

ОСОБЕННОСТИ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА ОЗИМОЙ РЖИ

М. А. Timina, V. D. Kobylansky,
L. K. Butkovskaya

THE FEATURES OF PRIMARY SEED PRODUCTION OF WINTER RYE

Тумина Марина Александровна – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела селекции Красноярского НИИ сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: marina3912@mail.ru

Кобылянский Владимир Дмитриевич – д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. отдела генетических ресурсов овса, ржи, ячменя Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, г. Санкт-Петербург.

E-mail: v.kobylansky@vir.nw.ru

Бутковская Лидия Кузьминична – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела селекции Красноярского НИИ сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: Lidabut16@yandex.ru

Timina Marina Alexandrovna – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Selection Department, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – Separate Division FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk.

E-mail: marina3912@mail.ru

Kobylansky Vladimir Dmitrievich – Dr. Biol. Sci., Prof., Chief Staff Scientist, Department of Genetic Resources of Oats, Rye, Barley, Federal Research Center, N. I. Vavilov All-Russia Institute of Genetic Resources of Plants, St. Petersburg.

E-mail: v.kobylansky@vir.nw.ru

Butkovskaya Lidiya Kuzminichna – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Selection Department, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – Separate Division FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk.

E-mail: Lidabut16@yandex.ru

Цель исследования – на основе анализа существующих методов первичного семеноводства озимой ржи представить схему получения семян элиты, обеспечивающую ускоренное размножение низкопентозановых сортов при полном сохранении нового ценного признака. Семеноводческая работа с популяционными сортами озимой ржи является довольно сложным процессом, ее необходимо вести только в учреждениях – оригинаторах сорта под постоянным контролем селекционеров. Для сохранения в процессе семеноводства ценного признака низкого содержания водорастворимых пентозанов в зерне наиболее эффективным является метод парных скрещиваний с использованием индикаторных колосьев. Метод разработан с учетом самонесовместимости, перекрестного опыления растений ржи и рецессивного типа наследования признака низкого содержания водорастворимых пентозанов, а также морфологических особенностей низкопентозановых зерновок. Первичное семеноводство основано на отборе элитных

пар взаимно переопыленных растений, каждое из которых должно характеризоваться низким содержанием водорастворимых пентозанов. Для ускоренного получения семян элиты, сокращения сроков перехода на посев нового сорта после его включения в Госреестр целесообразно параллельно использовать метод генетического резерва. После передачи сорта в государственное испытание необходимо сформировать фонд генетического резерва. Это позволит к моменту включения сорта в Госреестр получить суперэлиту. Резервные семена следует использовать еще в течение двух лет. Возобновление фонда генетического резерва вести методом парных скрещиваний с использованием индикаторных колосьев. После второго года государственного испытания провести парные скрещивания, полученными семенами заложить питомник испытания потомств элитных пар, затем питомники размножения первого и второго года. Из семян питомника размножения второго года сформировать резервный фонд второго поколения,

который затем использовать для получения суперэлиты и элиты.

Ключевые слова: озимая рожь, низкопентозановые сорта, первичное семеноводство, отбор, питомник, семена.

The purpose of the research was to submit the scheme of receiving elite seeds providing accelerated reproduction of low-pentosan varieties at full preservation of a new valuable sign on the basis of the analysis of existing methods of winter rye primary seed farming. Seed-growing work with population varieties of winter rye is rather complicated process; it must be carried out only in institutions-originateurs of the variety under the selectors' constant supervision. In order to preserve valuable trait of low water-soluble pentosans in the grain during seed production, the method of pair crosses using indicator spikes is the most effective one. The method was developed taking into account self-incompatibility, cross-pollination of plants of rye and recessive type of inheritance of the sign of low maintenance of water-soluble pentozan, and also morphological features of low-pentosan in the grain. Primary seed farming was based on the selection of elite couples of mutually repollinated plants, each of which had to be characterized by low maintenance of water-soluble pentozan. In order to accelerate the production of elite seeds and reduce the time required to switch to sowing a new variety after its inclusion in the State Registry, it is advisable to use genetic reserve method in parallel. After the transfer of the variety to the state test, it is necessary to form a genetic reserve fund. It would allow receiving superelite by the time of inclusion of the variety in the State Registry. Reserve seeds should be used within two years. The renewal of genetic reserve fund should be carried out by the method of pair crosses using indicator spikes. After the second year of the state test, pair crosses are to be conducted, the seeds are to be laid to the nursery for testing offspring of elite pairs, then to the selection nurseries of the first and second years. From the seeds of reproduction nursery of the second year to form a reserve fund of the second generation, which then can be used to obtain superelite and elite varieties.

