

Двойное оплодотворение у цветковых растений





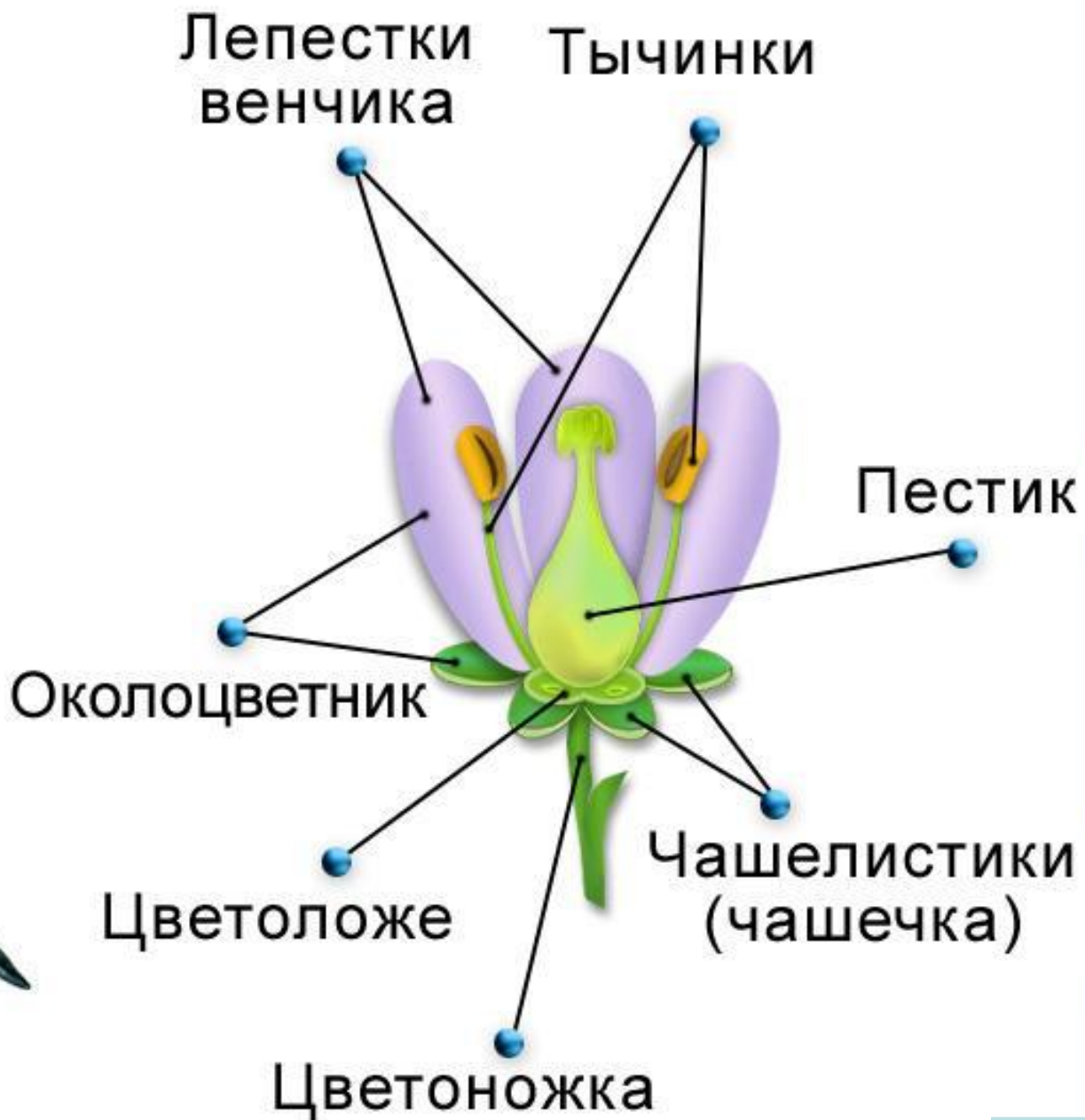
***Цветок- укороченный
видоизмененный побег,
служащий для семенного
размножения***

