

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Кафедра экологии

Доклад на тему:
Опыление. Двойное оплодотворение

Выполнила: ст. гр. Эб-110

Соловьёва Е.Ю.

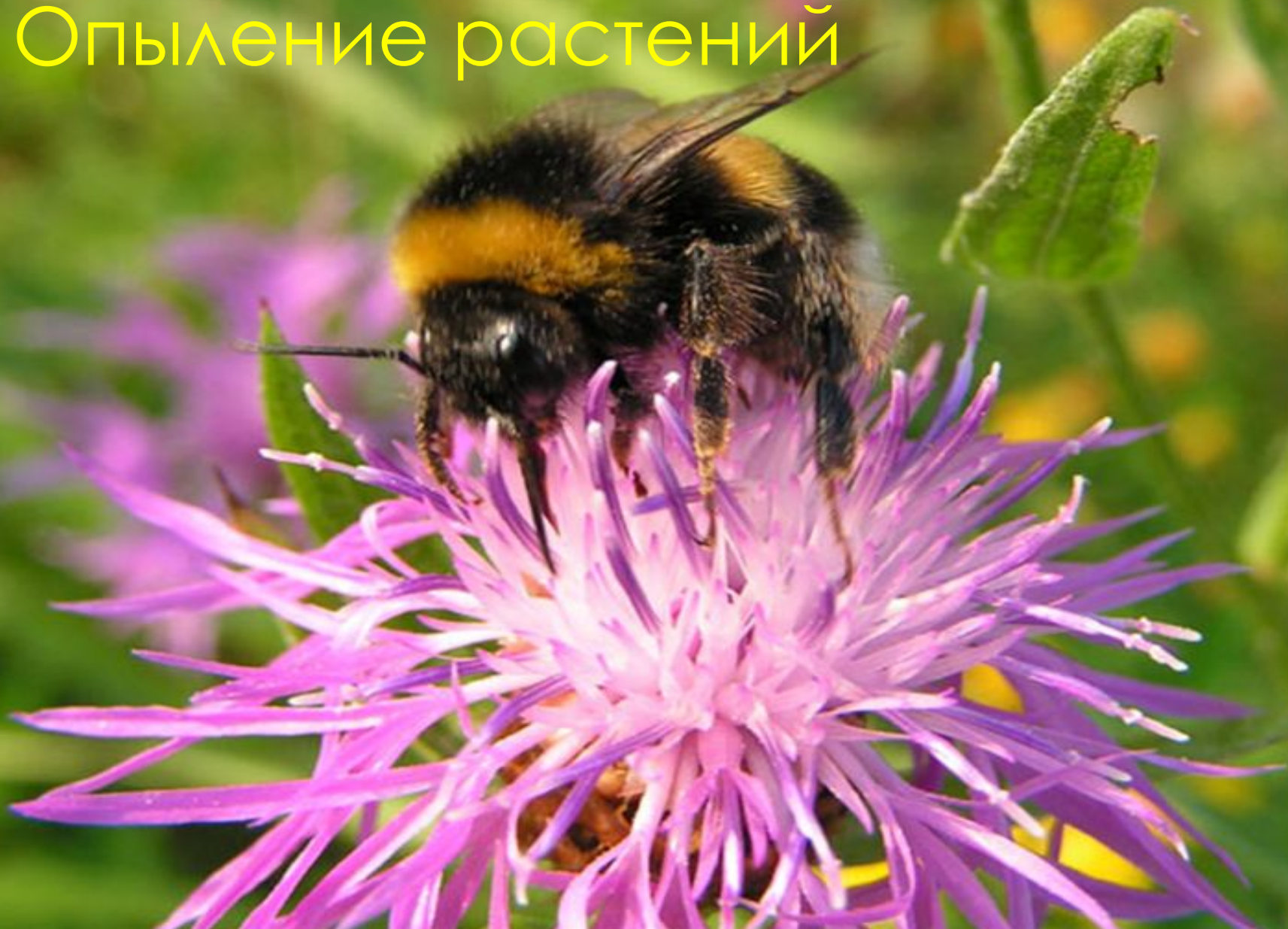
Проверил:

к.б.н., доцент

Князьков И.Е.

Владимир 2013

Опыление растений



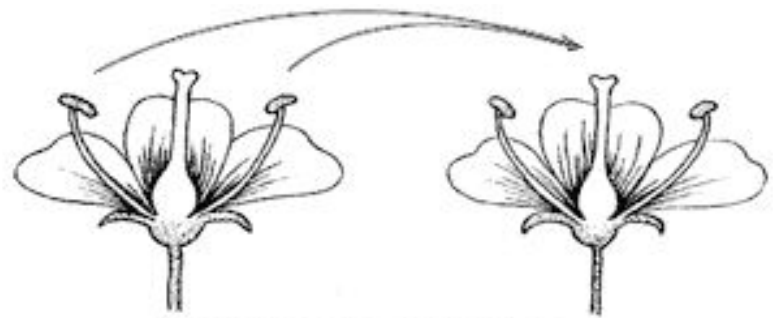
Опыление -этап полового размножения семенных растений, процесс переноса пыльцы с пыльника на рыльце пестика (у покрытосеменных) или на семяпочку (у голосеменных).

