

ОБЗОР МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОЙ КАСТРАЦИИ ЦВЕТКОВ НА РАСТЕНИЯХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Обыдало А.Д.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур» им. В.С. Пустовойта

Аннотация. Выявлена сравнительная эффективность способов искусственной гибридизации растений подсолнечника на примере нескольких материнских линий – закрепителей стерильности пыльцы.

Ключевые слова. Мужская стерильность, кастрация, гибридизация, завязывание семян.

В селекции подсолнечника важным этапом является скрещивание между собой линий, гибридов и сортов-популяций с целью получения нового исходного материала и гибридов. Для достижения 100 % уровня гибридизации возможно использование явления мужской стерильности материнского компонента, обусловленной различными причинами.

Мужская стерильность может быть вызвана ядерными генами, цитоплазматическим фактором или их взаимодействием [1], а также индуцироваться воздействием абиотических факторов внешней среды.

Для ускорения оценки линий кандидатов в закрепители стерильности и получения нового исходного материала с высоким уровнем гибридности применяются различные способы скрещивания фертильных компонентов.

Гибридизация фертильных форм у подсолнечника связана с большими трудностями, вызываемыми морфологическими и биологическими особенностями растений [2]. При этом необходимо учитывать, что у подсолнечника вначале созревают мужские элементы цветка, а затем – женские (протерандрия). На явление протерандрии в развитии цветка у подсолнечника есть указания в работах К. Фрувирта [3] и О.Н. Арнольдовой [4].

Техника искусственного скрещивания сводится к выполнению двух операций: кастрации цветков материнских линий и опылению их пыльцой, собранной с отцовских особей.

Существует несколько способов кастрации, позволяющих достигать высокого уровня мужской стерильности у подсолнечника. Одним из них является выщипывание пыльников вручную при помощи пинцета способом Ф.А. Сацыперова [5] в модификации А.И. Плотникова [6]. Однако, как показали многочисленные исследования, этот способ требует больших затрат труда. Менее трудоемким является способ химической кастрации гиббереллином [2, 7, 8, 9]. Наилучшие результаты получаются при опрыскивании подсолнечника водным раствором гиббереллина в концентрации 0,005 % (50 мг/л). На одно растение расходуется 10 мл раствора. При этом достигается до 100 % стерилизации андроцея.

Несмотря на значительные достижения при использовании способа химической кастрации гиббереллином, он вызывает некоторое снижение завязываемости семян на обработанных растениях [10].

Демури́н Я. Н. и др. [11] установили, что обработка гетерозиготных по генам имидазолиноустойчивости CLHA-plus или Img растений подсолнечника имидазолинонами в фазе закладки генеративных органов во время бутонизации (фаза звездочки) позволяет получать мужские стерильные особи, которые могут быть использованы в качестве материнской формы при гибридизации.

Наряду с химической кастрацией подсолнечника гаметоцидами, используется явление мужской стерильности при длительном затемнении точки роста, недостатке питательных веществ в фазе зачаточной корзинки, при механических повреждениях проводящей системы стебля при заболевании ложной мучнистой росой [6], при выращивании в условиях высоких температур воздуха и почвы [12], а также в условиях измененного фотопериода [13,14].

Все, отмеченные выше, способы кастрации мужских элементов цветков подсолнечника либо трудоемки, либо не всегда позволяют достигать 100 % гибридности растений при скрещивании.

Н. Я. Коломиец [15] использовал для кастрации цветков растений сорго полиэтиленовые изоляторы в фазе начало цветения-цветение. Для сорго было установлено, что этот способ позволяет значительно увеличить производительность труда при кастрации и повысить выход гибридных семян. Озерненность достигала в среднем 38-40 %.

Задача исследований заключалась в сравнительной оценке эффективности различных способов искусственной гибридизации растений подсолнечника.

Материал и методы.

Опыты проводили в 2010-2013 гг. на полях центральной экспериментальной базы ВНИИМК, г. Краснодар. В 2010-2012 гг. растения трех линий закрепителей стерильности пыльцы подсолнечника ВК 653 В, ВК 806 В и ВК 654 В подвергали искусственной кастрации цветков различными способами: ручная кастрация (пинцетом), смывание пыльцы водой, опрыскивание растений водным раствором гиббереллина в фазу звездочки и посредством помещения корзинки во влажную камеру перед цветением. Опылителем служила неродственная линия СЛ₀₁3854В.