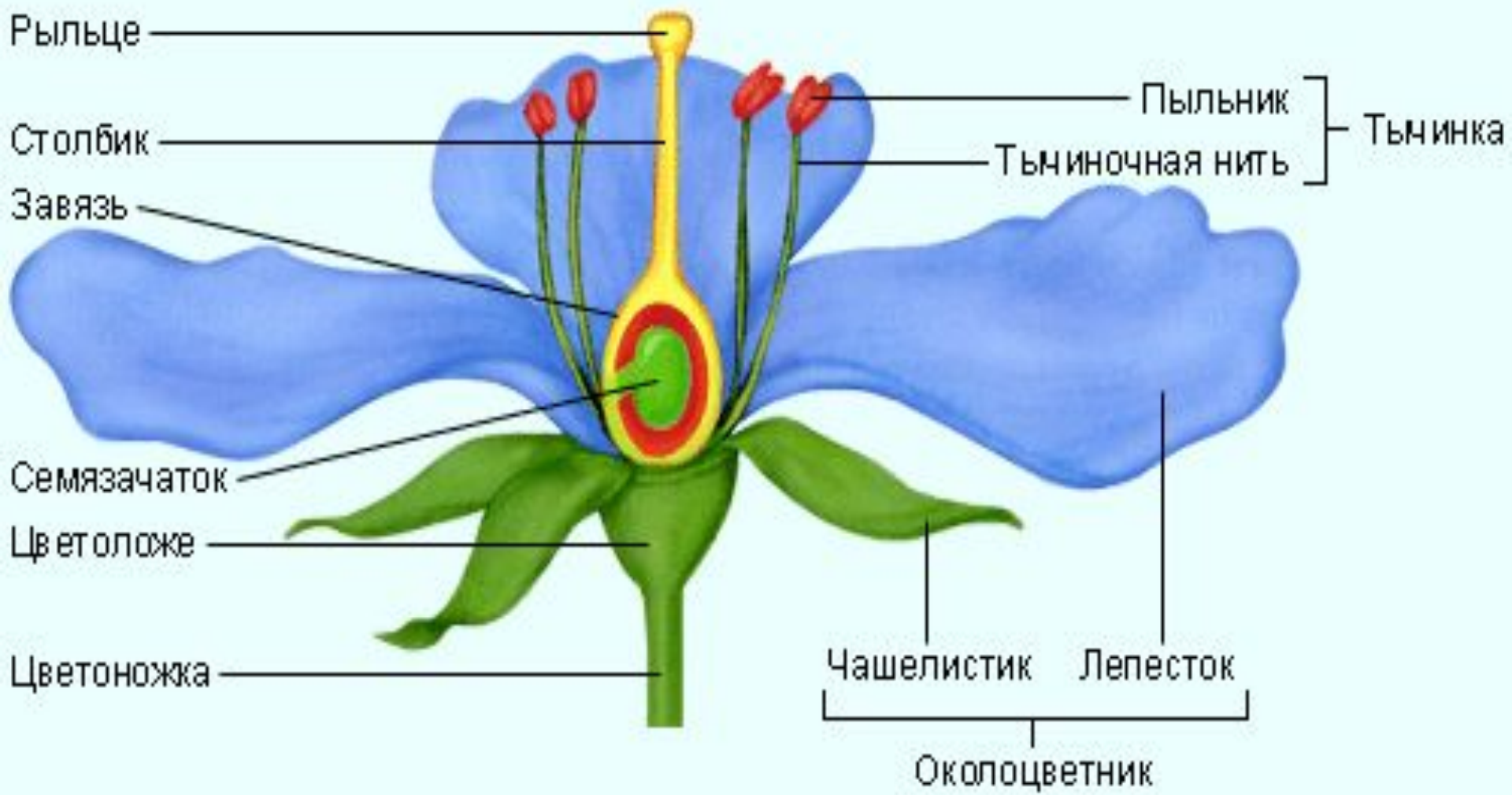


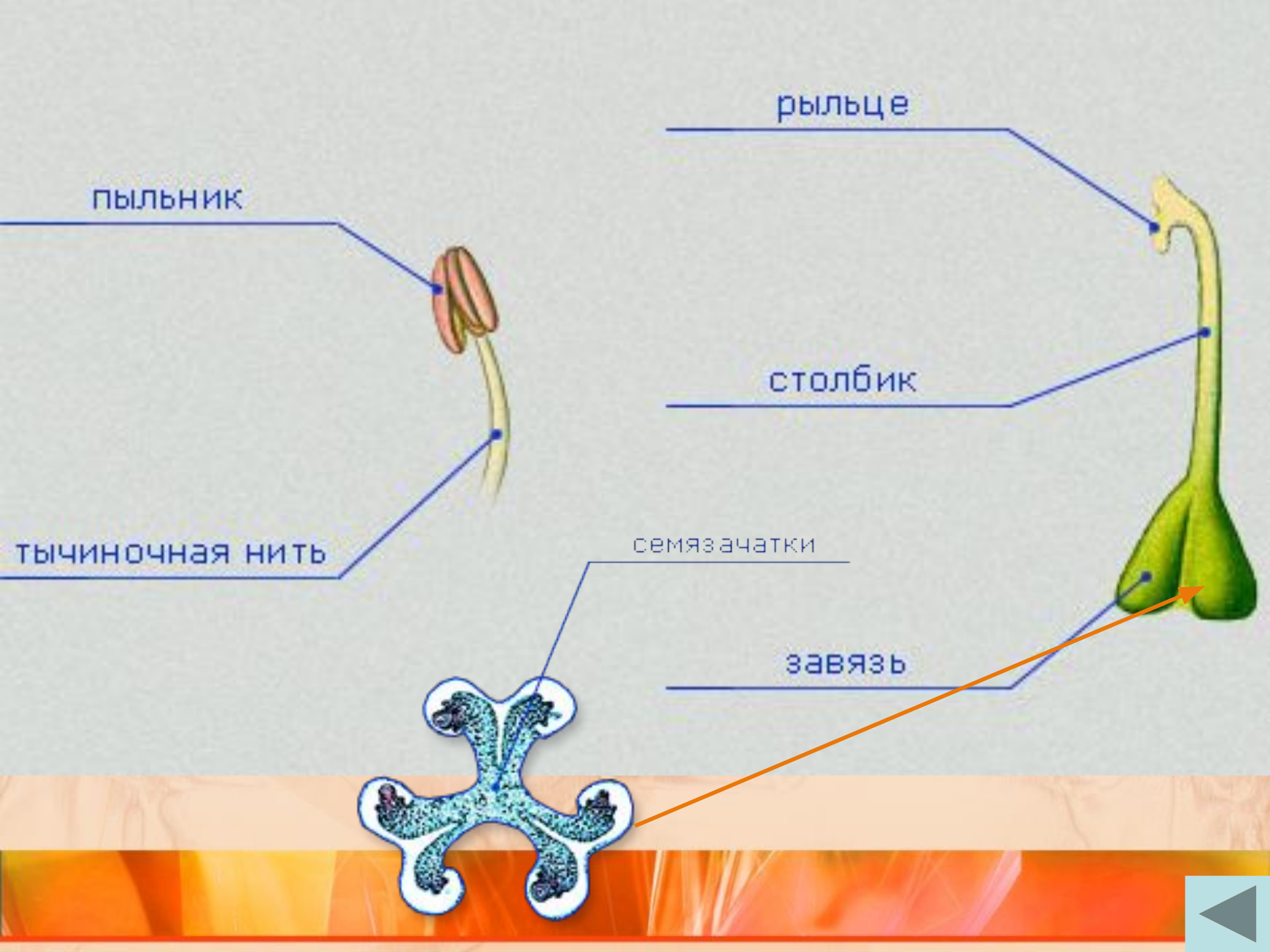
Тюльпан



Простой
околоцветник







тычиночный
(мужской) цветок



огурец

обоеполюый цветок
с верхней завязью



огурец



черемуха

пестичный
(женский) цветок



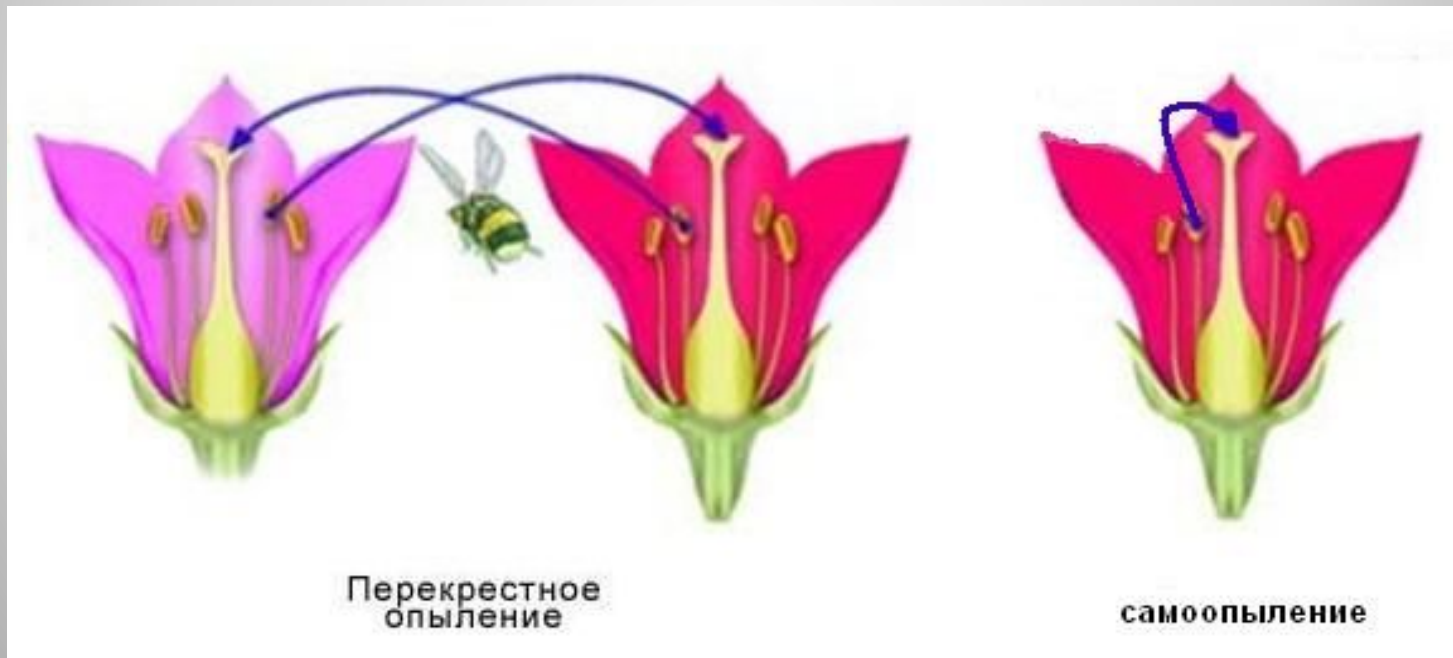
боярышник

обоеполюый цветок
с нижней завязью



Опыление

Опыление – это процесс переноса пыльцы с тычинки на рыльце пестика.



ПЕРЕНОС ПЫЛЬЦЫ



Энтомофилия, или опыление насекомыми, чрезвычайно широко распространено в природе. Роль насекомых в историческом развитии покрытосеменных трудно переоценить, однако и сами насекомые многим обязаны цветковым. В итоге наблюдается большое разнообразие взаимных адаптаций, которые выработали растения и насекомые. Эти адаптации порой бывают настолько узкими, что растение может опыляться лишь определенным видом насекомых.

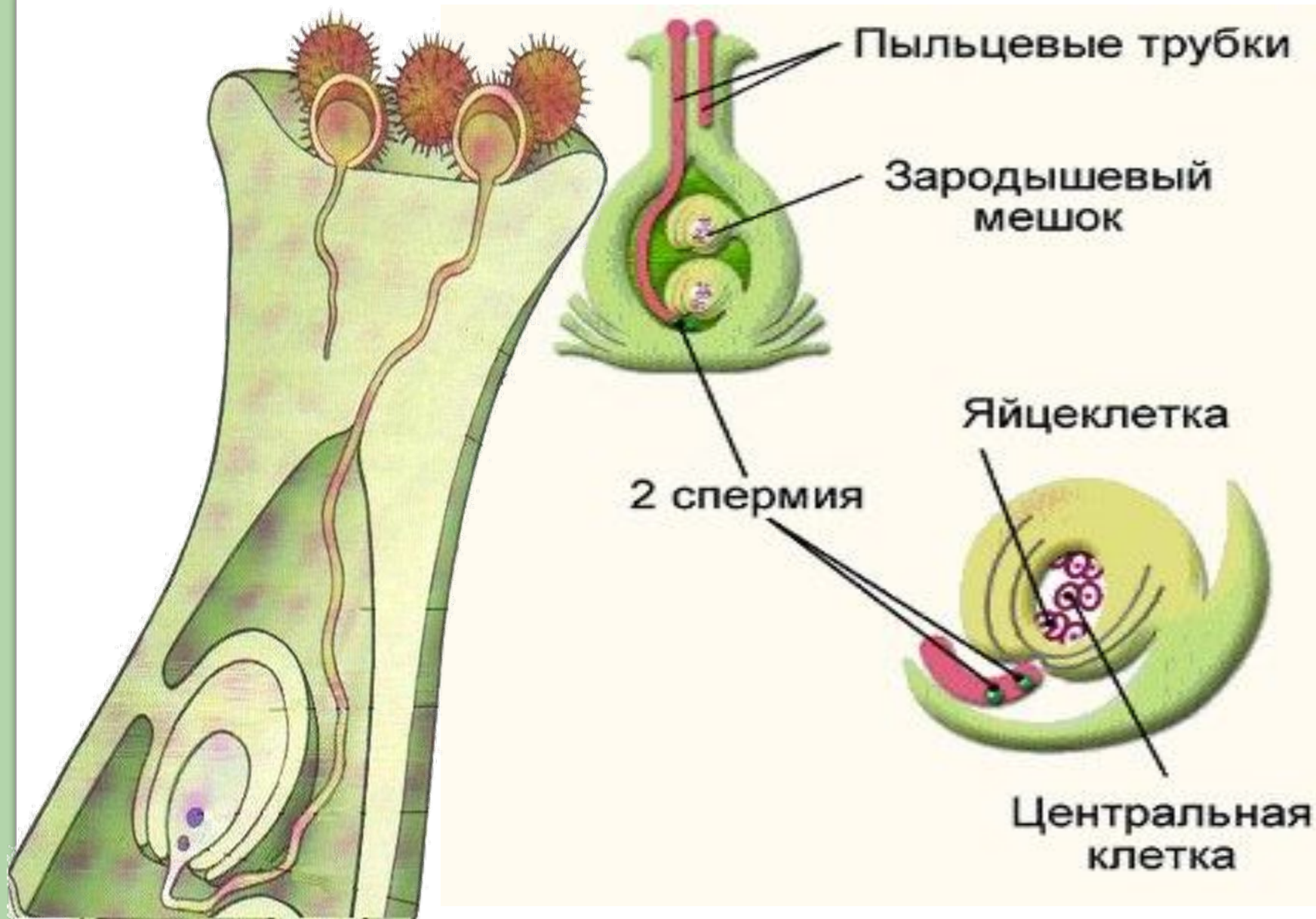
Орнитофилия, т.е. перенос пыльцы птицами-опылителями, распространена менее широко, чем энтомофилия. Чаще всего опыление производят мелкие птицы, такие как **колибри и цветочницы в Америке, нектарницы, белоглазки и медососы в Евразии, гавайские цветочницы**. Такие птицы обычно собирают нектар в полете, для чего они зависают в воздухе наподобие бабочек-бразжников (размеры колибри могут быть даже меньше крупных бабочек) и исследуют цветки с помощью очень длинного клюва. Если цветок крупный, то птица попросту садится на него. Опылителями могут быть и довольно крупные птицы, например попугаи лори, обитающие в тропической Азии. У этих попугаев очень своеобразный язык - его кончик представляет собой кисточку, с помощью которой птица поглощает нектар. Нектар орнитофильных растений гораздо более жидкий, чем у энтомофильных (содержание сахара всего 50%)

Хируптерофилия- летучими мышами,
Зоофилия- грызунами, некоторыми сумчатыми (в Австралии), лемурами (на Мадагаскаре).

