

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РСФСР
ПЕРМСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. М. ГОРЬКОГО

ЭКОЛОГИЯ ОПЫЛЕНИЯ

Межвузовский сборник научных трудов

ПЕРМЬ 1978

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕССЫ ОПЫЛЕНИЯ И ОПОЛОДОТВОРЕНИЯ У ГРУШИ

И. Н. ГОЛУБИНСКИЙ, В. Н. САМОРОДОВ

Полтавский сельскохозяйственный институт

На кафедре ботаники Полтавского сельскохозяйственного института свыше десяти лет производятся исследования по изучению влияния физиологически активных веществ (ФАВ) на прорастание пыльцы и процессы опыления и оплодотворения культурных растений.

Ранее выявлены наиболее перспективные ФАВ и их оптимальные концентрации для проращивания пыльцы на искусственных средах (Голубинский, 1969а, 1969б; Голубинский и др., 1969), изучено действие отобранных веществ на эффективность опыления и оплодотворения самостерильных перекрестно опыляющихся растений, в первую очередь, ржи и др. (Голубинский, 1971а, 1971б).

Обработкой растворами витаминов В₁ и РР изолированных колосьев ржи (сорта Харьковская-194) удалось преодолеть самостерильность этого растения и получить хорошо выполненные зерновки, из которых после посева выростали нормально плодовые растения, не уступавшие по продуктивности контрольным (перекрестноопыляющимся) (Голубинский, 1971а, 1971б). Дальнейшие исследования показали, что и при обработке свободно произрастающей ржи (свободное перекрестное опыление) заметно повышается урожайность и образуются более полновесные зерновки. При посеве зерновок, выросших в результате обработки растений витаминами, наблюдалось последствие, выразившееся главным образом в большей величине зерновок второго поколения и повышенной плодovitости.

В настоящей статье приводятся результаты изучения действия ФАВ на процессы опыления и оплодотворения у разных видов и сортов груш.

Исследования проводились в лабораториях Полтавского сельскохозяйственного института, в садах Полтавского сельскохозяйственного техникума, Майкопской опытной станции ВИР и в садах отдельных совхозов и колхозов Полтавской области*.

В опытах использованы (Голубинский, 1974) наиболее эффективно действующие ФАВ в их оптимальных концентрациях как в чистом виде, так и в смесях. Когда в растворы включали несколько ФАВ, исходные концентрации их брали выше во столько раз, сколько компонентов участвовало в смеси, с тем чтобы после смешивания концентрация каждого компонента в растворе соответствовала требуемой методикой опыта. Если, к примеру, для гиббереллина и витамина РР оптимальной концентрацией является 0,0001%, то для смеси брали концентрацию каждого вещества, равную 0,0002%. При смешивании трех ФАВ, концентрация каждого была в 3 раза выше требуемой и т. д.

На протяжении всех трех лет исследования параллельно с проращиванием пыльцы на искусственных средах проводили обработку цветков

* В проведении опытов активное участие принимали студенты-дипломники Полтавского сельскохозяйственного института А. И. Глазков, Т. И. Дьяконов, В. И. Кекало, В. И. Олейник, В. И. Пашевский, А. М. Рева и Ф. В. Ридченко.

теми же веществами, но в повышенных концентрациях с учетом того, что на рыльцах пестиков растворы ФАВ разжижаются.

Проращивание пыльцы на искусственных средах проводили по методике, разработанной И. М. Голубинским (1974). Энергию прорастания устанавливали по формуле, предложенной В. И. Некрасовым и О. М. Князевой (1973). Измерение длины пыльцевых трубок осуществляли по двадцати зарисовкам, сделанным с помощью рисовального аппарата

Таблица 1
Влияние физиологически активных веществ на прорастание пыльцы груш — Любимица Клаппа (I) и Глива Мачушская (II) (среднее за 1974—1976 гг.)