Различают два типа опыления:

- **самоопыление**
- **перекрестное опыление** (ксеногамия)
- другие способы опыления.



Самоопыление



Перекрестное опыление

Самоопыление-тип опыления у высших растений, при котором пыльца из пыльников переносится на рыльце пестика того же самого цветка или между цветками одного растения.

Самоопыляем обладают растения:горох, фиалки, пшеница, помидоры,ячмень,фасоль,нектарин.

Выделяют разные формы опыления:

- Автогамию
- Гейтоногамия
- Клейстогамия

[Назад](#)

Автогамия-самоопыление, при котором рыльце опыляется пыльцой того же цветка

Аутогамия (греч. autos — сам и gamos — брак)— самоопыление.

У никогда не раскрывающихся «клейстогамных» цветков, к тому же развивающихся иной раз под землей (амфикарпические растения), опыление чужой пыльцой невозможно, аутогамия является единственно возможным способом опыления. У других растений, несмотря на то, что цветы их раскрыты, самоопыление является все-таки общим правилом.

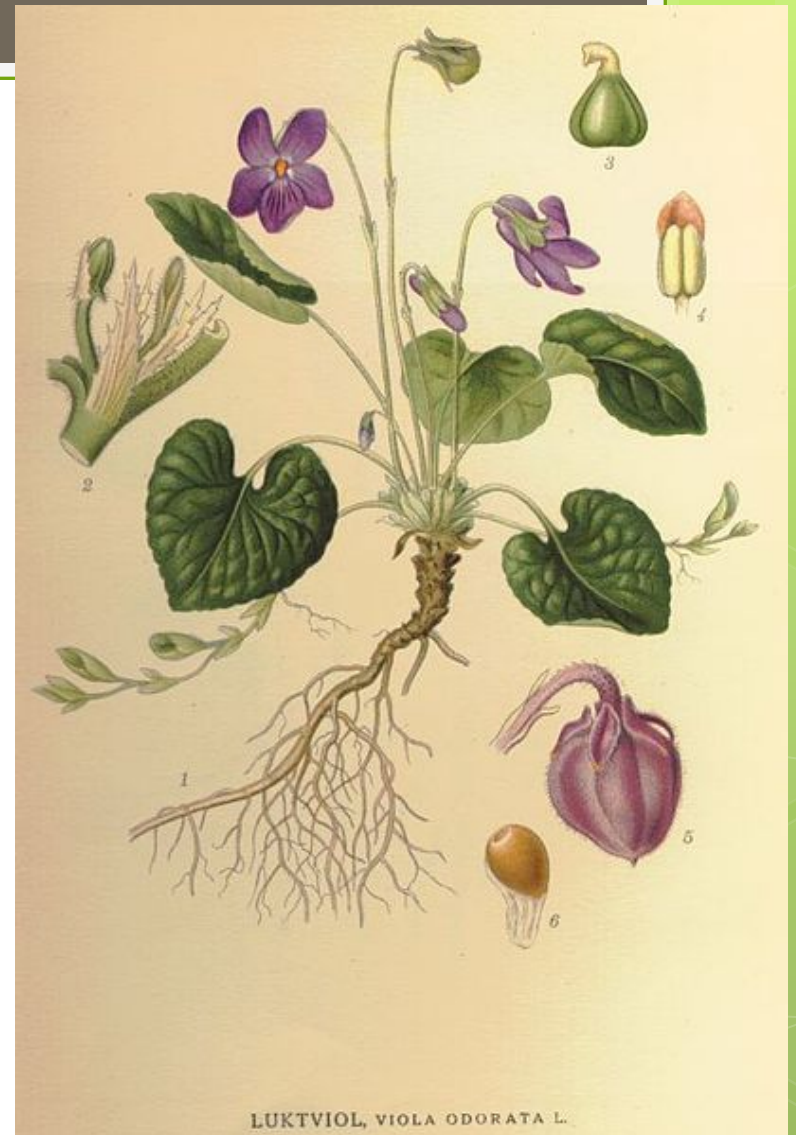
У многих энтомофильных растений аутогамия является запасным ресурсом на случай неудачи опыления при помощи насекомых. У таких растений, в первый период цветения наблюдается ряд приспособлений для того, чтобы избежать аутогамии, далее, напротив, начинают работать приспособления, имеющие целью облегчить самоопыление.

[Назад](#)

