myagkoy pshenitsy Tyumenskaya 80 v protsesse semenovodstva / G.V. Tobolova // *Agrarnyy vestnik Urala*. – 2009. – No. 10. – С. 12-14.

3. Novoselskaya-Dragovich A.Yu. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya sortov myagkoy ozimoy pshenitsy po gliadinkodiruyushchim lokusam / A.Yu. Novoselskaya-Dragovich, L.A. Bespalova, A.A. Shishkina i dr. // *Genetika*. – 2015. – Т. 51. – No. 3. – С. 324-334. DOI: 10.7868/S0016675815030108.

4. Tobolova G.V. Opredelenie komponentnogo sostava avenina u sortov ovsa, vzdelyvaemykh v Tyumenskoy oblasti / G.V. Tobolova, Yu.P. Loginov // *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. N.I. Vavilova*. – 2012. – No. 1 – С. 37-39.

5. Portyanko V.A. Geneticheskiy kontrol i polimorfizm prolamina ovsa: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / V.A. Portyanko. – Moskva, 1987. – 16 s.

6. Lyubimova A.V. Komponentnyy sostav gliadina kolleksii yarovoy tritikale (*Triticosecale* Wittm.) / A.V. Lyubimova, E.T. Yarova, D.I. Eremin // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – No. 3 (71). – С. 66-69.

7. Kudryavtsev A.M. Genetic diversity of modern Russian durum wheat cultivars at the gliadin-coding loci / A.M. Kudryavtsev, V.L. Dedova, V.A. Melnik, A.A. Shishkina // *Russian Journal of Genetics*. – 2014. – Vol. 50. – No. 5. – P. 483-488. DOI: 10.1134/S1022795414050093.

8. Perchuk I.N. Belkovye markery, morfolo-gicheskie i selektsionnye priznaki v identifikatsii dubletnykh obraztsov kulturnogo ovsa v kollektiyakh VIR (Rossiya) i nordicheskogo gennogo banka (Nordgen, Shvetsiya) / I.N. Perchuk, A.V. Konarev, I.G. Loskutov i dr. // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*. – 2016. – Т. 177. – С. 82-93.

9. Portyanko, V., Sharopova, N., Sozinov, A. (1998). Characterization of European oat germ plasm: allelic variation at complex avenin loci detected by acid polyacrylamide gel electrophoresis. *Euphytica*. Vol. 102 (1): 15-27. DOI: 10.1023/A:1018399919953.

10. Lyubimova A.V. Regionalnye osobennosti polimorfizma aveninov ovsa, vzdelyvaemogo v Zapadnoy Sibiri / A.V. Lyubimova, D.I. Eremin // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*. – 2018. – Т. 179. – No. 2. – С. 85-95. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-2-85-95.

11. Zobova N.V. Spektry prolaminov v agro-ekologicheskoy otsenke kolleksionnogo materiala yachmenya / N.V. Zobova, N.A. Surin, S.A. Gerasimov i dr. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2018. – No. 32 (5). – С. 45-47. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10511.

12. Wight, Charlene, et al. (2010). A Set of New Simple Sequence Repeat and Avenin DNA Markers Suitable for Mapping and Fingerprinting Studies in Oat (*Avena* spp.). *Crop Science*. – CROP SCI. 50. DOI: 10.2135/cropsci2009.09.0474.

13. Lyubimova A.V. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya sortov ovsa Sibirskoy seleksii po avenin-kodiruyushchim lokusam / A.V. Lyubimova, D.I. Eremin // *Agroprodovolstvennaya politika Rossii*. – 2017. – No. 9 (69). – С. 70-74.

