

**РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА
НА САМОФЕРТИЛЬНОСТЬ В ДВУХ ЦИКЛАХ РЕКУРРЕНТНОГО ОТБОРА****RESULTS OF SUNFLOWER SELECTION FOR SELF-FERTILITY
IN TWO CYCLES OF RECURRENT SELECTION**

Ключевые слова: селекция, сорт, самоопыленные потомства, самоопыление, подсолнечник, самофертильность, отбор.

Самофертильность является важным селекционным признаком подсолнечника. У сортов, склонных к самонесовместимости при малой численности насекомых опылителей или при низкой их активности, увеличивается пустозерность, что приводит к снижению продуктивности посевов. Создание сортов подсолнечника с высокой способностью завязывать семена в неблагоприятных условиях является одним из перспективных направлений в селекции данной культуры. Изучали эффективность отбора самоопыленных линий на самофертильность в двух циклах рекуррентной селекции. опыты проводили в 2015-2021 гг. на полях лаборатории селекции и семеноводства Кулундинской СХОС ФГБНУ ФАНЦА. Объектами исследований служили самоопыленные линии 1-3-го поколений инцухта, полученные на основе сортов Баловень, Алтай и Кулундинский 1, и 1-2-го поколений 2-го цикла рекуррентного отбора в условиях Кулундинской степи Алтайского края. Результаты опытов показали, что источники исходного материала обладали самофертильностью на уровне 8,9%, от 4,8% у сорта Алтай до 16,4% у сорта Кулундинский 1. Различная способность к самооплодотворению как источников исходного материала, так и отдельных биотипов позволяет проводить отбор по данному признаку. К концу первого цикла средняя самофертильность всех линий увеличилась до 17,5%. При самоопылении потомств индивидуального отбора в начале второго цикла, после скрещивания инбредных линий и отбора лучших гибридных растений по комплексу хозяйственно-ценных признаков при свободном цветении, наблюдали такую же способность к самооплодотворению как и в конце первого – 15,6%. Даль-

нейшее самоопыление и отбор привели к ее увеличению до 30,5%.

Keywords: selective breeding, variety, self-pollinated progeny, self-pollination, sunflower, self-fertility, selection.

Self-fertility is an important breeding feature of sunflower. In the varieties exhibiting self-incompatibility with a small number of pollinating insects or with their low activity, the amount of empty seeds increases leading to decreased crop productivity. The development of sunflower varieties with a high ability to set seeds under unfavorable conditions is one of the promising directions in sunflower breeding. The efficiency of selection of self-pollinated lines for self-fertility in two cycles of recurrent selection was studied. The experiments were carried out from 2015 through 2021 in the fields of the Laboratory of Plant Breeding and Seed Production of the Kulundinskaya Agricultural Experiment Station of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies. The research targets were self-pollinated lines of the 1st through 3rd inbreeding generations obtained from the varieties Baloven, Altai and Kulundinskiy 1; and the 1st and 2nd generations of the second cycle of recurrent selection under the conditions of the Kulundinskaya steppe of the Altai Region. The results showed that the source material had self-fertility at the level of 8.9% - from 4.8% in the variety Altai to 16% in the variety Kulundinskiy 1. The different ability to self-fertilize both in the source material and individual biotypes allows selecting on this basis. By the end of the first cycle, the average self-fertility of all lines increased to 17.5%. During self-pollination of the progeny of individual selection of the best hybrid plants according to the complex of economic traits in free flowering, the same ability to self-fertilize was observed as at the end of the first cycle - 15.6%. Further self-pollination and selection led to its increase to 30.5%.

Кириллов Сергей Семенович, ст. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: labselekshos@yandex.ru.

Kirillov Sergey Semenovich, Senior Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: labselekshos@yandex.ru.

