

2. Манзюк В.Т., Лукьяненко Н.М. Скрещивание диких ячменей с культурными // Вопросы генетики, селекции, семеноводства, семеноведения. Тр. Украинского научно-исследовательского ин-та растениеводства, селекции и генетики им. Юрьева. – 1971. – Т. 10, № 10-11. – С. 168-173.
3. Турусбеков Е.К., Абуғалиева С.И. Изучение степени и структуры генетической изменчивости популяции дикого ячменя *Hordeum spontaneum* // Генбанк растений и его использование в селекции (Матер. Междунар. совещания). – 1995. – С. 78-80.
4. Жундыбаев К.К., Сариев Б.С. Наследование и наследуемость количественных признаков у межсортовых гибридов ячменя // Повышение эффективности селекции полевых культур. – Зб. науч. трудов. – Алматы. – 1997. – С. 47-56.
5. Wanatabe N. Development and use of near-isogenic lines of durum wheat cultivar “LD 222” // EWAC Conf. dedicated to the memory of O.I. Maystrenko. – Novosibirsk, 2000. – P. 65-66.
6. Коваль С.Ф., Коваль В.С., Шаманин В.П. Изогенные линии пшеницы. – Омск, 2001. – 448 с.
7. Гончаров Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей. – Новосибирск, 2002. – 252 с.
8. Рожков Р.В. Успадкування довжини колосової луски та довжини зернівки при гібридизації *T. polonicum* з твердою пшеницею // Цитологія і генетика. – 2006. - № 1. – С. 21-26.
9. Белинская Е.В. Влияние гаметного отбора в культуре пыльников *in vitro* на изменчивость признаков продуктивности удвоенных гаплоидов ячменя // Межд. симпозиум «Молекулярные механизмы генетических процессов и биотехнология». – Москва, 18-21 ноября. – 2001. – С. 121.

#### Резюме

Показано, що на довжину зернівки гібридів  $F_1$  *H. vulgare* x *H. spontaneum* домінуючий вплив чинить материнська форма, тоді як у гібридів  $F_2$  і  $F_3$  цей показник успадковувався за проміжним типом. Встановлено, що умови вирощування рослин не впливають на довжину зернівки ячменю, проте виявлено їх вплив на характер успадкування довжини верхнього міжвузля. Показано, що віддалені гібриди *H. vulgare* x *H. spontaneum*  $F_1$  і  $F_2$  здатні до утворення гаплоїдів в культурі пиляків.

Показано, что на длину зерновки гибридов  $F_1$  *H. vulgare* x *H. spontaneum* доминирующее влияние оказывает материнская форма, тогда как у гибридов  $F_2$  и  $F_3$  этот показатель наследовался по промежуточному типу. Установлено, что условия выращивания растений не влияют на длину зерновки ячменя, однако показано их влияние на характер наследования длины верхнего междоузлия. Показано, что отдаленные гибриды *H. vulgare* x *H. spontaneum*  $F_1$  и  $F_2$  способны к образованию гаплоидов в культуре пыльников.

The dominant influence of female form on corn's length of  $F_1$  hybrids *H. vulgare* x *H. spontaneum* was shown. This feature was inherited on the halfway type at the hybrids  $F_2$  and  $F_3$ . The growing environments not affected to the length of barley corn's, however were exposed their influence on the character inheritance of overhead internode's length. The distant hybrids *H. vulgare* x *H. spontaneum*  $F_1$  and  $F_2$  were able to form of the haploids in the anther culture were shown.

**ШИМКО В.Е.<sup>1</sup>, ГОНЧАРОВА Л. В.<sup>2</sup>, ГОРДЕЙ И.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Інститут генетики і цитології НАН Беларусі

<sup>2</sup> Центральный ботанический сад НАН Беларусі

Беларусь, 220027, Минск, ул. Академическая, 27, e-mail:shymko@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ (СЕКАЛИНОВ) ДЛ Я ИДЕНТИФИКАЦИИ САМОФЕРТИЛЬНЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ (*SECALE CEREALE* L.)

Интенсивное развитие селекции сельскохозяйственных культур привело к необходимости более эффективного использования генетических ресурсов. Создание новых источников хозяйственно полезных признаков и свойств культурных злаков является одной из актуальных проблем современной генетики и селекции. Рожь - перекрестноопыляющаяся культура. Генофонд культурной ржи представлен в основном сортовыми популяциями и инбредными линиями. Использование источников самофертильности, выявленных в ряде популяций ржи позволило преодолеть самонесовместимость и проявление инбредной депрессии при создании инцухт-линий как исходного селекционного материала. На основе таких источников в настоящее время создаются коллекции селекционно-ценных линий с высоким уровнем самосовместимости и слабым проявлением инбредной депрессии. Новым подходом к повышению эффективности создания инцухт-линий как родительских компонентов гетерозисных гибридов  $F_1$  является использование гибридных сортов ржи с генами самофертильности (Sf).

