

С. Н. МОВСЕСЯН

ЦИТОЛОГИЯ ПОЛОВОГО ПРОЦЕССА ПРИ РАЗЛИЧНОМ
ВОЗРАСТНОМ СОСТОЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЦВЕТКА

Возрастные изменения растений начали привлекать внимание биологов лишь в XIX веке и несмотря на это как в советской, так и в зарубежной литературе накоплен большой материал, посвященный изучению этого вопроса.

На разных возрастных этапах развития организма меняется характер обмена веществ. Гаметы же, формирующиеся у организмов разного возраста, несут отпечаток различий в процессах обмена веществ, что влияет на направление процессов оплодотворения [5, 6, 8, 9, 11, 12, 14].

В настоящей работе мы изложили результаты исследования, объектом которого является мужской гаметофит. Литературные данные, посвященные этому вопросу, показывают различную жизнеспособность пыльцы у различных растений. В естественных условиях пыльца большей части растений сохраняет свою жизнеспособность лишь в течение нескольких дней или недель, но у некоторых растений наблюдаются отклонения. Например, у *Hordeum* [16] оплодотворение происходит лишь в том случае, когда пыльца непосредственно из пыльника переносится на рыльце.

У *Sorghum* [17] нельзя получить семена, если пыльца взята спустя 5 часов после ее выпадения из вскрывшихся пыльников.

Я. С. Айзенштамом [2] выявлено, что пыльца томатов быстро теряет жизнеспособность и на 3—4-й день ее хранения может приводить к полному преобладанию материнских признаков в потомстве. На основании этих данных автор делает вывод, что опыление пыльцой больших сроков хранения усиливает степень передачи материнской наследственности.

Я. С. Айзенштат совместно с Б. И. Кузиной [3] исследовали пыльцу гороха. Опыты показали, что при опылении пыльцой 9—10-дневного хранения процент завязывания резко снижается. Авторы отмечают, что падение жизнеспособности пыльцы начинается относительно раньше, чем яйцеклетки, так как по их мнению мужские половые клетки имеют большую чувствительность по сравнению с женскими.

По Гертнеру (из работы О. Н. Арнольдовой), пыльца табака, хранившаяся 3 месяца в листовом олове, будучи нанесена на рыльце цветка, дает положительные результаты.

Работа, проводимая нами [9] по исследованию жизнеспособности пыльцы кукурузы, показала, что при опылении рылец шестидневной пыльцой завязывание резко снижается, а завязавшиеся зерновки в большинстве случаев бывают материнского типа.

Имеются и такие растения, как, например, финиковая пальма (*Phoenix dactylifera*), у которой пыльца сохраняет свою жизнеспособность в течение целого года [10].

По данным О. Н. Арнольдовой [1], к такой группе можно причислить якобы подсолнечник, у которого пыльца при хранении свыше года не теряет оплодотворяющую способность; исследуя жизнедеятельность пыльцы подсолнечника, она получила данные, на которых необходимо остановиться.

Опыляя рыльца растений подсолнечника пыльцой, хранившейся в продолжение от одного до 33 дней (пыльцу хранили в бумажных пакетиках при обычной комнатной температуре в лабораторных условиях), получается следующая картина завязывания семян: при опылении рылец свежей пыльцой завязывается 83,3% семян, при опылении рылец пыльцой 7—9-дневного хранения—38,9%, пыльца 16—17-дневного хранения—26,2%, пыльца 30—31—80,4%, а пыльца 1 года 20 дней—24,1%.

Известно, что процесс старения у растений—необратимый процесс, поэтому завязывание семян в последующих вариантах должно быть меньше, чем в предыдущих. Однако, по данным О. Н. Арнольдовой, получается, что более свежая пыльца (7—9-дневного хранения) дает меньший процент завязывания (38%), чем пыльца 30-дневного хранения (80%).

Для выяснения жизнеспособности пыльцы подсолнечника и особенностей процесса оплодотворения при опылении стареющей пыльцой нами были взяты следующие комбинации родительских форм: ♀ Болгария беспанцырная × ♂ Фуксинка 62; ♀ Болгария беспанцырная × ♂ Саратовский 169; ♀ Саратовский 169 × ♂ Болгария беспанцырная (опыт был заложен в 1954 г. и повторен в 1955 г.). Свежая пыльца для опыления собиралась по утрам (путем стряхивания корзинки) и сохранялась в стеклянных баночках. Баночки закрывались тонким слоем ваты и в первый год опыта хранились в лабораторных условиях, а во второй год в прохладном помещении. Корзинки материнских растений покрывались матерчатými изоляторами, под которыми температура в течение дня не повышалась в такой степени, как это имеет место при использовании пергаментных изоляторов. Опыление проводилось пыльцой свежей, трехдневного хранения, пятидневного, семидневного, девятидневного, двенадцатидневного, пятнадцатидневного и годичного хранения.