Амфикарпические растения -

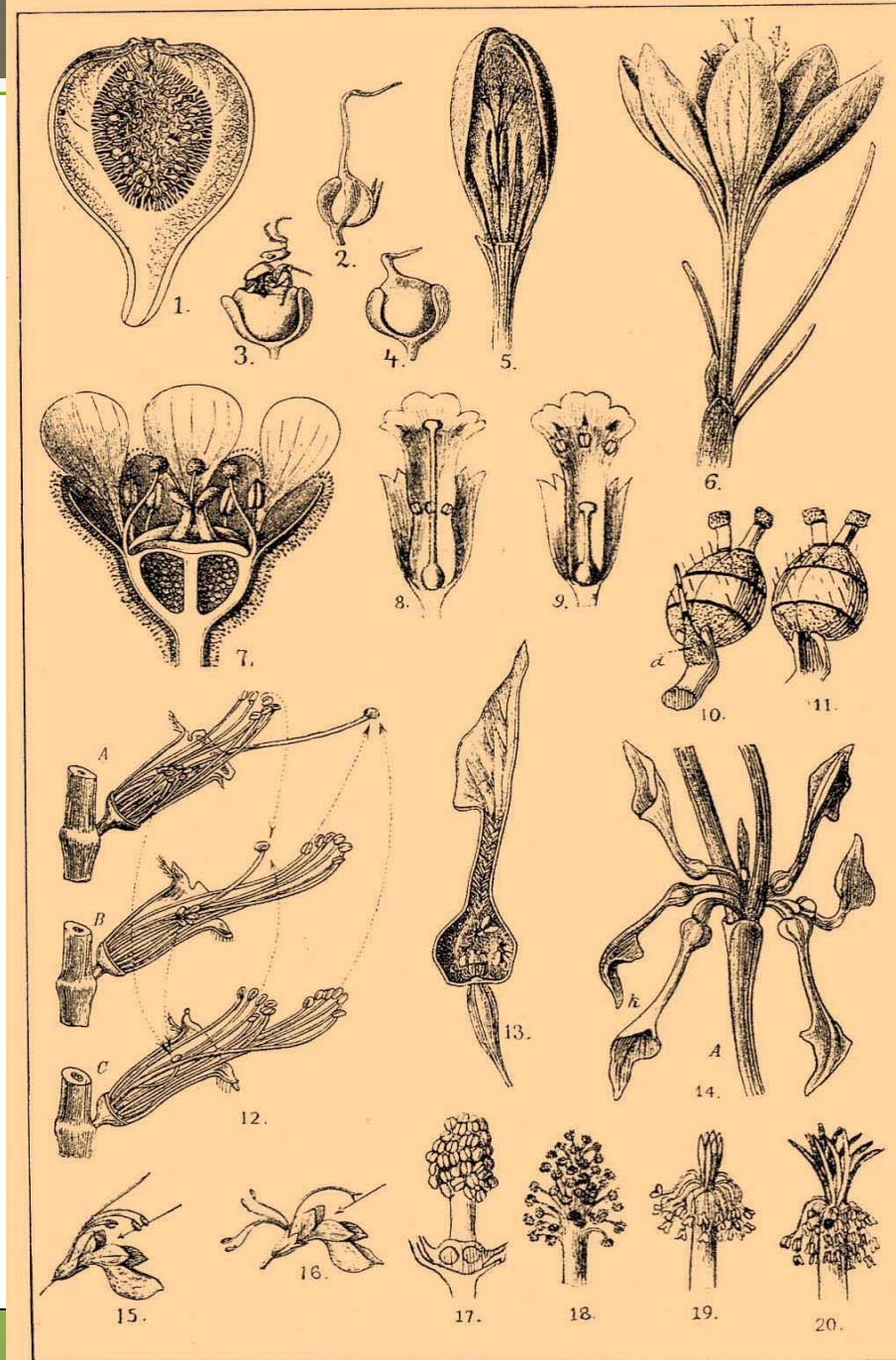
растения, которые приносят, кроме обыкновенных плодов, развивающихся на воздухе из нормальных цветов, еще подземные плоды из клейстогамных цветов. Пример - наша душистая фиалка (*Viola odorata*).

[Назад](#)



Энтомофильные растения

1. Мужское соцветие смоковницы
2. Женский цветок смоковницы (*Ficus Carica*),
3. Галл.
4. Орехотворка *Blastophaga grossorum*, вылезаящая из галла.
5. Цветок шафрана (*Crocus multifidus*), 6. Цветок шафрана днем, в хорошую погоду.
7. Цветок камнеломки (*Saxifraga controversa*)
8. Цветок первоцвета (*Primula*) с длинным столбиком; 9. Цветок первоцвета с коротким столбиком. — 10. Медолистик дикой чернушки (*Nigella arvensis*) (a) — крышечка, прикрывающая вместилище нектара;
11. Медолистик дикой чернушки, (a) крышечка, прикрывающая нектар, удалена.
12. Схема оплодотворения у трех различных форм цветка плакун-травы (*Lythrum Salicaria*);
13. Врезанный вдоль цветок кирказона (*Aristolochia Clematidis*); на дне цветка, вздутом наподобие бочонка, два комара (*Ceratopogon*), которые не могут высвободиться, так как выход заперт твердыми волосками в трубке околоцветника.
14. Группа цветов кирказона (*Aristolochia Clematidis*).
15. Протерандрический цветок *Teucrium orientale* в мужском состоянии.
16. *Teucrium orientale* в женском состоянии;
17. Просвиряк (*Malva silvestris*), тычинки в бутоне. 18. пыльники вскрылись; цветок в мужском состоянии. — 19. пустые пыльники отогнулись вниз; обнаружился сложенный пучком рыльца. 20. цветок в женском состоянии; раскрывшиеся рыльца заняли то положение, которое раньше занимали пыльники.



Гейтоногамия- опыление при котором рыльце опыляется пылью других цветков той же особи

ГЕЙТОНОГАМИЯ (от греч. *geiton* — сосед...гамия), опыление в пределах одного растения в результате переноса пыльцы с цветка на цветок. Гейтоногамия известна, например, у моркови, во время цветения которой мухи ползают по всему соцветию и переносят пыльцу, собранную в одном цветке, на рыльце пестика другого цветка. При гейтоногамии у некоторых растений семена иногда не образуются.