В последнее десятилетие результаты генетического анализа у ржи, определения попарного сцепления генов, все больше основываются на изучении качественного и количественного состава различных ферментных систем; расположения генов, контролируемых изоферментами, в определенных хромосомах; выявлении совместного наследования этих генов [1-3]. Использование молекулярно-генетических методов исследований позволило локализовать ряд генов самофертильности: Sf<sub>1</sub>(1R); Sf<sub>2</sub>(2R); Sf<sub>3</sub>(4R); Sf<sub>5</sub>(5R); Sf<sub>4</sub>(6R) [2]. Картированы 3 мутации, определяющие самофертильность в локусах S, Z и S5 самонесовместимости на хромосомах 1R; 2R и 5R соответственно. Определены 1 белковый и 3 ДНК-маркера для этих локусов [4]. В настоящее время также проводятся исследования по поиску и использованию белковых маркеров в генетическом анализе ржи, тритикале, пшеницы [5-8].

На основе нового источника самосовместимости [9] в ИГиЦ НАН Беларуси была создана коллекция самофертильных линий, характеризующихся высокой озерненностью при последовательном самоопылении и незначительной инбредной депрессией. Выделение в генетической коллекции наследственных изменений морфобиологических, биохимических, репродуктивных процессов; характеристики кариотипов, позволяют создавать множественно-маркированные линии для проведения генетических исследований и целенаправленного использования в селекционных программах.

### Материалы и методы

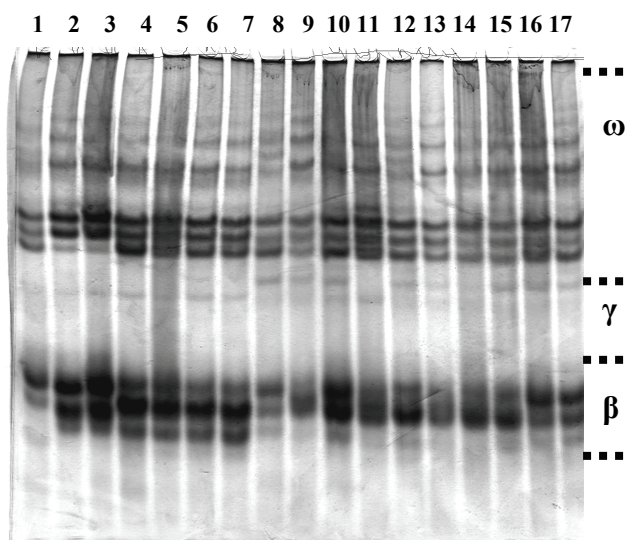
Объектом нашего исследования были образцы из коллекции самофертильной (СФ) диплоидной озимой ржи, полученной на основе генофонда, селектированного в ИГиЦ [9] и включающей линии глубокого инбридинга (6-18 поколений). Линии характеризуются высокой самофертильностью (50-68), хорошей выполненностью и крупностью зерна (м1000з-25-40г) и короткостебельностью, обеспечивающей неполегаемость растений. Интерес для исследований представляют формы, характеризующиеся морфологическими, биохимическими маркерами и особенностями фотосинтетического аппарата.

Исследование и идентификацию исследуемых линий ржи проводили методом электрофоретического анализа белков эндосперма семян, разработанным в отделе молекулярной биологии ВИР [10], в нашей модификации, и стандартным арбитражным методом, включенным в Международные правила анализа семян. Сходство по аминокислотному составу, структуре и генетическому контролю фракций и компонентов секалина с глиадином пшеницы позволило использовать эталонный

спектр глиаина, номенклатуру его фракций и компонентов для записи спектров секалина в виде белковых формул. Для идентификации компонентов секалина исследуемых образцов использовали в качестве сортов-анализаторов рожь Ильмень, Чулпан, пшеницу Казанская, поскольку фракции  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\omega$  и отдельные компоненты этих фракций в спектрах данных сортов представлены отчетливо и хорошо идентифицированы.