Результаты исследования в год опыления показали, что возраст пыльцы влияет на завязывание семян (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что при опылении рылец растений сорта Болгария беспанцырная свежей пыльцой растений Фуксинки 62 (вариант

Таблица 1

Анализ семян подсолнечника в год опыления (1954 г.)

Комбинации	Вариант опыта (возраст пыльцы)	Средняя длина 1 семянки в см (от 50 семян)	Общий вес 50 семян в г	Средний вес 1 се- мянки в мг (от 50 се- мян)
♀ Болгария б.п. × ♂ Фуксинка 62	Свежая пыльца	1,13	4,7	100
	3-дневная пыльца	1,11	4,2	84
	5-дневная	1,25	4,5	87
	7-дневная	1,66	2,9	58
	9-дневная	1,2	4,5	90
	12-дневная	1,04	3,07	61
♀ Саратовск. 169 × ♂ Болга- рия б/п	15-дневная	1,1	1,85	57
	Свежая пыльца	0,92	4,15	80
	3-дневная пыльца	0,97	4,70	81
	6-дневная	1,05	4,15	80
	8-дневная	1,93	2,1	62
	12-дневная	0,99	2,3	46
	Годичная пыльца	0,99	1,5	30

„свежая“) вес 50 семян доходит до 4,7 г. Вес семян в последующих вариантах опыта уменьшается, что особенно хорошо видно в вариантах, когда рыльца опыляются „семидневной“, „девятидневной“, „двенадцатидневной“, „пятнадцатидневной“ пыльцой. Исключение составляют растения пятого варианта из первой комбинации: при опылении рылец пыльцой, собранной за девять дней до опыления, в первой комбинации резкого уменьшения веса семян по сравнению с первыми вариантами не наблюдается (вес семян доходит до 4,7 г), но на это явление, по-видимому, нужно смотреть как на исключение, ввиду гибридного происхождения исходного материала в этом варианте*.

Более закономерная картина получается во второй комбинации опыта—♀ Саратовский 169 × ♂ Болгария беспанцырная. При опылении рылец свежей пыльцой, пыльцой собранной за три и шесть дней до опыления значительного колебания в весе семян между вариантами не наблюдается. Резкое уменьшение веса семян получается от опыления рылец восьмидневной, двенадцатидневной пыльцой. Уменьшение веса семян происходит в большинстве случаев в силу того, что при опылении свежих рылец стареющей пыльцой происходит неполное завязывание (часть пыльцы прорастает, но не дорастает до зародышевого мешка), а в некоторых вариантах опыта завязывание совершенно не происходит и семянки получаются незаполненные, более легкие.

Кроме того, мы проследили за поведением семян в потомстве, полученных от различных вариантов опыта.

* При посеве семян сорта Болгария беспанцырная (материал, полученный из ВИР'а) у многих взошедших растений подсемядольное колено имело окраску антоциановую. Такие растения строго браковались. Несмотря на это среди отобранных, казалось бы, чистых растений в период цветения проявлялись признаки гибрида, то есть рыльца черные, семянки сероватые и т. д.

Для наблюдения за всхожестью семянков (табл. 2) часть семянков, полученных от опыления ♀ Болгария б/п × ♂ Саратовский 169, была высеяна в бумажные стаканчики, заполненные хорошо просеянной землей, а другая часть семянков высеяна в грунт.

Таблица 2

Всхожесть семян подсолнечника, полученных от опыления ♀ Болгария беспанцирная × ♂ Саратовский 169. Первое потомство (1955 г.)

