

- рения селекционного процесса в создании ценных сортов // Вестник МГОУ. Сер. Естественные науки. – 2014. – № 3. – С. 42–45.
6. Халилов Ф.Х. Плодовый сад от А до Я. – М., 2012. – 350 с.
3. Potapov V.A., Ul'janishhev A.S., Krysanov Ju.V. Slaboroslyj intensivnyj sad. – М.: Rosagropromizdat, 1991. – 219 s.
4. Repjah M.V., Popova N.N. Osobennosti rosta i plodonoshenija letnih sortov jabloni na nizhej terrase Botanicheskogo sada im. Vs. M. Kru-tovskogo // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 7. – S. 99–101.
5. Sadygov A.N. Selekcija jabloni i jeksperimental'nye shemy skreshhivanija dlja uskoreni-ja selekcionnogo processa v sozdanii cennyh sortov // Vestnik MGOU. Ser. Estestvennye nauki. – 2014. – № 3. – S. 42–45.
6. Halilov F.H. Plodovyj sad ot A do Ja. – М., 2012. – 350 s.

Literatura

1. Lobanov G.A. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh i jagodnyh, orehoplodnyh kul'tur. – Michurinsk, 1973. – 495 s.
2. Losev A.P. Pogoda i urozhaj jabloni. – SPb.: Gidrometeoizdat, 1979. – 88 s.



УДК 633.13:581.19

А.В. Остапенко, Г.В. Тоболова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОФОРЕЗА ПРОЛАМИНОВ ОВСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИБРИДНОЙ ПРИРОДЫ ЗЁРЕН F₁

A.V. Ostapenko, G.V. Tobolova

APPLICATION OF ELECTROPHORESIS OF OAT PROLAMINS FOR THE DEFINITION OF GRAINS F₁ HYBRID NATURE

Остапенко А.В. – лаборант-исследователь лаб. сортовой идентификации семян Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

Тоболова Г.В. – канд. с.-х. наук, доц. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: tgv60@mail.ru

Ostapenko A.V. – Laboratory Research Assistant, Lab. of High-Quality Seeds Identification, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

Tobolova G.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production Technologies, Storages and Processing of Production of Plant Growing, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: tgv60@mail.ru

Для идентификации сортов, образцов и биотипов овса, анализа гибридных популяций и определения сортовой чистоты семян широко используется электрофорез запасных белков – авенинов. Этот метод успешно применяется на всех этапах селекционного процесса и значительно повышает его эффективность.

Исследования проводили в 2012–2013 гг. с целью оценки возможности использования авенинов для определения гибридности зёрен первого поколения. Анализировали индивидуальные зерновки перспективных сортов овса, включённых в гибридизацию, и зёрна F₁, полученные в результате скрещиваний. Установ-

лено, что в состав популяций родительских сортов входило от 1 до 6 биотипов, при этом наиболее гетерогенными были сорта византийского овса. В результате проверки гибридной природы зёрен F_1 в двух гибридных комбинациях из пяти обнаружены гетерозиготы по авенин-кодирующим локусам. Электрофоретические спектры этих зерновок содержали в себе все белковые компоненты, присутствующие в спектрах обоих родителей, что доказывает их гибридное происхождение. Генетические формулы авенина гибридных зёрен имели вид $Avn A2,4 Bned, nedC3,1$ и $Avn A2,4 Bned, nedC2,1$ – от скрещиваний сортов Тюменский голозёрный \times *Flamingsprofi* и Таёжник \times *Flamingsprofi* соответственно. Зерновки, полученные в остальных скрещиваниях, имели спектр авенина, идентичный спектру одного из родителей, следовательно, не были гибридами первого поколения. Появление таких зёрен обусловлено особенностями биологии цветения овса, в частности – влиянием засухи и высоких температур на развитие генеративных органов растений. Таким образом, использование электрофореза проламинов на первых этапах селекционного процесса даст возможность эффективно осуществлять оценку гибридности зёрен F_1 и своевременно исключать из дальнейшей селекционной работы по овсу зерновки, появившиеся в результате самоопыления или перекрёстного опыления растений.