Варианты опыта	Процент прорастания пыльцы		Средняя длина пыльцевых трубок, мк		Энергия прорастания, %	
	I	II	I	II	II	I
20%-ный раствор сахарозы (контр.)	46,83	46,04	783,2	701,7	32,63	33,32
То же + витамин B ₁ (10 ⁻⁶ %)	70,37	68,05	2284,7	2215,2	59,15	52,30
То же + витамин PP (10 ⁻⁴ %)	68,84	69,02	2003,2	1867,0	58,56	43,28
То же + гиббереллин (10 ⁻⁴ %)	77,97	80,43	2269,2	2518,2	59,12	66,42
То же + борная кислота (10 ⁻³ %)	89,41	89,92	2692,2	3110,7	65,03	73,74
То же + витамин B ₁ + борная кислота	93,16	87,00	3231,0	3329,2	73,54	72,92
То же + витамин B ₁ + гиббереллин	84,06	77,44	2883,7	2388,0	66,40	58,44
То же + витамин PP + борная кислота	95,55	86,87	3200,7	3509,0	75,83	74,78
То же + витамин B ₁ + PP	66,91	67,52	2127,2	2135,7	58,03	54,41
То же + витамин PP + гиббереллин	84,13	75,46	2789,7	2242,2	65,47	61,62
То же + гиббереллин + борная кислота	95,51	87,81	3412,2	3432,7	71,56	73,09
То же + витамин B ₁ + PP + гиббереллин	83,66	83,50	3042,0	3037,7	65,81	68,19
То же + витамин B ₁ + PP + борная кислота	95,38	92,29	3576,7	3648,2	70,77	74,64
То же + витамин B ₁ + PP + гиббереллин + борная кислота	97,04	95,58	3867,0	3745,0	74,93	76,93

Примечание. Данные опыта достоверны на 0,05% уровня значимости.

Аббе. Подсчет проросших зерен производили в 2 параллельно размещенных каплях среды в 3 полях зрения каждой капли (6 повторностей).

Для проведения полевых опытов бутоны накануне их раскрытия кастрировали, но околоцветник оставляли. В каждом соцветии кастрировали 2—3 наиболее развитых бутона, остальные удалялись. В варианте с естественным самоопылением (под изолятором) кастрации не проводили. Соцветия с кастрированными бутонами заключали в марлевые изоляторы. В варианте «естественное опыление» соцветия прореживали, а изоляторы надевали уже после опыления. Через 1—2 дня после кастрации рыльца пестиков обрабатывали ФАВ путем опускания их в соответствующие растворы и проводили опыление пыльцой того же сорта (самоопыление). После обработки и опыления соцветия снова за-

ключали в изоляторы и этикетировали. Изоляторы не убирались до полного созревания и съема плодов. Это защищало плоды от повреждения вредителями и потерь в результате преждевременного опадания их. После опадания неоплодотворенных завязей проводили первую ревизию, а после июньского опадания плодов — вторую. После полного созревания плоды снимали, взвешивали, измеряли их длину и диаметр, фотографировали. Затем их разрезали, извлекали и взвешивали семена, подсчитывали количество семенных камер.

Результаты проращивания пыльцы на искусственных средах по 2 сортам груш (Любимица Клаппа и Глива Мачушская) приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что использование ФАВ резко стимулирует проращивание пыльцы. Особенно эффективным оказалось действие борной кислоты.

Особой разницы в реагировании на активные вещества между исследуемыми сортами груш не наблюдалось, если не считать незначительного усиления действия борной кислоты при проращивании пыльцы Гливы Мачушской в сравнении с пыльцой Любимицы Клаппа. Пыльца двух других сортов груш, проращиваемых нами (Лимонка, Сахарка), вела себя аналогично сортам, приведенным в таблице.

Высокая эффективность ФАВ при проращивании пыльцы на искусственных средах объясняется недостатком этих веществ в пыльцевых зернах. При проращивании в естественных условиях пыльцевые зерна получают многие недостающие им ФАВ из тканей рылец и столбиков, поэтому внесение подобных веществ извне должно давать другие результаты по сравнению с действием их на искусственных средах (табл. 2).