[Назад](#)

Клейстогамия- тип самоопыления, при котором опыление происходит в закрытых цветках

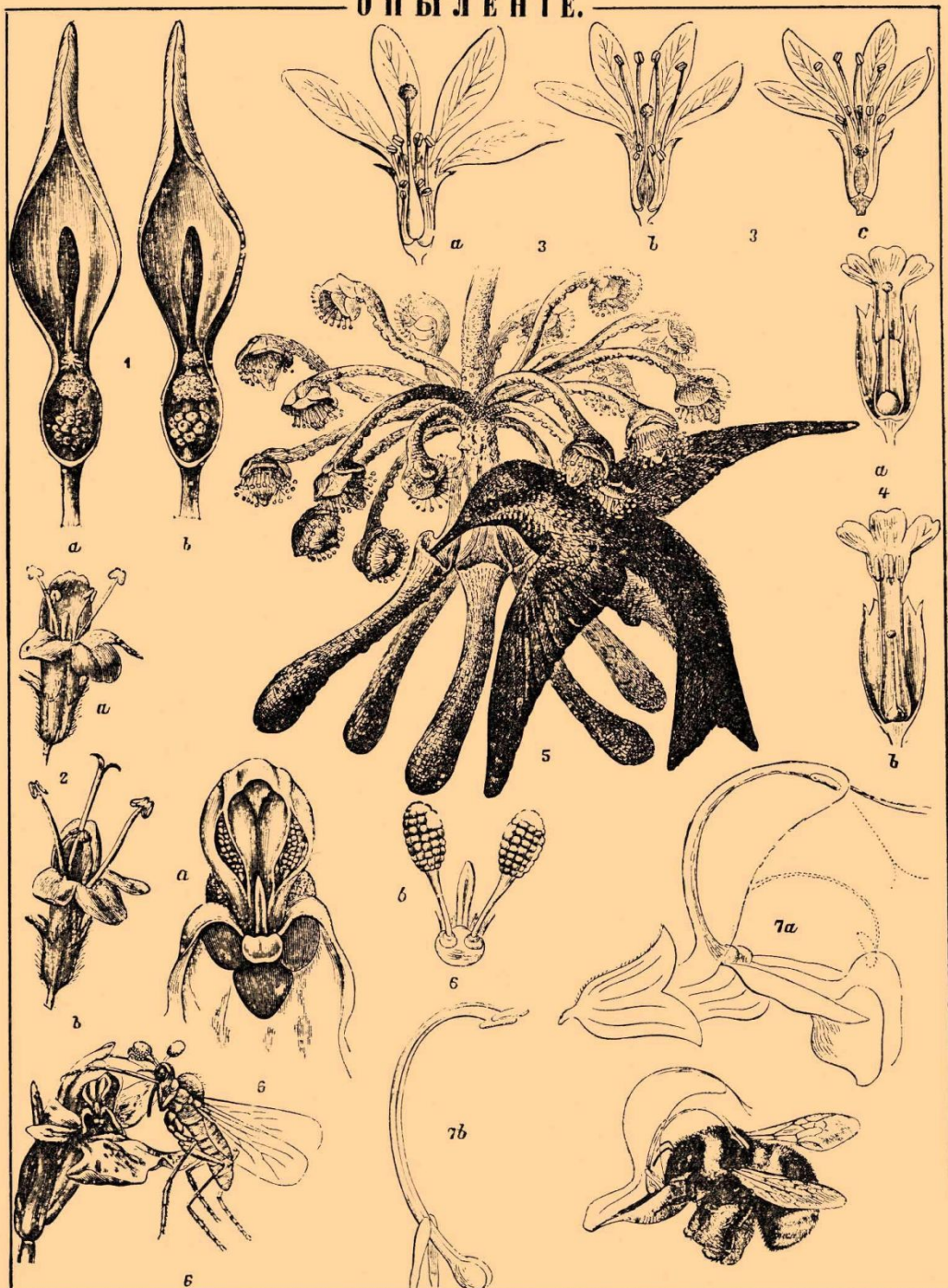
Клейстогамия характерна для арахиса, гороха и фасоли, широко распространена среди трав, однако самым крупным родом клейстогамных растений является Фиалка (*Viola*).

Из-за некоторой нестабильности клейстогамных форм генетически модифицированных растений бывают случаи, когда цветки открываются и генетически модифицированная пыльца освобождается.

[Назад](#)

Перекры́стное опыле́ние или аллогамия (от др.-греч. ἄλλος (allos) «другой» и γάμος (gamos) «брак»), или чужеопыление — тип опыления у покрытосеменных растений, при котором пыльца от андрцея одного цветка переносится на рыльце пестика другого цветка.

О П Ы Л Е Н И Е.



Приспособления цветов к перекрестному опылению.

1. *Arum maculatum* (протерогиния); а — со зрелыми пестиками и незрелыми тычинками, вход закрыт ворсинками, б — со зрелыми тычинками и оплодотворенными пестиками, вход свободен.

2. *Thymus serpyllum* (протерандрия); а — со зрелыми пыльниками, б — с пустыми пыльниками и зрелым рыльцем.

