

4. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – Москва: Колос, 1976. – 255 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Zakharov V.L. Vliianie dobavok iz plodov riabiny, aronii i shipovnika na fiziko-khimicheskie i mikrobiologicheskie pokazateli pshenichnogo khleba / V.L. Zakharov, T.V. Zubkova // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 1. – S. 94-98.

2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia): uchebnykh dlia vysshikh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenii. Stereotip. izd., perepech. s 5-go izd., dop. i pererab. 1985 g. – Moskva: Alians, 2014. – 351 s.

3. Programma i metodika sortoizucheniia plodovykh, iagodnykh i orekhoplodnykh kultur. – Michurinsk: VNIIS im. I.V. Michurina, 1973. – 492 s.

4. Pleshkov B.P. Praktikum po biokhimii rastenii. – Moskva: Kolos, 1976. – 255 s.



УДК 631.52:633.854.78

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-205-11-17-21

С.С. Кириллов, А.С. Полищук
S.S. Kirillov, A.S. Polishchuk

ОЦЕНКА САМОФЕРТИЛЬНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ

EVALUATION OF SUNFLOWER SELF-FERTILITY UNDER THE CONDITIONS OF THE KULUNDA STEPPE

Ключевые слова: селекция, сорт, самоопыленные потомства, самоопыление, подсолнечник, самофертильность, корреляция, урожайность, отбор, индекс фертильности.

В Кулундинской степи на уровень урожайности подсолнечника большое влияние оказывает пустозерность, как следствие проявления низкой самофертильности растений в неблагоприятных для опыления условиях. Поэтому селекция сортов подсолнечника на высокую самофертильность является актуальной. Для определения самофертильности необходимо учитывать количество трубчатых цветков в корзинке, а их подсчет довольно трудоемкий процесс, поэтому с целью облегчения определения самофертильности изучали возможность ее оценки методом прямого подсчета семян в корзинке. Опыты проводили в 2015-2018 гг. на полях лаборатории селекции и семеноводства Кулундинской СХОС ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий». Объектами исследования служили самоопыленные потомства 1-4-го поколения инцухта, полученные на основе крупноплодных сортов Баловень, Алтай и Кулундинский 1 в условиях Кулундинской степи Алтайского края. Результаты опыта показывают, что самофертильность изученных сортов находится на низком уровне и в среднем составляет 8,9%, с варьированием от 4,8% у сорта Алтай до 16,4% у сорта Кулундинский 1. Изучение связи между самофертильностью и количеством семян в корзинке показало наличие высокой зависимости между данными признаками. Коэффициент корреляции варьировал от 0,86 до 0,97 и не зависел ни от поколения самоопыления, ни от источника исходного материала.

Наличие высокой положительной зависимости между самофертильностью и количеством семян в корзинке позволяет вести первичную оценку самофертильности по данному признаку.

Keywords: plant breeding, variety, self-pollinated offspring, self-pollination, sunflower, self-fertility, correlation, yield, selection, fertility index.

In the Kulunda steppe, sunflower yields are greatly influenced by empty shells as a result of low self-fertility of plants under unfavorable conditions for pollination. Therefore, the development of sunflower varieties for high self-fertility is a topical issue. To determine self-fertility, it is necessary to take into account the number of tubiform florets in the antheridium, and counting them is a rather labor-intensive task. Therefore, in order to facilitate the determination of self-fertility, the possibility of its evaluation by direct counting of seeds in an antheridium was studied. The experiments were carried out from 2015 through 2018 in the fields of the Plant Breeding and Seed Production Laboratory of the Kulunda Agricultural Experimental Station of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies. The research targets were self-pollinated offspring of the 1st-4th inbreeding generations obtained on the basis of large-fruited varieties Baloven, Altai and Kulundinsky 1 under the conditions of the Kulunda steppe of the Altai Region. The results of the experiment show that the self-fertility of the studied varieties is at a low level and averages 8.9% with a variation from 4.8% in the Altai variety to 16.4% in the Kulundinsky 1 variety. The study of the relationship of self-fertility and the number of seeds in an antheridium showed high dependence between these charac-

ters. The correlation coefficient varied from 0.86 to 0.97 and did not depend on either the generation of self-pollination or the source material. The high positive rela-

tionship of self-fertility and the number of seeds in an antheridium allows conducting primary evaluation of self-fertility on this basis.

