

УДК 633.171.

НАСЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРИЗНАКОВ ПРОСА ПОСЕВНОГО В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ

Л. Х. Сокурова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Институт сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

Ключевые слова: просо, селекция, гибриды, наследование, изменчивость, признаки, свойства, потомство, скрещивания, продуктивность, сорт.

Реферат. Объектом исследований являются сорта проса Чегет и Эльбрус 10 селекции института и 25 гибридов первого – четвёртого поколений. В процессе работы проводились скрещивания с искусственной кастрацией и принудительным опылением с последующим индивидуальным, а затем и индивидуально-семейственным отбором, а также насыщающие скрещивания с целью усиления определённого признака в сорте. В питомник скрещивания были включены доноры крупнозёрности, скороспелости, различных форм метёлки и её продуктивности, устойчивости к неблагоприятным факторам среды (жара, засуха и т. д.). Скрещивания проводились водным способом искусственного скрещивания проса по методу И. В. Яшовского, который позволяет упростить процесс скрещивания, значительно повышает производительность труда и выход истинных гибридов. От опыления 4790 цветков специально подобранных родительских форм и конструирования сортов с определёнными заранее намеченными признаками получено 1210 гибридных семян, кастрация проведена на 40 комбинациях скрещиваний. Завязывание семян в среднем составило 25%. Наблюдениями в течение ряда лет определено, что в жаркую солнечную погоду цветение проса проходит быстрее, оно цветёт с широко открытыми цветками и обильно пылящими пыльниками, в пасмурную погоду цветение идёт медленно со слабо раскрытыми цветками. В течение вегетации наблюдали за динамикой роста растений, отмечали наступление фаз, этапов органогенеза и в конце вегетации проводили учёт урожая.

INVESTIGATION OF THE INHERITANCE OF SOME FEATURES OF MILLET SEED IN CONNECTION WITH THE SELECTION ON PRODUCTIVITY

L. Kh. Sokurova, candidate of agricultural sciences, research associate

FSBSI, Institute of Agriculture, Kabardino-Balkarian Scientific Center, Russian Academy of Sciences

Key words: millet, selection, hybrids, inheritance, variability, signs, properties, offspring, crosses, productivity, variety.

Abstract. The object of research is 25 hybrids of millet of the first, second, third and fourth generations of sorts of millet Cheget and Elbrus of the tenth selection of the Institute. In the process of work it was carried out crossings with artificial castration and forced pollination followed by individual, and then individual-family selection, as well as saturating crosses in order to strengthen a certain feature in the variety. In the nursery garden it was included donors of coarse grain, early maturity, various forms of the broom and its productivity, resistance to unfavorable environmental factors (heat, drought, etc.). Crosses were carried out by means of an aqueous method of artificial crossbreeding of millet by the method of I. V. Yashovsky, which allows simplifying the process of crossing, significantly increases the productivity of labor and the output of true hybrids. From the pollination of 4790 flowers of specially selected parental forms and the structure of varieties with predetermined signs, 1210 hybrid seeds were obtained; castration was carried out on 40 combinations of crosses. Seeding of seeds averaged 25%. Observations over a number of years have determined that in hot sunny weather, millet bloom is faster, blossoms with widely open flowers and abundantly dusting anthers, in cloudy weather, the bloom is slow with slightly open flowers. During the period of vegetation it was recorded

the dynamics of plant growth was observed, the phenophases, the stages of organogenesis, and at the end of the vegetation it was carried out registration of harvest.

Повышение продуктивности проса до максимально возможной является главной задачей при возделывании этой культуры. Одним из важных приёмов в повышении урожайности является выведение новых сортов и гибридов, сочетающих высокую продуктивность, экологическую пластичность, устойчивость к болезням, неблагоприятным факторам окружающей среды и обладающих другими ценными свойствами и качествами [1].

Применение гибридизации проса дает возможность, наряду с практическим использованием, вернуть теоретические исследования по изучению закономерностей передачи признаков родителей гибридному потомству с целью правильного подбора родительских пар и получения новых гибридных сортов [2].

Целью исследования является изучение наследования и изменчивости биологических, хозяйственно-ценных и морфологических признаков и свойств в разных поколениях разных гибридов проса при прямых и обратных скрещиваниях.

Понимание особенностей зависимости репродуктивных систем растений от факторов окружающей среды (как абиотических, так и биотических) имеет важное практическое значение. Данная проблема сейчас особенно актуальна, поскольку дальнейшее повышение урожайности сельскохозяйственных культур тесно связано с сохранением полезной энтомофауны в агроэкосистемах. При этом особое внимание уделяется созданию сортов, способных обеспечивать высокую урожайность и в неблагоприятных условиях внешней среды (высокая температура, засуха и т.д.) [3].