Ключевые слова: овёс, сорт, электрофорез, авенин, гибриды первого поколения, авенин-кодирующие локусы.

For the identification of grades, samples and biotypes of oats, the analysis of hybrid populations and determination of high-quality purity of seeds the electrophoresis of spare proteins, i.e. avenins is widely used. This method is successfully applied at all stages of selection process and considerably increases its efficiency. The researches for the purpose of the assessment of possibility of using avenin for the definition of hybridism of grains of the first generation were conducted in 2012–2013. Individual weevils of perspective grades of oats included in hybridization were analyzed, and F_1 grains received as a result of crossings. It was established that it was the part of populations of parental

*grades from 1 to 6 biotypes, thus grades of the Byzantine oats were the most heterogeneous ones. As a result of check of hybrid nature of F_1 grains in two hybrid combinations from five heterozygotes on the avenin-coding loci were found. Electrophoresis ranges of these weevils comprised all proteinaceous components present at ranges of both parents proving their hybrid origin. Genetic formulas of avenin of hybrid grains had the appearance of $Avn A2,4 Bned, ned C3,1$ and $Avn A2,4 Bned, ned C2,1$ – from crossings of grades Tyumen hull-less \times *Flamingsprofi* and *Tayozhnik* \times *Flamingsprofi* respectively. The weevils, received in other crossings, had the range of avenin identical to the range of one of the parents; therefore, they were not hybrids of the first generation. The emergence of such grains was caused by features of biology of blossoming of oats, in particular – the influence of drought and high temperatures on the development of generative bodies of plants. Thus, the use of electrophoresis of prolamin at the first stages of selection process will give the chance to carry out the assessment of hybridism of F_1 grains effectively and in due time to exclude from further selection work on weevil oats, appeared as the result of self-pollination or cross pollination of plants.*

Keywords: oats, a grade, electrophoresis, avenin, the hybrids of the first generation, avenin-coding loci.

Введение. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур зависит от целого ряда условий, среди которых ведущую роль играют создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных и экологически пластичных сортов, а также улучшение их семеноводства [1]. Для их быстрого создания необходимо совершенствование селекционного процесса.

Принципиально новые возможности в селекции растений открылись с появлением биотехнологических методов, в частности методов биохимического маркирования. К биохимическим маркерам относят разнообразные белки и метаболиты [2, 3]. Для семенного контроля наиболее подходящими признаны запасные спирторастворимые белки семян – проламины, полиморфизм которых наилучшим образом раскрывается с помощью электрофореза. В настоящее время этот метод успешно применяется

для сортовой идентификации в первичном семеноводстве [1, 4].

Благодаря кодоминантному типу наследования проламинов, электрофорез запасных белков даёт возможность типировать гетерозиготы и широко используется для определения процента гибридности, а также изучения генетической структуры растений F₁ таких злаковых культур, как пшеница, ячмень, тритикале и кукуруза [1, 4–6].

Одной из самых востребованных зерновых сельскохозяйственных культур в нашей стране и за рубежом является овёс. Это незаменимая зернофуражная, кормовая, а также ценная продовольственная культура. Для анализа генетического разнообразия овса успешно применяются высокополиморфные проламины – авенины [1, 2].

В.А. Портянко с соавторами [7] установили, что авенины наследуются блоками, а их синтез

контролируется тремя независимыми локусами *Avn A*, *Avn B* и *Avn C*, расположенными в трёх гомеологичных хромосомах. Однако, несмотря на то, что исследования по изучению генетического контроля и характера наследования авенинов ведутся с 70-х годов XX века, информации об этих процессах и возможностях использования их в селекции по-прежнему мало [8, 9].

Цель работы. Оценка возможности использования авенинов для определения гибридности зёрен первого поколения.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили зёрна родительских сортов овса и зёрна F₁, полученные в результате их скрещивания. В гибридизацию были включены сорта овса, характеризующиеся ботанико-морфологическими и биологическими свойствами, ценными в селекционном отношении для Тюменской области (табл. 1).

