

ограничения в реагентах, которыми комплектуются наборы с избытком. Используя реагент для восстановления колонок можно существенно снизить себестоимость работ по выделению НК.

Библиографический список

1. Siddappa N. B. et al. Regeneration of commercial nucleic acid extraction columns without the risk of carryover contamination //BioTechniques. – 2007. – Т. 42. – №. 2. – С. 186-192. Cady N. C., Stelick S., Batt C. A. Nucleic acid purification using microfabricated silicon structures //Biosensors and Bioelectronics. – 2003. – Т. 19. – №. 1. – С. 59-66.
2. Антонова О. С. и др. Эффективные методы выделения нуклеиновых кислот для проведения анализов в молекулярной биологии (обзор) //Научное приборостроение. – 2010. – Т. 20. – №. 1.
3. Lee H. Y. et al. Simple and highly effective DNA extraction methods from old skeletal remains using silica columns //Forensic Science International: Genetics. – 2010. – Т. 4. – №. 5. – С. 275-280.
4. Stormer M., Kleesiek K., Dreier J. High-volume extraction of nucleic acids by magnetic bead technology for ultrasensitive detection of bacteria in blood components //Clinical chemistry. – 2007. – Т. 53. – №. 1. – С. 104-110.

УДК 581.19:631.52:633.112.1

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРТОВ ОВСА ПОСЕВНОГО ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Мамаева Виктория Сергеевна, стажер-исследователь, лаборатории геномных исследований в растениеводстве НИИСХ Северного Зауралья - филиал ТюмНЦ СО РАН, mamaeva.vs.b23@ati.gausz.ru

Таутекенова Азия Кайсаровна, стажер-исследователь, лаборатории геномных исследований в растениеводстве НИИСХ Северного Зауралья - филиал ТюмНЦ СО РАН, atautekenova@gmail.com

Аннотация: Изучены сорта овса посевного Западно-Сибирской селекции методом электрофореза проламинов. Установлено, что генетическое разнообразие популяции сортов по авенин-кодирующим локусам характеризуются высоким значением (0,82). Это свидетельствует об отсутствии процессов генетической эрозии и говорит о грамотно организованной селекционной работе с культурой в регионе.

Ключевые слова: овес посевной, генетическое разнообразие, электрофорез, авенин-кодирующие локусы.

Введение

Овес посевной (*Avena sativa* L.) относится к злаковой культуре. Представляет собой большую ценность для производства продуктов питания, а

также кормов. [1]. В Западной Сибири, и в частности в Тюменской области, овес является одной из основных возделываемых культур. На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений по Тюменской области включено шесть сортов ярового овса. Все они выведены НИИСХ Северного Зауралья – филиала ТюмНЦ СО РАН.

Один из основных методов современной селекции овса – гибридизация, позволяющая получить генотипы с набором ценных в селекционном отношении признаков и характеристик [2]. Зачастую, в селекционных программах для скрещиваний используются одни и те же ценные генотипы. Однако, это может привести к снижению генетического разнообразия и генетической эрозии вида. В следствии уменьшается внутривидовой генетический потенциал, от которого зависит приспособленность к изменению климата, устойчивость к болезням и многое другое [3, 4].

Для оценки генетического разнообразия применяются различные маркерные системы. Одна из самых эффективных и доступных для широкого применения основана на анализе полиморфизма проламинов-кодирующих локусов. Проламины овса – авенины – наследуются блоками и контролируются тремя полиморфными независимыми локусами *Avn A*, *Avn B* и *Avn C*. Оценка внутривидового генетического разнообразия позволяет понять процессы адаптации к среде обитания и видообразования, отследить поток генов [4].

Целью наших исследований было изучить генетическое разнообразие сортов овса посевного Западно-Сибирской селекции для оценки эффективности селекционного процесса.

Материалы и методы.

Исследования проводили на базе лаборатории геномных исследований в растениеводстве Тюменского научного центра СО РАН в 2022 году. Материалом для исследования послужили сорта овса посевного селекции НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН (таблица 1).