Абиотическое опыление

- **Анемофилия** — опыление с помощью ветра, очень распространено у злаков, большинства хвойных и многих лиственных деревьев.
- **Гидрофилия** — опыление при помощи воды, распространено у водных растений.

Около 80,4 % всех **видов** растений имеют биотический тип опыления, 19,6 % опыляются при помощи ветра.



Пыльца



**У покрытосемянных растений процесс формирования половых клеток состоит из двух этапов :
спорогенеза и гаметогенеза.**

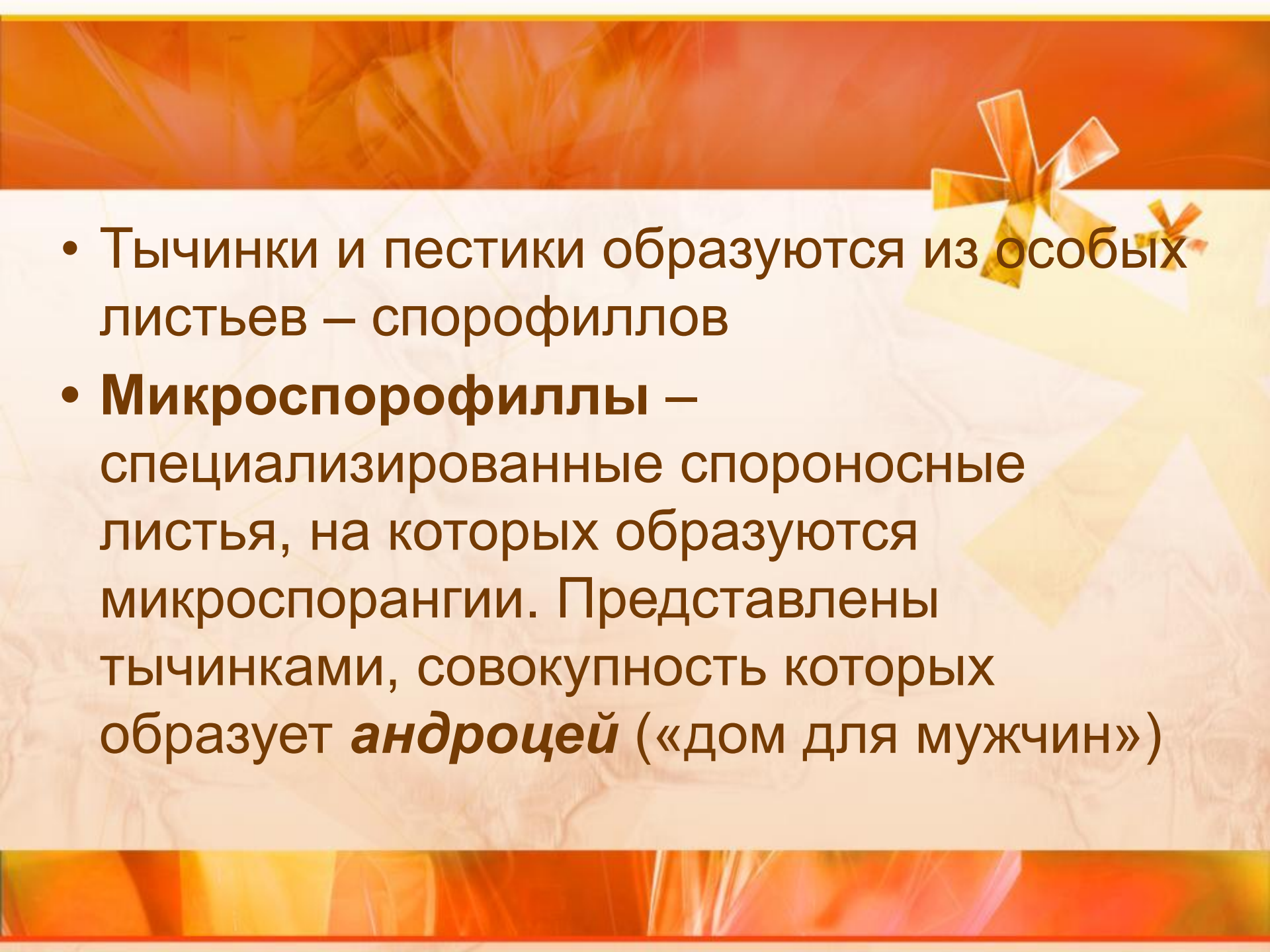


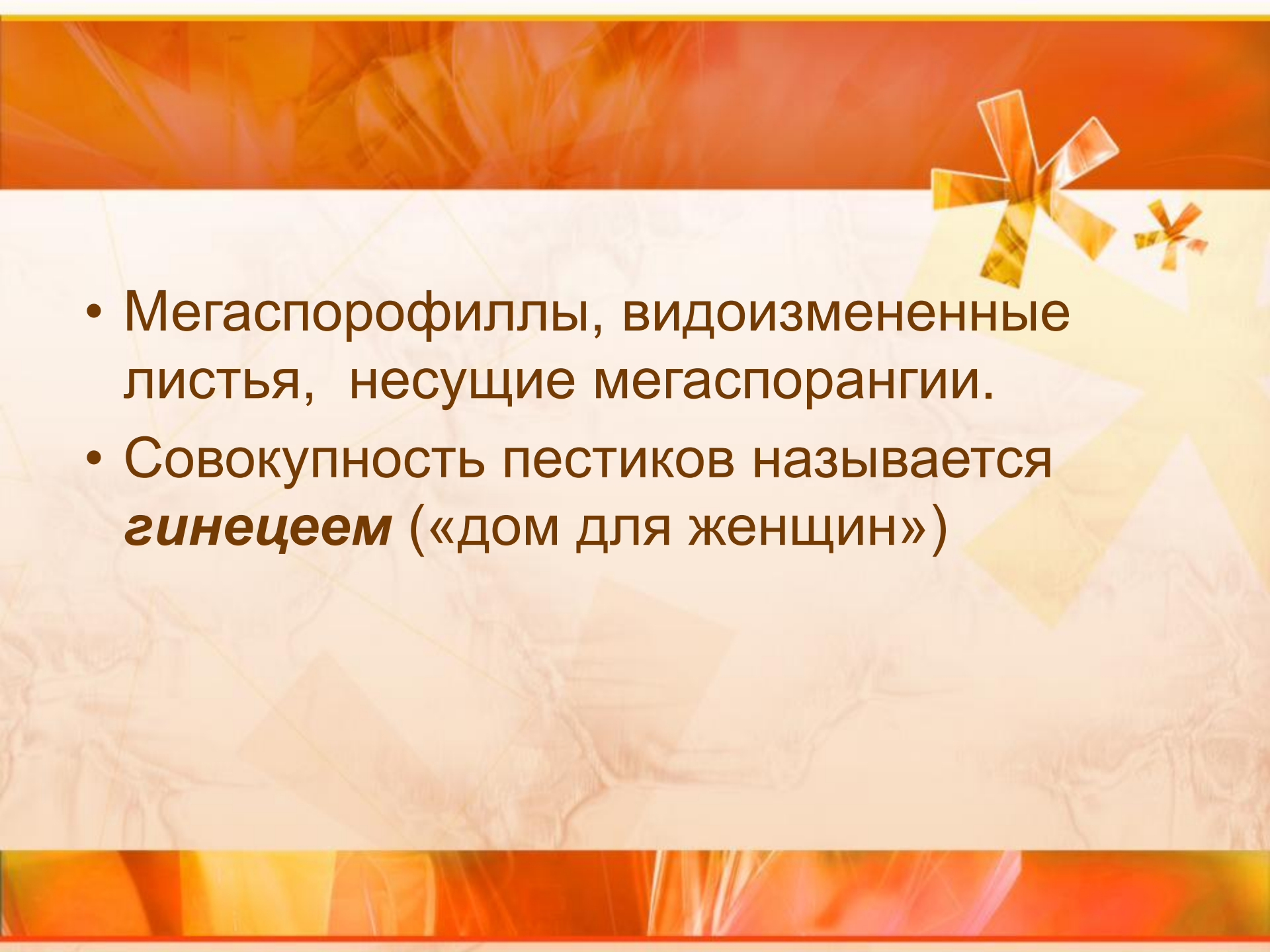
Микроспорогенез- процесс образования микроспор в микроспорангиях (гнезда пыльника), где в результате МИТОЗОВ возникают материнские клетки пыльцы, которые вступают в мейоз.

Микрогаметогенез- процесс образования мужского гаметофита из микроспор.

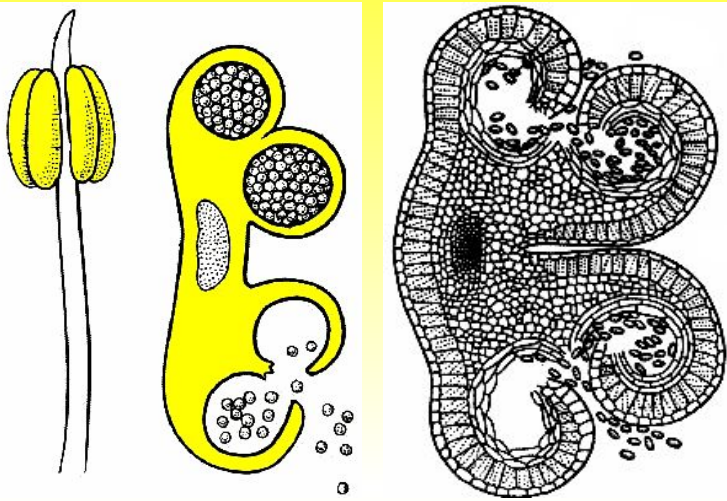
Макроспорогенез- процесс формирования мегаспор- происходит в тканях семязачатка).

Макрогаметогенез- формирование женского гаметофита.

- 
- Тычинки и пестики образуются из особых листьев – спорофиллов
