

ОПЫЛЕНИЕ ГРУШИ : ВЛИЯНИЕ ФОРМ И МЕТОДОВ ОПЫЛЕНИЯ НА ЗАВЯЗЫВАНИЕ ПЛОДА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

М. ПИНЦАУТИ
ИТАЛИЯ

Италия — крупнейший в мире производитель груш. За ней следуют США, Испания и Франция (БОРНЕК, 1980 г.). Из-за вопросов, связанных с автостерильностью и флоральной биологией культуры, большинство разновидностей сортов, растущих в нашей стране, нуждаются в насекомомылении (РОМИСОНДО, МЕ, 1972 г.). У груши явление партенокарпии (развития бессемячковых плодов) более или менее распространенное, имеет особое значение в случае неблагоприятных условий погоды или в период цветения (ЛЬЮИС, 1942, ЛЕНГРИДЖ и сотр., 1976). Данную работу должны учитывать в своей деятельности все исследователи, изучающие влияние насекомых-опылителей, главным образом пчел, на завязывание плодов и урожайность плодовых деревьев, как с количественной, так и качественной точки зрения, а также деятельность этих насекомых по сравнению с другими формами и методами опыления.

Материал и методика

Наблюдения проведены весной и летом 1980 года в опытных центрах Университета в Пизе, находящихся в Томболо, в западной части города.

Из множества разновидностей сортов груши мы избрали для наших опытов разновидность «Бутирра Клержо». Эта разновидность известна как автостерильная и выращивается на шпалерах. Избраны 30 деревьев с аналогичным развитием (15+15) в центральных рядах опытного участка ; на каждом из них 12 цветочных щитков помечены до расцвета ($12 \times 30 = 360$). Кроме того на каждом из остальных деревьев опытного участка отмечены :

2 цветочных щитка, предоставленные свободному опылению (опыт С).

2 цветочных щитка, обернутые бумагой до начала цветения и предоставлены самоопылению (опыт F)

2 цветочных щитка с удаленными до расцвета тычинками предоставленные ветроопылению (опыт В)

2 цветочных щитка, с удаленными до расцвета тычинками, опыленные при помощи пчел, выловленных на другой разновидности (Косчия), усыпленных CO_2 , брюшко которых потеряли о рыльце цветочных щитков (опыт D)

2 цветочных щитка, с удаленными до расцвета тычинками, опыленных при помощи пчел, выловленных на этой же разновидности «Бутирра Клержо». После их усыпления CO_2 , пчел вымазали фертильной пылью, взятой с груши «Косчия», а брюшко их потеряли о рыльца цветочных щитков (опыт E)

2 цветочных щитка опыляли ручным способом (при помощи щеточки) фертильной пылью с груши «Косчия» (опыт А).

Опыты, проведенные на цветах, в период цветения, и после, касались, вкратце, следующих аспектов:

- числа цветов до осуществления пометок
- числа сформировавшихся небольших плодов
- числа опавших небольших плодов
- числа собранных плодов
- числа бессемечковых плодов.

В лаборатории проведены наблюдения относительно собранных плодов с следующих точек зрения:

- внешняя окраска плодов — оценка производилась при помощи параметрической шкалы проб из четырех плодов, с внешней пигментацией разной интенсивности (1, 2, 3, 4 степени).
- экваториальный диаметр — измеряемый в нижней части плода
- высота плода
- устойчивость к пенетрометру — измеряемая на двух половинах, в нижней части плода
- рефрактометрический показатель
- число семян/плод
- вес семян.

Под конец определили число насекомых-опылителей на цветах исследуемой разновидности. Пчел, необходимых для опытной зоны, обеспечили две пасеки (в радиусе 300 метров). Всего было 50 семей.

Результаты опыта статистически обработаны путем анализа χ^2 на прерывную вариабельность и путем анализа дисперсии на непрерывную вариабельность.

Результаты и обсуждение

Резюмируя обсуждение результатов к наиболее показательным аспектам, имеющим особое значения с практической точки зрения, отмечаем следующее:

— *Поведение насекомых.* Наблюдения, проведенные в период цветения груши показали, что в период цветения преобладающими среди насекомых-опылителей оказались пчелы (84 процента). Кроме того присутствовали *Apoidea* (*Ceratina*, spp., *Halictus* spp., *Andrena* spp.) — 8,3%; *Bombidae* (*Bombus terrestris* L, B) — 6% и несколько двукрылых и жесткокрылых — 1,78%. Было установлено, что пчелы посещали цветы главным образом для сбора пыльцы и лишь во вторую очередь для сбора нектара.

