

лись в использовании общепринятых методов гибридизации – простое, ступенчатое, реципрокное, возвратное или насыщающее скрещивание (бэккросс). Для расширения изменчивости исходного сорта и рекомбинации генов или участков генов скрещиваемых сортов форм использовали методы химического мутагенеза и межвидовой гибридизации. [1, 9-13]. Метод хромосомной инженерии в сравнении с селекционно-генетическими методами позволят локализовать гены, контролирующие хозяйственно-ценные признаки в определенных хромосомах, определить группы сцепления генов, картировать гены и направленно улучшать некоторые свойства районированных и перспективных сортов местной селекции путем межсортового замещения хромосом. На этой основе можно получить за короткий срок (на 3-4 года сокращается сроки создания сорта) замещенные линии с важными для селекции признаками. Замещенные линии с высокими селекционными параметрами приравниваются к сорту [6,7]. Кроме того, планируется использовать методы молекулярно-генетического исследования (ПЦР анализ) для изучения полученных новых сортообразцов и доноров устойчивости к видам ржавчины мягкой пшеницы.

#### Результаты исследования и их обсуждение

*Химический мутагенез.* Для использования отобранных мутантов в селекционном процессе необходимо изучить их генетическую природу. Для этого в генетических исследованиях используются два метода: анализирующее и реципрокное скрещивание.

*Анализирующее скрещивание.* Для генетического анализа признаков мутантные формы с признаками - антоциановая окраска стебля, опущение листовой поверхности, удлинение колоса, переход остистых форм растений в безостые, скрещивались с исходным сортом Казахстанская 3. В  $BC_1$  расщепление признаков на измененные и нормальные соответствовало соотношению 1:1, а в  $F_2$  3:1 ( $\chi^2 = 0,4-1,89$ ). Наблюдаемое в  $F_2$  расщепление на 3 измененных и 1 нормальный классы подтверждает доминантный характер наследования признаков. При анализирующем скрещивании мутантов сорта Шагала, наблюдали изменения по антоциановой окраске стебля и пазухи листа. В этом случае, в  $BC_1$  расщепление на измененные и нормальные признаки соответствовало 1:1, а в  $F_2$  3:1, что также указывает на доминантный и моногенный характер наследования признаков. Напротив, расщепление по продуктивной кустистости, длине и плотности колоса в  $BC_1$  соответствовало 3:1, а в популяции  $F_2$  15:1, 13:3 и 9:7, соответственно. Отсюда видно, что рассматриваемые признаки мутантной линий наследуются по полимерному, эпистатическому и комплементарному механизмам взаимодействия неаллельных генов.

Возникшие в  $M_1$  изменения по элементам продуктивности у сортов Казахстанская 3, Шагала, Женис, Лютесценс 32 наследовали и в последующих генерациях  $M_2 - M_4$ .

*Реципрокное скрещивание.* Стойкое проявление измененных признаков доказано проведением реципрокного скрещивания, где измененные признаки наследовались независимо от направлении скрещивания (табл.1).

Таблица 1

#### Реципрокное скрещивание мутантов с исходным сортом Казахстанская 3

| Признаки                     | Родительские формы |             | Реципрокные гибриды |               |
|------------------------------|--------------------|-------------|---------------------|---------------|
|                              | Каз.3              | $M_1$       | Каз.3 x $M_1$       | $M_1$ x Каз.3 |
| Продуктивная кустистость, шт | 9,2 ± 0,6          | 11,1 ± 1,2  | 12,9 ± 0,3          | 11,8 ± 0,7    |
| Длина колоса, см             | 9,3 ± 1,0          | 12,3 ± 0,2  | 13,0 ± 0,6          | 12,9 ± 1,1    |
| Число зерен в колосе, шт     | 34,5 ± 0,7         | 38,0 ± 0,2  | 39,2 ± 0,5          | 38,9 ± 0,8    |
| Масса зерна главн. колоса, г | 1,0 ± 0,2          | 2,7 ± 0,3   | 2,8 ± 0,7           | 3,0 ± 0,9     |
| Форма зерна                  | округлое           | удлиненное  | удлиненное          | удлиненное    |
| Форма колоса                 | цилиндрич.         | скверхедный | скверхедный         | скверхедный   |
| Остистость                   | остистый           | безостый    | безостый            | безостый      |

Полученные результаты свидетельствуют о том, что возникшие мутации имеют ядерную природу, поскольку характер проявления признаков у гибридов одинаковый как при прямых так и при обратных скрещиваниях.

*Отдаленная гибридизация.* На инфекционном фоне лаборатории иммунитета растений КазНИИ земледелия и растениеводства проводили испытание интрогрессированных линий л-344 и л-345, полученных на основе межвидовой гибридизации.

Генетический анализ устойчивости к листовой ржавчине растений у гибридов  $F_1$ , полученных от скрещивания линий л-344 и л-345 с носителями эффективных в условиях юго-востока Казахстана Lr-генов сорта Тэтчер показал, что все растения обладали повышенной устойчивостью к листовой ржавчине. Это свидетельствует о доминантном характере наследования данного вида устойчивости этих линий.

Результаты популяционного анализа гибридов  $F_2$  показали, что гибриды расщепляются на устойчивые и восприимчивые растения в соответствии с дигенным характером наследования, за исключением гибридной популяции для изогенной линии Lr19.

Расщепление в гибридном потомстве  $F_2$  позволяет заключить, что гены устойчивости у линии л-344 не аллельны высокоэффективным, в наших условиях тестерным генам Lr9; Lr19; Lr9; Lr24; Lr26; Lr29. Это свидетельствует о наличии в этой линии одного или нескольких новых генов устойчивости к листовой ржавчине. Противоположный результат получен для линии Л-345, у которой расщепление в популяции  $F_2$  с тестерными линиями Lr9 и Lr26 не наблюдалось. Полученный результат указывает на аллельность генов устойчивости к листовой ржавчине. Фактические значения расщепления устойчивых и восприимчивых растений, полученных с остальными тестерами Lr-генов, соответствовали комплементарному и эпистатическому взаимодействию генов, за исключением комбинации Lr23 x л-345. При этом значение хи квадрат соответствовало моногенному ( $\chi^2 = 2.13$ ) наследованию признака.

*Морфологическое маркирование признаков пшеницы.* В генетических исследованиях мягкой пшеницы широко используется метод моносомного анализа. Использование моносомного анализа дает возможность определить генетический вклад каждой хромосомы в наследование признака, а также проводить замещение отдельных хромосом мягкой пшеницы на хромосомы другого сорта или вида. Как правило,

использование моносомного анализа сопровождается цитологическим анализом большого количества материала. В серии моносомных линий сорта Казахстанская 126 только, по хромосоме 5A можно идентифицировать моносомы, фенотипически легко отличающиеся спельтоидностью колоса. Учитывая вышесказанное, возрастает интерес к генам, контролирующим редкие морфологические признаки, которые можно наблюдать визуально. Для морфологического маркирования сорта мягкой яровой пшеницы Казахстанская 126, в качестве донора маркерных признаков использовали изогенные линии сорта Саратовская 29 с генами *Hg, Bg, C, Pp, Eg, Hp, B, Rht, Pc, W, Ra, Pa*. Получение морфологически маркированных изогенных и моносомных линий по определенным хромосомам облегчает процесс гибридизации, локализации генов и межсортового замещения хромосом. При выборе морфологических признаков, немаловажно учесть преимущества признаков, которые характеризуются ранним проявлением в онтогенезе до начала фазы цветения и четкой фенотипической выраженностью в различных условиях среды.

Морфологическое маркирование моносомных линий сорта Казахстанская 126 построено на схеме поэтапного проведения работы. Согласно этой схеме получены потомство начальных беккроссов изогенных линий сорта Казахстанская 126. В качестве рекуретных родителей использовали изогенные линии сорта Саратовская 29.

Дальнейшее наше исследования будут направлены на, изучение, полученных сортообразцов, мутантов и морфологически маркированных изогенных линий методами ПЦР-анализа.

#### Список литературы

1. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методическое основы селекция растений. // Новосибирск. Академ. Изд. «ГЕО». - 2009 г. – С. 403.
2. Tsujimoto H. Production of near-isogenic lines and marked monosomic lines in common wheat (*Triticum aestivum*) cv. Chinese Spring // *The Journal of Heredity*. 2001. – N 92 (3). – P. 254-259.
3. Коваль С.Ф., Коваль В.С., Шаманин В.П. Изогенные линии пшеницы. - Омск, 2001. – 152 с.
4. Zhou R, Zhu Z, Kong X, Huo N, Tian Q, Li P, Jin C, Dong Y, Jia J. Development of wheat near-isogenic lines for powdery mildew resistance // *Theor Appl Genet*. – 2005 Feb. – Vol. 110 (4). – P. 64-68.
5. Peng J., Korol A.B., Fahima T. et al. Molecular genetic maps in wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*: Genome-wide coverage, massive negative interference and putative quasi-linkage // *Genome Res*. – 2000. – Vol. 10. – P. 1509-1531.

6. Tarkowski C.Z., Apolinska B. The case of chromosome substitutions in the breeding of tritikale, wheat and rye // *Hereditas*. – 1992. – Vol. 116, №3. – P. 281-283.

7. Silkova OG, Shchapova AI, Shumnyi VK. Role of rye chromosome 2R from wheat-rye substitution line 2R (2D)1 (*Triticum aestivum* L. cv. Saratovskaya 29-*Secale cereale* L. cv. Onokhoiskaya) in genetic regulation of meiotic restitution in wheat-rye polyploids // *Genetika*. – 2007. № 43 (7). – P. 971-981.

8. Tsunewaki K and Ebana K. Production of near-isogenic lines of common wheat for glaucousness and genetic basis of this trait clarified by their use // *Genes Genet Syst*. – 2000. – P. 33-41.

9. Knott D. R. Near-isogenic lines of wheat carrying genes for stem rust resistance *Crop Sci*. – 2000. – Vol. 30, N 4. – P. 901-905.

10. Поползухина Н.А. Индуцированный мутагенез и гибридизация в селекции яровой мягкой пшеницы. Омск, 2003. – 234 с.

11. Ларченко Е.А., Моргун В.В. Сравнительный анализ наследственной изменчивости растений при мутагенной обработке генеративных клеток и семян кукурузы // *Цитология и генетика*. – 2000. – Т.34, № 4. – С.17-19.

12. Люсиков О.М., Белько Н.Б., Щетько И.С.,

Гордей И.А. Создание ржано-пшеничных амфидиплоидов с цитоплазмой ржи - секалотритикум (RRAABB,  $2n=42$ ): особенности мейоза у ржано-тритикальных гибридов  $F_1$  (RRAABR,  $5x=35$ ) // *Генетика*. 2005. - №7. - С. 902 - 909.

13. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В.В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, А. Н. Березкин и др.; Под ред. В. В. Пыльнева. — М.: Колос. С, 2008. 551 с.

#### Түйіні

Бұл мақалада цитогенетиканың, мутагенездің және алшак будандастырудың кешенді әдістерін қолдану нәтижелері көрсетілген. Шығарылған селекция үшін құнды белгілерімен ерекшелінетін жаңа формалар изогенді линиялар, мутантты және рекомбинантты формалар түрінде практикалық селекцияда кеңінен қолданылады.

#### Summary

The article gives the results of the study, obtained by using complex methods of cytogenetics, mutagenesis and hybridization. Created new original forms with important breeding traits in the form of isogenic lines, mutants and recombinant forms of wheat are widely used in practical breeding.