Как и при проращивании пыльцы на искусственных средах, ФАВ заметно стимулировали проращивание пыльцы на рыльцах пестиков, успешно преодолевая самонесовместимость взятых в опыт сортов. Однако действие как отдельных активных веществ, так и комбинации их, и особенно вариантов с борной кислотой, на рыльца было значительно слабее, чем на искусственных средах. Увеличение завязывания под воздействием чистого раствора борной кислоты хотя и превышало 3-кратное, математически являлось недоказанным (менее 10% уровня значимости). Слабее, чем на искусственных средах, действовали также растворы витамина В₁. В то же время борная кислота положительно влияла на вес плодов и особенно на количество и вес семян в плодах. Подобное явление наблюдалось при обработке рылец ржи при принудительном самоопылении (Голубинский, 1971б).

Несоответствие эффективности борной кислоты при проращивании на искусственных средах и на рыльцах пестиков можно объяснить высоким содержанием бора в тканях рылец (Бобко, Матвеева, 1936; Школьник, 1939). Потребность в боре для успешного проращивания пыльцы и нормального метаболизма в пыльцевых трубках (Vasil, 1960) удовлетворяется значительными запасами его в тканях рылец и пестиков, поэтому добавление борной кислоты в растворы, наносимые на рыльца при цветении, малоэффективно.

Намного успешнее оказалось действие смеси ФАВ, особенно смеси всех, взятых нами для опытов активных веществ, причем процент созревших плодов составил 9,94%, даже несколько выше, чем при свободном перекрестном опылении (8,92%). Это дает основание утверждать, что под воздействием ФАВ, если не полностью, то в значительной степени снимается отрицательное влияние самоопыления.

Плоды в вариантах опыта с обработкой ФАВ во всех случаях получены намного крупнее плодов контроля. Эта особенность наиболее заметна в вариантах с обработкой гиббереллином или смесями активных веществ с его участием. При этом значительно изменялась также и фор-

Таблица 2

Влияние физиологически активных веществ на завязывание плодов груши Любимица Клаппа при самоопылении
(среднее за 1974—1976 гг.)

Варианты опыта	Количество обработанных цветков, шт.	Завязалось плодов, шт.				Существенно при уровне вероятности	Средний вес плода, г	Высота плода, см	Диаметр плода, см	Индекс плода	Процент плодов	
		при первой ревизии	при второй ревизии	при созревании	процент созревших						с пятью камерами	с четырьмя камерами
Самоопыление искусственное под изолятором (контр.)	327	7	3	2	0,61		95,08	6,75	5,25	1,28	100,00	0,0
Самоопыление естественное под изолятором	311	14	6	3	0,96	не сущ.	86,61	6,94	5,28	1,31	100,00	0,0
Самоопыление + обработка водой	1033	32	14	8	0,77	не сущ.	98,15	6,41	5,11	1,25	100,00	0,0
Обработка витамином В ₁ (10 ⁻⁴ %)	591	86	34	23	3,89	не сущ.	119,17	7,82	5,67	1,37	87,70	12,30
Обработка витамином РР (10 ⁻⁴ %)	545	81	32	24	4,40	0,90	123,35	7,75	5,89	1,31	80,12	19,88
Обработка гиббереллином (10 ⁻⁴ %)	770	143	72	54	7,01	0,99	151,85	8,81	6,12	1,43	68,57	31,43
Обработка борной кислотой (10 ⁻⁴ %)	621	75	33	20	3,22	не сущ.	127,77	8,19	5,80	1,41	95,83	4,17
Обработка витаминами В ₁ + РР	389	83	33	24	6,16	0,95	123,15	7,99	5,69	1,40	74,16	25,84
Обработка витамином В ₁ + гиббереллин	438	92	33	26	5,93	0,95	159,84	8,44	6,39	1,32	78,12	21,88
Обработка витамином В ₁ + борная кислота	418	74	25	18	4,30	0,90	125,52	7,65	5,42	1,41	87,50	12,50
Обработка витамином В ₁ + РР + гиббереллин	411	79	34	25	6,08	0,95	142,62	8,16	5,95	1,37	64,58	45,32
Обработка витамином В ₁ + РР + борная кислота	371	70	32	23	6,19	0,95	132,82	7,96	5,85	1,36	94,64	5,36
Обработка витамином В ₁ + РР + гиббереллин + борная кислота	674	152	79	67	9,94	0,99	159,95	8,61	6,19	1,39	81,05	18,95
Опыление естественное (без изоляции)	280	57	34	25	8,92	0,99	98,58	7,08	5,42	1,30	80,00	20,00