3. *Lythrum salicaria* (триморфизм); а — с длинными, б — со средним, с — с коротким столбиком.

4. *Primula officinalis* (диморфизм); а — с длинным, б — с коротким столбиком.

5. *Marcgravia nepenthoides*, опыляемая колибри.

6. *Orchis mascula*, опыляемая мухой *Empis livida*: а — колонка (гиностемий) с поллинариями, б — поллинарии.

7. *Salvia officinalis*, посещаемый шмелем: а — схематическое изображение цветка с обозначением положения тычинок и столбика в поднятом и опущенном состоянии, б — тычинки с сочленением.

Различают две формы перекрёстного опыления:

- гейтоногамия (от др.-греч. γείτων — «сосед» и γάμος — «брак»), или соседнее опыление — опыление, при котором пыльца из цветка одного растения переносится на рыльце пестика другого цветка на том же растении;
- ксеногамия (от др.-греч. ξένος «пришелец, чужой» и γάμος «брак») — перекрёстное опыление, при котором пыльца из цветка одного растения переносится на рыльце пестика в цветке другого растения.

С точки зрения обмена генетическим материалом гейтоногамия равнозначна самоопылению, обеспечить полноценный обмен генетическим материалом может только ксеногамия, в связи с чем под термином «перекрёстное опыление» иногда понимают только ксеногамию.

Значение перекрёстного опыления

С помощью перекрёстного опыления осуществляется обмен генами, что поддерживает высокий уровень гетерозиготности популяции, определяет единство и целостность вида.

При перекрёстном опылении возрастают возможности рекомбинации генетического материала, образуются более разнообразные генотипы потомства в результате соединения наследственно разнообразных гамет, поэтому получается более жизнеспособное, чем при самоопылении, потомство с большей амплитудой изменчивости и приспособляемости к различным условиям существования.

Таким образом, перекрёстное опыление биологически выгоднее самоопыления, поэтому оно закрепилось естественным отбором и стало господствующим в растительном мире. Перекрёстное опыление существует у не менее 90 % видов растений.

Самоопыление по сравнению с перекрёстным опылением вторично, оно вызвано условиями среды, неблагоприятными для перекрёстного опыления и играет страхующую функцию, но с точки зрения эволюции является тупиковым путём развития.

Осуществление перекрёстного опыления

Перекрёстное опыление может осуществляться как биотически (с помощью живых организмов), так и абиотически (посредством воздушных или водных потоков).

Для большинства способов опыления имеются специальные термины, второй частью которых является -фили́я (от др.-греч. *φιλία* «любовь», «дружба»):

- зоофилия (от др.-греч. *ζῷον* «животное») — опыление с помощью животных;
- энтомофилия (от др.-греч. *ἔντομον* «насекомое») — с помощью насекомых (это наиболее распространённый способ зоофилии);
- кантарофилия (от др.-греч. *κάνθαρος* «жук») — с помощью жуков (этот способ опыления характерен для реликтовых растений);
- мирмекофилия (от др.-греч. *μύρμηξ* (*myrmeks*) «муравей») — с помощью муравьёв;
- орнитофилия (от др.-греч. *ὄρνις* «птица») — с помощью птиц (к примеру, опыление многих растений из тропической Америки осуществляют колибри);
- малакофилия (от др.-греч. *μαλάκιον* «моллюск») — с помощью моллюсков; сейчас все случаи участия моллюсков (улиток) в опылении представляются сомнительными;
- маммалофилия (от лат. *mammalis* «грудной») — с помощью млекопитающих; имеется предположение, что опыление растений с помощью нелетающих млекопитающих было широко распространено в третичный период и сейчас сохранилось лишь как реликтовое;
- хироптерофилия (от лат. *Chiropera* «рукокрылые» — от др.-греч. *χεῖρ* — «рука» и *πτερόν* «крыло») — с помощью летучих мышей; хироптрофильные растения распространены в большей степени в тропиках Азии и Америки, в меньше степени Африки;
- анемофилия (от др.-греч. *ἄνεμος* «ветер») — опыление с помощью ветра[2];
- гидрофилия (от др.-греч. *ὔδωρ* «вода») — опыление с помощью воды (например, у растений из родов Роголистник, Наяда);

Опыление ветром

Опыление ветром, когда невесомая пыльца переносится с потоками воздуха, очень распространено в природе. Так опыляются многие деревья, как, например, дуб, ясень и сосна, а также кукуруза и злаковые. Опыляемые ветром растения вынуждены производить огромное количество пыльцы, чтобы увеличить шансы ее попадания на рыльце соответствующего растения. Пыльца должна быть очень легкой, чтобы "плыть" по воздуху; она почти невесома. Если встряхнуть созревшую сережку орешника, цветущую ветку хвойного дерева или тимофеевку луговую, вы увидите в воздухе целое облако пыльцы. У некоторых растений есть крохотные воздушные пузырьки, которые помогают пыльце подольше продержаться на ветру.

Опыление насекомыми

Как правило, цветы растений, опыляемых насекомыми, очень яркие и обладают сильным ароматом. Если отдельные цветочки слишком малы, они группируются в соцветия или располагаются в окружении разноцветных листьев под названием прицветник, чтобы привлечь внимание насекомых.