Таблица 1

Перспективные сорта овса, включённые в гибридизацию

Номер п/п	Номер по каталогу ВИР	Сорт	Вид	Происхождение
1	14784	Тюменский голозёрный	<i>A. sativa</i> L.	Россия (Тюменская обл.)
2	-	Мегион	-	-
3	-	Фома	-	-
4	12245	Таёжник	-	Россия (Томская обл.)
5	14762	C.J. 5558	<i>A. byzantina</i> C. Koch.	США
6	14869	Enducks	-	Япония
7	15075	Flamingsprofi	<i>A. sativa</i> L. x <i>A. byzantina</i> C. Koch.	Германия

Гибридизацию проводили на опытном поле ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья» в севообороте лаборатории селекции овса. Почвы опытного поля темноцветные с характерными для Западной Сибири признаками и свойствами [10]. Скрещивание проводили в 2012 г. с 11 по 26 июля и в 2013 г. с 18 по 29 июля согласно методике (рис. 1) [11].

Погодные условия в период гибридизации характеризовались повышенной температурой и отсутствием осадков, что отрицательно сказалось на количестве завязавшихся зёрен. Для лабораторного анализа использовали только индивидуальные зерновки F₁, полученные в результате скрещиваний, процент удаchi в которых составил от 5,5 до 19,3 % (табл. 2).



а б в

Рис. 1. Проведение гибридизации: а – цветок овса с пыльниками; б – метёлка с кастрированными цветками; в – питомник гибридизации

Таблица 2

Гибридные комбинации с лучшей завязываемостью зёрен

Номер п/п	Гибридная комбинация	Процент удаchi, %
1	Фома х С.Ж. 5558	5,5
2	Тюменский голозёрный х Flamingsprofi	16,6
3	Тюменский голозёрный х Таёжник	6,6
4	Enducks х Мегион	6,6
5	Таёжник х Flamingsprofi	19,3

Для одномерного электрофореза авенинов применяли стандартную методику [12] с некоторыми модификациями [13]. Идентификацию аллельных состояний локусов *Avn A*, *Avn B* и *Avn C* осуществляли согласно каталогу генетической номенклатуры [7]. Исследования осуществляли в лаборатории сортовой идентификации семян ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья». В качестве стандарта использовали зерновки овса посевого сорта Астор (*Avn A2B4C2*). Для анализа методом случайной выборки отбирали по 20 зёрен от каждого родительского образца и по 3 зерна F_1 .

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований была проанализирована структура исходных популяций сортов, включённых в скрещивания. Сравнительный анализ полученных электрофоретических спектров

авенина показал, что все исследованные образцы имели индивидуальные, отличающиеся друг от друга и от стандартного сорта Астор спектры проламина.

Число биотипов, выявленных у изученных образцов, варьировало от 1 до 6. Наиболее полиморфными были сорта С.Ж. 5558 и Enducks, относящиеся к виду *A. byzantina* (табл. 3).

Гетерогенность сортов может быть следствием как особенностей выведения – отбора родоначального растения, гетерозиготного по авенин-кодирующим локусам, так и простого механического или биологического засорения [7]. Морфологически однородные популяции, состоящие из нескольких биотипов, могут обладать скрытой изменчивостью стрессоустойчивости и адаптивности к условиям окружающей среды [9, 14].

Биотипный состав родительских сортов

Номер п/п	Номер по кат. ВИР	Сорт	Число биотипов	Формула авенина
1	14784	Тюменский голозёрный	1	A2BnedC3
2	-	Мегион	2	A2+nedBnedC5
3	-	Фома	1	A4B5C1
4	12245	Таёжник	2	A2+1BnedC2
5	14762	С.Ж. 5558	6	A8+ned+2+8+2+2B4+1+2+2+1+4C1+2+6*+1+2+1
6	14869	Enducks	6	Aned+ned+2+ned+2+2B2+5+ned+ned+1+nedC3+7+3+2+2+1
7	15075	Flamingsprofi	3	A4+ned+4Bned+ned+4C1+3+2

В результате определения аллелей авенин-кодирующих локусов у проанализированных сортов идентифицировано 4 различных варианта локуса *Avn A*. Установлено, что наиболее распространённой была аллель A2 (71,4% сортов), в спектрах сортов Фома и Flamingsprofi обнаружена аллель A4. По локусу *Avn B* идентифицировано 4 аллельных варианта с одинаковой частотой встречаемости (28,6%). Локус *Avn C* был представлен 6 аллелями. Наиболее распространёнными были варианты C1, C2 и C3.