ма плодов, что выражалось в увеличении длины и уменьшении диаметра плода. На плодах, обработанных смесями с участием гиббереллина, наблюдалась хорошо заметная ребристость в верхней части (вокруг чашечки), нарушавшая сортовую типичность плодов.

Интересны данные, полученные при обработке растворами ФАВ цветков диких видов груш — песчаной и лохолистной (*Pyrus serotina* Rehd. и *P. elaeagnifolia* Pall.). На примере этих видов показана высокая эффективность действия ФАВ (табл. 3).

Оба вида являются полностью автостерильными. Единственный плод (из 78 самоопыленных цветков), образовавшийся после искусственного самоопыления у груши песчаной, объясняется случайным занесением чужой пыльцы.

При обработке рылец самоопыленных цветков растворами ФАВ у груши песчаной как отдельные активные вещества, так и смесь их дали довольно высокий процент завязавшихся и созревших плодов. Однако, к нашему удивлению, смесь четырех ФАВ дала процент созревших плодов ниже, чем в варианте с обработкой одним гиббереллином.

У груши лохолистной преодоление самостерильности путем воздействия растворами ФАВ было затруднено. Довести плоды до созревания (да и то в количестве 2 на 78 опыленных цветков) удалось только после обработки смесью четырех ФАВ. Небольшое число плодов, завязавшихся в результате обработки растворами гиббереллина и α -нафтилуксусной кислоты, не сохранились до второй ревизии.

Интересные результаты получены также при обработке растворами ФАВ цветков этих видов при свободном перекрестном опылении (без изоляции и кастрирования). Здесь взятые нами виды вели себя по-разному (см. табл. 3).

Груша песчаная при свободном опылении почти не реагировала на обработку ФАВ. После первой ревизии как будто намечалось некоторое положительное влияние активных веществ (по крайней мере, в вариантах со смесью ФАВ), но к моменту созревания плодов их действие постепенно утратилось. Наблюдалось даже незначительное (статистически не доказанное) снижение количества созревших плодов по отношению к контролю.

По-иному вела себя груша лохолистная. Обработка цветков растворами гиббереллина и α -нафтилуксусной кислоты почти вдвое повысила количество плодов, а после обработки смесью ФАВ процент созревших плодов превысил процент контроля более чем в 2,5 раза. По весу подопытные плоды были также несколько крупнее плодов контроля.

Таким образом, в результате наших исследований по изучению влияния ряда ФАВ на процессы прорастания пыльцы и оплодотворения груши, можно отметить большой стимулирующий эффект этих веществ. Под влиянием ФАВ в значительной степени активизируются процессы развития плодов и семян в них, преодолевается самостерильность, несколько увеличиваются размеры плодов. Обработкой цветущих растений растворами ФАВ, при свободном перекрестном опылении у ряда сортов груш (в первую очередь, у сорта Любимица Клаппа) можно значительно увеличить урожайность и средний вес плодов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобко Е. В., Матвеева Т. В. 1936. Методика определения бора в почвах и растениях. Ж. прикл. химии. 9. 3.
- Голубинский И. Н. 1969а. Гиббереллин как стимулятор прорастания пыльцевых зерен на искусственных средах. Биол. ж. Армении, 22, 1.
- Голубинский И. Н. 1969б. О совместном влиянии гиббереллина и стигматической жидкости на пыльцу при проращивании ее на искусственных средах. Селекция и семеноводство. Республиканский межведомственный сб. Вып. 14.