Корзинки 40 растений каждого испытуемого варианта изолировали индивидуально, причем половина из них (20 штук) выращивались при искусственном опылении пыльцой неродственной материнской линии, а вторая половина растений – без опыления.

При ручной кастрации способом Ф.А. Сацыперова [5] в модификации А.И. Плотникова [6] намеченные к скрещиванию растения накануне зацветания накрывали индивидуальными изоляторами из спанбонда. Прежде чем надеть изолятор, у корзинок обрывали язычковые цветки, наружные листья обертки и концы внутренних листьев обертки. На следующий день у всех

подготовленных растений производили кастрацию раскрывшихся цветков в пределах всего пояса. Эта работа выполнялась в период 6-9 часов утра. После выщипывания пыльников, кастрированная зона еще раз просматривалась и продувалась воздушным потоком от остатков пыльцы. На следующий день кастрировался следующий пояс на той же корзинке и такая операция осуществлялась несколько раз на протяжении пяти-шести дней. Оставшиеся цветки, расположенные в центральной части корзинки, удалялись. Опыление производили на следующий день после кастрации.

Смывание пыльцы водой осуществлялось каждый день с 9 до 12 часов с помощью опрыскивателя, при этом, корзинки, как и в первом варианте, накрывались изоляторами.

При химической кастрации водным раствором гиббереллина использовали 0,005 % концентрацию, расход раствора составлял в среднем 10 мл/растение. Опрыскивание всего растения проводилось в фазу звездочки, согласно методике, предложенной рядом авторов [2, 7, 8, 9].

Создание влажной камеры осуществлялось посредством изоляции корзинок перед цветением, при этом в нижней части камеры делали отверстия диаметром 1-2 мм для стока избытка воды, испаряющейся с корзинки. Опыление стерильных цветков проводили на следующий день после начала цветения. Кастрирование цветков и опыление чужеродной пыльцой таким способом осуществляли в два срока: в течение 2-3 дней, при этом опыляли 6-10 рядов цветков и в течение 4-5 дней опыляли 12-20 рядов. Это осуществлялось для оценки сравнительной эффективности этих вариантов опыта.

В 2013 г. опыты проводили на трех других линиях закрепителей стерильности пыльцы подсолнечника ВК 806 В, ВК 869 В и СЛ₀₁3850 В. Опылителем служила неродственная линия СЛ₀₁ 3854 В. Это было сделано для сравнения эффективности оцениваемых методов кастрации цветков подсолнечника на двух линиях, неродственных ранее указанным.

После обмолота корзинки и удаления растительных остатков, учитывали только выполненные семянки.

Результаты и обсуждение.

На завязываемость семян подсолнечника существенное влияние оказывают температура и влажность воздуха в период цветения. Более высокий процент завязывания семян получается в том случае, если опыление производилось в хорошую погоду (нормальная температура - 20-30 °С и относительная влажность воздуха – 60-70 %) и, наоборот, низкий процент завязываемости семян - при неблагоприятных условиях погоды, особенно при засухе и высокой температуре воздуха [6, 16].

В связи с этим, в процессе исследований учитывали среднемесячную температуру воздуха и осадки за период вегетации подсолнечника (график 1).

Особый интерес представляют данные за июль, поскольку именно в этот период происходит цветение и завязывание семян подсолнечника. Судя по представленным данным, во все изучаемые годы температура воздуха в этом месяце была выше среднемноголетней, однако можно отметить наибо-

лее высокий показатель в 2011 г. (27,1 °С) и низкий – в 2013 г. (24,9 °С) при среднемноголетней норме 23,2 °С. В то же время, наименьшее количество осадков выпало в 2011 г. (3 мм), наибольшее - в 2013 г. (96 мм) при среднемноголетней норме 60 мм.