 - **Микроспорофиллы** – специализированные спороносные листья, на которых образуются микроспорангии. Представлены тычинками, совокупность которых образует *андроцей* («дом для мужчин»)

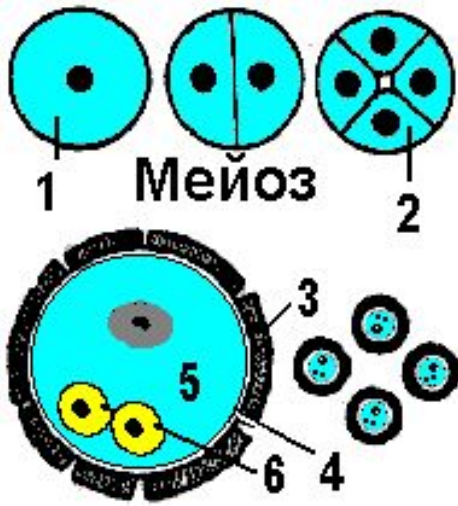
- 
- Мегаспорофиллы, видоизмененные листья, несущие мегаспорангии.
 - Совокупность пестиков называется ***гинецеем*** («дом для женщин»)

Андроцей. Микроспорогенез, микрогаметогенез



Микроспорогенез

На каждой тычиночной нити находится пыльник, состоит из 2 половинок, в каждой два пыльцевых гнезда – микроспорангия. В них из **микроспороцитов (2n)** в результате мейоза образуются **микроспоры (n)**.



Микрогаметогенез – процесс превращения микроспор в мужские гаметофиты.

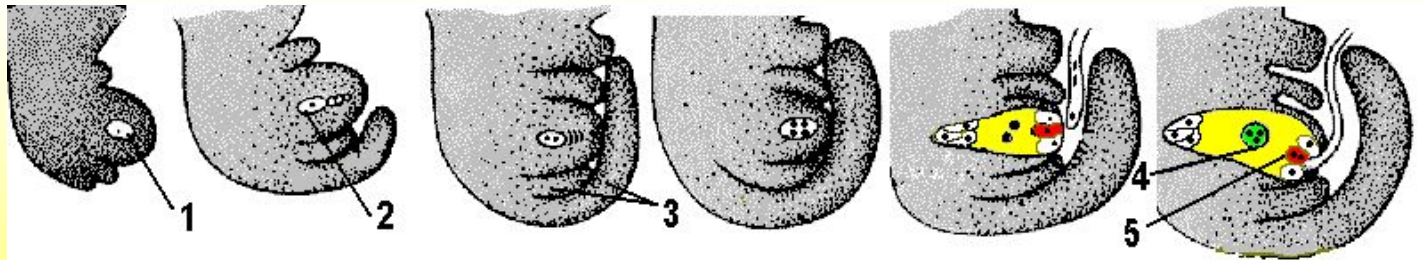
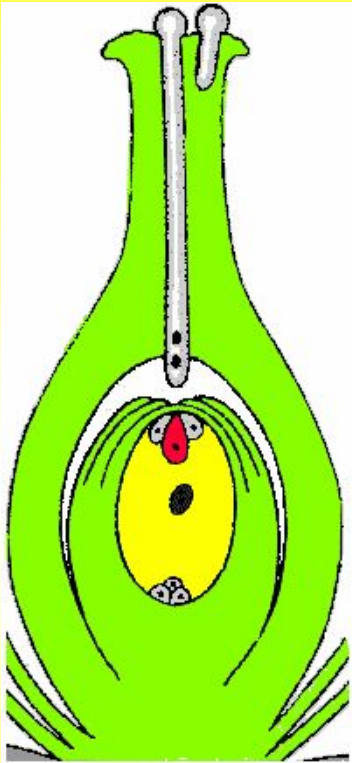
Ядро споры делится митотически, образуется двуядерная клетка с вегетативным и генеративным ядром. Из генеративной позже образуются два спермия. Из вегетативной развивается пыльцевая трубка. Оболочка пыльцевого зерна представлена двумя оболочками – ЭКЗИНОЙ и ИНТИНОЙ.

