

## СПОСОБ СКРЕЩИВАНИЯ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО МЕТОДОМ СМЫВА ПЫЛЬЦЫ

Т.В. Леус, Е.В. Ведмедева

*Институт масличных культур НААН*

**Разработан способ скрещивания сафлора красильного путём смыва пыльцы, отличающийся от двух методик - прототипов тем, что кастрация цветков производится путём вскрытия корзинки без удаления венчика с использованием целлофанового изолятора, что обеспечивает более высокий процент завязываемости при небольших затратах времени.**

**Ключевые слова:** сафлор, скрещивание, кастрация, пыльник, пестик, материнское растение.

**Введение.** Сафлор (*Carthamus tinctorius*), представитель семейства Сложноцветных (*Asteraceae*) относится к числу древнейших сельскохозяйственных культур, возделываемых человеком. Это редкая культура, которая выращивается в нашей стране относительно недавно. Он входит в число так называемых малоиспользуемых культур: несмотря на большую историю использования сафлора – упоминания о нём встречаются ещё до нашей эры, – его посевные площади ограничены и возделывается он небольшим числом стран. Это привело к тому, что исследований по данной культуре проводилось мало, и имеющаяся информация, в том числе и по генетике данной культуры, крайне бедна.

Сейчас половина мирового производства сафлора приходится на Индию, но экспортируется из этого лишь малая часть. Также его выращивают США, Канада, Австралия, Аргентина, Мексика, Китай. Большая часть урожая Австралии, Аргентины и Мексики экспортируется в Японию и Европу. Благодаря всё более широкому использованию семян сафлора в качестве сырья для получения масла, увеличивается площадь выращивания этой культуры [1, 2].

Для выведения и закрепления в потомстве интересных признаков применяются селекционные программы. Институтом масличных культур НААН были выведены сорта «Солнечный» и «Живчик» [3], в Российской Федерации зарегистрированы сорта «Заволжский 1», «Камышинский 73», «Спартак» [4].

Для сафлора характерно в основном самоопыление; доля перекрёстного опыления обычно не превышает 10%, хотя факторы окружающей среды могут увеличить этот процент до 50. Он имеет мелкие трубчатые цветки, жёлтые, оранжевые или красно-оранжевые, реже белые, с пятизубчатым венчиком. Тычинок пять, спаянных в трубку. Опыление происходит в тот момент, когда рыльце пестика пробивает пыльцевую трубку. Неопыленные рыльца остаются восприимчивыми к пыльце в течение нескольких дней. Обычно перекрёстное опыление осуществляется насекомыми. Опыление ветром играет очень незначительную роль [1]. Также разные линии сафлора могут быть в большей или меньшей степени склонны к перекрёстному опылению, что может существенно влиять на результат [5].

Целью нашей работы было подобрать методику скрещивания, которая позволила бы нам провести генетический анализ наследования признаков.

**Материалы и методы.** Использовались образцы коллекции института масличных культур НААН Белоцветковый неколючий, Розочка, Рассвет, Медовый, Огонёк, 129/к, Салют, 157, БПК, 150.

Опыты закладывались вручную в питомнике на 4-6 рядовых делянках двухметровой длины, ширина междурядий 0,35 м (площадь 2,8-4,2 м<sup>2</sup>), ширина между делянками 0,7 м. Для разработки методики апробировались методы кастрации с помощью целлофанового изолятора и путём удаления пыльников [1, 5]. На основе проведенных исследований разработана усовершенствованная методика кастрации сафлора.

**Результаты и их обсуждение.** В литературе описаны две методики скрещивания. Первая традиционно используется в селекционных программах, применяется к одиночным цветкам и заключается в том, что на поздней стадии созревания бутона пыльники удаляются из цветка вместе с верхней частью венчика, а на другой день, когда происходит вытягивание пестика, опыляются нужной пылью. Вторая подходит для массовой кастрации цветков. При этом на растении выбираются 5-10 хорошо развитых головок на 4-5 ветках и изолируются полиэтиленовыми изоляторами. Остальные ветки обрезаются. Повышенная температура и влага внутри изолятора предотвращает раскрытие пыльников, а в случае сильной жары делает пыльцу стерильной. Когда зацветает половина цветков, производят опыление, для более успешного результата процедуру проводят три дня подряд. Чтобы избежать загнивания и возникновения заболеваний, в конце цветения полиэтиленовые изоляторы заменяют бумажным. Нами опробованы обе техники, кроме того, была применена техника прямого опыления и разработана своя собственная на основе методик, описанных в литературе [1]. В случае прямого опыления кастрация не производится, и на распутившийся цветок просто наносится пыльца интересующего образца. Несмотря на то, что в некоторых случаях этот метод способен давать результат, мы считаем его неэффективным, так как в большинстве случаев без кастрации пестик к моменту выхода оказывается уже опыленным собственной пылью.