Введение

Генетически обусловленная способность завязывать семена при оплодотворении пыльцой своего цветка – самофертильность – является важным селекционным признаком подсолнечника. В научной литературе имеются многочис-

ленные данные, свидетельствующие о значительном влиянии самофертильности на его продуктивность [1]. Ее роль значительно возрастает при низкой численности насекомых опылителей, особенно медоносных пчел, или их низкой активности из-за неблагоприятных погодных усло-

вий [2, 3]. У сортов, склонных к самонесовместимости в таких условиях, значительно снижается завязываемость семян и происходит уменьшение урожайности за счет увеличивающейся пустозерности. Снижение урожая сортами-популяциями вследствие их низкой самофертильности может достигать 2,8-11,0 ц/га [4]. Это связано с методами их получения, когда предпочтение отдавалось самонесовместимым сортообразцам с целью получения максимального количества перекрестных комбинаций. Таким образом, самонесовместимость препятствовала близкородственному скрещиванию и вырождению сорта. Работа в данном направлении привела к тому, что у современных сортов-популяций завязываемость при самоопылении не превышает 4-8% [5, 6]. Во многом благодаря этому сорта популяции уступают по урожайности гибридам, в селекции которых используют инбредные линии с высокой самосовместимостью. Именно замена сортов популяций гибридами, обладающими генетически обусловленной способностью завязывать семена при самоопылении, способствовала переходу на новый уровень продуктивности подсолнечника [7]. По мнению ряда исследователей, высокая самофертильность является гарантом стабильности урожая данной культуры как у гибридов, так и у сортов популяций в зонах с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями и дефицитом насекомых – опылителей [8]. Поэтому получение самоопыленных линий, обладающих высокой самофертильностью, и создание на их основе синтетических сортов популяций является одним из перспективных направлений в селекции подсолнечника.

Цель работы – изучить эффективность отбора самоопыленных линий подсолнечника на самофертильность в двух циклах рекуррентной селекции в условиях Кулундинской степи.

Условия, материалы и методы

Полевые опыты закладывались на стационаре лаборатории селекции и семеноводства Кулундинской СХОС ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (ФГБНУ ФАНЦА) в 2015-2021 гг. В первом цикле рекуррентного отбора изучали самоопыленные потомства 1-3-го поколений инцухта, выделенные из сортов Баловень, Алтай и Кулундинский 1. Линии получали методом принудительного самоопыления растений. Для этого за 2-3 дня до цветения проводили изоляцию расте-

ний индивидуальными изоляторами из нетканого материала «Мегаспан». После третьего поколения самоопыления лучшие линии скрещивали между собой при помощи парных изоляторов «рукавов» из этого же материала. Кастрацию растений не проводили. На следующий год провели индивидуальный отбор лучших гибридных растений при свободном цветении. После лабораторных анализов по комплексу хозяйственно-полезных признаков отобрали педигри для заложения линий второго цикла. Во втором цикле в первом и во втором поколениях инбридинга для самоопыления отбирали по 10 растений на делянке.

Самофертильность рассчитывали как отношение количества выполненных семян к количеству цветков в корзинке, выраженное в процентах. Количество семян определяли прямым подсчетом. Количество цветков рассчитывали после обмолота корзинок по формуле $N = \pi r^2$, где N – количество цветков в корзинке, $\pi = 3,14$, r – количество семенных ячеек по радиусу корзинки.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований значительно различались по влагообеспеченности и температурному режиму. Годы 2015, 2020 и 2021 отличались острозасушливыми условиями с повышенной среднесуточной температурой воздуха. В эти годы наиболее острая засуха наблюдалась в первой половине вегетационного периода. Близкие к климатической норме погодные условия наблюдались в 2016, 2017 и 2019 гг. Прохладной погодой и обилием осадков в первой половине вегетации и их недостатком во второй отличался 2018 г.

Экспериментальная часть

Способность завязывать семена при оплодотворении собственной пылью в первом цикле рекуррентного отбора значительно изменялась в зависимости от источника исходного материала. Наши исследования показали, что средняя самофертильность у изучаемых сортов составила 8,9% (табл. 1).

Наибольшей склонностью к самооплодотворению обладал сорт Кулундинский 1 – 16,4%. В этих же условиях самофертильность сорта Алтай составила всего 4,8%. К концу первого цикла, в третьем поколении самоопыления, средняя самофертильность увеличилась до 17,5%. При этом роль источника исходного материала под давлением отбора значительно снизилась.

Из данных таблицы 1 следует, что самоопыленные линии, выделенные из различных сортов, в третьем поколении инцухта имели практически одинаковую склонность к самоопылению – 16,8-19,4%.