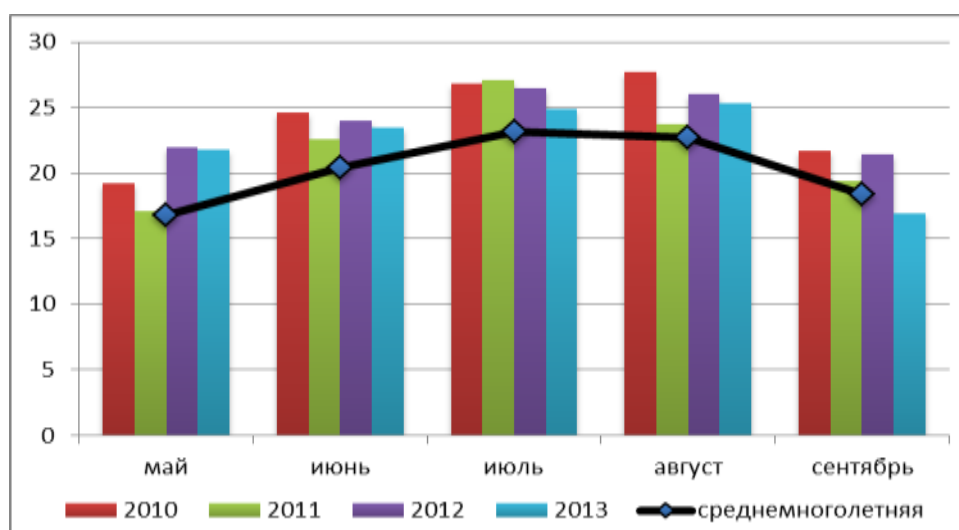


График 1. Динамика среднесуточных температур воздуха в годы проведения опытов в сравнении со среднемноголетней нормой.
Метеостанция Круглик, г. Краснодар

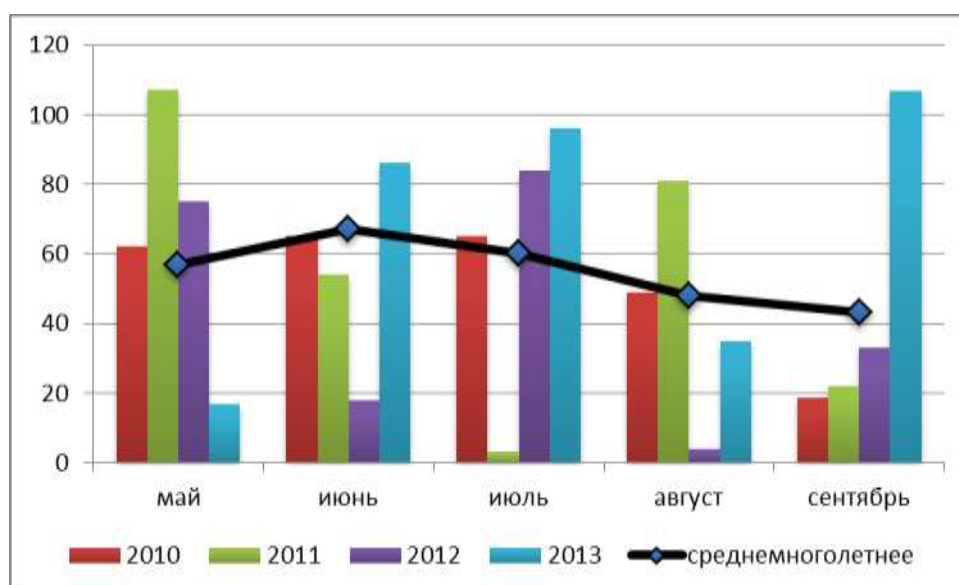


График 2. Динамика количества осадков в годы проведения опытов в сравнении со среднемноголетней нормой.
Метеостанция Круглик, г. Краснодар

В течение периода исследований (2010-2013 гг.) наблюдалась высокая мужская стерильность изучаемых линий подсолнечника (94-100 %) на трех вариантах исследования: при обработке гиббереллином, выщипывании пыльников вручную и помещении корзинки во влажную камеру. На рисунке

показаны стерильные цветки на корзинке после снятия влажной камеры. В отличие от вышеотмеченных способов, опрыскивание цветков водой позволило получить лишь 52-81 % стерильности андроцея (табл.).

Таблица

Количество (штук) семян, завязавшихся в корзинке подсолнечника при разных способах кастрации цветков, ВНИИМК, Краснодар