У покрытосеменных - само растение является спорофитом, женский гаметофит представляет собой яйцеклетку и зародышевый мешок семязачатка, мужской гаметофит – пыльцу. Гаметофиты (женский — зародышевый мешок, мужской — пыльцевое зерно) крайне упрощены и развиваются значительно быстрее, чем у голосеменных, в связи с чем они утратили гаметангии — антеридии и архегонии. Кроме того, гаметофиты полностью зависят от спорофита и всегда находятся под его защитой, в то время как у моховидных и у некоторых папоротников гаметофит не защищен и легко высыхает. Спорофит покрытосеменных устроен чрезвычайно разнообразно и представлен различными жизненными формами; деревья, кустарники, полукустарники, кустарнички, полукустарнички, лианы, одно- и многолетние травы.

Гинецей. Макроспорогенез, макрогаметогенез

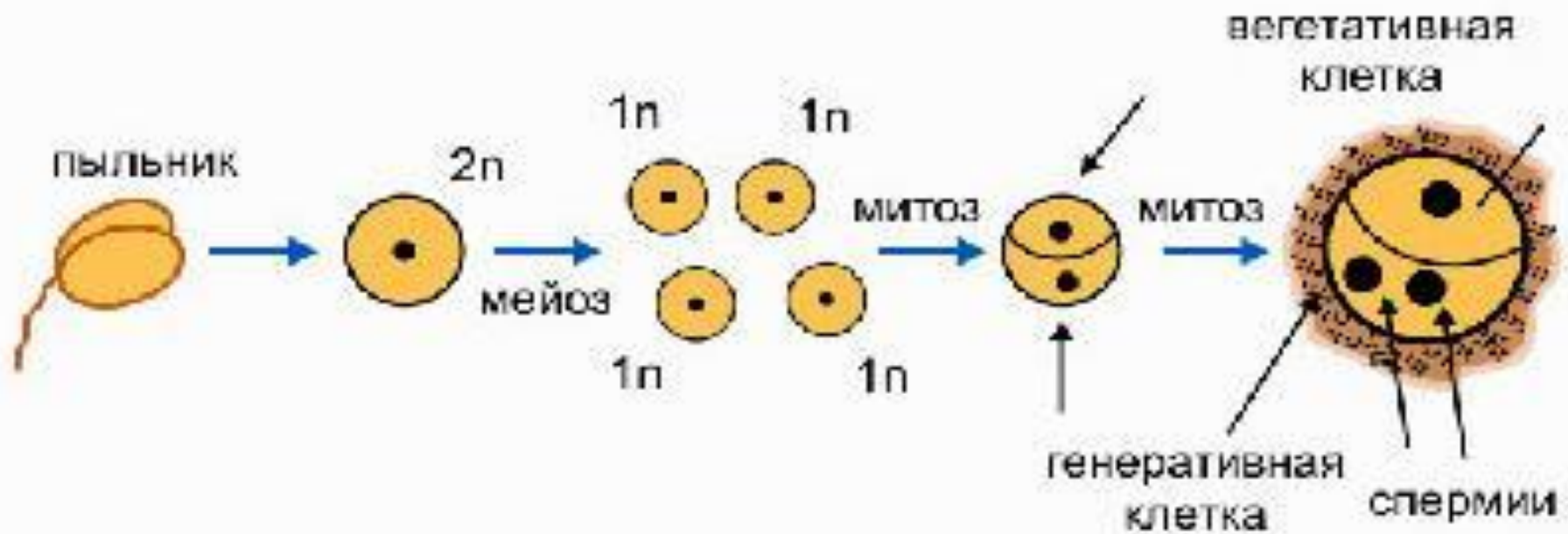
В завязи пестика –семязачаток (семяпочка). Может быть несколько – сколько семян, столько и семяпочек.

Мегаспорогенез. Центральная часть семязачатка – нуцеллус, окруженный интегументами. Одна из его клеток ($2n$) претерпевает мейоз и образуется 4 споры (n), из которых 3 отмирают, так образуется мегаспора (n).



Мегагаметогенез. Ядро споры претерпевает три митотических деления и образуется восьмиядерная клетка. 3 ядра отходят к одному полюсу: образуется яйцеклетка (n) и две синергиды (n), 3 ядра – к другому полюсу – антиподы (n), два ядра в центре сливаются – образуется центральная клетка ($2n$).

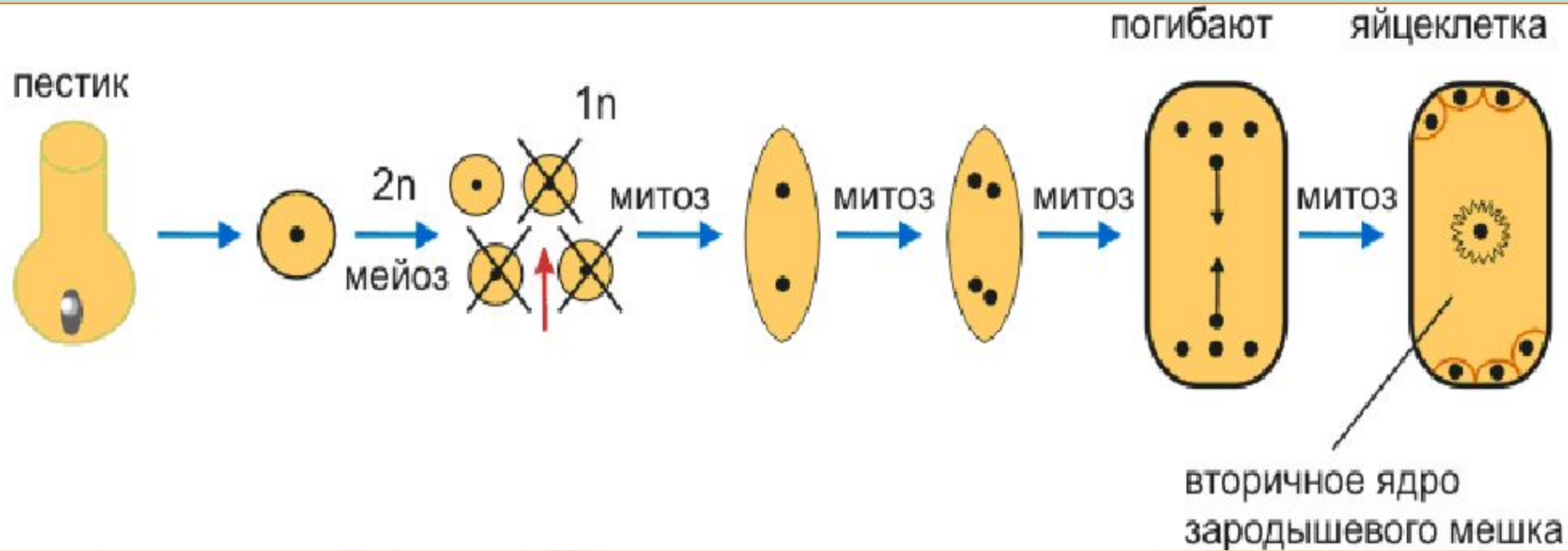
Образуется женский гаметофит – зародышевый мешок (7 клеток).