Таблица 1
Самофертильность подсолнечника
в первом цикле отбора, %

Источник исходного материала	В начале цикла (I ₁)	В конце цикла (I ₃)
Кулундинский 1	16,4	18,0
Баловень	12,6	16,8
Алтай	4,8	19,4
Среднее из всех	8,9	17,5

Для дальнейшего увеличения самофертильности отбираемых форм применили второй цикл отбора после скрещивания самоопыленных линий третьего поколения инцухта и отбора лучших по комплексу хозяйственно-ценных признаков гибридных растений при свободном цветении. Скрещивание и последующее свободное цветение не оказали значительного влияния на проявление среднего значения самофертильности. При самоопылении потомств индивидуального отбора в начале второго цикла наблюдали практически такую же способность к самоопылению, как и в конце первого, – 15,6 и 17,5% со-

ответственно (табл. 2). Однако способность к самоопылению у отдельных семей была разной, отличалась от общей средней. Так, потомства корзинки № 90 имели самофертильность на уровне 41,3%, а потомства корзинки № 20 – всего 7,8%. Можно сказать, что концентрация желательных генов в полученной после первого цикла популяции осталась на уровне исходных инбредных линий, использовавшихся при гибридизации, но их распределение по генотипам оказалось неравномерным.

Отобранные для заложения линий второго поколения самоопыления корзинки отличались повышенной способностью к самооплодотворению, все они имели самофертильность выше, чем средняя в семье, из которой они были отобраны. Но так как способность к самооплодотворению у семей была разной, то и отобранные педигри отличались друг от друга по данному показателю. Лучшие педигри с самофертильностью 50% и более были выделены из семей корзинок № 64, 73 и 90. Их самофертильность составляла 25,0; 22,5 и 41,3% соответственно, при общей средней 15,6%. При этом наблюдалась более высокая вероятность отбора желательных биотипов из семей с высоким проявлением признака.

Таблица 2

Самофертильность подсолнечника во втором цикле отбора, %

№ корзинок	Средняя в I ₁	Отобранных педигри	Средняя потомков в I ₂
7/19	19,6	37,5	21,9
10/19	16,7	33,2	19,1
11/19	11,7	43,2	44,3
11/19	11,7	30,6	35,6
18/19	13,8	32,6	14,6
20/19	7,8	11,0	22,5
20/19	7,8	15,3	28,1
23/19	11,5	31,2	28,8
26/19	8,4	9,7	28,6
29/19	9,7	14,0	35,2
39/19	9,9	23,3	19,7
51/19	12,7	17,1	17,0
61/19	12,3	16,7	17,2
64/19	25,0	60,6	49,2
73/19	22,5	50,4	27,6
77/19	23,3	28,6	44,3
90/19	41,3	54,4	38,4
94/19	18,7	33,0	42,7
112/19	17,8	24,1	47,4
128/19	8,8	34,3	27,7
Среднее	15,6	30,0	30,5

При дальнейшем самоопылении продолжилось увеличение способности подсолнечника к самооплодотворению. Во втором поколении инбридинга второго цикла рекуррентной селекции средняя самофертильность самоопыленных потомств возросла до 30,5%, а лучших линий превышала 40%. Самоопыленные линии с наиболее высокой самофертильностью были выделены из потомств 11, 64, 77, 94 и 112 корзинок.

Анализируя данные таблиц 1 и 2, можно заметить, что при первом самоопылении и в первом и во втором цикле рекуррентного отбора источники исходного материала отличаются по способности к самооплодотворению. При дальнейшем инбридинге, под давлением отбора, эти различия сглаживаются, и их влияние на проявление признака снижается. Различная самофертильность семей и отдельных растений внутри семьи позволяет проводить отбор по данному признаку. Во втором цикле продолжает увеличиваться способность подсолнечника к самооплодотворению. В целом, второй цикл рекуррентной селекции повторяет особенности первого, но на более высоком уровне самофертильности растений.

Выводы

Различная самофертильность семей подсолнечника и отдельных растений внутри семьи в первых поколениях инбридинга позволяет проводить отбор по данному признаку. В первом цикле рекуррентной селекции самофертильность возросла с 8,9% у источников исходного материала до 17,5% у линий третьего поколения самоопыления. Во втором цикле отбор привел к ее повышению с 15,6 до 30,5%.