Keywords: winter rye, low pentosan varieties, primary seed production, selection, nursery, seeds.

Введение. Озимая рожь – культура, хорошо приспособленная к условиям Красноярского края

и имеющая важное агротехническое значение. Площади под озимой рожью в крае ничтожно малы и не превышают 1–2 % в составе зерновых. Это во многом обусловлено сложностями селекционной и семеноводческой работы с данной культурой. Перекрестный тип опыления ржи препятствует сохранению сортовых особенностей в процессе семеноводства. Это связано не только с необходимостью пространственной изоляции при возделывании на семена разных сортов. Сорта ржи представляют собой динамичные популяции, в которых направления искусственного и естественного отборов могут не совпадать, что неизбежно ведет к сложностям в семеноводческой работе [1–3]. Усилия селекционеров направлены на создание сортов озимой ржи, сочетающих продуктивность и высокие адаптационные свойства с короткостебельностью и крупнозерностью. Эти свойства должны сохраняться в процессе семеноводства. В отношении адаптационных свойств направления искусственного и естественного отборов совпадают, в отношении короткостебельности и крупнозерности – противоположны. Под давлением естественного отбора в популяции накапливаются высокорослые мелкозерные растения, что обеспечивает лучшее переопыление и больший коэффициент размножения. В итоге многие ценные свойства сорта изменяются в худшую сторону. Сохранить тип сорта популяции в процессе семеноводства можно только постоянным целенаправленным отбором.

Таким образом, семеноводческая работа с популяционными сортами озимой ржи является довольно сложным процессом и требует не только знаний методов первичного семеноводства, но и особенностей культуры ржи и возделываемого сорта. При работе с озимой рожью селекция и семеноводство связаны очень тесно, граница между ними практически отсутствует. Поэтому первичное семеноводство данной культуры желательнее вести в учреждениях – оригинаторах сорта под постоянным контролем селекционеров.

В зависимости от биологии сорта, условий выращивания, необходимости ускоренного размножения сорта, потребности в семенах элиты могут быть использованы различные методы первичного семеноводства. Конкретные рекомендации, включающие перечень способов сохранения чистоты и ценных свойств, и исполь-

зуемые методы разрабатывают учреждения – оригинаторы с учетом особенностей культуры и сорта, по которому планируется ведение семеноводства [4].

Красноярским НИИСХ совместно с Федеральным исследовательским центром Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова ведется работа по созданию сортов озимой ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов (ВРП), что делает их пригодными для зернофуражного использования [5]. С 2018 г. в Государственный реестр включен сорт Красноярская универсальная, в 2019 г. на Государственное испытание передан сорт Арга (селекционный номер 51/14).

Цель исследования: на основе анализа существующих методов первичного семеноводства озимой ржи предложить схему получения семян элиты, обеспечивающую ускоренное размножение низкопентозановых сортов при полном сохранении нового ценного признака.

Результаты исследования. В связи с перекрестным типом опыления методология селекции и семеноводства озимой ржи включает большое число вариантов (массовый и индивидуально-семейный отбор, метод половинок, метод генетического резерва, парные скрещивания).

Массовый отбор. При использовании этого метода отбора семена лучших растений объединяют с удалением мелких зерен путем просеивания на сите и закладывают ими питомник размножения. Схема выращивания семян элиты включает следующие звенья: питомники размножения первого и второго года, суперэлита, элита. Массовый отбор применяется для ускоренного размножения новых перспективных и дефицитных сортов. Основным преимуществом метода является его техническая простота и экономичность. Массовый отбор позволяет получать семена элиты с высокими урожайными свойствами [6], но не обеспечивает полного сохранения чистосортности. Основной недостаток метода – невозможность проверки отбираемых генотипов по их потомствам.