Варианты опыта	Дата и процент взшедших всходов			
	6-IV	7-IV	8-IV	10-IV
Семянки, полученные от опыления рылец свежей пылью	16	33	66	100
Семянки, полученные от опыления рылец трехдневной пылью	20	80	80	80
Семянки, полученные от опыления рылец четырехдневной пылью	53	73	93	100
Семянки, полученные от опыления рылец пятидневной пылью	40	90	90	90
Семянки, полученные от опыления рылец шестидневной пылью	50	83	83	83
Семянки, полученные от опыления рылец девятидневной пылью	50	79	79	86
Семянки, полученные от опыления рылец двенадцатидневной пылью	0	0	0	0
Семянки, полученные от опыления рылец четырнадцатидневной пылью	0	0	0	0

Исследования показали, что сеянки, полученные от опыления свежих рылец „четырёхдневной“, „пятидневной“ и „шестидневной“ пылью, быстрее всходят, чем сеянки, полученные от опыления рылец свежей пылью, а сеянки последних двух вариантов опыта, „двенадцатидневная“, „четырнадцатидневная“, совершенно не взошли. Несмотря на многократность повторения нам не удалось получить заполнения сеянки от опыления свежих рылец „двенадцатидневной“, „четырнадцатидневной“ пылью.

Сеянки подсолнечника комбинации ♀ Болгария беспанцирная × ♂ Саратовский 169, высеянные в грунт, прорастают с такой же последовательностью, как и в бумажных стаканчиках (табл. 4). Отметим также, что цветение растений первого поколения из приведенных вариантов опыта наступает в такой же последовательности, как и прорастание сеянков. Для изучения этой закономерности мы проводили переопыление внутри варианта. До раскрытия соцветия корзинки брались под изоляторы. Этим путем подопытные растения предохраняли от загрязнения посторонней пылью.

В первых трех вариантах сеянки получились черные с белыми полосами, в 4, 5, 6 вариантах сеянки были белой окраски, а в 8 варианте (опыление рылец пылью четырнадцатидневного хранения) — бледно-серые с белыми полосами. Таким образом, мы обнаружили,

что семянки, полученные в различных вариантах, имели различную окраску, но к определенно закономерности наследования окраски в этой работе мы не касались.

По остальным признакам, как, например, высота растений, вес растений, средний вес одной корзинки, средний вес семянки и т. д. растения первого поколения различных вариантов опыта между собой почти не отличались (табл. 3).

Таблица 3

Анализ растений первого поколения (F_1) ♀ Болгария беспанцирная × ♂ Саратовский 169 (1955 г.)

Варианты опыта	Количество анализиров. растений	Средняя высота растений в см	Средний вес 1 раст. в г	Средн. вес 1 корзинки	Средний вес 50 семян в г	Средний вес одной семянки в мг	Средн. длина 1 семянки в см	Примечание
Растения, полученные от опыления рылец свежей пылью	2	172	258	117	4,4	87	1,07	
Растения, полученные от опыления рылец трехдневной пылью . .	6	158	264	112	3,7	71	1,05	
Растения, полученные от опыления рылец четырехдневной пылью	8	161	232	110	3,7	73	1,05	
Растения, полученные от опыления рылец пятидневной пылью . .	3	165	265	137	3,6	71	,94	
Растения, полученные от опыления рылец шестидневной пылью .	4	150	229	105	4,3	87	1,06	
Растения, полученные от опыления рылец девятидневной пылью .	6	162	294	132	4,4	88	1,11	Гибр. раст.

Пестики растений сорта Болгария беспанцирная, опыленные разновозрастной пылью сорта Фуксинка 62, фиксировались для цитозембриологических исследований через каждые 15 мин. в течение первых двух часов, затем через 2 ч. 30 м., 3 ч., 4 ч., 6 ч., 8 ч., 24 ч., 48 ч., 72 ч. и 96 ч.

Микроскопические исследования семянки подсолнечника показали, что при опылении рылец свежей пылью пыльцевая трубка изливает свое содержимое в зародышевый мешок через 45 мин.—1 ч. после опыления. Отметим, что раньше указанного срока ни в одном зародышевом мешке семяпочек растений из указанного варианта не обнаружено излияния содержимого пыльцевых трубок в зародышевый мешок. Подобные данные для подсолнечника приводятся также в работах Е. И. Устиновой [15], Г. К. Бенецкой [4], и Е. Г. Симонян [13]. Отметим, что по данным Г. К. Бенецкой только в варианте опыления смесью своей и чужой пыльцы содержимое пыльцевой трубки изливалось в зародышевый мешок через 30 мин. после опыления. Нами приведен зародышевый мешок через 1 ч. 30 мин. после опыления

(рис. 1). В нем видны три пары мужских гамет. Спермии одной пары находятся в периоде слияния с яйцеклеткой и центральным ядром зародышевого мешка (один спермий виден на ядре яйцеклетки — проектируется на ее ядрышке, второй — в центральном ядре уже превратился в массу хроматинового вещества); спермии второй пары расположены на поверхности яйцеклетки; спермии третьей пары видны в излившемся в зародышевый мешок содержимом пыльцевой трубки.