Период начала цветения и наличие других цветущих культур

Период начала цветения двух разновидностей, которыми мы занимались («Бутирра Клержо» и опылитель «Косчия») на деле был идентичным (26 марта — 5 апреля). Он продолжался примерно 10 дней. В соответствующей зоне были и другие одновременно цветущие культуры (разновидности яблони, репы и дикорастущая растительность, главным образом *Taraxacum officinale*). Хотя цветы других культур больше привлекали пчел, интенсивность посещения груши все же была удовлетворительной.

Условия температуры и погоды при начале цветения.

Минимальные и максимальные температуры во время цветения (25 марта — 7 апреля) были показательными для средних соответ-

ствующего периода (минимум — 9,2°C, максимум — 18°C, а влажность — в среднем 60 процентов); согласно имеющейся литературе на эту тему эти условия не оказывали отрицательного эффекта на деятельность насекомых (минимальные дневные температуры) или на биологические процессы в период цветения (прорастание и оплодотворение).

Завязываемость плодов. Из наблюдений, проведенных над 2 400 помеченных цветов (400×6 опытов) вытекает, что процент завязанных небольших плодов значительно варьировал в разных опытах (таблица 1). Статистический анализ указывает, что опыты, проведенные с пылью, приставшей к телу насекомого, точнее опыт Е, оказался наиболее эффективным (58 процентов). За ним следует опыление ручным способом (опыт А = 55 процентов), и свободное опыление (опыт С = 54 процента). Значительно менее эффективными оказались опыление при помощи насекомых, без предварительного нанесения на них пыли (опыт D = 33 процента), анемофильное опыление (опыт В = 20 процентов), а наименее эффективным оказалось самоопыление (опыт F = 20 процентов). Широко известен тот факт, подтвержденный опытами, проведенными над грушей (КАЛЛАН, ЛОМБАРД, 1978, РОМИСОНДО, 1972), что перекрестное опыление способствует завязыванию плодов; кроме того хорошо известен положительный эффект насекомых.

Опыт Е безусловно демонстрирует, что пыльца другой разновидности «активизируется» целым рядом смесей. Некоторые из них известны, другие предстоит открыть: вероятно пыльца активизируется телом насекомого (энзиматическим материалом) или, может быть, общим эффектом массы, так как пыльца, пристающая к телу насекомого в результате вымазывания, состоит из многих сотен тысяч зернышек пылицы; на уровне рыльца протеиновый синтез происходит на высоком уровне, способствуя прорастанию и миграции в пыльцевую трубку. По всей вероятности опыт Е демонстрирует, что пыльца других разновидностей, пристающая к телу насекомого, может быть активизирована веществами, возможно энзиматического происхождения, секретлируемыми самими насекомыми. По этому пути и будут направлены наши дальнейшие исследования. Все же воздействие пыльцевой массы и различные взаимодействия женского флорального аппарата также следует принимать во внимание.

Опадание небольших плодов. В результате наблюдений, проведенных в связи с опаданием небольших плодов, отмечаются три периода (таблицы 1 и 2):

- 1 — до 30-го дня после окончания цветения
- 2 — между 30-м и 50-м днем после окончания цветения
- 3 — между 50-м днем после окончания цветения и уборкой урожая.

В случае этого явления (опадания небольших плодов) результаты могут быть коррелированы с полученными по процентам образования завязей.

Таблицы 1 и 2 указывают, что наиболее интенсивное опадание небольших плодов — по сравнению с результатами от 15 апреля — имело место в течение первого периода наблюдений (физиологическое опадание) (75 процентов в опыте F; 50 процентов в опыте В; 33,33 процента в опыте D; 27,27 процента в опыте А; 20,69 процента в

Таблица 1

ЧИСЛО ЦВЕТОВ, УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАВЯЗЕЙ И ОПАДАНИЕ ПЛОДОВ
В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ

Опыт	Число цветов 28 марта	Число плодов, образо- ванных 15 апреля	Уровень образова- ния завязей	Число плодов в разные периоды			Число плодов, собран- ных 9 октября
				15 апреля — 15 мая	15 мая — 4 июня	4 июня — 9 октября	
A	400	220	55,00 D	60	48	8	104
B	400	80	20,00 B	40	8	4	28
C	400	216	54,00 D	40	32	6	138
D	400	132	33,00 C	44	16	8	64
E	400	232	58,00 D	48	48	12	124
F	400	8	0,20 A	6	1	0	1

Таблица 2

УРОВЕНЬ ОПАДАНИЯ ЦВЕТОВ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ И ПРОЦЕНТ СОЗРЕВШИХ
ПЛОДОВ

Опыт	Уровень опадания			Созревшие плоды (%)
	15.IV—15.V	15.V—4.VI	4.VI—9.X	
A. Опыление ручным способом	27,27	21,82	3,64	47,27 abc
B. Опыление ветром	50,00	10,00	5,00	35,00 ab
C. Свободное опыление	18,52	14,81	2,78	63,89 b
D. Насекомоопыление I	33,33	12,12	6,06	48,49 bc
E. Насекомоопыление II	20,69	20,69	5,17	53,45 c
F. Самоопыление	75,00	12,50	0,00	1,25 a

опыте E; 18,52 процента в опыте C). Это интенсивное опадание имело место в течение опытов, при которых наблюдалось небольшое число малых плодов. Как уже указывали другие авторы, это подтверждает тот факт, что отсутствие формирования семян из-за явления конкуренции между плодами (с семенами и без) имеет особое значение при опадании небольших груш. Некоторые авторы считают, что образование семян определяет опадание небольших плодов в первый период (РОМИСОНДО, МЕ, 1972; ЛЕНГРИДЖ и сотрудники, 1976).

Сбор урожая. Как показывают таблицы 1 и 2, процент и число собранных плодов, по сравнению с образовавшимися завязями, были следующими: 63,89 процента (138 собранных плодов) в опыте с свободным опылением; 53,45 процента (124 собранных плода) в опыте с опылением при помощи вымазанных пылью с «Косчи» пчел; 48,49 процента (64 собранных плода) в опыте с опылением при помощи пчел, выловленных на этой же разновидности; 47,27 процента (104 собранных плодов) в опытах с ручным опылением; 35 процентов (28 собранных плодов) в опыте с анемофильным опылением и 1,25 процента (один собранный плод) в опыте с самоопылением. Это большей частью подтверждает установленное другими авторами в отношении других плодовых деревьев, но, главным образом, груш (ШТЕХЕ, 1959, КОНСТАНТИНОВИЧ, МИЛУТИНОВИЧ, 1968, РОМИСОНДО, МЕ, 1972, КАЛЛАН, ЛОМБАРД, 1978).

Из собранных плодов отобрали 50 из каждой опытной группы (28 плодов из опытной группы B); показательных для соответствующей группы. В лаборатории рассматривались следующие аспекты:

Внешняя окраска. Отмечена тенденция к более интенсивной окраске надплодника плодов в опытах Е (степень 2,83), А (2,73) и D (2,71). Затем следовали плоды из опытных групп В и С (степень — 2,00); для опыта Г оценка не была произведена (см. таблицу 3). Так как не получено ни одного плода.

Размеры и вес плодов. Что касается средней высоты плодов (см. таблицу 3) достоверных различий не отмечено; однако отмечены различия по диаметру (экваториальному) плодов: в опыте с опылением при помощи пчел, не вымазанных пыльцой, плоды имели наименьший диаметр (59,50 мм); следовали полученные в опыте с свободным опылением (62,80 мм) и с ручным опылением (64,15 мм). Наибольший диаметр плодов отмечен в опыте с опылением при помощи пчел, вымазанных пыльцой с груши «Косчия» (66,86 мм) и с анемофильным опылением (67,25 мм). Отмечается очевидная связь между размерами и числом плодов, собранных в каждой опытной группе. Что касается веса плодов, достоверные различия не отмечены, хотя некоторые из них следует упомянуть (см. таблицы 1 и 3).

Устойчивость к пенетрометру. Из проведенных наблюдений (2 определения) при помощи аппарата Магнесс-Тейлор, с диаметром наконечника 8 мм, достоверные различия не вытекают, но определенная степень скороспелости отмечена у плодов опыта Е. За ними следуют плоды из опытных групп С, D, А. Последние — из опытной группы В (см. таблицу 3).