Индивидуально-семейный отбор. Данный метод отбора основан на индивидуальном отборе лучших растений, каждое из которых отдельно испытывают по потомству в течение двух лет. Семена элитных растений высевают по семьям (питомник испытания потомств первого года). Лучшие семьи убирают и обмолачи-

вают отдельно и используют для посева питомника испытания потомств второго года. Семена лучших потомств объединяют и пересевают в питомниках размножения первого и второго года, затем на суперэлилу и элилу.

Основной недостаток метода состоит в том, что семена на лучших семьях образуются от переопыления со всеми номерами питомника, в том числе и худшими, так как провести выбраковку до цветения худших форм по ряду признаков (например по продуктивности) невозможно.

Метод половинок. Отбор по методу половинок позволяет осуществлять более полный контроль над опылением. Суть метода заключается в том, что часть семян каждого элитного растения высевают для испытания потомства, а оставшиеся семена оставляют в резерве.

При использовании метода половинок получение семян элиты ведется по схеме: питомник отбора, питомники испытания потомств первого и второго года, питомник размножения, суперэлита, элита [4].

Из урожая каждого элитного растения отсчитывают по 100 семян и высевают их в питомнике испытания потомств первого года, остальные оставляют в резерве. В питомнике испытания потомств второго года сеют семена из хранившегося запаса тех растений, которые выделены как лучшие в питомнике испытания потомств первого года. В поле до цветения проводят браковку семей с нежелательными признаками. Оставшиеся лучшие семьи убирают вместе, очищают и сортируют семена, отбирая полновесные. Объединенный урожай идет на посев питомника размножения.

Использование метода половинок позволяет контролировать генотип не только по материнской, но и по отцовской линии. Для более полного контроля над опылением используется усовершенствованный вариант метода половинок – *метод парных скрещиваний*. В селекции и семеноводстве озимой ржи этот метод впервые применил польский исследователь Т. Вольский [7]. В этом варианте используется изолированное размножение растений под изоляторами после проведения первого цикла отбора. В первый год в питомнике парных скрещиваний визуально отбирают лучшие растения. Перед цветением на два растения надевают изолятор, под которым происходит взаимное переопыление. Семена от потомства каждой пары смешивают

вают и далее ведут испытания по методу половинок. Метод половинок, особенно с использованием парных скрещиваний, очень трудоемок и вместе с тем при систематическом использовании может привести к значительному изменению популяции [8]. Метод половинок успешно используется в системе улучшающего семеноводства с проведением внутрисортных отборов и созданием более совершенных по тем или иным признакам сортов [9]. В первичном семеноводстве метод может быть использован в том случае, если необходимо улучшить популяцию по тому или иному признаку.

Метод парных скрещиваний с использованием индикаторных колосьев. Разработан в Федеральном исследовательском центре Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова для получения семян элиты низкопентозановых сортов озимой ржи.

Низкопентозановые зерновки имеют определенные морфологические особенности. Их оболочки более тонкие, гладкие, прозрачные, стекловидноподобные. Анализ зерна из урожая растений, отобранных визуальным способом по признаку тонкопестротности зерновок, показал высокое совпадение анатомо-морфологических параметров с оценкой современными биохимическими методами [10]. Это позволяет проводить визуальный отбор низкопентозановых зерновок и растений.

Методика разработана с учетом самонесовместимости, перекрестного опыления растений ржи и рецессивного типа наследования признака низкого содержания ВРП. Первичное семеноводство основано на отборе элитных пар взаимно переопыленных растений, каждое из которых должно характеризоваться низким содержанием ВРП.

В посеве элиты или суперэлиты отбирают 500 колосьев. Зерно лучших колосьев при помощи специального приспособления оценивают по показателям толщины и прозрачности оболочки зерна. Оставшееся после браковки зерно ссыпают и используют для посева питомника парных переопылений. На следующий год весной в начале отрастания ржи в питомнике парных переопылений проводят выбраковку растений с нежелательными признаками. После колосшения намечают растения для пар. От обоих растений пары отгибают в сторону по одному колососносному стеблю, а остальные помещают под общий изолятор. Если оба свободно опы-

ленных (индикаторных) колоса пары имеют тонкопестротные зерна, это значит, что пара пригодна для посева. Семена каждой пары изучают в питомнике испытания потомств элитных пар. В питомнике удаляют деланки с растениями, не отвечающими требованиям семеноводства. Семена с лучших деланок объединяют для закладки питомников размножения.