Кириллов Сергей Семенович, руководитель лаборатории, с.н.с., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: labseksos@yandex.ru.

Полищук Алексей Сергеевич, н.с., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: labseksos@yandex.ru.

Kirillov Sergey Semenovich, Head of Laboratory, Senior Staff Scientist, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: labseksos@yandex.ru.

Polishchuk Aleksey Sergeevich, Staff Scientist, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: labseksos@yandex.ru.

Введение

Уменьшение численности насекомых-опылителей вследствие применения химических средств защиты растений или их низкая активность из-за плохих погодных условий приводят к снижению урожайности подсолнечника за счет увеличивающейся пустозерности. Одним из путей снижения пустозерности и повышения завязываемости семян в корзинке является создание сортов, способных формировать полноценные семянки при опылении собственной пыльцой, т. е. склонных к самофертильности. Высокая самофертильность является гарантом стабильности урожая как у гибридов, так и у сортов-популяций в зонах с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями и дефицитом насекомых-опылителей [1-3]. Снижение урожая сортами-популяциями вследствие их низкой самофертильности может достигать 2,8-11,0 ц/га. Это связано с методами их получения, когда предпочтение отдавалось самобесплодным сортообразцам с целью получения максимального количества перекрестных комбинаций. Работа в данном направлении привела к тому, что у современных сортов-популяций завязываемость при самоопылении не превышает 4-8% [4, 5]. Поэтому селекция сортов подсолнечника на высокую самофертильность является одним из перспективных направлений.

Самофертильность – это способность к самооплодотворению, т. е. способность растения завязывать семена при оплодотворении пыльцой своего цветка или других цветков того же растения. Её выражением является отношение количества завязавшихся семян к количеству цветков. Подсчет количества трубчатых цветков у подсолнечника довольно трудоемкий процесс, поэтому для упрощения определения самофертильности предлагалось использовать индекс фертильности [6], а также оценивать её напрямую по количеству завязавшихся семян [7].

Цель работы – изучить возможность оценки самофертильности подсолнечника методом прямого подсчета семян в корзинке в условиях Кулундинской степи.

Условия, материалы и методы

Полевые опыты закладывались на стационаре лаборатории селекции и семеноводства Кулундинской СХОС ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий» (ФГБНУ ФАНЦА) в 2015-2018 гг. Изучали самоопыленные потомства 1-4-го поколения 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 растений индивидуальными изоляторами из нетканого материала «Мегаспан». Дополнительно опыления не проводили. Измеряли диаметр корзинки, подсчитывали количество выполненных семянок и количество цветков в корзинке, индекс фертильности. Количество семянок определяли прямым подсчетом, количество цветков – 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. Индекс фертильности рассчитывали по формуле $ИФ = n/d^2$, где ИФ – индекс фертильности; n – количество выполненных семян в корзинке; d – диаметр корзинки. Самофертильность устанавливали как отношение количества выполненных семян к количеству цветков в корзинке, выраженное в процентах.

Погодные условия в годы проведения исследований (2015-2018) имели существенные различия в распределении осадков и среднесуточной температуры воздуха (табл. 1). Так, 2015 г. характеризовался остро засушливыми условиями: за вегетационный период дефицит осадков составил 24,1 мм при среднесуточной температуре воздуха на 1,2°C выше климатической нормы.

Таблица 1

Погодные условия в годы проведения исследований

Месяц	Количество осадков, мм				Среднесуточная температура воздуха, °С			
	± к среднемноголетней							
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Май	-5,4	+1,3	+9,3	+42,8	+2,3	-0,3	+1,2	-3,6
Июнь	+3,7	+33,8	+11,4	+14,0	+2,1	+1,0	+2,1	+0,8
Июль	-12,0	+13,1	-4,1	-15,1	-0,1	-0,3	-1,0	-1,4
Август	-10,4	-21,9	+26,1	-20,0	+0,6	+0,1	+0,3	+0,1
Всего за период вегетации	-24,1	+26,3	+42,7	+21,7	+1,2	+0,3	+0,6	-1,0

Наиболее благоприятными и по увлажнению, и по температурному режиму были 2016 и 2017 гг., 2018 г. отличался прохладной погодой и обилием осадков в первой половине вегетации и их недостатком во второй.