Таблица 3

Влияние физиологически активных веществ на завязывание плодов груши песчаной (*Pyrus serotina* Kend) и лохолистной (*P. ebraeagnifolia* Paff) (данные 1976 г.)

Варианты опыта	Груша песчаная					Груша лохолистная				
	Количество обработанных цветков, шт.	Количество цветков Процент			Количество обработанных цветков, шт.	Количество цветков Процент				
		сохранилось при первой ревизии	сохранилось при второй ревизии	сохранилось при созревании		сохранилось при первой ревизии	сохранилось при второй ревизии	сохранилось при созревании		
Искусственное самоопыление без обработки (контр.)	78	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{1}{1,3}$	79	$\frac{0}{0,0}$	$\frac{0}{0,0}$	$\frac{0}{0,0}$		
Искусственное самоопыление + обработка гиббер.	80	$\frac{28}{35,0}$	$\frac{20}{25,0}$	$\frac{20}{25,0}$	80	$\frac{6}{7,5}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{0}{0,0}$		
Искусственное самоопыление + обработка α -НУК	77	$\frac{15}{19,5}$	$\frac{11}{14,3}$	$\frac{10}{13,0}$	81	$\frac{4}{4}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$		
Искусственное самоопыление + V_1 + PP + гиббер. + α -НУК	78	$\frac{23}{29,5}$	$\frac{12}{15,4}$	$\frac{12}{15,4}$	78	$\frac{15}{19,2}$	$\frac{14}{17,9}$	$\frac{2}{2,6}$		
Перекрестное опыление без обработки (контр.)	235	$\frac{138}{58,7}$	$\frac{111}{47,2}$	$\frac{85}{36,2}$	228	$\frac{77}{33,8}$	$\frac{56}{24,8}$	$\frac{48}{21,0}$		
Перекрестное опыление + обработка гиббер.	228	$\frac{121}{53,1}$	$\frac{107}{46,9}$	$\frac{76}{33,3}$	260	$\frac{155}{59,6}$	$\frac{110}{42,3}$	$\frac{102}{39,2}$		
Перекрестное опыление + обработка α -НУК	228	$\frac{128}{56,1}$	$\frac{106}{46,5}$	$\frac{73}{32,0}$	245	$\frac{150}{61,2}$	$\frac{119}{43,6}$	$\frac{91}{37,1}$		
Перекрестное опыление + V_1 + PP + гиббер. + α -НУК	229	$\frac{165}{72,1}$	$\frac{112}{48,9}$	$\frac{81}{35,4}$	269	$\frac{228}{84,8}$	$\frac{169}{62,8}$	$\frac{153}{56,9}$		

III

Примечание. Концентрации растворов всех ФАВ равнялись $10^{-4}\%$.

Голубинский И. Н. 1971а. О преодолении самостерильности у перекрестно-опыляющихся растений. Сб.: Генетика и селекция на Украине, 1. Киев, «Наукова думка».

Голубинский И. Н. 1971б. О преодолении самостерильности у ржи воздействием некоторых физиологически активных веществ. Тр. Харьковского сельхоз. ин-та, 149.

Голубинский И. Н. 1974. Биология прорастания пыльцы. Киев, «Наукова думка».

Голубинський І. Н., Колеснікова М. І., Кривенко Т. П., Бородіна Г. Г. 1969. Стимулювання проростання пилку фізіологічно активними речовинами. В кн.: Розробка науково-обґрунтованої системи землеробства, 2. Полт. с-х. ін-т.

Некрасов В. И., Князева О. М. 1973. Изучение качества пыльцы древесных растений методом проращивания на целлофане. Бюлл. Гл. бот. сада. Вып. 88.

Школьник М. Я. 1939. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений. М., Изд. АН СССР.

Vasil J. K. 1960. Pollen germination in some Gramineae: *Pennisetum typhoideum*. Nature (Engl.), 187, 4743.