"Цветы" мексиканского кустарника пуансетии в действительности являются прицветником, привлекающим внимание насекомых к достаточно неприметным цветам. Пыльцевые зерна опыляемых насекомыми цветов обычно крупнее и шероховатей, чем у цветов, опыляемых ветром. Они могут быть клейкими, чтобы прилипнуть к насекомым.



Водное опыление

Это самый редкий вид опыления, но он является основным для сугубо водных цветущих растений - например, зостеры (морской травы). Их нитеобразная пыльца с удельным весом, соответствующим плотности морской воды, может плавать на любой глубине, пока ее не захватит похожее на перышко рыльце.

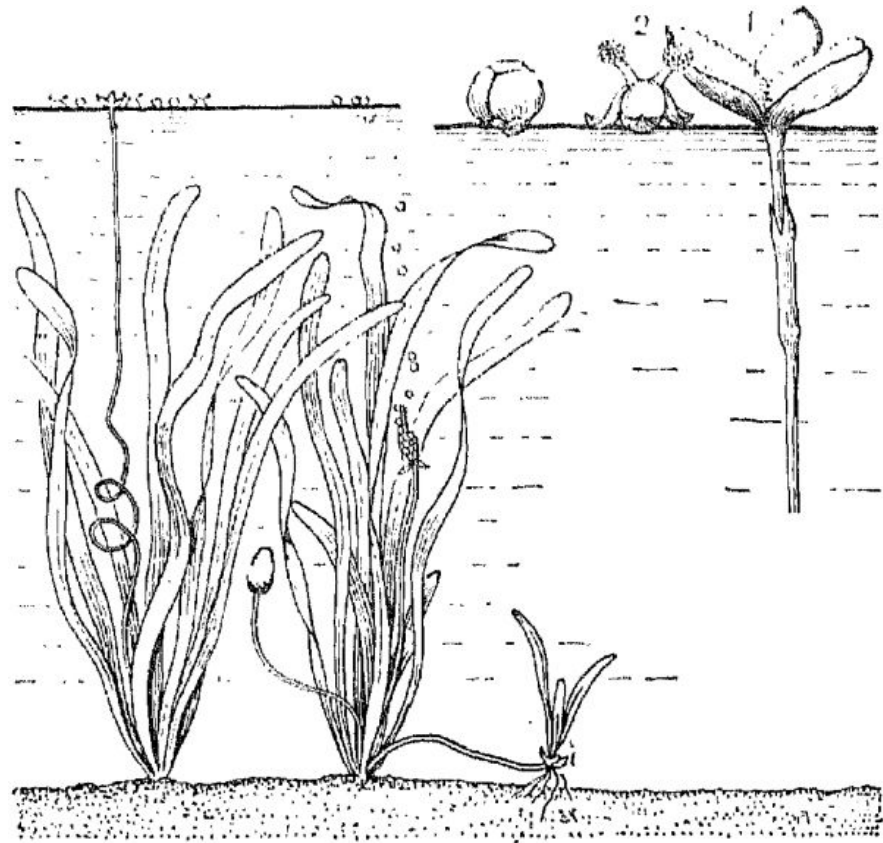



Рис. 40. Гидрофилия у валлиснерии (*Vallisneria spiralis*):

е л е н а — общий вид двудомной валлиснерии (женское и мужское растение); с и р и в а — опыление у валлиснерии, совершающееся на поверхности воды (1 — женский цветок; 2 — мужской цветок).

Двойное оплодотворение



Двойное оплодотворение - это половой процесс у покрытосеменных растений, при котором оплодотворяются как яйцеклетка, так и центральная клетка зародышевого мешка.

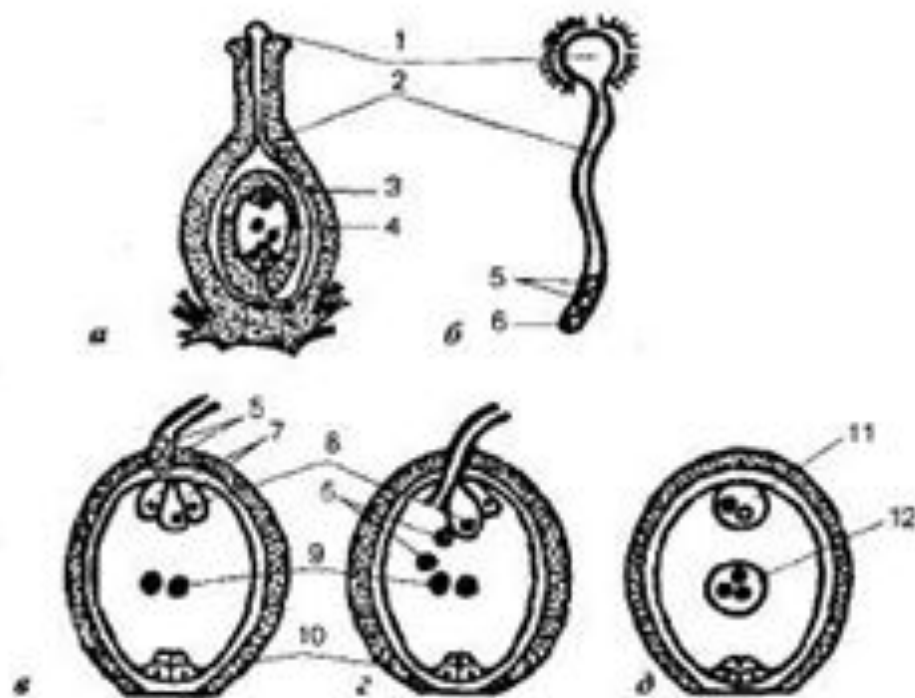
Двойное оплодотворение

- *Открыто в 1898 **С.Г.Навашиным***
- *Оплодотворению предшествует опыление*
- *Происходит у покрытосеменных растений*