В соответствии с целью исследований решались следующие задачи: провести искусственную гибридизацию специально подобранных пар по разным схемам скрещивания (прямые, возвратные, насыщающие и др.) с обязательным использованием в качестве родителей линий, сочетающих повышенную продуктивность с высокими свойствами зерна, обладающих устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессоров.

Научная новизна заключается в получении новых генотипов проса для условий Северного Кавказа, сочетающих высокую урожайность, крупнозерность, устойчивость к полеганию, осыпанию зерна, стресс-факторам среды и т.д. [4].

За счёт селекции удается обеспечить генетическую устойчивость сортов и гибридов к действию экологических стрессоров, сводя до минимума применение пестицидов и избегая загрязнения ими продуктов питания, окружающей среды и т.д. [5].

Основным методом селекционной работы с просом принята гибридизация с индивидуальным отбором из гибридных популяций в ранних поколениях и последующей хозяйственной оценкой линейного материала в селекционных питомниках [6].

В генофонде проса, созданном в институте? имеются источники продуктивности, крупносемянности, хорошей разваримости, различных форм метелки и окраски зерна, отличного качества крупы и устойчивости к абиотическим факторам [7].

Исследования проводились с 25 гибридами первого, второго, третьего и четвертого поколений. Для скрещивания были взяты родительские формы, имеющие маркерные признаки, по которым впоследствии можно определить истинность гибридов (Чегет, Эльбрус 10, Родимое, Быстрое, Саратовское 8, Саратовское 10, Яркое 3, Липецкое 19, Венгрия, Колоритное 22, Ильиновское, Сумская, Линия 7, Квартет, Гибрид, устойчивый к головне, Золотистое, Харьковское, Княжеское, Стахановское, Кабардино-Балкария, Прохладненское местное, Крымская область и т.д.).

Скрещивания проводились водным способом искусственного скрещивания проса по методу И. В. Яшовского, который позволяет упростить процесс скрещивания, значительно повышает производительность труда и выход истинных гибридов.

Опыление проводили путём встряхивания пучка цветущих метёлок отцовской формы над метёлкой с кастрированными цветками. За период исследований (2014–2017 гг.) от опыления 4790 цветков специально подобранных родительских форм и конструирования сортов с определёнными заранее намеченными признаками получено 1210 гибридных семян, кастрация проведена на 40 комбинациях скрещиваний. Завязывание семян в среднем составило около 25%.

Посев гибридов проводился в начале мая по предшественнику озимая пшеница. Семена F_1 - F_4 высаживали вручную на делянках от 1 до 9 м². Рядом с гибридами высевали их родительские формы.

Лучшие семьи четвертого поколения, изучавшиеся в селекционном питомнике, высевали ручными зерновыми сеялками с учётной площадью 10 м² при трёхкратной повторности. Стандарт размещали через 10 номеров.

Гибридные популяции высеваются в зависимости от количества семян. Норма посева в этом питомнике снижается до 10 кг/га. Это позволяет выявить продуктивность каждого растения.

В течение вегетации наблюдали за динамикой роста растений, отмечали наступление фенофаз, этапов органогенеза и в конце вегетации проводили учёт урожая. Устойчивость к полеганию растения и осыпанию зерна определяли глазомерно по девятибалльной системе в фазу хозяйственной спелости.

По элементам продуктивности в F_1 анализировались все растения, в F_2 – по 25 растений каждого гибрида. В третьем-четвёртом поколениях индивидуальному анализу подвергались по 10 растений. У остальных продуктивность определялась путем взвешивания зерна с делянки.

Исследования выполнялись в 2014–2017 гг. на опытном поле Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института сельского хозяйства в степной зоне КБР, которая характеризуется недостаточной увлажненностью. Среднегодовое количество осадков, по многолетним данным, составляет 466 мм, в том числе за вегетационный период – 300–350 мм.

Биология цветения. Наблюдениями в течение ряда лет установлено, что процесс цветения проса зависит от температуры воздуха и интенсивности солнечного освещения.

В зависимости от метеорологических условий года, сорта и типа цветение начиналось на 1–4–6–8-й день после вымётывания и продолжалось 3–8–14–21 день. Колоски на метёлке зацветают постепенно, начиная сверху вниз.