На сегодняшний день разнообразие аллельных состояний по авенин-кодирующим локусам изучено недостаточно. В спектрах некоторых исследованных сортов были выявлены аллели локусов *Avn A* и *Avn B*, отсутствующие в катало-

ге генетической номенклатуры. При записи генетических формул такие аллели обозначались сочетанием *ned*. Для идентификации новых аллельных вариантов необходимы проведение гибридизации и оценка характера наследования компонентов авенина минимум у двух поколений гибридов.

В результате электрофоретического анализа установлено, что зерновки трёх гибридных комбинаций имели спектры проламина, идентичные спектрам одного из родителей. Так, для исследованных зерновок от скрещивания сортов Тюменский голозёрный и Таёжник был характерен электрофоретический спектр сорта Тюменский голозёрный (рис. 2).

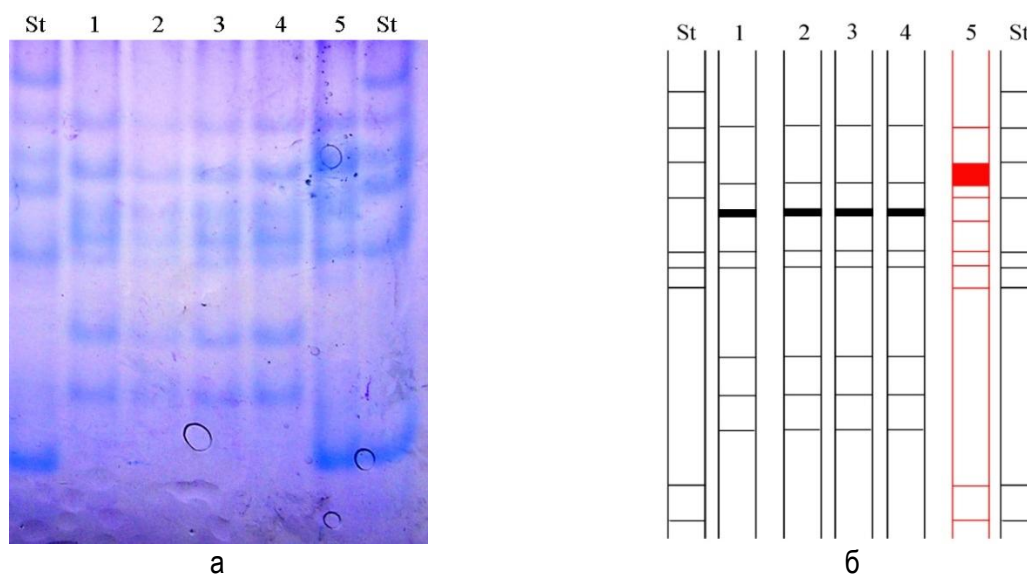


Рис. 2. Электрофоретические спектры (а) и схемы электрофореграмм (б) образцов овса посевного: 1 – Тюменский голозёрный; 2, 3, 4 – F1; 5 – Таёжник; St – стандарт (Астор)

Аналогичный результат был получен при исследовании зёрен, полученных в комбинациях Фома x С.Ж. 5558 и Enducks x Мегион – их спектры совпадали со спектрами сортов Фома и Мегион соответственно.

При анализе зерновок F1 от скрещиваний сортов Тюменский голозёрный x Flamingsprofi и Таёжник x Flamingsprofi установлено, что в их спектрах присутствуют все компоненты авенина, характерные для электрофореграмм обоих родителей (рис. 3).