В своей работе мы использовали 10 образцов сафлора из коллекции института масличных культур НААН, имеющие разное происхождение и характеризующиеся разными морфологическими признаками. Для материнских линий были взяты образцы с не менее чем одним изученным рецессивным признаком с тем, чтобы факт переопыления было возможно отследить уже в первом поколении. К таким образцам относятся Розочка, Белоцветковый неколючий, Медовый, Рассвет. Эти образцы не имеют колючек, кроме того, Розочка и Рассвет имеют красную окраску венчика цветка, а Белоцветковый – белую. Другие образцы также были использованы для материнских линий, однако, в меньшей степени (табл. 1).

Красная и оранжевая окраска венчика являются рецессивными по отношению к жёлтой, и доминантными по отношению к белой окраске венчика. Признак наличия колючек доминирует над их отсутствием. У образцов 157 и Огонёк колючки выражены слабо, характер наследования этого признака до конца не выяснен.

**Характеристика использованных в скрещивании образцов сафлора**

Название образца	Признак	Характеристика признака
Белоцветковый неколючий	Белая окраска венчика	Рецессивный
	Отсутствие колючек	Рецессивный
Розочка	Красная окраска венчика	Рецессивный по отношению к жёлтой
	Отсутствие колючек	Рецессивный
Рассвет	Красная окраска венчика	Рецессивный по отношению к жёлтой
	Отсутствие колючек	Рецессивный
Медовый	Жёлтая окраска венчика	Доминантный
	Отсутствие колючек	Рецессивный
Огонёк	Оранжевая окраска венчика	Рецессивный по отношению к жёлтой
129/к	Красная окраска венчика	Рецессивный по отношению к жёлтой
	Наличие колючек	Доминантный
Салют	Жёлтая окраска венчика	Доминантный
	Отсутствие колючек	Рецессивный
157	Жёлтая окраска венчика	Доминантный
БПК	Красная окраска венчика	Рецессивный по отношению к жёлтой
	Отсутствие колючек	Рецессивный
150	Жёлтая окраска венчика	Доминантный
	Отсутствие колючек	Рецессивный

Апробация описанных в литературе методик показала, что в наших условиях методика удаления пыльников не оправдывает себя, так как в результате нами не было получено ни одного жизнеспособного, пригодного для скрещивания цветка. В засушливых условиях незащищённые пестики быстро гибнут, кроме того, они часто травмируются во время самой процедуры удаления пыльников. В связи с этим мы разработали и опробовали в своей работе на основе этой другую методику. В ней после вскрытия корзинки пыльники не удаляются. Вместо этого верхняя часть цветка вместе с пыльниками разрывается тонкой иглой. Когда все цветки в корзинке, таким образом, вскрыты, корзинка прополаскивается в стакане с водой. В результате пыльца либо оказывается, смыта, либо гибнет из-за повышенного содержания влаги. Процедура в гораздо меньшей степени, чем при первой методике, травмирует пестики, однако, остаётся риск гибели цветков, если корзинка была вскрыта раньше, чем за 1-2 дня до цветения. Использование целлофановых изоляторов в течение 1-2 дней до вытягивания пестиков повышает их шансы к выживанию, а также улучшает стерилизацию.

Методики скрещивания интересуют нас не только как селекционные, а и с целью использования в генетическом анализе. Поэтому одно и то же растение должно использоваться как в качестве матери, так и в качестве отца. Мы не можем обрезать свободные головки, как рекомендуется в методике для массовой кастрации. Поэтому мы использовали ее в изменённом виде: несколько хорошо

развитых головок изолировались полиэтиленовыми пакетами, а на оставшиеся цветки надевались тканевые изоляторы. В таблице 2 приведены данные эффективности двух способов скрещивания: методики массовой кастрации с использованием полиэтиленового пакета (методика Мёнделя) и разработанного нами метода смыва пыльцы.