Цветение проса в наших условиях в жаркие солнечные дни обычно начинается в 8.00–9.30 утра при температуре воздуха на высоте расположения метёлок 19–21 °С и заканчивается в 11–12 ч при температуре воздуха 30–40 °С. Наиболее энергичное массовое цветение наблюдается с 10 до 11 ч при температуре воздуха 30–35 °С.

Наблюдениями определено, что в жаркую солнечную погоду цветение проса проходит быстрее, оно цветёт с широко открытыми цветками и обильно пылящими пыльниками; в пасмурную погоду цветение идёт медленно со слабо раскрытыми цветками.

Продуктивность. Одним из направлений селекции является создание высокопродуктивных сортов. Высокий урожай обеспечивается наилучшим развитием основных элементов структуры каждого растения.

Исследования показали, что гибриды F_1 от скрещивания близких по продуктивности сортов (Чегет, Эльбрус 10, Родимое, Квартет, Ильиновское, Быстрое, Саратовское 8, Саратовское 10 и др.) значительно превышали по урожаю зерна с растения родительские формы. Реципрокные гибриды этих сортов по продуктивности были равноценными. Гибриды F_1 сортов, различавшихся по продуктивности, имели значительное превышение (7–53%) над исходными формами по урожаю зерна с растения (таблица).

Использование урожайных сортов в качестве материнских форм даёт возможность получать более продуктивные гибриды, чем в том случае, когда в качестве материнского организма использовались менее продуктивные сорта.

Наибольший эффект гетерозиса по продуктивности был отмечен у гибридных комбинаций от скрещивания форм, резко контрастных по этому признаку и относящихся к разным эколого-географическим группам. Продуктивность гибридов в этом случае была выше, если материнской формой был местный высокоурожайный сорт. В качестве иллюстрации этого положения приведем следующие данные: гибрид F_1 Родимое × Ильиновское с одного растения дал урожай 28,5 г, гибрид от обратного скрещивания – 20,9 г.

В пределах F_1 гибридных комбинаций растения по продуктивности мало различались между собой.

Во втором поколении продуктивность потомств была несколько ниже, чем в первом, вследствие расширения и появления растений, приближавшихся по урожайности к менее продуктивным родительским формам. Так, в 2015 г. у гибридов F_2 от скрещивания сорта Чегет с сортами Быстрое и линией (Иммунное 366 × Долинское) урожай семян на одно растение был ниже высокоурожайного родителя

на 6–25%. Наибольшая изменчивость по продуктивности растений была отмечена у гибридов F₂ скрещиваний высокопродуктивного сорта Чегет с линией (Мультилинейное × Запорожье). Здесь основная масса растений по урожаю семян занимала промежуточное положение, однако часть из них заходила за крайние пределы родительских сортов. Следует подчеркнуть, что и в F₂ проявляется влияние материнского организма на наследование гибридами свойства продуктивности, особенно в скрещиваниях наиболее контрастных сортов и форм. Так, например, в 2015 г. у гибрида F₂ Чегет × (Мультилинейное × Запорожье) урожай с одного растения составил 27,5 г, у гибрида от обратного скрещивания – 16,7 г при НСР 2,7 г.

Генотипы проса, выделенные в контрольном питомнике в 2017 г.

Сорта, линии	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта, г/м ²	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с метёлки, г	Число зерен в метёлке, шт	Высота растения, см	Длина метелки, см	Полетание, баллов	Осыпаемость, баллов
Чегет (St)	17,0	–	7,3	3,2	450	98,2	20,0	9	9
[(Орл. 777 × 1054 Крупное) × Пр. ул.]	25,2	+8,2	7,9	5,0	633	91,2	23,0	9	9
Княжеское × Чегет	24,7	+7,7	7,4	4,2	567	96,0	29,0	9	9
Омская × Оренбургская	25,0	+8,0	8,6	5,0	580	89,0	28,2	9	9
Родимое × Ильиновское	22,5	+5,5	8,0	4,4	550	87,0	17,8	9	9
Быстрое × Чегет	23,6	+6,6	7,8	4,6	590	77,6	16,6	9	9
Ильиновское × Родимое	24,0	+7,0	8,4	4,2	505	85,0	21,4	9	9
Эльбрус 10 × Запорожье	25,5	+8,5	8,4	5,6	761	79,4	18,8	9	9
[(Линия 83 × 7874 Харьк. обл.) × Родимое]	24,2	+7,2	7,6	3,8	500	87,6	21,2	9	8
[(Италия × Абхазия) × Эльбрус 10]	24,0	+7,0	8,0	3,8	478	100,8	25,0	8	8
НУР × Родимое	25,3	+8,3	8,8	4,8	545	103,4	24,0	9	8
[(Орл. 777 × 1054 Крупное) × Чегет]	25,0	+8,0	9,3	5,0	537	103,3	24,0	9	9
Чегет × Быстрое	25,2	+8,2	8,5	5,2	612	92,0	21,0	9	9
НСР ₀₅	2,2								