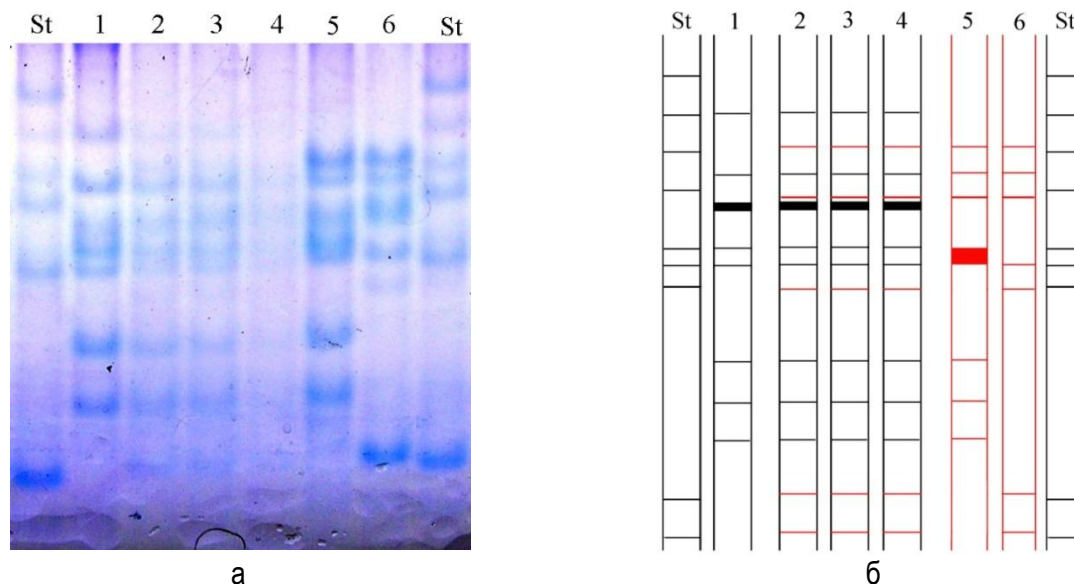


Рис. 3. Электрофоретические спектры (а) и схемы электрофореграмм (б) образцов овса посевного: 1 – Тюменский голозёрный; 2, 3, 4 – F1; 5 – Flamingsprofi (2-й биотип); 6 – Flamingsprofi (1-й биотип); St – стандарт (Астор)

Наш анализ показал, что в обеих комбинациях в качестве одного из родителей выступали растения только первого биотипа политипного сорта Flamingsprofi. Возможно, это обусловлено тем, что особи этого биотипа преобладали в популяции и чаще остальных участвовали в скрещиваниях. Генетическая формула авенина зерновок, полученных в комбинации Тюменский голозёрный x Flamingsprofi, имела вид *Avn A2,4Vned,nedC3,1*, а в комбинации Таёжник x Flamingsprofi – *Avn A2, 4Vned, nedC2,1*. Подобная картина отмечалась в работе В.А. Портянко с соавторами [7]. На электрофореграммах F1 от реципрокных скрещиваний различных сортов овса, исследованных авторами, присутствовали все белковые полосы, имеющиеся у родителей, что указывало на кодоминантный тип наследования авенинов.

Таким образом, с помощью электрофоретического анализа нами подтверждена гибридная природа зёрен, полученных от скрещиваний сортов Тюменский голозёрный x Flamingsprofi и Таёжник x Flamingsprofi.

Спектры зерновок от скрещиваний сортов Тюменский голозёрный x Таёжник, Фома x С.Ж. 5558 и Enducks x Мегион не характерны для гетерозигот, следовательно, исследованные зёрна не являются гибридами. Появление таких зерновок при проведении гибридизации обусловлено особенностями биологии цветения овса. Согласно данным Г.А. Баталовой с соавторами [2], в условиях засухи происходит ускорение развития генеративных органов овса, а само цветение наступает раньше. Также в солнечную ветреную погоду у овса часто наблюдается естественное опыление. Таким образом, засушливые и жаркие погодные условия во время проведения гибридизации могли привести к самоопылению либо перекрёстному опылению цветков овса.

