

Лекция 8. СЕМЯ И ПЛОД

Вопросы

1. Семя. Строение. Классификация семян.
2. Плод.
3. Сборные, или сложные плоды. Соплодие.

1. Семя. Строение. Классификация семян.

Семя – высокоспециализированный орган размножения и расселения растений, развивающийся обычно после оплодотворения из семязачатка. Первоначально семя находится внутри плода, который защищает его до прорастания. Семя со стенкой плода связано семяножкой, след от которой (рубчик) сохраняется на поверхности семени. Зрелое семя состоит из *зародыша, запасających тканей* (если они есть) и *семенной кожуры*.

Эндосперм зрелого семени – это обычно крупноклеточная запасаящая ткань. В зрелых семенах разных растений соотношение размеров зародыша и эндосперма, очертания и положение самого зародыша в семени сильно варьируют.

У одних (Лилейные) зародыш мал, а эндосперм занимает почти весь объем семени, у других (яблоня, миндаль) крупный зародыш частично поглощает эндосперм, от которого остается тонкий наружный слой под семенной кожурой. Следующий вариант, когда в процессе развития зародыш полностью поглощает эндосперм. В этом случае зрелое семя состоит только из зародыша и семенной кожуры (Бобовые, Тыквенные, Астровые). В таких семенах запасы питательных веществ сосредоточены в семядолях зародышей, поэтому они крупные, мясистые и составляют их большую часть.

В процессе развития зародышевого мешка, а затем зародыша и эндосперма нуцеллус семязачатка обычно полностью исчезает, так как его запасные вещества потребляются развивающимися частями сначала семязачатка, а потом семени. Однако у некоторых растений нуцеллус сохраняется в зрелом семени, превращаясь в запасаящую ткань – *перисперм*, лежащий под кожурой семени. В таком случае семя состоит из зародыша, эндосперма, перисперма и семенной кожуры (кувшинка, кубышка, черный перец).

У некоторых растений (Гвоздичные, Маревые) эндосперм в зрелом семени поглощается целиком, а перисперм остается и разрастается.

Таким образом, запасные питательные вещества в семенах могут быть либо вне зародыша, в специальных запасующих тканях (эндосперм и перисперм), либо в самом зародыше (в его семядолях).

Химическая природа запасных веществ семени. В качестве питательных веществ в семени могут быть крахмал, жирное масло, белковые вещества и запасная клетчатка.

В зависимости от большого содержания того или иного запасного вещества семена могут быть *крахмалистые* (у пшеницы 66 % крахмала, у ржи 67%), *маслянистые* (у клещевины до 70% масла, у льна до 48 %), *белковые* (у гороха 22–34% белка, у фасоли – 23 , у сои – 34–45 %), с *запасной клетчаткой* (у пальм, кофейного дерева).

Семенная кожура (спермодерма) – обычно развивается из интегументов семязачатка. Она многослойна и присутствует в семени всегда. Протопласты наружных клеток кожуры отмирают, и клетки заполняются смолистым веществом, а стенки опробковывают, одревесневают, кутинизируются. Внутренние слои клеток остаются тонкостенными. Главные функции спермодермы – защита зародыша от механических повреждений, чрезмерного высыхания и преждевременного насыщения влагой и прорастания. Кроме того, она может способствовать распространению семян. На спермодерме семян, высыпавшихся из многосеменных плодов, виден *рубчик*. На кожуре также можно заметить небольшое отверстие – *семявход* (микропиле семязачатка), через которое проникает вода при набухании семени. К нему обычно обращен кончик зародышевого корешка, через который он выходит при прорастании.

У ряда растений на спермодерме есть утолщение, называемое *семенным швом*.

Выросты семенной кожуры (*ариллоиды*) в виде волосков (ива, тополь), крыльев (левкой, гладиолус), ярко окрашенных мясистых придатков (бересклет, гранат) способствуют распространению семян ветром или животными.

Классификация семян связана с местом локализации запасных питательных веществ. Различают четыре типа семян: с *эндоспермом*, с *эндоспермом* и *периспермом*, с *периспермом*, без *эндосперма* и *перисперма*.

Развитие зародыша и семян после двойного оплодотворения получило название «*амфимиксис*» (греч. амфи – с обеих сторон).

Апомиксис (бесполосемянность) – развитие зародыша и семян без оплодотворения. Апомиксис установлен у представителей 43 семейств. Чаще всего он встречается у розовых, рутовых, пасленовых, астровых, мятликовых.

В случае апомиксиса при мегаспорогенезе, как правило, мейоз не происходит, поэтому все клетки зародышевого мешка диплоидны. При апомиксисе зародыш может образоваться из яйцеклетки (партеногенез), из любой другой клетки зародышевого мешка, из клеток нуцеллуса, интегументов халазы.

Партенокарпия – образование на растении плодов без оплодотворения. Партенокарпические плоды бессемянные или содержат семена без зародышей. Растения, у которых развиваются только бессемянные плоды, размножают вегетативно. Партенокарпия известна у многих культурных растений (яблоня, груша, виноград, томат, мандарин, банан). Она имеет большое хозяйственное значение, так как партенокарпические плоды отличаются кроме бессемянности сочностью, мясистостью и хорошими вкусовыми качествами.

Зрелые внешне семена при самых благоприятных условиях прорастают не всегда, что связано с их физиологическим или глубоким покоем, причины которого могут быть различными. Одна из них – *недоразвитость зародыша* (калина). Для прорастания других семян (многие плодовые и дикорастущие древесные) обязателен *период пониженных температур*. Для более быстрого проращивания в условиях культуры семена таких растений подвергают *стратификации* – длительному выдерживанию при низкой температуре, во влажной среде и в условиях хорошей аэрации. Иногда покровы только что отделившегося от материнского растения семени бывают водонепроницаемыми (твердосемянные бобовые) или с одревесневшими косточками, препятствующими прорастанию (косточковые плодовые). Такие семена подвергают *скарификации* (искусственное нарушение целостности покровов семени перетиранием, надрезанием, пропусканием через металлические щетки).

2. Плод.

Плод – репродуктивный орган покрытосеменных, обеспечивающий семенное размножение растений. Он предназначен для формирования, защиты и распространения семян. Плод

развивается из цветка, как правило, после оплодотворения, но может образовываться и в результате апомиксиса.

После цветения чашелистики, лепестки и тычинки опадают, затем подсыхает и опадает столбик, а завязь интенсивно развивается и преобразуется в плод.

В образовании плода главную роль играет гинецей, и прежде всего завязь. В процессе развития плода из стенки завязи формируется стенка плода – околоплодник (перикарп).

Перикарп обычно составляет основную массу плода. В нем выделяют три сравнительно четкие зоны: наружную, среднюю и внутреннюю. