

ранний высокопитательный зеленый корм, а ржаные отруби содержат до 16% белка, 3,5-4,0% жира и до 60% углеводов.

Очищенные зародыши зерна ржи имеют широкое применение в фармацевтической промышленности. Значительная доля зерна ржи также используется для производства спирта.

Рожь – вторая после пшеницы культура, которая чаще всего используется для производства хлеба. Обращает на себя внимание тот факт, что в списке сортов, ценных по качеству, и ежегодно обновляемом Госреестре Республики Беларусь, нет озимой ржи.

В зерне ржи, в отличие от других зерновых культур, содержится относительно много пентозанов – некрахмальных полисахаридов. Вредные в кормовом отношении пентозаны в то же время являются полезными при хлебопечении. Это обстоятельство представляет большие сложности для селекции, т.к. работу необходимо вести в разных направлениях.

В ходе многолетних исследований и на основе анализа мировой литературы нами была сделана попытка обобщить ряд положений об идеальном сорте озимой ржи для почвенно-климатических условий Беларуси.

В модели нового перспективного сорта предусматривается существенное повышение урожайности – с 6,5-8,0 до 9,0-10,0 т/га и выше. Получение такой урожайности будет достигнуто за счет увеличения густоты продуктивного стеблестоя (550-600 продуктивных стеблей на 1 м²), массы зерна с колоса (1,8-2,0 г), снижения высоты растений (0,9-1,1 м). Более высокая зимостойкость, комплексная выносливость к грибным болезням и устойчивость к полеганию позволит снизить нагрузку пестицидов на окружающую среду. Наряду с ростом продуктивности новых сортов предусматривается улучшение технологических качеств зерна: повышение содержания белка, устойчивости к прорастанию зерна в колосе. Задача селекции состоит в том, чтобы дать производству сорта ржи целевого направления, пригодные не только для хлебопечения, но и для использования на корм животным, получения спирта, крахмала, фармацевтических препаратов, биополимеров и т.д.

Заключение

Усовершенствование селекционного процесса озимой ржи, создание и включение в Государственный реестр новых современных короткостебельных высокопродуктивных сортов, устойчивых к полеганию и поражению болезнями, будет способствовать росту урожайности этой культуры и ее стабильности, что в свою очередь создаст благоприятную основу для повышения устойчивости валовых сборов зерна в Республике Беларусь.

Литература

1. Государственный реестр сортов и кустарниковых пород, допущенных к использованию в Республике Беларусь / Отв. ред. В.А. Бейня. – Минск, 2014. – 204 с.

2. Результаты испытания сортов озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2012-2014 гг. – Минск, 2014. – 135 с.

3. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.

4. Культурная флора СССР / В.Д. Кобылянский [и др.]; под ред. В.Д. Кобылянского. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. – Т. 2, ч. 1: Рожь. – 368 с.

CRUCIAL TASKS OF WINTER RYE BREEDING IN BELARUS

E.P. Urban

The state of winter rye breeding in the Republic of Belarus is analyzed in the article. The main trends and tasks of breeding for the development of new highly productive, winter hardy varieties resistant to lodging and unfavourable environmental factors, and possessing improved technological grain qualities are determined.

УДК 633.14:631.523

РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ УДВОЕННЫХ ГАПЛОИДОВ РЖИ (*SECALE CEREALE L.*) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ *IN VITRO*

С.И. Гордей, кандидат биол. наук, В.С. Гурецкая, В.В. Морозова

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 20.03.2015 г.)

Аннотация. В статье изложены основные результаты изучения возможности использования технологии культуры пыльников *in vitro* для получения удвоенных гаплоидов озимой ржи. Отрабатывались все этапы культуры пыльников. Установлены наиболее приемлемые питательные среды для образования каллусов. Удвоенные гаплоидные формы получены только при использовании пыльников тетраплоидного сорта ржи Белая Вежа. Проведено изучение полученных дигаплоидов ржи по озерненности колоса и массе 1000 зерен. Отмечена низкая озерненность колоса – 22,4% в среднем по всем образцам, средняя масса 1000 зерен составила 16,2 г. Необходимы последующие исследования по разработке способов повышения эффективности технологии культуры пыльников *in vitro* для ржи.

Введение. На современном этапе развития генетики и селекции использование эффекта гетерозиса является одним из основных способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. К настоящему времени для большинства культур созданы гетерозисные гибриды F₁, которые широко используются в мировом сельскохозяйственном производстве [1]. Среди зерновых культур озимая рожь занимает лидирующее положение по использованию эффекта гетерозиса. Исследования по данной проблеме для ржи ведутся с конца 60-х годов прошлого века. Гибридные сорта этой культуры зарегистрированы в странах западной, восточной Европы, в т.ч. и в Беларуси.

Успех селекции гибридных сортов определяется в первую очередь наличием широкого генофонда родительских компонентов с высокой комбинационной способностью [2]. Для ржи это создание коллекций самофертильных линий со

слабым проявлением инбредной депрессии в поколениях. Создание инцухт-линий ржи традиционным способом заключается во введении генов самофертильности (*Sf*, *Z*) в популяцию (сорт, образец) ржи с последующими последовательными принудительными самоопылениями отдельных растений и отборами самофертильных форм [3]. Данный процесс занимает 4-6 лет, при этом невозможно достичь константности линий и 100% гомозиготности.

Создание удвоенных гаплоидов растений (ДН-линий, double haploid) – наиболее эффективный способ получения константных гомозиготных генотипов. В настоящее время для создания дигаплоидов используется культура пыльников *in vitro*. Данная технология позволяет существенно сократить сроки получения гомозиготных форм. Согласно литературным данным методика создания дигаплоидных форм с использованием культуры пыльников *in vitro* наиболее успешно отработана на пшенице, тритикале, ячмене, рапсе [4]. У ржи получение регенерантов из пыльников затруднено из-за биологии данной культуры, в частности, из-за самонесовместимости и последующей инбредной депрессии. Рожь как никакая другая культура трудно поддается регенерации на искусственной питательной среде при использовании как эмбриокультуры, так и культуры пыльников.

Отработка технологии культуры пыльников *in vitro* для ржи является новым и актуальным направлением исследований для Республики Беларусь. Для этой культуры необходима отработка всех этапов: определение оптимальной стадии развития микроспор для посадки пыльников на искусственные среды, методов предобработки колосьев, способов посадки пыльников на питательные среды, состава питательных сред, условий искусственного климата для индукции каллусообразования, прямого эмбриогенеза и регенерации, методов удвоения числа хромосом, процесса пересадки регенерантов в искусственную почву и грунт, адаптация *ex vitro*. В настоящее время для ржи не отработан ни один из вышеуказанных этапов культуры пыльников *in vitro*, исследования в данном направлении в Республике Беларусь в прошедшие два десятилетия не проводились.

В связи с вышеизложенным, отработка технологии культуры пыльников *in vitro* и создание удвоенных гаплоидов ржи является весьма актуальным направлением исследований. Данное направление являлось целью настоящих исследований.

Материал и методика исследований. Исходным материалом для исследований служили диплоидный сорт Голубка, тетраплоидный сорт Белая Вежа, гетерозисный гибрид F₁ и инцухт-линия из коллекции озимой ржи РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». При использовании тетраплоидного сорта предполагалось исключить полиплоидизацию колхицином и, соответственно, гибель ослабленных регенерантов.

На основании литературных данных и опыта работы по андрогенезу *in vitro* с другими культурами апробация технологии получения регенерантов *in vitro* из пыльников ржи велась по следующим этапам (таблица 1).

Таблица 1 – Технология получения в культуре пыльников *in vitro* андрогенных растений ржи

I этап	Подготовка донорных растений. Предобработка в растворе Кнопа с добавлением этрела в концентрации 4 м/г и бензимидазола в концентрации 5 ммоль/л. Выдерживание при t = 4 °С в течение 2-3 суток
II этап	Стерилизация посадочного материала (5% хлорамин), посадка на питательные среды с разным набором гормонов: Мурациге-Скуга, N ₆ и Potato (по 30 пыльников на 1 пробирку)
III этап	Инкубация посадочного материала в термостате в течение 4-5 недель до появления новообразований при t = 25-28 °С
IV этап	Посадка каллусов на безгормональную питательную среду Мурациге-Скуга для регенерации гаплоидов
V этап	Полиплоидизация гаплоидов (0,2% колхицин в 4% диметилсульфоксиде) с использованием вакуум-инфильтрации
VI этап	Посадка и культивирование регенерантов в почве. Получение семенного потомства

Выращивание донорных растений вышеуказанных сортов, гибрида и инцухт-линии ржи проводилось в условиях ФТК при контролируемом температурном и световом режимах при разных сроках высадки растений после периода яровизации для расширения периода созревания. Во избежание переопыления использовали групповые пергаментные изоляторы для каждого образца (рисунок 1).



Рисунок 1 – Выращивание донорных растений в условиях искусственного климата

Результаты исследований и их обсуждение. Для проведения исследований с использованием различных питательных сред по всем образцам ржи было высажено 24320 пыльников (таблица 2).

Среди всех посаженных пыльников образовалось 204 каллуса, что составляет 0,9% от общего количества высаженных на питательные среды пыльников (таблица 3).

Как видно из таблицы, наибольшей способностью к формированию новообразований характеризуется тетраплоидный сорт ржи Белая Вежа, у пыльников

Таблица 2 – Количество посаженных пыльников ржи на питательные среды

Генотип ржи	Питательная среда			
	Мурасиге-Скуга		N ₆	Potato
	сахароза	мальтоза		
1. Голубка	840	1100	1470	1290
2. Белая Вежа	1590	1320	2220	-
3. Гибрид F ₁	2040	1080	3000	3780
4. Инцухт-линия	570	1830	1050	1140
Всего	5040	5330	7740	6210

Таблица 3 – Выход каллусов озимой ржи на питательных средах

Генотип ржи	МС+ сахароза	МС+ мальтоза	N ₆	Potato	Всего
1. Голубка	13	-	5	3	21
2. Белая Вежа	94	-	4	28	126
3. Гибрид F ₁	19	18	7	3	47
4. Инцухт-линия	6	-	3	1	10
Всего	132	18	19	35	204

ков данного сорта сформировано наибольшее количество каллусов (126 шт.). Большую роль в формировании каллусов играют типы питательных сред. Наибольшее количество каллусов образовалось у пыльников при использовании среды Мурасиге-Скуга с добавлением сахарозы. На этой же среде с мальтозой у популяционных сортов Голубка, Белая Вежа и инцухт-линии каллусы вообще не сформировались. В наименьшей степени генотипическая специфичность по образованию каллусов проявилась при использовании искусственной среды N₆. Следовательно, среди испытанных четырех типов сред наиболее приемлемой является среда Мурасиге-Скуга с добавлением сахарозы. Относительно высокая способность каллусообразования у тетраплоидного сорта ржи Белая Вежа, возможно, связана с диплоидным набором числа хромосом в генеративных тканях, что, скорее всего, повлияло на ряд физиологических процессов, влияющих на прорастание пыльников.

Образованные каллусы были пересажены на безгормональную питательную среду Мурасиге-Скуга для регенерации гаплоидов. Из 204 каллусов новообразования регенерировались у 123, включая ризогенез, альбиносные растения и зеленые растения (таблица 4, рисунок 2).

Как показывают результаты исследований, новообразования из каллусов формировались в 58,3% случаев в среднем всех использованных форм ржи. У 73 каллусов развивались только корни (ризогенез) разных размеров, после чего наступало их отмирание, т.к. не было развития верхних органов.

На 46 каллусах от тетраплоидного сорта ржи Белая Вежа и диплоидного гибрида F₁ шло формирование как корневой системы, так и листьев (рисунок 2б).

Таблица 4 – Выход новообразований в культуре пыльников *in vitro* ржи

Генотип ржи	Высажено каллусов, шт.	Результат регенерации, шт.			
		ризогенез	альбиносы	зеленые растения	нет развития
1. Голубка	21	9	-	-	12
2. Белая Вежа	126	45	2	28	51
3. Гибрид F ₁	47	18	-	16	13
4. Инцухт-линия	10	1	-	-	9
Всего	204	73	2	44	85



Рисунок 2 – Формирование каллусов из пыльников (а), регенерация зеленых растений (б)

Два растения на каллусах сорта Белая Вежа оказались альбиносами. Такой эффект часто наблюдается при использовании культуры пыльников и у других культур, таких как ячмень, тритикале, а также при отдаленной гибридизации. Это связано с генетическими и физиологическими нарушениями в процессе онтогенеза, которые приводят к отсутствию в растениях хлоропластов. Во всех случаях растения погибают, поскольку не происходят процессы фотосинтеза. В результате из 204 высаженных каллусов на искусственной питательной среде сформировалось 44 зеленых растения (21,6% от высаженных каллусов) на генетической основе сорта Белая Вежа и гибрида F₁.

Зеленые гаплоидные регенеранты из гибрида F₁ ржи были подвергнуты полиплоидизации колхицином методом вакуум-инфильтрации. После колхицинирования все растения погибли на начальных стадиях онтогенеза. Литературные данные подтверждают большую гибель растений ржи при обработке колхицином, т.к. данный препарат обладает сильным мутагенным эффектом, действуя не только на блокирование веретена деления в мейозе, но и ряд других хромосомных (генных) перестроек, приводящих в большинстве случаев к летальному исходу. Как показала практика экспериментальной полиплоидии, при

обработке раствором колхицина 1,5-2-дневных проростков диплоидных образцов ржи наблюдается их большая гибель, составляющая 90-95%. Учитывая, что в наших исследованиях регенеранты, полученные из пыльников на искусственных питательных средах, были крайне ослаблены в своем развитии, реакция на колхицин привела к летальному исходу в 100% случаев.

Растения-регенеранты, полученные с использованием тетраплоидного сорта Белая Вежа, не подвергались полиплоидизации, т.к. тетраплоидный набор хромосом, как нами предполагалось, позволит исключить данную операцию и получить диплоидные образцы. После формирования корневой системы и первичных листьев растения-регенеранты от пыльников сорта ржи Белая Вежа были пересажены из пробирок изначально на искусственную почву, затем в сосуды с грунтом. Из 28 зеленых растений на различных стадиях онтогенеза погибло 15 из-за различных нарушений в хромосомном составе (анеуплоидные генотипы). Основная гибель растений наблюдалась после стадии яровизации до цветения. Из тринадцати оставшихся генотипов семена удалось получить на 7-ми растениях, остальные были полностью стерильны, что также связано, в первую очередь, с несбалансированностью хромосомного состава. Все семь растений, давшие семенное потомство, характеризовались слабым уровнем озерненности колоса и низкой массой тысячи зерен (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика растений-регенерантов ржи по озерненности колоса и массе 1000 зерен

№ растения	Число цветков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Озерненность, %	Масса 1000 зерен, г
1	58	5	8,6	11,2
2	56	12	21,4	17,5
3	58	25	43,1	19,7
4	60	19	31,7	23,0
5	54	4	7,4	14,9
6	58	16	27,6	14,4
7	52	9	17,3	12,6
Среднее	56,6	12,9	22,4	16,2

Причиной низкой озерненности колоса являются нарушения в процессах микро-, макро- и гаметогенеза. По данным А.А. Торопа, В.В. Корякина пониженная озерненность ржи на 44% обусловлена нарушениями в макрогаметогенезе и на 50% – нарушениями в ходе эмбрио- и эндоспермагенеза [5, 6]. Все эти нарушения и приводят к образованию анеуплоидов растений с несбалансированным числом хромосом. Хотя данные исследований вышеуказанных авторов проводились на ржи, не связанной с технологией культуры пыльников *in vitro*, аналогичные нарушения, несомненно, имеют место и в настоящем случае.

Исходя из литературных данных, можно также заключить, что перевод на другой уровень плоидности вызывает дезинтеграцию системы организма, которая оказывается фактором, разрушающим сложившуюся на тетраплоидном

уровне устойчивость онтогенеза в процессах регуляции физиологических и морфологических функций клетки (цитогенетический гомеостаз). Это распространяется и на перевод ржи с диплоидного уровня плоидности на тетраплоидный [7, 8]. Есть основания полагать, что стабилизация созданных генотипов ржи произойдет в ближайшие несколько поколений. Не исключена также элиминация ряда форм вследствие тех же нарушений, которые указаны выше.

Заключение

Результаты настоящих исследований показали возможность использования технологии андрогенеза для ржи. Тем не менее, не удалось получить удвоенные гаплоиды на генетической основе диплоидных образцов ржи. В первую очередь это обусловлено биологией данной зерновой культуры. Также окончательно не разработаны этапы культуры пыльников применительно ко ржи. Крайне слабая ее отзывчивость на культуру *in vitro* каких бы то ни было генотипов требует скрупулезной разработки каждой стадии процесса культуры пыльников, основными из которых являются состав питательных сред и режимы культивирования.

Вместе с тем, несмотря на низкий процент выхода фертильных удвоенных гаплоидов (5,6% от числа посаженных каллусов), удалось получить растения-регенеранты (удвоенные гаплоиды) из пыльников тетраплоидного сорта ржи Белая Вежа, а также их семенное потомство. При использовании тетраплоидных популяций ржи также необходимы дальнейшие исследования по способам и методам повышения эффективности технологии культуры пыльников.

Заслуживает внимания идея использования предварительной полиплоидизации диплоидных форм ржи до применения технологии культуры пыльников *in vitro*, поскольку, как видно из результатов данных исследований, ослабленные регенеранты полностью погибали при применении колхицина. Для создания гомозиготных инцухт-линий как родительских компонентов гибридных сортов необходима также предварительная интродукция генов самофертильности в популяции либо использование существующих гетерозисных гибридов ржи, где уже присутствуют эти гены. Без присутствия генов самофертильности невозможно размножение инцухт-линий в поколениях, т.к. при принудительном самоопылении зерновки не завязываются из-за самонесовместимости.

Литература

1. Geiger, H.H. Hybrid rye and Heterosis / H.H. Geiger, T. Miedaner // Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. – Madison, Wisconsin, USA, 1999. – P. 439-450.
2. Geiger, H.H. Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.) / H.H. Geiger, F.W. Schnell // Crop. Sci. – 1970. – Vol. 10. – P. 56-60.
3. Гордей, С.И. Селекционно-генетические аспекты использования эффекта гетерозиса у озимой ржи (*Secale cereale* L.) / С.И. Гордей // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. – 2002. – №1. – С. 103-108.
4. Гурецкая, В.С. Методические рекомендации по культуре изолированных пыльников ячменя (*Hordeum vulgare* L.) / В.С. Гурецкая. – Жодино, 2013. – 16 с.

5. *Тороп, А.А.* Направления, методы и результаты селекции озимой ржи в условиях Центрально-Черноземной зоны РСФСР: дис. в виде науч. доклада ... доктора с.-х. наук 06.01.05 / А.А. Тороп. – Немчиновка, 1993. – 40 с.

6. *Тороп, А.А.* Наследуемость озерненности тетраплоидной ржи / А.А. Тороп, В.В. Корякин // Генетика. – 1990. – №5. – С. 886-893.

7. *Фадеева, Т.С.* Генетические механизмы, определяющие особенности полиплоидов и эволюционное значение полиплоидов / Т.С. Фадеева, Н.М. Иркаева // Теоретические и практические проблемы полиплоидии. – Москва: Наука, 1974. – С. 104-114.

8. *Урбан, Э.П.* Озимая рожь в Беларуси (селекция, семеноводство, технология возделывания): монография / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.

THE RESULTS OF RYE DOUBLE HAPLOIDS (*SECALE CEREALE L.*) DEVELOPMENT WITH USE OF IN VITRO ANTHER TECHNOLOGY

S.I. Hardzei, V.S. Guretskaya, V.V. Morozova

In the article, the basic results of in vitro anther technology using for winter rye double haploids development are stated. All stages of anther technology were fulfilled. The most comprehensible artificial mediums for calluses formation were established. Double haploids were developed only at the use of the anthers of tetraploid rye variety Belaya Vezha. The study of the developed double haploids by seed-set of ear and by 1000 grains weight was carried out. The low ear seed-set (22.4%) on average for all samples was registered; the average 1000 grains weight was 16.2 g. The subsequent researches on the working out of ways to increase the efficiency of in vitro anther technology for rye are necessary.

УДК 633.14:631.52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЦМС В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ НА ГЕТЕРОЗИС

Д.Ю. Артюх

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 30.03.2015 г.)

Аннотация. *Изучена коллекция ЦМС-форм и инбредных линий, выделены 30 лучших генотипов с высокой степенью ОКС. Определены их морфологические и хозяйственно-ценные признаки. Проведены парные скрещивания 20 МС-местеров с 30 выделенными инцухт-линиями. Получено достаточное количество гибридных комбинаций в селекции на гетерозис, из которых 30 стерильных и 45 фертильных, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков. Их родительские компоненты будут пригодны для создания новых систем ЦМС – МС-форма + закрепитель стерильности (ЗС) + восстановитель фертильности (ВФ).*

Введение. В Беларуси рожь является одной из основных продовольственных культур. Она высоко адаптивна к экологическим условиям республики, менее требовательна к плодородию почвы, обладает высокой зимостойкостью, устойчивостью к основным грибным заболеваниям. Зерно ржи характеризуется высокой питательной ценностью, сбалансированностью по аминокислотному

составу и повышенным содержанием лизина. Ежегодно возрастает внутреннее и внешнее потребление продуктов питания и кормов с использованием ржаной муки. В связи со значительным расширением в течение последних десяти лет посевных площадей таких культур как тритикале и рапс, произошло сокращение посевов ржи в республике с 1 млн га до 300-400 тыс. га. Основным резервом увеличения валовых сборов зерна ржи в республике является повышение урожайности за счет создания и внедрения высокопродуктивных сортов и применения современных технологий их возделывания.

Озимая рожь является культурой, для которой используется эффект гетерозиса в практической селекции. Биология цветения и открытие ряда типов ЦМС позволило разработать эффективные технологии создания гибридных сортов. До конца прошлого века все известные коммерческие гибридные сорта были созданы на генетической основе ЦМС Р-типа («Пампа»). В 2000 г. в ФРГ зарегистрирован первый линейно-популяционный гибридный сорт ржи Novus, созданный на генетической основе ЦМС G-типа ♀ (МС-линия «Gülzower-1») и популяционного сорта Valet ♂ [1]; в 2006 г. – сорта Hellvus и Helltop.

Лидирующее положение по использованию гетерозиса у ржи занимает Германия. Первый коммерческий гибрид здесь был получен в 1984 г. На 2013 г. гетерозисные гибриды возделывались в этой стране на 60% площадей, отводимых под озимую рожь. В Беларуси районированы немецкие гибридные сорта ржи Picasso, Askari, Fugato, которые в течение ряда лет испытаний по урожайности превышали популяционные сорта на 10-12%.

Создание генетических систем ЦМС открыло реальные предпосылки для использования гетерозиса в селекции ржи. Однако производство гибридных семян имеет смысл и практическую ценность только при условии проявления у ржи высокого и стабильного гетерозиса. Из-за высокой степени самостерильности и сильной депрессии при инцухте долгие годы не удавалось успешно решить проблему получения ценных инбредных линий. Инбредная депрессия обусловлена переходом рецессивных генов в гомозиготное состояние и проявляется у ржи практически по всем признакам продуктивности [2].

В настоящее время селекция гибридной ржи включена в селекционные программы большинства научных учреждений европейских стран. Возможность использования цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) для получения гетерозисных гибридов появилась с открытием источников ЦМС: R(G)-типа и Р-типа. Созданные в последние годы гибриды F₁ озимой ржи убедительно показывают преимущество гибридной ржи в реализации генетического потенциала продуктивности ржаного растения посредством использования гетерозиса. Превышение по урожайности современных гибридов ржи над традиционными популяционными сортами достигает 15-20% [3]. По продуктивности и другим полезным признакам гибриды превышают сорта-популяции за счет гетерозиса при скрещивании инцухт-линий. Гетерозисные гибриды обладают более высоким генетическим потенциалом адаптивности, устойчивости к болезням, качества зерна и стабильной урожайности. Рядом исследователей