Таблица 1

Проанализированные сорта овса посевного

№ п/п	Сорт	Разновидность	Год включения в реестр	Оригинатор
1	Мегион	<i>mutica</i>	1993	НИИСХ Северного Зауралья, Нарымская ГСС (СФНЦА РАН).
2	Тюменский голозерный	<i>inermis</i>	2000	НИИСХ Северного Зауралья, КазНИИЗ.
3	Талисман	<i>mutica</i>	2002	НИИСХ Северного Зауралья, Нарымская ГСС (СФНЦА РАН).
4	Отрада	<i>mutica</i>	2014	НИИСХ Северного Зауралья.
5	Фома	<i>mutica</i>	2015	НИИСХ Северного Зауралья.
6	Тобояк	<i>mutica</i>	2020	НИИСХ Северного Зауралья.

Материал для исследований предоставлен учреждением-оригинатором сортов – Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства

Северного Зауралья – филиалом Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН.

Для анализа от каждого сорта методом случайной выборки отбирали по 100 зерен. Электрофорез авенинов проводили в 13,2% полиакриламидном геле по ранее описанной методике [4].

Генное разнообразие на локус (H) определяли по формуле:

$$H = \frac{n}{n-1} \times \left(1 - \sum_{i=1}^k p_i^2 \right)$$

где p_i – популяционная частота i -го аллеля, k – количество аллелей локуса, n – объем выборки [5]. Для расчета среднего генного разнообразия (\bar{H}) усредняли количество аллелей на локус по всем локусам. Вычисления проводили в программе Arlequin Ver 3.5.2.2 (Copyright 2015 L. Excoffier. CMPG, University of Berne).

В результате исследований установлено, что все проанализированные сорта отличаются друг от друга по компонентному составу авенинов (таблица 2).

Таблица 2

Результаты исследования сортов овса посевного

№п/п	Сорт	Количество биотипов	Биохимическая формула авенина
1	Мегион	2	<i>Avn A2+9 B7 C5</i>
2	Тюменский голозерный	1	<i>Avn A2 B7 C3</i>
3	Талисман	1	<i>Avn A11 B4 C2</i>
4	Отрада	2	<i>Avn A10+11 B4 C8</i>
5	Фома	1	<i>Avn A11 B11 C8</i>
6	Тоболяк	1	<i>Avn A4 B8 C2</i>

Сорта овса посевного Мегион и Отрада были гетерогенными по компонентному составу авенинов и состояли из двух биотипов соотношением 2:1. К появлению гетерогенного сорта приводят разные факторы, в том числе и особенности селекционного процесса. Если в процессе отбора из гибридной популяции было отобрано растение, гетерозиготное по одному или нескольким авенин-кодирующим локусам, при последующих расщеплениях это может привести к появлению нескольких биотипов. Разные биотипы одного сорта, дополняют друг друга по болезнеустойчивости, засухоустойчивости и другим признакам [6, 7]. В результате гетерогенные сорта обладают большим адаптивным потенциалом по сравнению с гомогенными.

Остальные проанализированные сорта имели в своем составе по одному биотипу.

В результате оценки аллельного состава авенин-кодирующих локусов исследованных сортов установлено, что наибольшая частота встречаемости по локусу *Avn A* характерна для аллеля *11* – 37,5 %. Этот аллель выявлен у трех исследуемых сортов – Талисман, Отрада и Фома. Наименьшее значение частоты встречаемости отмечено у аллелей *A4*, *A9* и *A10* и составляет – 12,5 %.

Частота встречаемости аллелей локуса *Avn A*, % Частота встречаемости аллелей локуса *Avn B*, %