Сергей Гаврилович Навашин (1857 — 1930) — русский ботаник, цитолог и физиолог растений. Впервые описал двойное оплодотворение у растений



Схема двойного оплодотворения у цветковых растений: а - продольный разрез пестика; б - прорастание пыльцевого зерна; в - проникновение пыльцевой трубки в зародышевый мешок; г - излияние содержимого пыльцевой трубки



В завязь покрытосеменных растений проникает два спермия, один из них сливается с яйцеклеткой, давая начало диплоидному зародышу. Другой соединяется с центральной диплоидной клеткой. Образуется триплоидная клетка, из которой



- 1 - пыльник с пыльцевыми зёрнами; 2 - прорастающее пыльцевое зерно;
3 - рыльце; 4 - тычиночная нить; 5 - завязь; 6 - зародышевый мешок;
7 - лепесток; 8 - чашелистик; 9 - пыльцевая трубка; 10 - вегетативное ядро;
11 - спермии; 12 - яйцеклетка; 13 - центральные клетки; 14 - зачаток эндосперма.

Оплодотворению у покрытосеменных предшествует микроспорогенез и мегаспорогенез, а также опыление.

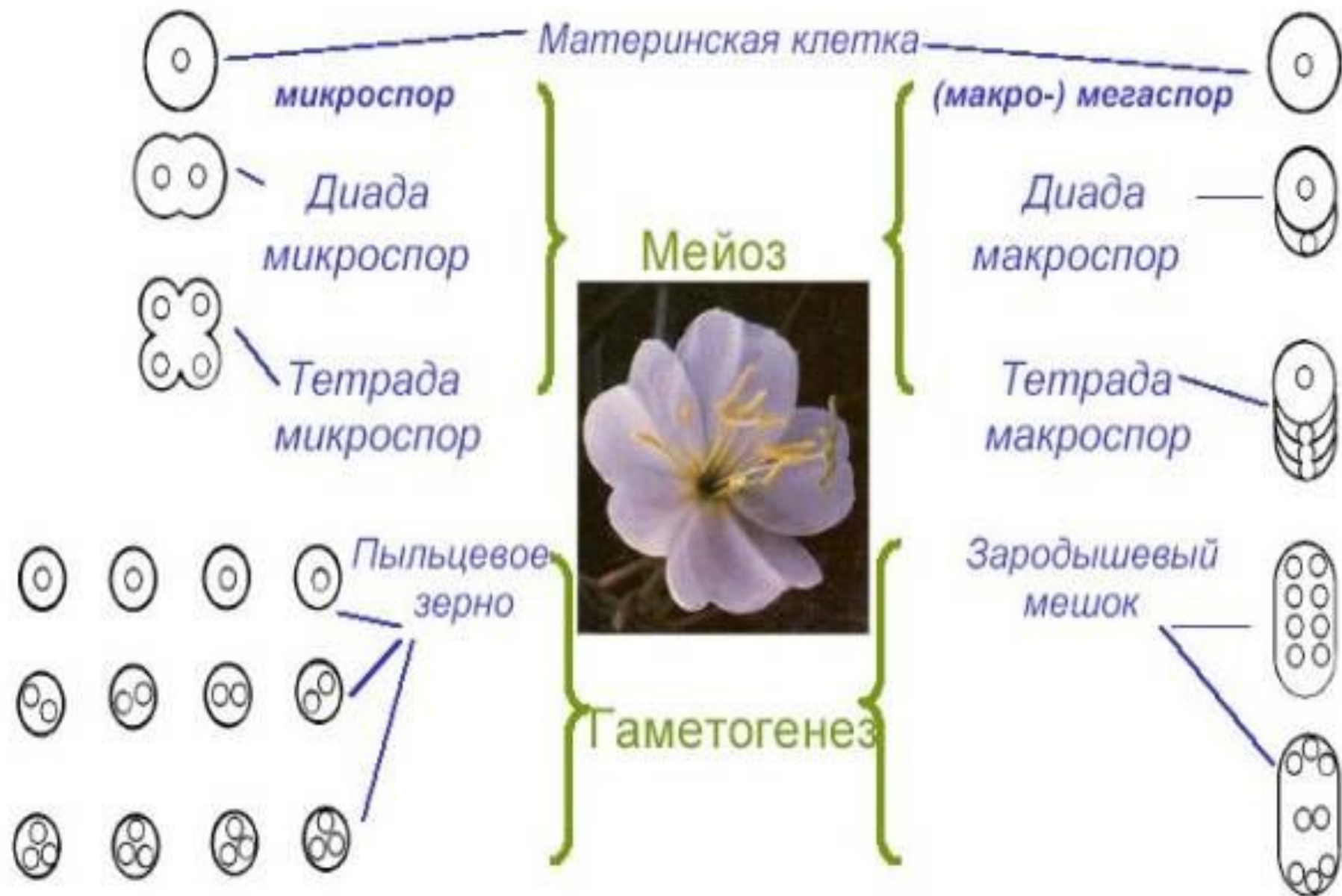
Микроспорогенез протекает в пыльниках тычинок. При этом диплоидные клетки образовательной ткани пыльника в результате мейоза превращаются в 4 гаплоидные микроспоры. Через некоторое время микроспора приступает к митотическому делению и преобразуется в мужской гаметофит – пыльцевое зерно.

Пыльцевое зерно снаружи покрыто двумя оболочками: экзиной и интиной. Экзина – верхняя оболочка более толстая и пропитана спороленнином – жироподобным веществом. Это позволяет пыльце выдерживать существенные температурные и химические воздействия. В экзине находятся проростковые поры, до опыления закрытые «пробочками». Интина содержит целлюлозу и эластична. В пыльцевом зерне имеются две клетки: вегетативная и генеративная.

Мегаспорогенез осуществляется в семязачатке. Из материнской клетки нуцеллуса в результате мейоза образуются 4 мегаспоры, из которых в результате остается только одна. Эта мегаспора сильно разрастается и оттесняет ткани нуцеллуса к интегументам, формируя зародышевый мешок. Ядро зародышевого мешка делится 3 раза митозом. После первого деления два дочерних ядра расходятся к разным полюсам: халазальному и микропилярному, и там делятся два раза. Таким образом, на каждом полюсе находится по четыре ядра. Три ядра у каждого полюса обособляются в отдельные клетки, а два оставшихся перемещаются в центр и сливаются, образуя вторичное диплоидное ядро. На микропилярном полюсе находятся две синергиды и одна более крупная клетка – яйцеклетка. На халазальном полюсе располагаются антиподы. Таким образом, зрелый зародышевый мешок содержит 7 клеток.

[Назад](#)

Микро- и (макро-) мегаспорогенез у растений



Опыление заключается в переносе пыльцы с тычинок на рыльце пестика.

У голосеменных в оплодотворении участвует один спермий и эндосперм возникает до оплодотворения в результате деления мегаспоры, т.е. он гаплоидный и первичный.

[Назад](#)

По характеру объединения мужских и женских ядер предложено (Е. Н. Герасимова-Навашина) различать два типа двойное оплодотворение:

- премитотическое — ядро спермия погружается в женское ядро, хромосомы его деспирализуются; объединение хромосомных наборов обоих ядер происходит в интерфазе (в зиготе);
- постмитотическое — мужское и женское ядра, сохраняя свои оболочки, вступают в профазу, в конце которой начинается их объединение; интерфазные ядра, содержащие хромосомные наборы обоих ядер, образуются лишь после первого митотического деления зиготы.

Значение двойного оплодотворения, заключается в том, что обеспечивается активное развитие питательной ткани уже после оплодотворения. Поэтому семязпочка у покрытосеменных не запасает питательных веществ впрок и, следовательно, развивается гораздо быстрее, чем у многих других растений, например у голосеменных.

Двойное оплодотворение



Яйцеклетка (n) + 1-й спермий (n) =
зигота ($2n$)

Центральная клетка ($2n$) + 2-й спермий (n) =
эндосперм ($3n$)



Схема двойного оплодотворения цветковых

1
В пыльцевых зернах пыльников тычинок формируются спермии – мужские гаметы. Пыльцевое зерно состоит из 2-х клеток: большой (вегетативной) и маленькой генеративной, покрытых двойной оболочкой.

В зародышевом мешке семязачатка, находящегося внутри завязи пестика развивается женская гамета - яйцеклетка.

2
Пыльца попав на рыльце пестика, удерживается на нем, т.к. его покровы имеют неровности и выступы, а на поверхности рыльца выделяется липкая жидкость.

3
На рыльце пестика пыльца прорастает. Из вегетативной клетки развивается длинная пыльцевая трубка, которая по тканям столбика дорастает до завязи и далее до семязачатки. К этому моменту из генеративной клетки образуются 2 спермия, которые опускаются в пыльцевую трубку.

4
Из яйцеклетки формируется зародыш семени, из центрального ядра зародышевого мешка - эндосперм, из всего семязачатка - семя, а из стенок завязи - околоплодник.

5
Пыльцевая трубка через пыльцевход семязачатки входит в зародышевый мешок и лопается: один из спермиев сливается с яйцеклеткой (образуется диплоидная зигота), а другой спермий с центральной клеткой, образуя триплоидную клетку.

Биологический смысл двойного оплодотворения весьма велик. В отличие от голосеменных, где довольно мощный гаплоидный эндосперм развивается независимо от процесса оплодотворения, у покрытосеменных триплоидный эндосперм образуется лишь в случае оплодотворения. С учетом гигантского числа поколений этим достигается существенная экономия энергетических ресурсов. Увеличение же уровня ploидности эндосперма до $3n$, по-видимому, способствует более быстрому росту этой полиплоидной ткани по сравнению с диплоидными тканями спорофита.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**