Выводы

1. В результате электрофоретического анализа авенинов подтверждена гибридная природа зерновок, полученных от скрещиваний сортов Тюменский голозёрный x Flamingsprofi и Таёжник x Flamingsprofi.

ёжник х *Flamingsprofi*. Зёрна F₁ этих комбинаций рекомендуется использовать для размножения и осуществления дальнейшей селекционной работы, а также для идентификации новых блоков компонентов авенина.

2. Спектры зёрен от скрещиваний сортов Тюменский голозёрный х Таёжник, Фома х С.Ж. 5558 и *Enducks* х Мегион содержат компоненты авенина, характерные для спектров только одного из родителей, что указывает на их негибридное происхождение.

3. Использование метода электрофореза авенинов при проведении селекционной работы по овсу позволит достаточно быстро и эффективно осуществлять проверку гибридной природы зёрен F₁ и своевременно исключать из дальнейшей работы зерновки, появившиеся в результате естественного опыления растений.

Литература

1. *Конарев А.В.* Адаптивный характер молекулярного полиморфизма и его использование в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции // *Аграрная Россия*. – 2002. – № 3. – С. 4–11.
2. *Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Русакова И.И.* Биология и генетика овса. – Киров, 2008. – 456 с.
3. *Чесноков Ю.В.* Молекулярно-генетические маркеры и их использование в предселекционных исследованиях. – СПб.: АФИ, 2013. – 116 с.
4. *Шпилев Н.С., Ториков В.Е., Юхневская Л.Г.* Возможности использования электрофореза в селекции зерновых культур // *Вестник Брянской гос. с.-х. академии*. – 2013. – № 6. – С. 3–6.
5. *Зобова Н.В., Онуфриенко Т.В., Чуслин А.А.* Особенности полиморфизма проламинов сортов ячменя, возделываемых в Красноярском крае // *Достижения науки и техники АПК*. – 2014. – № 6. – С. 7–10.
6. Зеиновые маркеры в анализе генофонда кукурузы и повышении эффективности селекции / *В.В. Сидорова, Г.В. Матвеева, А.В. Конарев [и др.]* // *Аграрная Россия*. – 2012. – № 7. – С. 5–11.
7. Генетический контроль авенинов и принципы их классификации / *В.А. Портянко, А.А. Поморцев, Н.А. Калашник [и др.]* // *Генетика*. – 1987. – Т. 23. – С. 845–853.
8. *Kim S.J., Saur L., Mosse J.* Some features of the inheritance of avenins, the alcohol soluble proteins of oat // *Theoretical and applied genetics*. – 1979. – V.54 – № 2. – P. 49–54.
9. Avenins as markers in oat breeding and seed production / *N.K. Gubareva, I.P. Gavrilyuk, G.A. Batalova [et al.]* // *The 10th International Oat Conference: Innovation for the Food and Health: Abstracts of oral and poster presentation*. – 2016. – P. 167–168.
10. *Абрамов Н.В., Ерёмин Д.И.* Агрофизические свойства старопашотных выщелоченных черноземов Tobol-Ишимского междуречья Зауральского плато // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2007. – № 2. – С. 11–17.
11. *Лоскутов И.Г.* Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – СПб.: Копи-Р, 2012. – 63 с.
12. *Bushuk W., Zillman R.R.* Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature // *Canadian Journal of Plant Science*. – 1978. – V. 58 (2). – P. 505–515.
13. *Остапенко А.В., Тоболова Г.В.* Анализ частоты встречаемости аллелей авенинокодирующих локусов у сортов овса // *Аграрный научный журнал*. – 2015. – № 12. – С. 24–26.
14. *Ибрагимова М.З., Остапенко А.В.* Характеристика генетического разнообразия сибирских сортов овса *Avena L.* по спектрам авенина // *Вестник КрасГАУ*. – 2016. – № 6. – С. 126–133.