Методика достаточно трудоемкая, но позволяет отобрать потомства, не расщепляющиеся по признаку низкопентозановости зерна.

Метод генетического резерва позволяет сохранить положительные признаки популяционных сортов путем ограничения числа генераций. В год признания сорта перспективным создается резервный фонд семян наивысшей репродукции. Семена резервного фонда хранят в инертной среде и используют в течение 3–4 лет. Если не происходит сортосмена, то после израсходования резервного фонда его возобновляют путем отборов и документируют как резервный фонд второго поколения [4]. Метод доступен, позволяет поддерживать исходное качественное состояние сорта и обеспечивает производственные посева генетически полноценными семенами.

Схема первичного семеноводства должна обеспечивать ускоренное производство семян элиты при полном сохранении типа сорта. В отечественной практике первичного семеноводства прослеживаются две тенденции [6]. В соответствии с одной из них с целью сохранения положительных свойств сорта предлагается использовать сложные схемы, вести систематический отбор лучших растений и длительное испытание потомств. С другой стороны, наблюдается стремление заменить трудоемкие приемы семеноводческой работы более упрощенными. Считают, что систематический внутрисортный отбор лучших по продуктивности растений ведет к изменению первоначальной структуры сорта и снижению его адаптивных возможностей [11, 12].

В первичном семеноводстве низкопентозановых сортов ржи для сокращения сроков получения элиты и сохранения нового ценного признака наиболее целесообразным представляется одновременное применение метода генетического резерва и метода парных скрещиваний с использованием индикаторных колосьев (табл.).

Схема первичного семеноводства низкопентозановых сортов озимой ржи

Год	Государственное сортоиспытание	Фонд генетического резерва первого поколения	Возобновление фонда генетического резерва
1	Признание сорта перспективным	Посев питомника «селекционное размножение нерайонированного сорта»	–
2	Результаты испытания первого года	Урожай репродукции «селекционное размножение нерайонированного сорта»	Проведение отборов посев питомника парных скрещиваний
3	Результаты испытания второго года	Посев суперэлиты	Проведение парных скрещиваний, посев потомств элитных пар
4	Включение в Госреестр	Урожай суперэлиты	Урожай питомника потомств элитных пар, посев питомника размножения первого года
5	–	Урожай суперэлиты	Урожай питомника размножения первого года, посев питомника размножения второго года
6	–	Урожай суперэлиты	Урожай питомника размножения второго года, посев суперэлиты
7	–	–	Урожай суперэлиты

В год признания сорта перспективным необходимо посеять питомник селекционного размножения. Из полученных семян сформировать фонд генетического резерва. Если первый год Государственного испытания дал положительные результаты, часть семян оставить в резерве, остальные посеять. Это позволит к моменту включения сорта в Госреестр получить суперэлиты. Резервные семена использовать еще в течение двух лет.

Возобновление фонда генетического резерва вести методом парных скрещиваний с использованием индикаторных колосьев.

В посеве питомника «селекционное размножение нерайонированного сорта» провести отборы и посеять питомник парных скрещиваний. На следующий год провести парные скрещивания, полученными семенами заложить питомник испытания потомств элитных пар, затем питомники размножения первого и второго года. Из семян питомника размножения второго года сформировать резервный фонд второго поколения, который затем использовать для получения суперэлиты и элиты.

Выводы. В первичном семеноводстве низкопентозановых сортов ржи наиболее целесообразно параллельно применять метод генетического резерва и метод парных скрещиваний с использованием индикаторных колосьев.

Литература

1. Кильчевский А.В. Экологическая организация селекционного процесса // Генетические основы селекции. Уфа, 2008. С. 70–86.
2. The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective / S.A. Levin, H. C. Muller-Landau, R. Nathan, etc. // Annu. Rev. Ecol. Syst. 2003. Vol. 34. Pp. 575–604.
3. Ruiln G, Qiufang Wu, Yafei L. Single-plant similarity-difference selection in wheat breeding // Advance Journal of Food Science and Technology. 2013. Vol. 5. № 11. Pp. 1413–1417.
4. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур / под ред. В.С. Шевелухи. М., 1990. 39 с.
5. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Тимина М.А. и др. Селекция озимой ржи на каче-