Содержание растворимых веществ. Крупнейший рефрактометрический показатель отмечен в условиях насекомоопыления (свободного или направляемого) — в опытах D, С, Е (14,42; 13,97 и, соответственно, 13,79). Это подтверждает скороспелость плодов, определенную при помощи пенетрометрического анализа. Следуют опыты, выявившие меньшие показатели — А (опыление ручным способом — 13,00) и В (анемофильное опыление — 12,89) (см. таблицу 4). Положительное воздействие насекомоопыления на плоды, по сравнению с

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ, ОТОБРАННЫХ ВО ВРЕМЯ РАЗНЫХ ОПЫТОВ

Опыт	Внешняя окраска	Экваториальный диаметр (мм)	Высота (мм)	Вес (г)	Устойчивость к пенетрометру (кг)
А	2,73 АВ	64,15 АВ	82,82 А	168,64 А	4,94 А
В	2,00 А	67,25 В	85,25 А	185,00 А	5,20 А
С	2,00 А	62,80 В	85,00 А	158,00 А	4,84 А
D	2,71 АВ	59,50 А	83,17 А	142,50 А	4,91 А
Е	2,83 В	66,86 В	84,43 А	180,71 А	4,56 А
Г	—	—	—	—	—

другими формами и методами опыления, уже продемонстрировано для персика (РОМИСОНДО, МАРЛЕТТО, МЕ, 1972; ПРИОРЕ, САННИНО, 1975; ПИНЦАУТИ, ФРЕДИАНИ, 1978). Кроме того, тенденцию к улучшению характеристик плода у других плодовых деревьев (яблони) продемонстрировал СИМОНЯН (1961).

Цвет мякоти. Были отмечены различия в отношении цвета мякоти плода. Плоды опытов В, А и Е превосходили плоды опытов D и С по цвету мякоти (см. таблицу 4).

Таблица 4

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ, ОТОБРАННЫХ ВО ВРЕМЯ РАЗНЫХ ОПЫТОВ (ВНУТРЕННЯЯ ЧАСТЬ ПЛОДА)

Опыты	Рефрактометрический показатель	Цвет мякоти	Число семян (средняя)	Средний вес семян	Число семян неправильной формы	Число бессемечковых плодов
А	13,00 АВ	2,00 АВ	9,33 ВС	7,01 С	7	0
В	12,89 А	2,75 В	8,57 А	4,30 А	59	4
С	13,97 АВ	1,67 А	9,14 АВ	6,03 ВС	5	0
Д	14,42 В	1,83 А	9,00 А	5,30 В	6	0
Е	13,79 АВ	2,14 АВ	9,73 С	6,29 С	8	0
Ф	—	—	—	—	—	—

Число, величина и вес семян собранных плодов

Наибольшее число семян получено в опытной группе Е (в среднем 9,73 при использовании пчел, вымазанных пыльцой), следует опытная группа А (9,33 — опыление ручным способом) опытная группа С (9,14 — свободное опыление), опытная группа D (9,00 — пчелы, не вымазанные пыльцой) и опытная группа В (8,57, анемофильное опыление). Из таблицы 4 ясно вытекает, что насекомые и в нашем случае и ручное опыление, оказали влияние как на число семян, так и на их величину и вес. Что касается число бессемечковых плодов, они были получены лишь в опытной группе В (ветроопыление) (см. таблицу 4).

Выводы

На основе опытов, проведенных с разновидностью груши «Бутирра Клержо», можно прийти к следующим выводам:

1. Насекомоопыление произведено почти исключительно пчелами (84%).

2. Воздействие пчел (ручное опыление путем трения насекомых о рыльце) и воздействие других насекомых при опылении разновидности «Бутирра Клержо» определило большую завязываемость и меньшую степень опадания, а также способствовало скороспелости плодов, с положительным влиянием на их качество.

3. Результаты опытов подтверждают значение энтомофильного опыления для груши, у которой автостерильность очень распространена. Воздействие пчел на фертильную пыльцу во время цветения имеет активизирующий эффект благодаря целому ряду взаимодействий между пыльцевой массой и рыльцами цветков, а также веществам энзиматического происхождения, секретиремым насекомыми и находящимся на волосках их тела, к которым и прилипают зернышки пыльцы.