Гибридные семьи F₃ по продуктивности растений были разными. Основная масса их по урожаю зерна занимала промежуточное положение между родительскими формами. Однако значительное количество семей по этому показателю выходило за крайние пределы родителей. Например, в реципрокных скрещиваниях сортов Родимое × Ильиновское в F₃ было 8,5–19,7% семей, превышающих по урожаю зерна высокопродуктивный сорт Ильиновское. В пределах семей F₃ еще наблюдается неоднородность растений по продуктивности, особенно в скрещиваниях сортов, относящихся к различным эколого-географическим группам. Поэтому для создания выравненного и высокопродуктивного потомства необходимо в гибридах проводить многократные индивидуальные отборы.

Наиболее константные по форме метёлки и продуктивности растений семьи F₄ в 2017 г. испытывались в контрольном питомнике. Из 25 линий по урожайности вошли в первую группу 12 номеров проса. Урожайность по выделившимся линиям составляет 22,5–25,5 ц/га, что выше стандарта Чегет на 5,5–8,5 ц/га (см. таблицу).

Число зёрен в метёлке. Для изучения наследования признака использовались те же образцы. Сложность отбора высокоозерненных форм заключается не только в том, что это доминантный признак, но и в его взаимосвязи с большинством показателей, определяющих продуктивность, а также изменчивостью под действием условий среды.

В наших исследованиях наследование количества зёрен в метёлке у гибридов F₁ представляло все типы – от депрессии до сверхдоминирования. У большинства гибридов более характерным для насле-

дования этого признака являлось проявление гетерозиса или сверхдоминирование более озерненного родителя.

Наибольший эффект сверхдоминирования выявлен у гибридов Эльбрус 10 × Запорожье, (Орловское 777 × 1054 Крупное) × Прохладненское улучшенное, Чегет × Быстрое.

Промежуточное наследование отмечалось у гибридов (Италия × Абхазия) × Эльбрус 10, Дагестан × Ставропольский край, Княжеское × Чегет, Воронежское × Харьковское, Эльбрус 10 × Ставропольский край, Саратовское × Владимирская область, Родимое × Мексика.

Частичное доминирование родителя с меньшим количеством зёрен в метёлке установлено у гибридов Колоритное × 927 Новосибирская область, Сумская × 8479 Родина.

Если рассматривать каждый конкретный случай, то можно сделать вывод, что тип наследования озерненности метёлки зависит от генотипических особенностей родительских форм и их сочетания в отдельно взятом гибриде.

При изучении наследования морфологических и хозяйственно-ценных признаков у гибридов F_1 мы наблюдали гетерозис, полное и частичное доминирование лучшего родителя, частичное или полное доминирование худшего родителя, промежуточное наследование признака и в некоторых случаях – депрессию.

Из 25 изученных нами гибридов F_1 наибольший эффект гетерозиса по изучаемым признакам выявлен у гибридов, родительские формы которых имели равное выражение признака или различия их были незначительны.

Наименьший эффект гетерозиса отмечен в тех комбинациях, где родительские формы имели наибольшее различие по данным признакам.

Среди изучаемых признаков по элементам продуктивности такой тип наследования, как сверхдоминирование, у гибридов встречался наиболее часто, что говорит о хорошей перспективе этих комбинаций в селекции на продуктивность.

По числу зёрен в метёлке выделившиеся линии превышали стандартный сорт Чегет на 28–311 шт.

Превышение над стандартом по массе зерна с метёлки составило 1,2–2,0 г. Наибольшей массой зерна с метёлки обладали генотипы [(Орловское 777 × 1054 Крупное) × Прохладненское улучшенное], Чегет × Быстрое, Омское 5 × Оренбургское 42, [(Орловское 777 × 1054 Крупное) × Чегет] и др.

По высоте растений выделившиеся генотипы варьировали в пределах 80–101 см. Среднеарифметическое значение длины метелки у этих форм равно 23,7 см.

Это означает, что выделившиеся генотипы находятся в пределах зоны оптимума по высоте растений и длине метёлки, при котором достигается наибольшая урожайность.

За период исследований у изучаемых линий полегаемости не наблюдалось.