Literatura

1. *Konarev A.V.* Adaptivnyj harakter molekularnogo polimorfizma i ego ispol'zovanie v reshenii problem geneticheskikh resursov rastenij i selekcii // *Agrarnaja Rossija*. – 2002. – № 3. – S. 4–11.
2. *Batalova G.A., Lisicyn E.M., Rusakova I.I.* Biologija i genetika ovsa. – Kirov, 2008. – 456 s.
3. *Chesnokon Ju.V.* Molekuljarno-geneticheskie markery i ih ispol'zovanie v predselekcionnyh issledovanijah. – SPb.: AFI, 2013. – 116 s.

4. *Shpilev N.S., Torikov V.E., Juhnevskaja L.G.* Vozmozhnosti ispol'zovaniya jelektroforeza v selekcii zernovyh kul'tur // Vestnik Brjanskoj gos. s.-h. akad. – 2013. – № 6. – S. 3–6.
5. *Zobova N.V., Onufrienok T.V., Chuslin A.A.* Osobennosti polimorfizma prolaminov sortov jachmenja, vozdeľyvaemyh v Krasnojarskom krae // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2014. – № 6. – S. 7–10.
6. Zeinovyje markery v analize genofonda kuku-ruzy i povyšennii jeffektivnosti selekcii / *V.V. Sidorova, G.V. Matveeva, A.V. Konarev* [i dr.] // Agrarnaja Rossija. – 2012. – № 7. – S. 5–11.
7. Geneticheskij kontrol' aveninov i principy ih klassifikacii / *V.A. Portjanko, A.A. Pomorcev, N.A. Kalashnik* [i dr.] // Genetika. – 1987. – T. 23. – S. 845–853.
8. *Kim S.J., Saur L., Mosse J.* Some features of the inheritance of avenins, the alcohol soluble proteins of oat // Theoretical and applied genetics. – 1979. – V.54 – № 2. – P. 49–54.
9. Avenins as markers in oat breeding and seed production / *N.K. Gubareva, I.P. Gavriljuk, G.A. Batalova* [et al.] // The 10th International Oat Conference: Innovation for the Food and Health: Abstracts of oral and poster presentation. – 2016. – P. 167–168.
10. *Abramov N.V., Erjomin D.I.* Agrofizicheskie svojstva staropahotnyh vyshhelochennyh chernozemov Tobol-Ishimskogo mezhdurech'ja Zaural'skogo plato // Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2007. – № 2. – S. 11–17.
11. *Loskutov I.G.* Metodicheskie ukazaniya po izucheniju i sohraneniju mirovoj kollekcii jachmenja i ovsa. – SPb.: Kopi-R, 2012. – 63 s.
12. *Bushuk W., Zillman R.R.* Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature // Canadian Journal of Plant Science. – 1978. – V. 58 (2). – P. 505–515.
13. *Ostapenko A.V., Tobolova G.V.* Analiz chastoty vstrechaemosti allelej avenin-kodirujushhih lokusov u sortov ovsa // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2015. – № 12. – S. 24–26.
14. *Ibragimova M.Z., Ostapenko A.V.* Harakteristika geneticheskogo raznoobrazija sibirskih sortov ovsa Avena L. po spektram avenina // Vestnik KrasGAY. – 2016. – № 6. – S. 126–133.



УДК (633.1+633.2/3):661.1

*О.С. Прокудина, А.Ф. Степанов,
М.П. Чупина*

ДЕЙСТВИЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН, РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*O.S. Prokudina, A.F. Stepanov,
M.P. Chupina*

THE EFFECT OF EXTRACTS FROM NONCONVENTIONAL PLANTS ON SEED GERMINATION, GROWTH AND DEVELOPMENT OF CROPS

Прокудина О.С. – асп. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: Olese4kas@mail.ru

Степанов А.Ф. – д-р с.-х. наук, проф. каф. садоводства, лесного хозяйства и защиты растений Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: stepanov@omgau.ru

Prokudina O.S. – Post-Graduate Student, Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: Olese4kas@mail.ru

Stepanov A.F. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Gardening, Forestry and Plants Protection, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: stepanov@omgau.ru