### Результаты и обсуждение

Известно, что у отдельных хромосом ржи хорошо выражена способность к транслокациям и передаче генетического материала в геномы других видов [11, 12]. Получены многочисленные экспериментальные данные, подтверждающие возможность замещения хромосом пшеницы не только разными хромосомами ржи, но и хромосомами других видов злаков [13]. Г.К. Мейстер в 1930 г. считал рожь причастной к образованию *Triticum contractum*, т.к. при расщеплении пшенично-ржаных гибридов появляются компактообразные формы. Г.К. Кандапки еще в 1967 г. предполагала наличие генома ржи в генотипе гексаплоидной пшеницы *Triticum macha*, что в дальнейшем подтвердилось биохимическим анализом глиадинов – был выявлен родовой белковый маркер  $\omega$ -секалин 234. Он же был обнаружен в глиадинах ряда сортов и линий мягкой пшеницы [14], которая, как оказалось, имеет интрогрессии в коротком плече хромосомы 1В от короткого плеча 1R. Среди существующих в настоящее время лабораторных методов сортовой идентификации весьма эффективными и недорогими являются биохимические методы, основанные на использовании белков семян как генетических маркеров. Электрофоретический анализ белков эндосперма семян ржи (секалина) дает возможность путем позернового анализа выявить внутрисортовую изменчивость, определять состав популяций, устанавливать типичность образца, оценивать межсортовые различия и по типам электрофоретического спектра секалина паспортизировать сорта и инбредные линии.



В результате позернового анализа секалина нами получены электрофореграммы, на которых хорошо идентифицируются три фракции, характерные для проламинов ржи –  $\beta$ ,  $\gamma$ , и  $\omega$  с четким расположением компонентов в пределах каждой фракции (рисунок).

Сходство по аминокислотному составу, структуре и генетическому контролю фракций и компонентов секалина с глиадином пшеницы позволяет использовать эталонный спектр глиаина, номенклатуру его фракций (за исключением отсутствующей у ржи  $\alpha$  фракции) и компонентов для записи спектров секалина в виде формул.

**Рисунок.** Электрофоретические спектры секалина ржи сортов-анализаторов Чулпан (8-17), Ильмень (2,3), Казанская (1), а также линии 12 (4-7)

Известно, что отдельные компоненты и их группы в электрофоретических спектрах проламинов контролируются первой и шестой гомологичными группами хромосом геномов злаковых культур. На электрофореграммах всех исследуемых форм озимой ржи основная масса компонентов обнаружена в  $\beta$  и  $\omega$  зонах. Отчетливо представлены компоненты  $\omega$ 234, контролируемые транслоцированным локусом

хромосомы 1R. Данный триплет компонентов присутствовал у всех 5 инбредных линий озимой ржи и сортов анализаторов (таблица).

Таблица

Белковые формулы суммарных спектров глиадинов изучаемых форм зерновых культур

| NN                | Белковая формула  |  |                   |  |
|-------------------|-------------------|--|-------------------|--|
|                   | $\alpha$          | $\beta$                                      | $\gamma$          | $\omega$   |
| Сорта             |                   |  |                   |  |
| Пшеница Казанская | <u>6</u> <u>7</u> | <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> | <u>4</u> <u>5</u> | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u>                             |
| Рожь Ильмень      |                   | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>          | <u>4</u> <u>5</u> | <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>7</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u> <u>11</u> |
| Рожь Чулпан       |                   | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u>                   | <u>4</u> <u>5</u> | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u> <u>11</u>                   |
| Рожь Калинка      |                   | <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u>          | <u>4</u>          | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>7</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u>                                      |
| Линии             |                   |  |                   |  |
| Л-12              |                   | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u>                   | <u>4</u>          | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>8</u> <u>9</u>                                       |
| Л-23              |                   | <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u>          | <u>4</u>          | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u> <u>11</u>                            |
| Л-24              |                   | <u>3</u> <u>4</u>                            |                   | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u>   |
| Л-26              |                   | <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u>          | <u>5</u>          | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>8</u> <u>9</u>   |
| Л-37-10           |                   | <u>3</u> <u>4</u>                            | <u>5</u>          | <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>8</u> <u>9</u>   |