Таблица 2

**Сравнение эффективности двух методик по образцам и годам**  
(данные за 2009-2012 гг.)

Год	Образец	Способ скрещивания	
		Смыв пыльцы, выход семян в %	Методика Мёнделя, выход семян в %
2009- 2011	Розочка	100	0
	БПК	0	50
	157	100	0
	150	0	0
	Огонёк	50	16,7
	Белоцветковый неколючий	75	32,4
	Салют	-	0
	129/к	-	40
	Всего по образцам	58,3	24,5
2012	Розочка	71,4	0
	Медовый	83,3	66,7
	Белоцветковый неколючий	87,5	22,2
	Рассвет	33,3	57,1
	Всего по образцам	70,4	34,5

При сравнении процента завязываемости в целом по образцам видно, что метод смыва пыльцы эффективнее, чем методика Мёнделя. Для статистической оценки достоверности различий был использован критерий  $\chi^2$ . Общее количество опытов по первой методике составляло 39, из них 26 успешных. В методике Мёнделя было получено 25 корзинок с завязью из 93 кастрированных. Критерий  $\chi^2$  равен 18,33 при  $df = 1$ . что значительно больше табличного значения. Таким образом, различия между методиками скрещивания достоверны.

При этом реакция некоторых образцов на эти две методики заметно различается. Так, для образца Розочка вообще не рекомендуется использование методики Мёнделя, так как в результате этого способа кастрации нам не удалось получить семян. Также заметно хуже на неё реагирует образец Белоцветковый неколючий. Нужно отметить, что при использовании для кастрации методики Мёнделя, в ряде случаев цветок не зацветает вообще и запревает. Вероятно, это связано с тем, что нами были оставлены свободные ветви, в то время как при стандартной процедуре они обрезаются, и растение не тратит на их развитие ресурсов.

При сравнении результатов по образцам выделяется образец Медовый, у которого процент завязываемости был достаточно высок в обеих методиках.

**Выводы.** Таким образом, при сравнении эффективности двух методик скрещивания можно сделать вывод, что в случае необходимости проведения генетического анализа более предпочтительной является методика смыва пыльцы. В целом она даёт более высокий процент завязываемости семян, кроме того, в случае использования для кастрации методики Мёнделя, некоторые материнские образцы вообще не дают завязи.

По результатам исследований был оформлен патент «Способ скрещивания сафлора красильного» № 84640 от 25.10.2013.

#### **Литература**

1. Li Dajue and Hans-Henning Mündel. Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7 / Li Dajue, Hans-Henning Mündel. – Rome: IPGRI, 1996. – 83 p.

2. Mark A. Chapman Population genetic analysis of safflower (*Carthamus tinctorius*; *Asteraceae*) reveals a Near Eastern origin and five centers of diversity / Mark A. Chapman, John Hvala, Jason Strever, John M. Burke // American Journal of Botany – 2010, № 5. – P. 831-840

3. Ведмедева К.В. та ін. Характеристика колекції сафлору (*Carthamus Tinctorius* L.) Інституту олійних культур УААН. // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур. Вип. 13. – Запоріжжя, 2008. – 198с. – с. 10-16

4. Характеристики селекционных достижений. // Госкомиссия РФ. – 2009. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gossort.com/xrcts/xrct\\_22.html](http://www.gossort.com/xrcts/xrct_22.html)

5. Rubis D. D. Effects of honey bee activity and cages on attributes of thin-hull and normal safflower lines / Rubis D.D., M.D. Levin, S.E. McGregor // Crop science. – 1966. – Vol 6. – P. 11-14

## **СПОСІБ СХРЕЩУВАННЯ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО ШЛЯХОМ ЗМИВУ ПИЛКУ**

**Т.В. Леус, К.В. Ведмедева**

**Розроблений спосіб схрещування сафлору красильного шляхом змиву пилку, що відрізняється від двох методик - прототипів тим, що кастрація квіток проводиться шляхом відкриття кошику без видалення віночка з використанням целофанового ізолятора, що забезпечує більш високий відсоток зав'язуваності при невеликих затратах часу.**

**Ключові слова:** сафлор, схрещування, кастрація, пиляк, товчак, материнська рослина.

## **THE METHOD OF SAFFLOWER HYBRIDIZATION BY WASHING POLLEN OFF**

**T.V. Leus, C.V. Vedmedeva**

**The method of safflower hybridization by washing pollen off is worked out. Two methods were used as prototypes. The difference of new method lies within the fact that castration is provided by opening head without removal of corolla and using cellophane bag that provides higher percent of setting taking little time.**

**Key words:** safflower, crossing, emasculation, anther, pistil, maternal plant.

*Рецензент: И.А. Полякова, канд. биол. наук, доцент кафедры садово-паркового хозяйства и генетики растений Запорожского национального университета.*