На рис. 2 показан зародышевый мешок через 1 ч. 30 мин. после опыления. В этом зародышевом мешке виден раскрученный с четкими очертаниями спермий, в цитоплазме яйцеклетки и на ее ядре; второй спермий проник в центральное ядро зародышевого мешка. В зародышевых мешках семяпочек растений первого варианта через 8 часов после опыления зигота находится в телофазе (рис. 3), а иногда к указанному сроку наблюдается двухклеточный предзародыш. Предзародыш окружен ядрами эндосперма.

После указанного срока зародыш быстро растет и через 48 ч. после опыления в зародышевом мешке виден шаровидный зародыш, окруженный клеточным эндоспермом (рис. 4).

Через 72 и 96 ч. после опыления в зародыше намечаются бугорки семядолей (рис. 5).

Перейдя к описанию второго варианта нашего опыта (опыление рылец пыльцой трехдневного хранения) можно отметить, что между I и II вариантами в отношении темпа и особенностей процесса оплодотворения существенной разницы не наблюдается. В данном варианте излияние содержимого пыльцевых трубок в зародышевый мешок мы также наблюдали через 45 мин. после опыления. Затем вскоре происходит слияние мужских гамет с яйцеклеткой и центральным ядром зародышевого мешка. Через 1 ч. после опыления (рис. 6) в ядре яйцеклетки наблюдается масса хроматинового вещества, внутри которой появилось ядрышко. В яйцеклетке зародышевого мешка, изображенного на рис. 6, виден еще один спермий, имеющий расплывчатые контуры.

Через 2 ч. 30 мин. после опыления (рис. 7) как в центральном ядре зародышевого мешка, так и в ядре яйцеклетки видны массы хроматинового вещества, внутри которых появились ядрышки.

Через 6 ч. после опыления в семяпочках можно было наблюдать фазы деления зиготы и образование двухклеточного предзародыша. Через 8 ч. после опыления, во всех зародышевых мешках изученных нами семяпочек, наблюдался оформленный двухклеточный предзародыш, окруженный четырехъядерным эндоспермом (рис. 8).

Через 18 ч. после опыления мы наблюдали зародыш грушевидной формы (рис. 9). Через 72 ч. зародыш разрастается и принимает более сложную форму, на нем обозначаются бугорки семядолей.

Полученные по этому варианту данные показывают, что пыльца трехдневного хранения (собранная за три дня до опыления) вполне

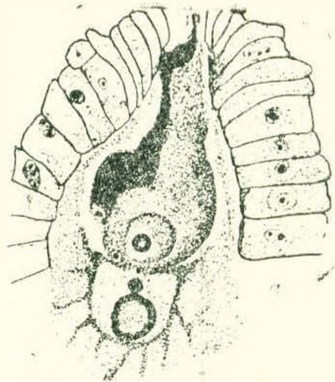


Рис. 1. Верхняя часть зародышевого мешка через 1 ч. 30 мин. В приведенном зародышевом мешке три пары мужских гамет.

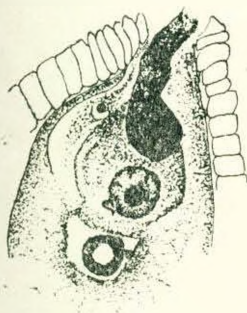


Рис. 2. Верхняя часть зародышевого мешка через 1 ч. 30 мин. после опыления. Спермий на ядре яйцеклетки.

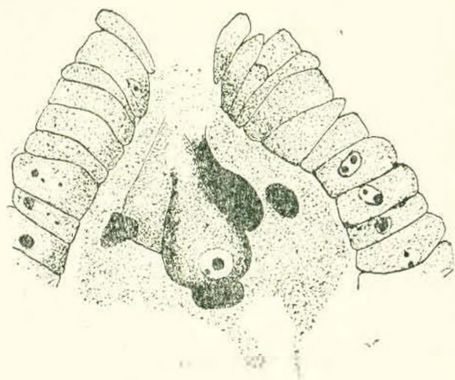


Рис. 3. Верхняя часть зародышевого мешка через 8 ч. после опыления. Яйцеклетка в телофазе.