Незначительное осыпание зерна было отмечено на некоторых из них: [(Италия × 2445 Абхазия) × Эльбрус 10], [(10094 Линия × 7874 Харьковская обл.) × Родимое], 10284 НУР × Родимое и др.

Масса 1000 зерен. В F_2 из гибридных комбинаций были отобраны семьи с различной крупностью зерна.

В различных комбинациях от гибридов с мелким зерном в потомстве преобладали, как правило, мелкие и средние формы (от 5,0 до 6,5 г), однако появились и более крупнозерные формы (масса 1000 зерен от 7,4 до 9,3 г)

Наибольшее количество крупнозёрных форм отмечено в семьях тех комбинаций, в которых родительские пары имели крупное зерно Омское 5 × Оренбургское 42, НУР × Родимое, Эльбрус 10 × Запорожье, (Орловское 777 × 1054 Крупное) × Чегет и др., превышение над стандартом Чегет (масса 7,3 г) составляет 0,2–2,0 г.

Таким образом, в процессе внутривидовой гибридизации проса посевного роль прямых и реципрокных скрещиваний, как и показатель завязываемости гибридных зерен, определяется генотипическими особенностями родительской формы в каждом конкретном случае и зависит от комбинаций скрещивания.

Сочетание в одном сорте крупного зерна и высокой продуктивности – очень сложная задача. Решение её в современных условиях невозможно без селекционно-генетических исследований. Нужен тщательный анализ гибридов первого-третьего поколений, позволяющей выявить тип наследования

качественных и количественных признаков, влияющих на формирование размеров зерна и продуктивности растений в целом.

Отобранные крупнозёрные продуктивные генотипы рекомендуются для дальнейшего изучения в КСИ и передачи в государственное сортоиспытание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сокурова Л. Х. Исходный материал для селекции проса на высокую продуктивность в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии // Вестн. Орёл ГАУ. – 2013. – № 3. – С. 47–51.
2. Ильин В. А. Повышение продуктивности сортов проса // Селекция, семеноводство и технология возделывания проса на Юго-Востоке. – Саратов, 1981. – С. 11–18.
3. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. – М.: Агрорус, 2009. – С. 491–495.
4. Сокурова Л. Х. Устойчивые к биотическим факторам сорта проса – основа экологически безопасных технологий его возделывания // Междунар. науч. исследования. – 2010. – № 2. – С. 78–81.
5. Nelson S. A. Yield variability in proso millet due to plot size // Agron. J. – 1983. – Vol. 73. – P. 23–25.
6. Wilson R. S., Burton R. S. Feeding and oviposition of selected insect pests on proso millet cultivars // J. of Economic Entomology. – 1980. – Vol. 73, N 6. – P. 817–819.
7. Сокурова Л. Х. Поиск источников ценных признаков в генофонде проса из коллекции ВИР // Роль генетических ресурсов и селекционных достижений в обеспечении динамичного развития сельскохозяйственного производства. – Орёл: ПФ «Картуш», 2009. – С. 148–152.

REFERENCES

1. Sokurova L. H. Ishodnyiy material dlya seleksii prosa na vyisokuyu produktivnost v usloviyah stepnoy zonyi Kabardino-Balkarii // Vestn. OrYol GAU. – 2013. N 3 S. 47–51.
2. Ilin V. A. Povyishenie produktivnosti sortov prosa // Seleksiya, semenovodstvo i tehnologiya vzdelyvaniya prosa na Yugo-Vostoke – Saratov, 1981. – S. 11–18.
3. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rastenievodstvo. – M.: Agrorus, 2009. – S. 491–495.
4. Sokurova L. H. Ustoychivyye k bioticheskim faktoram sorta prosa – osnova ekologicheski bezopasnyih tehnologiy ego vzdelyvaniya. // Mezhdunar. nauch. issledovaniya. – 2010. – N 2. – S. 78–81.
5. Nelson S. A. Yield variability in proso millet due to plot size // Agron J. – 1983. – Vol. 73. – P. 23–25.
6. Wilson R. S., Burton R. S. Feeding and oviposition of selected insect pests on proso millet cultivars // J. of Economic Entomology. – 1980. Vol. 73, N 6. – P. 817–819.
7. Sokurova L. H. Poisk istochnikov tsennyih priznakov v genofonde prosa iz kollektсии VIR // Rol geneticheskikh resursov i selektsionnyih dostizheniy v obespechenii dinamichnogo razvitiya selskohozyaystvennogo proizvodstva. – OrYol: PF «Kartush», 2009. – S. 148–152.