Для двух линий (л-23 и л-12) показано наличие компонента  $\omega 5$  и для л-12 – компонента  $\omega 6$ . Также исследованные нами линии и сорта показали характерную для ржи «гармошку» из самых слабоподвижных компонентов в  $\omega$ -зоне, контролируемую хромосомой 2R. Компоненты 89 этой зоны выявлены у всех линий, а  $\omega 10$  – у линий л-24 и л-23. Известно, что дополнительным ориентиром при сравнении спектров секалина между собой и сортом – анализатором являются также компоненты  $\beta 45$ . В наших исследованиях у пшеницы сорта Казанская выявлены все компоненты этой фракции, у ржи сорта Ильмень встречались компоненты  $\beta 2345$ . У двух линий, л-23 и л-26, определялись  $\beta 1234$ , у линии л-12 –  $\beta 234$  и у линий л-24 и л-37-10 –  $\beta 34$ . Компонент  $\beta 5$  не обнаружен у всех исследуемых форм. Фракция  $\gamma$  представлена в исследуемых формах только компонентами 4 и 5. Данные компоненты  $\gamma 45$  выявлены в сортах – анализаторах – ржи Ильмень и пшенице Казанская, а среди изучаемых линий  $\gamma 4$  выявлен только у л-23 и л-12,  $\gamma 5$  – у л-26 и л-37-10. У линии л-24 не обнаружено компонентов в  $\gamma$  фракции. Полученные результаты позволили разделить изученные линии на группы. Электрофоретические спектры секалина инбредных линий озимой ржи выявили стабильность генотипов. Показано, что исследуемые формы могут быть идентифицированы по наличию определенных типов спектра и частоте их встречаемости, что в дальнейшем позволит выявить молекулярно-генетические маркеры геномов и отдельных хромосом самофертильных линий озимой ржи.

### Выводы

На электрофореграммах всех исследованных форм озимой ржи основные компоненты обнаружены в  $\beta$  и  $\omega$ -зонах. Отчетливо представлены компоненты  $\omega 234$ , контролируемые транслоцированным локусом хромосомы 1R, которые используются в качестве внутреннего стандарта и точки отсчета при сравнении спектров секалина между собой и сортом-анализатором. Исследованные формы озимой ржи показали характерную для ржи «гармошку» из самых слабоподвижных компонентов –  $\omega 11$   $\omega 12$   $\omega 13$  – контролируемую хромосомой 2R. Электрофоретические спектры секалина инбредных линий озимой ржи выявили стабильность генотипов. Изучаемые формы идентифицированы по наличию определенных типов спектра и частоте их встречаемости, что позволит выявить молекулярно-генетические маркеры геномов и

отдельных хромосом для более эффективного использования генофонда самофертильных линий озимой ржи.

### Литература

1. Пенева, Т.И. Оценка геномного и хромосомного состава тритикале по белковым маркерам/ Т.И. Пенева [и др.] // Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1981. – Т. 70, вып. 2. – С. 55–57.
2. Schlegel, R. Genes, marker and linkage data of rye (*Secale cereale* L.): 5<sup>th</sup> updated inventory/ R. Schlegel, G. Melz, V. Korzun // *Euphytica*. – 1998. – № 101. – P. 23–67.
3. Глиадины: молекулярные и биохимические свойства/ P.F. Qi [et al.]// Молекулярная биология. – 2006. – Т.40, № 5. – С.796–807.
4. Voylokov, A.V. Mapping of three self-fertility mutations in rye (*Secale cereale* L.) using RFLP, isozyme and morphological markers/ A.V. Voylokov, V. Korzun, A. Borner // *Theor. Appl. Genet.* – 1998. – Vol. 97, №.1–2. – P.147–153.
5. Королева, Н.Ю. Запасные белки семян – генетические маркеры экспрессии генома секалотритикум/ Н.Ю. Королева, И.А. Гордей, Т.И. Пенева// Доклады НАН Беларуси. – 2005. – Т.49, № 3. – С.76-79.
6. Конарев, В.Г. Анализ популяций культурной ржи по электрофоретическому спектру глиадина/ В.Г. Конарев, Т.И. Пенева, И.Ф. Лубо-Лесниченко// С.-х. биология. – 1983. - № 1. – С. 43–51.
7. Конарев, А.В. Белки семян как маркеры в решении проблем генетических ресурсов растений, селекции и семеноводства/ А.В. Конарев [и др.] // Цитология и генетика. – 2000. – Т. 34., № 2. – С. 91–104.
8. Новикова, Л.В. Характер наследования полиморфизма запасных белков глиадинов у гибридов секалотритикум/ Л.В. Новикова, С.И. Гриб // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2002. – № 1. – С. 58–60.
9. Кедраў-Зіхман, А.А. Новая крыніца самафертыльнасці жыта/ А.А. Кедраў-Зіхман [і інш.]// Весці АН БССР, сер. біял. навук. – 1986. – № 3. – С. 118–119.
10. Пенева, Т.И. Анализ и регистрация сортов и линий ржи по секалину методом электрофореза (методические указания)/ Т.И. Пенева, Н.М. Мартыненко, В.Г. Конарев. – Л. - 1989. – 52 с.
11. Bluthner, W.D. Chromosomen-substitutionen und Translokationen zwischen Weizen und Roggen und deren Bedeutung für die züchtung/ W.D. Bluthner, D. Mettin // *Arch. Züchtungsforsch.* – 1977. – V. 7, № 1. – P. 15–27.
12. Draper, S.R. ISTA variety committee report of the working group for biochemical tests for cultivar identification 1983-1986/ S.R. Draper// *Seed Sci. & Technol.* – 1987. – V. 15. – P. 431-434.
13. Шумный, В.К. Аллоплазматические замещенные линии мягкой пшеницы, полученные на основе пшенично-ячменных гибридов *Hordeum vulgare* L (2n=14) x *Triticum aestivum* L (2n=42)/ В.К. Шумный [и др.]// Докл. акад. наук.- 1995.–Т. 340, № 6.–С. 847–849.
14. Конарев, В.Г. Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений/ В.Г. Конарев. – С.-Петербург, 1998. – 370 с.

### Резюме

Исследуемые инбредные линии озимой ржи идентифицированы по наличию определенных типов спектра и частоте их встречаемости. Электрофоретические спектры секалина выявили стабильность генотипов. Результаты исследований позволят выявить молекулярно-генетические маркеры геномов и отдельных хромосом для более эффективного использования генофонда самофертильных линий озимой ржи.

Inbred lines of winter rye under study were identified for the presence of certain spectrum types and their occurrence frequency. Electrophoretic spectra of secaline have

revealed genotype stability. Research results will detect molecular-genetic markers of genomes and individual chromosomes for more effective application of self-fertile line gene pool of winter rye.

**ШИХЛИНСКИЙ Г.М., АКПЕРОВ А.И., ХИЯВИ К.Г.**

*Институт Генетических Ресурсов НАН Азербайджана,  
Азербайджан, AZ 1106, Баку, пр. Азадлыг 155, e-mail: Sh.Naci@yahoo.com*

### **ОЦЕНКА И ПОДБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ УСТОЙЧИВОСТИ К МИЛДЬЮ**

Для успешного проведения работ в направлении выведения комплексно устойчивых сортов, обладающих хорошими хозяйственными качествами, необходимо иметь четкие представления о закономерностях наследования признаков устойчивости в F<sub>1</sub> [1].

При испытании гибридных семян первого поколения от скрещивания двух родительских форм, устойчивых к милдью, из 224 растений 169 показали устойчивость к милдью, что составляет 75,4%. В гибридном потомстве семян наследуется признак устойчивости винограда в соотношении 3:1, что в свою очередь также свидетельствует о гетерозиготности растений винограда по этому признаку [2].

Приведенные данные указывают на возможность получения ценных семян с практической милдьюустойчивостью в 1-3 балла (качество ягод на уровне стандарта) от скрещивания высоковосприимчивых высококачественных сортов *V.vinifera L.* на устойчивые сложные межвидовые гибриды Сейв Виллара [3].

В зависимости от степени различия по интересующему нас признаку между генотипами матерей и отцов в разной степени проявляется их влияние на общую изменчивость милдьюустойчивости от скрещивания сорта *V.vinifera L.* со сложным гибридом [4].

Анализ гибридного потомства 36 комбинаций скрещивания показал, что характер наследования филлоксероустойчивости, милдьюустойчивости, морозоустойчивости и качества ягод во многом зависит от подбора исходных родительских пар [5].

Признак милдьюустойчивости у европейско-амурских гибридов винограда является доминантным, он обусловлен одним геном и наследуется независимо от других признаков, в результате чего получаются устойчивые к болезни гибриды с любым комплексом других признаков [6,7,8].

Полученные результаты по изучению закономерностей наследования признаков устойчивости к филлоксере, милдью и морозу убеждают нас в том, что в потомстве F<sub>1</sub> от различных комбинаций скрещивания они варьируют в довольно широких пределах [9].

#### **Материалы и методы**

Для наших исследований взяли семена F<sub>1</sub> от 35 комбинаций скрещивания в основном сложных межвидовых гибридов с высоким качеством урожая, обладающих комплексной устойчивостью, а также от скрещивания сложных межвидовых гибридов, обладающих различной милдьюустойчивостью с сортами евроазиатского винограда (*V.vinifera L.*), отличающихся толерантностью, слабой и сильной, восприимчивостью к болезням, обладающие, однако, высоким качеством урожая. Для изучения взяты следующие группы скрещивания: устойчивый х устойчивый; устойчивый х толерантный; устойчивый х восприимчивый; толерантный х устойчивый; толерантный х восприимчивый; восприимчивый х устойчивый; восприимчивый х толерантный.