Год	Наименование линии	Способы кастрации							
		вручную пинцетом		раствором гиббереллина		опрыскивание водой		помещение во влажную камеру	
		без опыления	с опылением*	без опыления	с опылением	без опыления	с опылением	без опыления	с опылением
2010	ВК 653 В	3	186±21,4	2	170±18,5	46	157	0	54±5,4
	ВК 806 В	3	263±27,8	3	235±29,2	45	250±30,7	1	58±6,9
	ВК 654 В	2	183±15,7	2	223±26,6	47	186±22,3	0	50±5,3
	среднее	2,7	210,7	2,3	209,3	46	197,7	0,3	54
	%варианта без опыления к варианту с опылением	1,28		1,09		23,27		0,56	
2011	ВК 653 В	1	137±14,9	1	113±13,2	20	100±15,1	1	83±10,2
	ВК 806 В	0	211±28,4	2	172±21,8	27	187±20,3	1	88±11,6
	ВК 654 В	1	142±15,6	1	169±18,7	29	141±18,4	0	81±10,5
	среднее	0,7	163,3	1,3	151,3	25,3	142,7	0,7	84,0
	%варианта без опыления к варианту с опылением	0,43		0,86		17,73		0,83	
2012	ВК 653 В	2	191±26,1	2	204±22,9	49	170±19,1	0	1
	ВК 806 В	2	284±32,4	4	247±24,6	44	195±21,6	0	2
	ВК 654 В	1	170±18,1	3	211±25,3	38	196±23,4	0	0
	среднее	1,7	215,0	3,0	220,7	43,7	187,0	0	1
	%варианта без опыления к варианту с опылением	0,79		1,36		23,37		-	-
2013	ВК 806 В	2	197±18,9	2	163±20,4	40	160±17,2	1	54±5,7
	ВК 869 В	1	153±17,8	2	170±20,1	48	169±21,8	1	36±4,2
	Сл ₀₁ 3850 В	3	264±27,5	4	235±19,6	45	199±25,5	0	56±5,6
	среднее	2,0	204,7	2,7	189,3	44,3	176	0,7	48,7
	%варианта без опыления к варианту с опылением	0,98		1,42		25,17		1,44	

Во все годы исследований было выявлено, что лучшие результаты по количеству завязавшихся семян наблюдались при использовании способов кастрации цветков с опылением пыльцой неродственной линии при кастрации цветков вручную (пинцетом), обработки растений подсолнечника водным раствором гиббереллина и смыванием пыльцы водой.

Однако следует обратить внимание на относительное количество полученных гибридных семян. Если при кастрации вручную, обработкой водным раствором гиббереллина количество семян, завязавшихся без искусственного опыления варьировало в среднем от 0,43 до 1,36 %, то при смывании пыльцы водой эти показатели были значительно выше и составили 17,73-25,17 %. Это свидетельствует о низком уровне гибридности получаемых се-

мянок, так как наблюдается большое процентное число их завязывания от самоопыления.

Следует также отметить, что в 2011 г. при кастрации цветков материнских линий подсолнечника вышеуказанными способами завязалось наименьшее количество семян при гибридизации, что, по-видимому, обусловлено высокой среднемесячной температурой воздуха (27,1 °C), малым количеством выпавших осадков (3 мм) и, соответственно, засухой в июле, когда происходило цветение и завязывание семян у подсолнечника (см. табл. 7).

Наименьшее количество семян образовалось при использовании влажной камеры: 49-84 семечки на корзинку в среднем, что, по всей вероятности, связано с высокой влажностью и температурой воздуха (выше окружающей среды на 5-6°C). Наибольшее количество семян при гибридизации завязалось в 2011 г., когда выпало наименьшее количество осадков и относительная влажность воздуха снижалась до 30-40 %. Однако, именно в этот период наблюдалась самая высокая среднемесячная температура воздуха (27,1 °C). По-видимому, низкая относительная влажность воздуха за пределами влажной камеры, которая сообщалась с окружающей воздушной средой через отверстия в нижней части, могла положительно повлиять на уровень оплодотворения завязи и образование семечки.

Следует также отметить, что при кастрации пыльники во влажной камере лучшим вариантом оказалось кастрация и опыление в течение 2-3 дней (6-10 рядов цветков). Это связано с тем, что при аналогичными операциями с цветков, в течение 4-5 дней, семечки, даже завязавшись, погибали из-за воздействия семенной инфекции, высокой влажности и температуры воздуха во влажной камере.

Наряду с количеством получаемых гибридных семян, важным показателем является количество рабочего времени, затрачиваемого на осуществление кастрации цветков подсолнечника.

В связи с этим следует отметить, что наименьшее количество трудозатрат и рабочего времени потребовалось при использовании влажной камеры (60-90 секунд) и обработке гиббереллином – 20-25 секунд на корзинку. Больше всего затрат потребовал вариант с ручной кастрацией пинцетом – 8-10 минут (на всю корзинку). При обработке водой этот показатель составил в среднем 3-4 минуты.

Заключение.