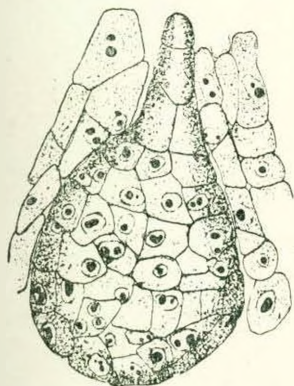


Рис. 4. Вариант первый. Зародыш через 48 ч. после опыления.

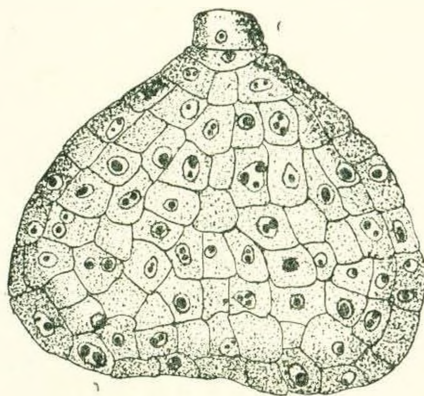


Рис. 5. Вариант первый. Зародыш через 96 ч. после опыления.

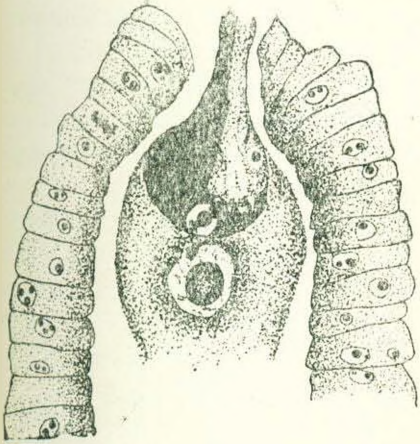


Рис. 6. Второй вариант. Верхняя часть зародышевого мешка через час после опыления.

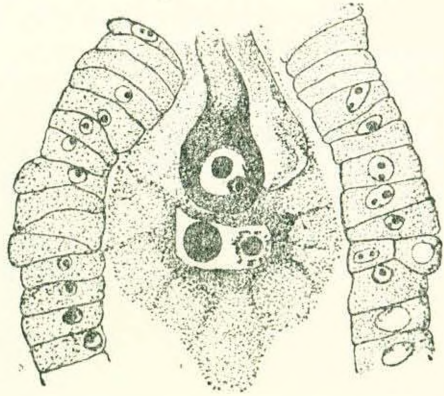


Рис. 7. Второй вариант. Верхняя часть зародышевого мешка через 2 ч. 30 мин. после опыления.

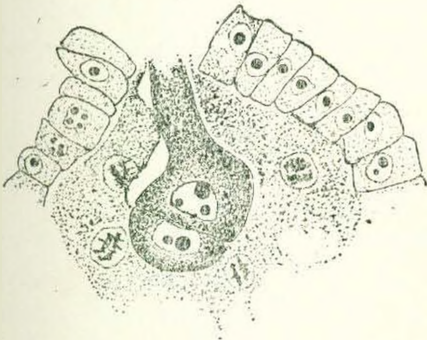


Рис. 8. Второй вариант. Верхняя часть зародышевого мешка через 8 ч. после опыления. Двухклеточный предзародыш и четыре ядра эндосперма.

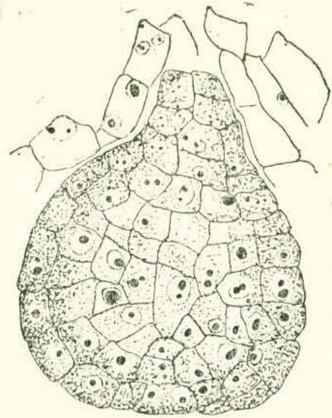


Рис. 9. Второй вариант. Зародыш грушевой формы через 48 ч. после опыления.

пригодна для опыления, она не меняет нормальный темп процесса оплодотворения. Зерновки этого варианта хорошо выполнены и растения не отличаются от контрольных.

Изучение микроскопических картин зародышевых мешков семяпочек показало, что у растений, опыленных пылью пятидневного хранения, процесс оплодотворения в данном варианте значительно замедляется.