Экспериментальная часть

Для оценки самофертильности подсолнечника методом корреляционного анализа определяли связь самофертильности с индексом фертильности, количеством семян в корзинке и диаметром корзинки, т. к. этот признак учитыва-

ется при расчете индекса фертильности. Из данных таблицы 2 следует, что диаметр корзинки у самоопыленных потомств, выделенных из сортов Баловень и Алтай, после четвертого поколения самоопыления уменьшился на 3-5 см, составив 16 и 17 см соответственно. В то время как потомства сорта Кулундинский 1 не подвергались инбредной депрессии по этому признаку. Диаметр корзинки этих образцов соответствовал уровню первого поколения самоопыления – 14 см.

Таблица 2

Селекционные признаки корзинки и их связь с самофертильностью

Источник исходного материала	Поколение самоопыления	Количество наблюдений	Диаметр корзинки, см	Количество семян, шт.	Индекс фертильности	Самофертильность, %	Коэффициенты корреляции самофертильности, г		
							с диаметром корзинки	с количеством семян	с индексом фертильности
Алтай	1	268	22	63	0,17	4,8	-0,25	0,86	0,81
	2	92	22	71	0,16	6,8	-0,06	0,96	0,95
	3	74	19	168	0,52	19,4	-0,18	0,86	0,85
	4	116	17	203	0,86	18,3	-0,04	0,87	0,83
Баловень	1	184	19	171	0,55	12,6	-0,19	0,91	0,90
	2	107	20	100	0,26	9,5	-0,09	0,95	0,95
	3	264	16	128	0,50	16,8	-0,12	0,90	0,88
	4	128	16	141	0,67	13,8	0,05	0,92	0,85
Кулундинский 1	1	79	14	161	0,99	16,4	-0,41	0,96	0,94
	2	44	16	45	0,16	6,0	0,01	0,96	0,98
	3	15	15	112	0,59	18,0	-0,45	0,97	0,92
	4	34	14	128	0,91	16,3	-0,32	0,88	0,83
Общий		1405	20	124	0,48	12,4	-0,29	0,89	0,87

Количество выполненных семян в корзинке значительно изменялось как по источникам исходного материала, так и по поколениям само-

опыления. Так, у потомств сорта Алтай за четыре поколения самоопыления оно увеличилось с 63 в первом поколении до 203 в четвертом. Рез-

кий рост количества выполненных семян у данной группы потомств наблюдался в третьем и четвертом поколениях инцухта: с 63-71 в первом и втором поколениях до 168-203 в третьем и четвертом соответственно. Потомства сортов Баловень и Кулундинский 1, вследствие проявления инбредной депрессии, заметно снижали количество завязавшихся семян во втором поколении самоопыления. При дальнейшем самоопылении количество выполненных семян у них увеличивалось и к четвертому поколению они восстановили свою самофертильность до уровня первого.

Индекс фертильности у изучавшихся образцов варьировал в широких пределах как между группами потомств, так и между потомствами от самоопыления внутри источника исходного материала. В целом он повторял изменчивость признака «количество семян в корзинке», т.к. этот признак лежит в основе расчета индекса фертильности.

Проведенный корреляционный анализ связи самофертильности с изученными признаками корзинки показал, что между самофертильностью и диаметром корзинки в большинстве случаев связь отсутствует. Иногда наблюдали слабую отрицательную корреляцию. При этом величина коэффициента не зависит ни от изучаемого сорта, ни от поколения самоопыления потомств и колеблется от -0,45 до 0,05. Общий коэффициент корреляции признаков составил -0,29.