- ство зерна в условиях Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2017. № 5. С. 8–14.
6. Гуляев Г.В., Большаков Н.В. О методах и приемах сохранения типа сорта в первичном семеноводстве // Селекция и семеноводство. 1990. № 6. С. 40–44.
 7. Wolski T. Metody hodowli zyta // In *Biologia Zyta / Pod red. Cz. Tarkowskiego*. Warszawa, 1983. S. 186–247.
 8. Тороп А.А., Александров Е.В., Тороп Е.А. О семеноводстве сортов-популяций перекрестноопыляющихся культур // *Зерновое хозяйство России*. 2010. № 4. С. 62–65.
 9. Саввичева И.К., Драганская М.Г., Лищенко Ю.П. и др. Система улучшающего семеноводства на примере озимой ржи // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30, № 8. С. 62–64.
 10. Delcour J.A., Vanhamel S., De Geest C. Physico-chemical and functional properties of rye non-starch polysaccharides. I. Colorimetric analysis of pentosans and their relative monosaccharide compositions in fractionated (milled) rye products // *Cereal Chem*. 1989. 66. № 2. P. 107–111.
 11. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat / J.J. Wiersma, R.H. Busch, G.G. Fulcher, etc. // *Crop Sc*. 2001. Vol. 41. № 4. Pp. 999–1005.
 12. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (экологические основы). Кишинев: Штиинца, 1988. 766 с.
 3. *Ruiln G, Qiufang Wu, Yafei L*. Single-plant similarity-difference selection in wheat breeding // *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2013. Vol. 5. № 11. Rp. 1413–1417.
 4. Metodicheskie rekomendacii po proizvodstvu semjan jelity zernovyh, zernobobovyh i krupjanyh kul'tur / pod red. V.S. Sheveluhi. M., 1990. 39 s.
 5. *Kobyljanskij V.D., Soloduhina O.V., Timina M.A.* i dr. Selekcija ozimoj rzhi na kachestvo zema v uslovijah Krasnojarskogo kraja // *Vestnik KrasGAU*. 2017. № 5. S. 8–14.
 6. *Guljaev G.V., Bol'shakov N.V.* O metodah i priemah sohraneniya tipa sorta v pervichnom semenovodstve // *Selekcija i semenovodstvo*. 1990. № 6. S. 40–44.
 7. *Wolski T*. Metody hodowli zyta // In *Biologia Zyta / Pod red. Cz. Tarkowskiego*. Warszawa, 1983. S. 186–247.
 8. *Torop A.A., Aleksandrov E.V., Torop E.A.* O semenovodstve sortov-populjacij perekrestnoopyljajushhihsja kul'tur // *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2010. № 4. S. 62–65.
 9. *Savvicheva I.K., Draganskaja M.G., Lishhenko Ju.P.* i dr. Sistema uluchshajushhego semenovodstva na primere ozimoj rzhi // *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2016. Т. 30, № 8. S. 62–64.
 10. *Delcour J.A., Vanhamel S., De Geest C*. Physico-chemical and functional properties of rye non-starch polysaccharides. I. Colorimetric analysis of pentosans and their relative monosaccharide compositions in fractionated (milled) rye products // *Cereal Chem*. 1989. 66. № 2. P. 107–111.
 11. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat / J.J. Wiersma, R.H. Busch, G.G. Fulcher, etc. // *Crop Sc*. 2001. Vol. 41. № 4. Pp. 999–1005.
 12. *Zhuchenko A.A.* Adaptivnyj potencial kul'turnyh rastenij (jekologicheskie osnovy). Kishinev: Shtiinca, 1988. 766 s.

Literatura

1. *Kil'chevskij A.V.* Jekologicheskaja organizacija selekcionnogo processa // *Geneticheskie osnovy selekcii*. Ufa, 2008. S. 70–86.
2. The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective / S.A. Levin, H. C. Muller-Landau, R. Nathan, etc. // *Annu. Rev. Ecol. Syst*. 2003. Vol. 34. Rp. 575–604.
11. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat / J.J. Wiersma, R.H. Busch, G.G. Fulcher, etc. // *Crop Sc*. 2001. Vol. 41. № 4. Pp. 999–1005.
12. *Zhuchenko A.A.* Adaptivnyj potencial kul'turnyh rastenij (jekologicheskie osnovy). Kishinev: Shtiinca, 1988. 766 s.