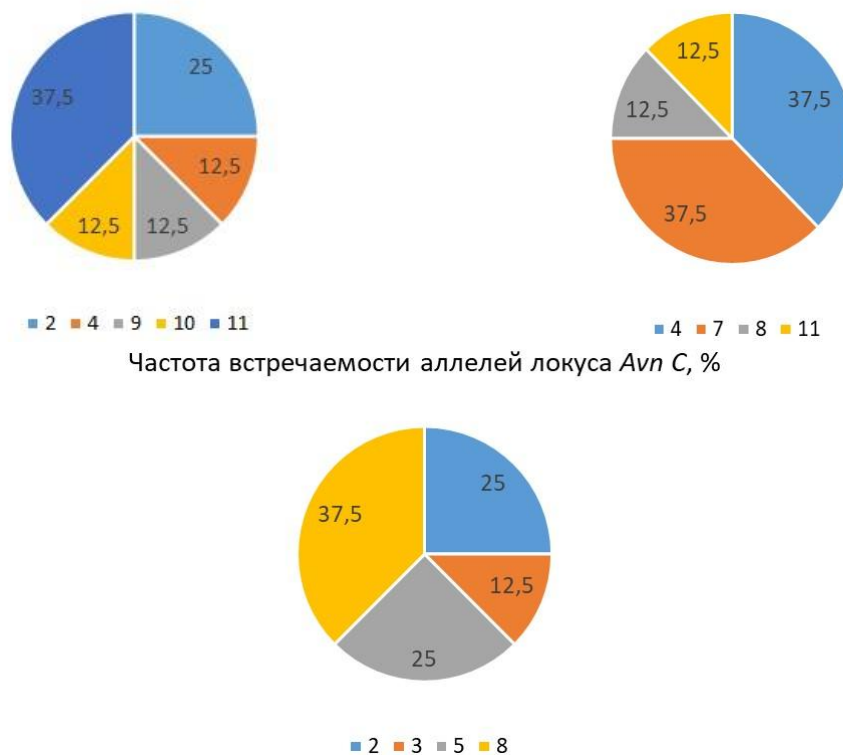


Рисунок. Частота встречаемости аллелей авенин-кодирующих локусов в сортах овса посевного, районированных в Тюменской области. 2-11 – номера аллелей

По локусу *Avn B* преобладают аллели 7 и 4 (37,5%), обнаруженные у четырёх сортов из шести исследуемых – Мегион, Тюменский голозёрный, Талисман и Отрада. С частотой 12,5% встречаются аллели *B8* и *B11* – у сортов Тоболяк и Фома.

По локусу *Avn C* наибольшую частоту встречаемости имеет аллель 8 – 37,5%, идентифицированный у сортов Отрада и Фома. Аллели *C2* и *C5* с частотой встречаемости 25% выявлены у сортов Талисман, Тоболяк и Мегион. Наименьшее значение у аллеля *C3* (15,5%), обнаруженного у сорта Тюменский голозерный.

Часть из идентифицированных аллелей встречается в спектрах сразу нескольких сортов: аллели *A2*, *B7* (Тюменский голозерный и Мегион), аллели *A11*, *B4* (Талисман и Отрада), аллели *A11*, *C8* (Отрада и Фома).

Причин совпадения аллелей может быть несколько. Так, в случае сортов Отрада и Фома появление идентичных аллелей вызвано особенностями выведения сортов. Данные сорта получены из одной гибридной популяции (*WW 170079* × *Pc 39*) × (*Мутика 600* × *Risto*) и являются сибсами.

Однако, совпадение аллелей у сортов Мегион и Тюменский голозерный, а также Талисман и Отрада нельзя объяснить общим происхождением, так как данные сорта не имеют общих предков. Вероятнее всего, данные аллели авенин-кодирующих локусов сцеплены с ценными хозяйственными и адаптивно-значимыми признаками. В ходе отбора в селекционном процессе

генотипов, обладающих значимыми для данного региона свойствами, происходит и отбор сцепленных с ними аллелей авенин-кодирующих локусов. В результате, частота встречаемости таких аллелей в популяции сортов возрастает. Необходимо отметить, что появление сортов с совпадающими аллелями может свидетельствовать о процессе сужения генетического разнообразия.

В результате расчёта среднего генного разнообразия на локус, установлено что по локусу *Avn A* его величина составляет – 0,86, по локусу *Avn B* – 0,78, а по локусу *Avn C* – 0,82.

Среднее генное разнообразие по всем трем локусам равно 0,82. Это высокое значение, что свидетельствует об отсутствии процессов генетической эрозии в популяции сортов овса посевного и говорит о грамотно организованной селекционной работе с культурой в регионе.