Между индексом фертильности и самофертильностью всегда прослеживалась высокая или очень высокая положительная связь, с общим коэффициентом корреляции 0,87. За годы исследований минимальный коэффициент корреляции составил 0,81 при самоопылении сорта Алтай. Максимальное значение коэффициента – 0,98 – отмечали во втором поколении самоопыления группы линий из сорта Кулундинский 1. В целом, зависимость между этими признаками достаточно стабильна. Влияние поколений самоопыления и источников происхождения инцухт-линий незначительно.

Высокая зависимость у всех изучаемых образцов выявлена между самофертильностью и количеством выполненных семян в корзинке. Общий коэффициент корреляции у них составил 0,89. Здесь также привязанности коэффициента к какому-либо сорту или поколению самоопыления не наблюдалось. Все образцы во всех поколениях

самоопыления имели высокую или очень высокую положительную корреляцию между самофертильностью и количеством завязавшихся семян. Максимальное значение коэффициента по сортам варьировало от 0,95 до 0,97, а минимальное – от 0,86 до 0,90, что даже выше чем между самофертильностью и индексом фертильности. Возможно, это связано с тем, что при расчете индекса фертильности используется показатель диаметра корзинки – признак, не имеющий устойчивой связи с самофертильностью.

В практической селекции наличие высокой и очень высокой положительной зависимости между признаками самофертильность и количество выполненных семян в корзинке позволяет вести первичную оценку самофертильности образцов по количеству выполненных семян в корзинке.

Выводы

Самофертильность изученных сортов подсолнечника находится на низком уровне и в среднем составляет 8,9%, с варьированием от 4,8% у сорта Алтай до 16,4% у сорта Кулундинский 1. Результаты исследования показывают наличие высокой связи самофертильности с индексом фертильности ($r=0,87$) и с количеством семян в корзинке ($r=0,89$). Это дает возможность проводить оценку самофертильности образцов по количеству выполненных семян в корзинке. Оценивая самосовместимость только по этому показателю, можно эффективно вести отбор по признаку самофертильности.

Библиографический список

1. Кириллов, С. С. Результаты самоопыления крупноплодных сортов подсолнечника / С. С. Кириллов, А. С. Полищук. – DOI 10.34655/bgsha.2019.56.3.003. – Текст: электронный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филлипова. – 2019. – № 3 (56). – С. 23-28.
2. 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.
3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Fernandez Martinez J., Knowles P.F. (1978) Inheritance of self-incompatibility in wild sunflower. In: Proc. 8th Int. Sunflower Conf. Minneapolis, Int. Sunflower Assoc, Paris, pp. 484-489.

References

1. Kirillov S.S., Polishchuk A.S. Rezultaty samoopyleniia krupnoplodnykh sortov podsolnechnika // Vestnik Buriatskoi gosudarstvennoi selsk Khoziaistvennoi akademii imeni V.R. Filippova. –

2019. – No. 3 (56). – S. 23-28. DOI: 10.34655/bgsha.2019.56.3.003.

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

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

4. 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.

5. 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.

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

7. Fernandez Martinez J., Knowles P.F. (1978) Inheritance of self-incompatibility in wild sunflower. In: Proc. 8th Int. Sunflower Conf. Minneapolis, Int. Sunflower Assoc, Paris, pp. 484-489.



УДК 635.132

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-205-11-21-24

В.В. Осипова, Л.Я. Коношук

V.V. Osipova, L.Ya. Konoshchuk

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА МОРКОВИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ В УСЛОВИЯХ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЯКУТИИ

INFLUENCE OF CARROT SOWING DATES ON YIELD FORMATION IN PERMAFROST SOILS OF YAKUTIA

Ключевые слова: морковь, мерзлотные почвы, Якутия, сроки посева, урожайность, сорные растения.

В Нюрбинском районе Якутии на мерзлотно-таежных палевых почвах проводили опыты по изучению влияния сроков посева моркови на ее урожайность и засоренность сорными растениями. Схема опыта

включала 4 варианта с разными сроками посева моркови: 1) 22-25 мая – контроль; 2) 15-18 мая; 3) 22-25 мая; 4) 29-31 мая. Норма высева семян моркови составляла 4 кг/га, учетная площадь опытной делянки 22,4 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Изучаемый сорт моркови – районированный по Республике Саха (Якутия) Нантская. Почва опытного участка – мерзлот-