В пыльниках тычинки содержится много диплоидных клеток, каждая из которых делится путем мейоза. В результате из каждой диплоидной клетки образуется 4 гаплоидные клетки (микроспоры), превращающиеся в пыльцевое зерно. Гаплоидное ядро каждого пыльцевого зерна делится путем митоза и образуется 2 гаплоидные клетки: вегетативная и генеративная. Генеративная еще раз делится путем митоза и образуются 2 спермия. Они неподвижны, поэтому движутся с пыльцевой трубкой.

Зрелый мужской гаметофит - пыльцевое зерно

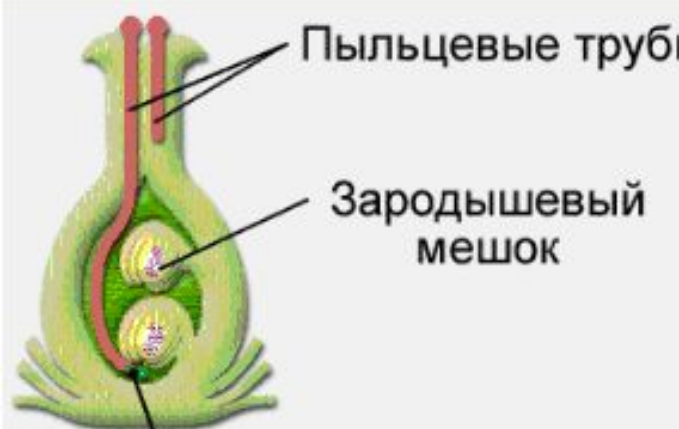
Формирование яйцеклетки у покрытосеменных растений



В семязачатке диплоидная клетка ($2n$) претерпевает мейоз, и образуется 4 споры (n), 3 из которых погибают. Ядро мегаспоры претерпевает три митотических деления, образуется восьмиядерная клетка. 2 ядра в центре сливаются – образуется центральная клетка ($2n$) - вторичное ядро, яйцеклетка с клетками спутницами (синергиды) и 3 антиподы. Формируется

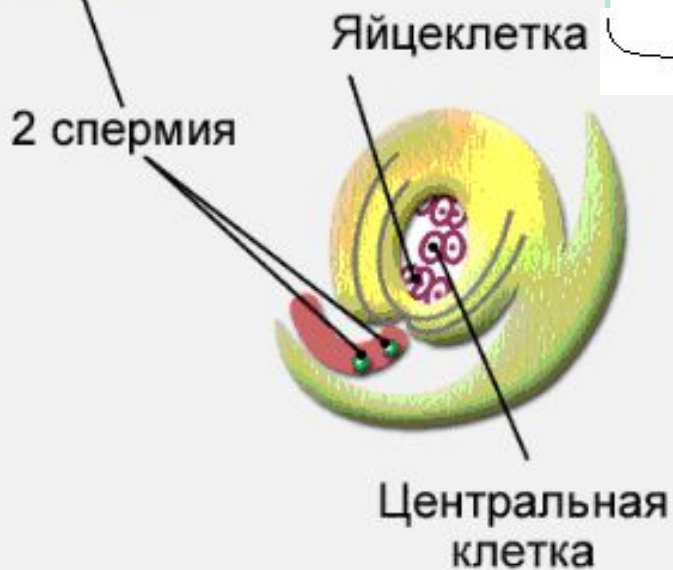
зрелый женский гаметофит- зародышевый мешок

Механизм двойного оплодотворения



1 спермий + яйцеклетка = зигота → зародыш
2 спермий + диплоидная клетка = триплоидная клетка → эндосперм (запасающая ткань)

Стенки семязачатка – семенная кожура
Стенки завязи - околоплодник
зародыш

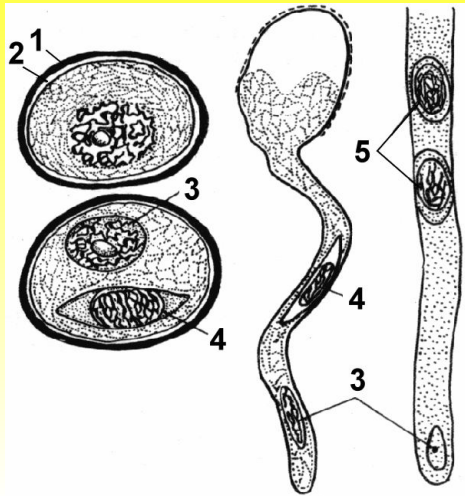


ПЛОД

Необходимые условия для процесса оплодотворения:

- Одновременное созревание половых клеток.
- Своевременная доставка гамет к гаметам.
- Биологическая совместимость двух половых клеток в оплодотворении

Двойное оплодотворение

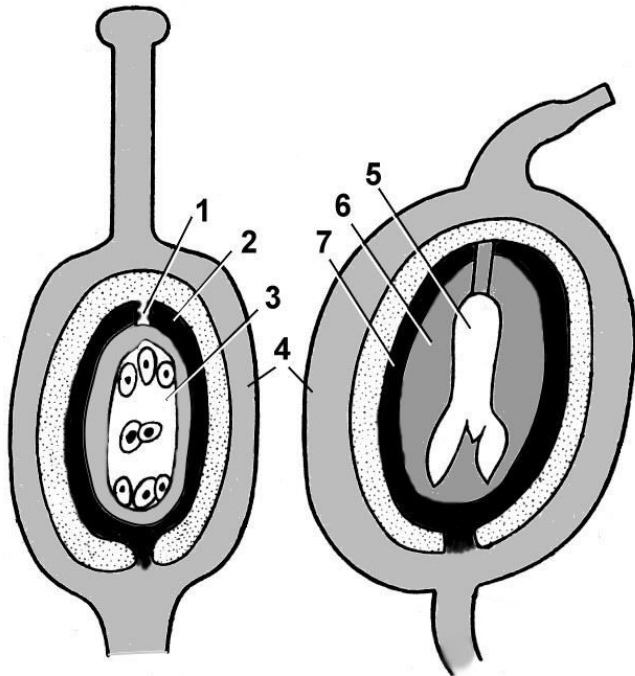


Из **интегументов** образуется семенная кожура.