1. Биохимические формулы авенина исследованных сортов овса посевного имеют вид: Мегион – *Avn A2+9 B7 C5*, Тюменский голозерный – *Avn A2 B7 C3*, Талисман – *Avn A11 B4 C2*, Отрада – *Avn A10+11 B4 C8*, Фома – *Avn A11 B11 C8*, Тоболяк – *Avn A4 B8 C2*.

2. Наибольшая частота встречаемости по локусу *Avn A* характерна для аллеля *11* – 37,5 %. По локусу *Avn B* преобладают аллели *7* и *4* (37,5%). По локусу *Avn C* наибольшую частоту встречаемости имеет аллель *8* – 37,5%.

3. Сорта Западно-Сибирской селекции характеризуются высоким генетическим разнообразием (0,82), что связано с введением в селекционные программы генетически разнообразного материала и свидетельствует об отсутствии генетической эрозии.

Работа выполнена по госзаданию №122011300103-0 и при поддержке Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня.

Библиографический список

1. Любимова, А. В. Овёс в Тюменской области / А. В. Любимова, А. С. Иваненко. – Тюмень : НИИСХ СЗ - филиал ТюмНЦ СО РАН, 2021. – 172 с. – ISBN 978-5-4266-0203-8. – EDN ARNENM.

2. Тоболова, Г. В. Сортвые качества семян / Г. В. Тоболова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 70-73. – EDN YSQATJ.

3. Тоболова, Г. В. Использование биохимических методов в селекции и семеноводстве / Г. В. Тоболова, А. В. Любимова // Современные научно-практические решения в АПК: Сборник статей всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 08 декабря 2017 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 760-764. – EDN YQQFDD.

4. Lyubimova, A.V. Dynamics of the genetic diversity of oat varieties in the Tyumen region at avenin-coding loci / A.V. Lyubimova, G.V. Tobolova, D.I. Eremin, I.G. Loskutov // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2020. – Vol. 24. – No 2. – P. 123-130. – DOI 10.18699/VJ20.607.

5. Nei M. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases / M. Nei, W. Li // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1979, vol. 76. pp. 5269-5273.

6. Логинов, Ю. П. Многобиотипные сорта яровой пшеницы - резерв повышения урожайности и качества зерна в Тюменской области / Ю.П. Логинов, А.А. Казак, Л.И. Якубышина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 43-45. – EDN LZFKCL.

7. Любимова, А. В. Изменение биотипного состава сортов яровой тритикале в процессе возделывания / А. В. Любимова, Э. Т. Ярова, Д. И. Еремин // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 5(140). – С. 3-8. – EDN YQNUMP.

УДК 576.5

АГРОБАКТЕРИАЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТЕНИЙ TARAXACUM КОК-SAGHYZ МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ

Мартirosян Левон Юрьевич, аспирант ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН, м.н.с. ФГБНУ ВНИИСБ, levon-agro@mail.ru

Мяжкова Евгения Романовна, студент института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tyagkovaevg@yandex.ru

***Аннотация:** Была проведена агробактериальная трансформация с использованием метода вакуумной инфильтрации. В результате получена культура изолированных косматых корней и растения-регенеранты с фенотипом *hairy roots*. Затем был проведён сравнительный анализ на содержание каучука и инулина в полученных корнях.*

***Ключевые слова:** кок-сагыз, *hairy roots*, агробактериальная трансформация, натуральный каучук, инулин*

Натуральный каучук – стратегически важное сырьё, используемое для производства огромного количества изделий, в том числе первой необходимости [1]. Во многих случаях, например в авиа- и автомобилестроении, он не может быть полностью заменён синтетическими аналогами [7].

Несколько важных факторов делают актуальным поиск альтернативных каучуконосов. Среди них наиболее важным является опасность распространения грибковых заболеваний, угрожающих плантациям гевеи, основного экономически значимого источника натурального каучука, по всему миру [5]. В последние годы также выявлено увеличение случаев аллергии на каучук из гевеи, особенно среди работников здравоохранения – основной группы риска [2]. Таким образом, неудивительно, что исследования по поиску