Библиографический список

1. Роль избирательности оплодотворения и самофертильности в селекции и семеноводстве подсолнечника (обзор) / А. Д. Бочковой, В. И. Хатнянский, В. А. Камардин, Д. А. Назаров. – Текст: непосредственный // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 1 (173). – С. 94-104.

2. Димча, Г. Г. Опыление подсолнечника на участках гибридизации / Г. Г. Димча. – Текст: непосредственный // Пчеловодство. – 1988. – № 1 – С. 16-17.

3. Бурлов, В. В. Проявление признака самосовместимости у подсолнечника / В. В. Бурлов, В. И. Крутько. – Текст: непосредственный // НТБ ВСГИ. – 1986. – № 2 (60). – С. 45-50.

4. Пикмаль, Ж. Сравнительные исследования опыления некоторых сортов и гибридов подсолнечника / Ж. Пикмаль. – Текст: непосредственный // Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику (г. Краснодар, 27 июня – 3 июля 1976 г.). – Москва: Колос, 1978. – С. 218-221.

5. Бочковой, А. Д. О перспективах отбора самофертильных биотипов в звеньях первичного семеноводства сортов подсолнечника / А. Д. Бочковой, В. А. Камардин, Д. А. Назаров. – Текст: непосредственный // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 1 (181). – С. 3-11.

6. Skoric D., Petrovic M., Latkovski M. Dependence of self-fertility of inbreds on some chemical properties of pollen. *Proc. 9th Intern. Sunfl. Conf., Spain, Torremolinos, June 8-13, 1980.* - P. 41-42.

7. Furgala, B., Noetzel, D.M., Robinson, R.G. (1979). Observations on the pollination of hybrid sunflower. *Proc. 4th Intl. Symp. Poll., Md Agric. Exp. Stat. Spec. Misc Publ 1:* 45-48.

8. Фик, Г. Н. Стабильность урожайности гибридов и сортов подсолнечника / Г. Н. Фик, Д. Е. Зиммер. – Текст: непосредственный // Материалы 7-й Международной конференции по подсолнечнику (г. Краснодар, 27 июня – 3 июля 1976 г.). – Москва: Колос, 1978. – С. 127-130.

References

1. Rol izbiratelnosti oplodotvoreniia i samoferitnosti v seleksii i semenovodstve podsolnechnika (obzor) / A.D. Bochkovoï, V.I. Khatnianskii, V.A. Kamardin, D.A. Nazarov // Maslichnye kultury. Nauchno-tehnicheskii biulleten Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur. – 2018. – Vyp. 1 (173). – S. 94–104.

2. Dimcha G.G. Opylenie podsolnechnika na uchastkakh gibrizatsii // Pchelovodstvo. – 1988. – No. 1 – S. 16-17.

3. Burlov V.V., Krutko V.I. Proïavlenie priznaka samosovmestimosti u podsolnechnika // NTB VSGI. – 1986. – No. 2 (60). – S. 45-50.

4. Pikmal Zh. Sravnitelnye issledovaniia opyleniia nekotorykh sortov i gibridov podsolnechnika // Materialy VII-oi mezhdunarodnoi konferentsii po podsolnechniku. – Krasnodar, 27 iïunia – 3 iïulia 1976 g. – Moskva: Kolos, 1978. – S. 218-221.

5. Bochkovoi A.D., Kamardin V.A., Nazarov D.A. O perspektivakh otbora samofertilnykh biotipov v zveniyakh pervichnogo semenovodstva sortov podsolnechnika // Maslichnye kultury. – 2020. – Vyp. 1 (181). – S. 3-11.

6. Skoric D., Petrovic M., Latkovski M. Dependence of self-fertility of inbreds on some chemical properties of pollen. *Proc. 9th Intern. Sunfl. Conf.*, Spain, Torremolinos, June 8-13, 1980. – P. 41-42.

7. Furgala, B., Noetzel, D.M., Robinson, R.G. (1979). Observations on the pollination of hybrid sunflower. *Proc. 4th Intl. Symp. Poll.*, Md Agric. Exp. Stat. Spec. Misc Publ 1: 45-48.

8. Fik G.N., Zimmer D.E. Stabilnost urozhainosti gibridov i sortov podsolnechnika // Materialy 7-i Mezhdunar. konf. po podsolnechniku. – Krasnodar, 27 iyunia – 3 iulija 1976 g. – Moskva: Kolos, 1978. – S. 127-130.



УДК 575:822

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-214-8-36-40

З.В. Долганова

Z.V. Dolganova

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОРТОВ СИБИРСКОГО ИРИСА С ЖЕЛТО-КОРИЧНЕВЫМИ ЦВЕТКАМИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

PECULIARITIES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SIBERIAN IRIS VARIETIES WITH YELLOW-BROWN FLOWERS IN THE FOREST-STEPPE OF THE SOUTH OF WEST SIBERIA

Ключевые слова: сибирские ирисы, диаметр цветка, высота цветоносов, начало цветения.

В роде *Iris* L. подрода *Limniris* наиболее неприхотливые и зимостойкие виды *I. sibirica* L., *I. sanguinea* Donn ex Hornem. и *I. typhifolia* Kitag. С их помощью созданы сорта сибирского ириса разнообразной окраски. Для условий лесостепи юга Западной Сибири создан озеленительный ассортимент из сортов с белой, синей, фиолетовой и пурпуровой окраской цветков. Актуально дополнить ассортимент класса SIB сортами с желто-коричневыми цветками. Положительными факторами климата являются: сравнительно большая сумма летнего тепла и солнечного сияния, ранний и обильный снежный покров в большинстве зим, достаточная влагообеспеченность в июле-августе. Характеристика погодных условий вегетационных периодов: 2019 г. – достаточно теплый, слабо увлажненный; 2020 г. – жаркий, засушливый; 2021 г. – жаркий, слабо увлажненный. Объекты исследования – 16 сортов Сибирского ириса, созданных в США, Германии и Австралии. Диаметры желтоцветковых сортов изменялись от 7,0 до 11,5 см. В трехлетнем возрасте сорта образовали по 1–20 цветоносов и с 2–6 цветками на цветоносе. Лидируют по этим признакам сорта Huntress (20 цветоносов с 6 цветками) и Here Be Dragons (11 и 4–5 цветков). В условиях лесостепи юга Западной Сибири высота цветоносов изменялась от 50 см у сорта Isabelle до 100 см Huntress. Большая часть сортов была ниже потенциальной на 10–15 см, сорта Cinnamon Sugar и Schwefelbluete – на 50 см. Начало цветения сортов отмечено в среднем в 2019 г. 07.06±6, в 2020 г. – 17.06±7, в 2021 г. – 13.06±5. В ассортимент рекомендованы желто-коричневые

обильно цветущие сорта: Huntress, Here Be Dragons, Schwefelbluete, Tom Schaefer, Book of Secrets, Creme Caramel с высотой цветоносов 70–100 см, с 7–20 цветоносами в кусте, с 4–6 цветками на цветоносах, цветущие с 1 по 30 июня.

Keywords: Siberian irises, flower diameter, peduncle height, flowering beginning.

In the genus *Iris* L. of the subgenus *Limniris*, the most unpretentious and winter-hardy species are *I. sibirica* L., *I. sanguinea* Donn ex Hornem. and *I. typhifolia* Kitag. Based on those species, the varieties of Siberian iris of various colors were developed. For the conditions of the forest-steppe of the south of West Siberia, a landscaping assortment was developed including the varieties with white, blue, violet and purple flowers. It is important to supplement the assortment of the SIB class irises with the varieties with yellow-brown flowers. Positive climate factors are as following: relatively large amount of summer heat and sunshine, early and abundant snow cover in most winters, and sufficient moisture supply in July and August. The characteristics of the weather conditions of the recent growing seasons were as following: 2019 - quite warm, slightly moist; 2020 - hot, arid; 2021 - hot, slightly moist. The research targets were 16 varieties of Siberian iris developed in the USA, Germany and Australia. The diameters of yellow-flowered varieties varied from 7.0 to 11.5 cm. At the age of three years, the varieties formed 1–20 peduncles with 2–6 flowers per peduncle. The varieties 'Huntress' (20 peduncles with 6 flowers) and 'Here Be Dragons' (11 peduncles with 4–5 flowers) are leaders regarding these characteristics. In the forest-steppe of the south of West