Из **всего семязачатка** – семя.

Из **стенок завязи** – околоплодник.

В **целом из завязи пестика** – плод с семенами.



Открыто двойное оплодотворение

в 1898 году русским ботаником С.Г.Навашиным.

Сергей Гаврилович Навашин



1898 году открыл механизм двойного оплодотворения. Родился 2 декабря 1857, село Царёвщина, Саратовская губерния — 10 декабря 1930, Детское Село — российский и советский цитолог и эмбриолог растений. Профессор Киевского университета (с 1894 года). Основатель научной школы. Академик Российской академии наук.

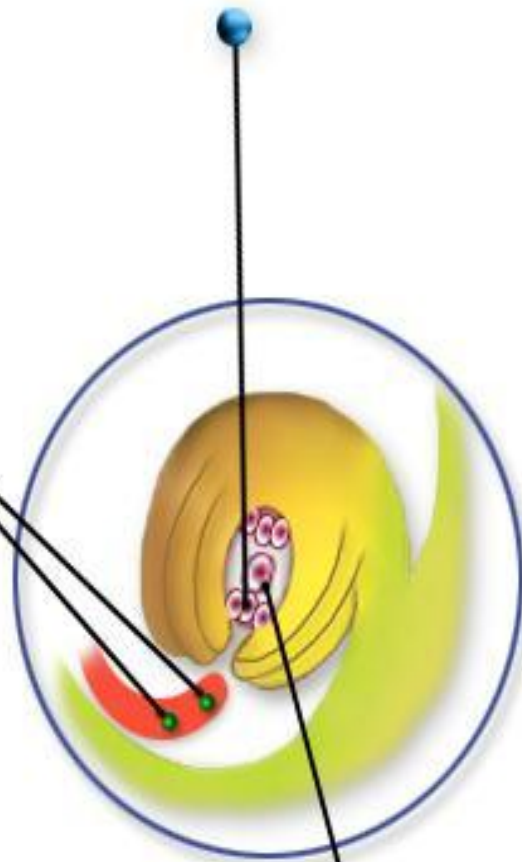


Образование плода
из завязи пестика



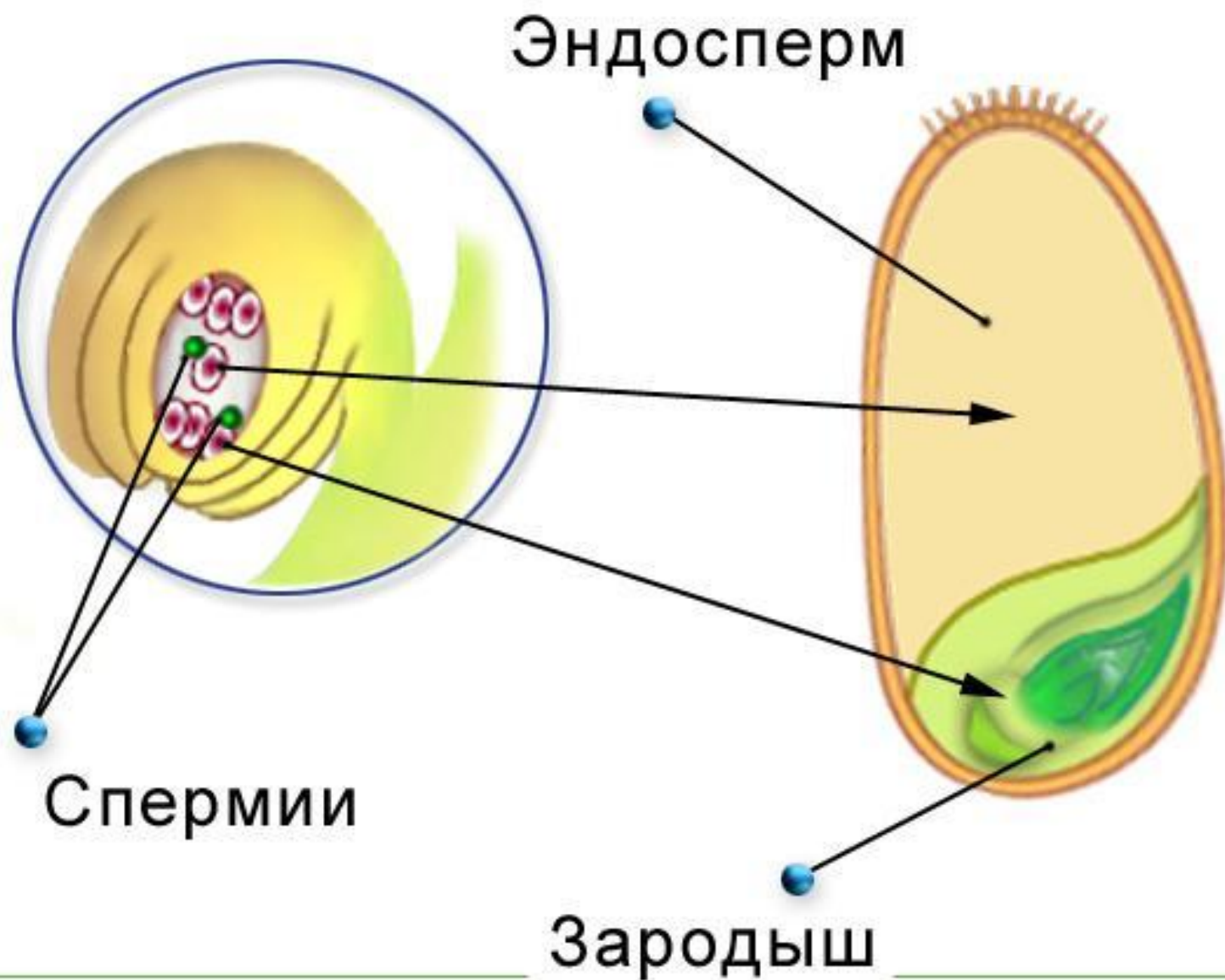
Яйцеклетка

2 спермия



Центральная
клетка

Образование семян



Смысл двойного оплодотворения заключается в образовании эндосперма- запаса питательных веществ для зародыша. Это обеспечило цветковым растениям преимущества перед другими группами растений.