Излияние содержимого пыльцевой трубки наступает позже, чем при опылении рылец свежей и трехдневной пылью.

Еще больше отклонения наблюдаются в семяпочках, полученных от опыления рылец пылью, собранной за девять дней до опыления.

При опылении рылец пылью, собранной за девять дней до опыления, реже попадают картины процесса оплодотворения. Только в некоторых семяпочках через час после опыления наблюдалось излияние содержимого пыльцевой трубки в зародышевый мешок. В других случаях процесс оплодотворения происходил через 1 ч. 15 мин. после опыления.

В ряде же семяпочек оплодотворение совсем не было обнаружено и через 1 ч. 30 мин., 2 ч., 2 ч. 30 мин. обе синергиды оставались неизменными, и никаких признаков наличия пыльцевой трубки даже в микропиллярной части не было. В случаях отсутствия оплодотворения через 96 ч. после опыления синергиды оставались совершенно светлые, но все элементы зародышевого мешка увеличивались в размерах, а стенка зародышевого мешка разрасталась и становилась многослойной.

Описанные изменения мы наблюдали раньше при исследовании оплодотворения при стареющих рыльцах [8]. Эти изменения являлись результатом старения самих рылец, а не влияния пыли.

В семяпочках, опыленных двенадцати-четырнадцатидневной, а также годичной пылью, картины процесса оплодотворения нами не наблюдались.

Последние два варианта опыта мы повторяли в течение двух лет при различных комбинациях родительских форм. Но ни в одном случае заполненных семян мы не получили. Двухлетние опыты показали, что в наших условиях пыльца подсолнечника не может быть жизнеспособна такое продолжительное время, как это указывает О. Н. Арнольдова [1].

Микроскопические исследования зародышевых мешков семяпочек опытных растений подсолнечника, полученных от опыления рылец разновозрастной пылью, привели нас к следующим выводам:

1. Темп процесса оплодотворения при опылении растений подсолнечника свежей пылью и пылью, имеющей трехдневную давность, протекает весьма сходно. В семяпочках последующих вариантов нашего опыта темп процесса оплодотворения замедляется.

2. Пыльца подсолнечника, собранная в зрелом состоянии и со-

державшаяся в лабораторных условиях, после двенадцатидневного хранения теряет способность к прорастанию.

3. Большое количество исследованных семяпочек дает нам возможность установить, что в наших условиях пыльца подсолнечника не может быть жизнеспособна такое продолжительное время, как это указывает в своей работе Арнольдова.

4. Возрастные изменения пыльцы подсолнечника у трех исследованных нами комбинаций (♀ Болгария б/п. × ♂ Фуксинка 62, ♀ Болгария б/п. × ♂ Саратовский 169, ♀ Саратовский 169 × ♂ Болгария б/п) по всем признакам, исключая окраску семян в потомстве, ведут себя одинаково.

Институт земледелия Министерства
сельского хозяйства АрмССР

Поступило 17 XI 1958 г.

Ա. Ն. ՄՈՎՍԵՅԱՆ

ՍԵՌԱԿԱՆ ՊՐՈՅԵՄԻ ՅԻՏՈՂՈԳԻՎԱՆ ԾԱՂԿԻ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐ ՀԱՍԱԿԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Բույսերի հասակային փոփոխությունները բխողների ուշադրություն են արժանացել միայն XIX դարում: Չնայած դրան, այդ հարցի ուսումնասիրությունը նվիրված բուսականաչափ նյութ է կուտակվել ինչպես սովետական, այնպես էլ արտասահմանյան գրականություն մեջ:

Արևածաղկի ծաղկափոշիների կենսամատչելունը և դրա հետ կապված բեղմնավորման պրոցեսի առանձնահատկությունները պարզաբանելու համար մենք վերցրել ենք ծնողական ձևերի հետևյալ կոմբինացիաները.

1. ♀ Բոլղարիա բևապանցիրնայա × ♂ Փուքսինկա 62.

2. ♀ Բոլղարիա բևապանցիրնայա × ♂ Սարատովի 169.

3. ♀ Սարատովի 169 × ♂ Բոլղարիա բևապանցիրնայա:

Փշոռման համար ծաղկափոշին հալաքել ենք առավտյան ժամերին. փոշոռումը կատարվել է թարմ, 3-օրյա, 5-օրյա, 7-օրյա, 8-օրյա, 9-օրյա, 12-օրյա, 15-օրյա և միամյա անողություն ունեցող ծաղկափոշիներով:

Վարսանդի սպին թարմ, կրեք և մեց օրվա հալաքված ծաղկափոշիներով փոշոռելու դեպքում վարիանտների միջև սերմի քաշի զգալի աատանում չի դիտվում:

Սերմի քաշի խիստ նվազում ստացվում է այն դեպքում, երբ թարմ սպին փոշոռում ենք ծերացող ծաղկափոշիով:

Արևածաղկի փորձնական բույսերի սերմնաբողբոջները սաղմնային պարկերի միկրոսկոպիական ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ՝

1. Արևածաղկի բույսերը թարմ և կրեք օրվա անողություն ունեցող ծաղկափոշիներով փոշոռելու դեպքում բեղմնավորման պրոցեսը միանման է ընթանում:

Մեր փորձի հետևյալ վարիանտների սերմնարողորջներում բեղմնավորման պրոցեսի ընթացքը դանդաղում է:

2. Արևածաղկի ծաղկափոշիները աասներկա օր լարտատոր պայմաններում պահվելուց հետո կորցնում են իրենց ծրունակությունը:

3. Մեծ թվով սերմնարողորջների ուսումնասիրությունը մեղ հնարավորություն է առիս պնդելու, որ մեր պայմաններում ծաղկափոշիները չեն կարող կենտոնակ լինել պնքան երկարատև ժամանակ, ինչպես այլ նշում է Առնոլդովան իր աշխատությունում [1] մեջ:

4. Մեր ուսումնասիրած երեք կոմբինացիաներում արևածաղկի ծաղկափոշիների հասակային փոփոխությունները բոլոր հատկանիշներով, բացառությամբ սերմի դունի, նմանվում են միմյանց:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арнольдова О. Н. К биологии цветения подсолнечника (*Hannus L.*) в связи с техникой его скрещивания. Журн. опытной агрономии юго-востока, т. III, в. 1, 1926.
2. Айзенштат Я. С. Влияние срока хранения пыльцы на формирование наследственности потомства. Известия АН СССР, 4, 1954.
3. Айзенштат Я. С. и Кузина В. И. Влияние возраста половых элементов на формирование гибридных семян гороха. Уч. записки ЛГУ, 165, вып. 33, 1953.
4. Бенецкая Г. К. Оплодотворение и эмбриогенез у подсолнечника при различных способах опыления. Изв. АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. 7, 1952.
5. Долгушин Д. А. О некоторых особенностях процесса оплодотворения у растений. Агробиология, 3, 1946.
6. Егикян А. А. Влияние различного возрастного состояния рылец кукурузы на избирательную способность оплодотворения и жизнеспособность потомства при различных способах. Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. VI, 4, 1953.
7. Мичурин И. В. Итоги работ сельскохозяйственных опытных учреждений Среднечерноземной области, отд. II, в. 1, 1923.
8. Мовсесян С. Н. Некоторые особенности оплодотворения у подсолнечника при запоздавшем опылении. Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. VI, 7, 1953.
9. Мовсесян С. Н. О влиянии старения пыльцы кукурузы на процесс оплодотворения. Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. IX, 3, 1956.
10. Магешвари П. Эмбриология покрытосемянных, 1956.
11. Поляков И. М. и Михайлова П. Б. Влияние возраста пестиков и пыльцы на избирательность оплодотворения у табака и махорки. Изв. АН СССР (серия биол.), 1, 1950.
12. Саламов А. Б. Опыление кукурузы смесями пыльцы в разные сроки развития рылец, 1947.
13. Симонян Е. Г. Цитолого-эмбриологическое исследование ржи и подсолнечника при разных способах опыления. Диссертация, Ереван, 1955.
14. Турбин Н. В. Изучение условий, влияющих на силу наследственной передачи и развитие признаков у растительных гибридов. Реф. раб. учр. биол. наук СССР за 1941—1943 гг., Москва, 1945.
15. Устинова Е. И. Эмбриологический анализ завязей подсолнечника при опылении смесью пыльцы. Агробиология, 3, 1951.
16. Anthony S., Harlan H. V. Germination of barley pollen. Jour. Agr. Res. 18, 1920.
17. Stephens I. C., Guinby I. C. Anthesis pollination and fertilization in Sorghum Jour. Agr. Res., 49, 1934.