Воздействие на цветки материнских линий подсолнечника посредством ручной кастрации пинцетом и обработкой растений в фазу звездочки водным раствором гиббереллином позволяет достигать 94-100 % стерильности мужских элементов цветка. Количество завязавшихся гибридных семян составляет 150-210 шт. на корзинку в среднем. Смывание пыльника водой вызывает недостаточный уровень проявления стерильности пыльника – 50-80 % и, как следствие, снижение количества гибридных семян. Использование влажной камеры позволяет достигать высокой стерильности пыльника на уровне 94-99 %, однако количество завязавшихся гибридных семян при этом спо-

собе меньше в 3-4 раза (49-84 шт. на корзинку в среднем), чем при ручной кастрации и использовании водного раствора гиббереллина.

Наименее трудозатратными оказались два варианта: обработка растений водным раствором гиббереллина и изоляция корзинки во влажной камере.

Литература

1. Боос Г.В. Гетерозис овощных культур / Г.В. Боос, Г.В. Бадина, В.И. Буренин. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
2. Шустер В. Искусственное вызывание мужской стерильности у подсолнечника / В. Шустер // Сельское хозяйство за рубежом. – М., 1964. - № 4. – С. 36-39.
3. Фрувирт К. Подсолнечник (*H. annuus* L.) / К. Фрувирт // Селекция кукурузы, кормовой свёклы и других корнеплодов, масличных растений и кормовых злаков. – 1914. – С. 195-208. (Перевод с немецкого Сацыперова).
4. Арнольдова О.Н. К биологии цветения подсолнечника в связи с техникой его скрещивания / О.Н. Арнольдова // Опытная агрономия Юго-Востока. – 1926. – Т. 3. – Вып. – 1. – С. 139-140.
5. Сацыперов Ф.А. Полевые опыты и наблюдения над подсолнечником / Ф.А. Сацыперов // Труды по прикладной ботанике. – Петроград, 1914 – Том VII. – С. 552-592.
6. Плотников А.И. Биология цветения подсолнечника / А.И. Плотников // Подсолнечник. – 1940. – С. 44–87.
7. Анащенко А.В. Химическая кастрация подсолнечника / А.В. Анащенко // Доклады ВАСНИЛ. – М., 1967 - № 2. – С. 17-18.
8. Анащенко А.В. Мужская стерильность модификационного характера у подсолнечника / А.В. Анащенко // Сельскохозяйственная биология. – М., 1968. – Том. III. - № 4. – С. 544-549.
9. Анащенко А.В. Особенности выращивания подсолнечника при химической кастрации / А.В. Анащенко // Селекция и семеноводство. – М., 1971. - № 2. – С. 36-38.
10. Федин М.А., Кузнецова Т.А., Альсинг Т.К., Воскобойник Л.К., Федоренко Т.С., Кабочник М.И., Мاستрюкова Т.А., Генкина Г.К., Кочан А.С., Пискунова Е.М. Гаметоцидная композиция для подсолнечника / М. А. Федин и др. А.С. СССР № 1743495; опубл. 30.06.92, по заявке № 3751948/15 от 20.03.84.
11. Демури́н Я.Н. Гаметоцидный эффект имидазолинонов у гербицидоустойчивого подсолнечника / Я.Н. Демури́н, А.А. Пихтярева, О.М. Борисенко // Масличные культуры. – Краснодар, 2012. – Вып. 1 (150). – С. 31-34.
12. Гвоздева С.Н. Особенности роста и формирования продуктивности подсолнечника в условиях регулируемой внешней среды / С.Н. Гвоздева: дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. – Краснодар, 1980. – 141 с.

13. Джуемин Х.Е. Способ получения гибридов растений / Х.Е. Джуемин // Патент РФ № 2210884 публ. 27.08.2003 по заявке № 971209961/13 от 20.05.1996.
14. Демури́н Я.Н. Фотопериодическая мужская стерильность в гибридизации подсолнечника / Я.Н. Демури́н, Т.М. Перетягина, О.М. Борисенко // Масличные культуры. – Краснодар, 2005. – Вып. 2 (133). – С. 12-18.
15. Коломиец Н.Я. Способ кастрации растений сорго / Н.Я. Коломиец // Селекция и семеноводство. – М., 1989. - № 5. – С. 3-4 обложки.
16. Семихненко П.Г. Агробιологические особенности подсолнечника / П.Г. Семихненко, А.И. Ключников, Т.М. Токарев, В.П. Ягодкина, А.М. Питерская // Культура подсолнечника. – М., 1960. – С. 6-40.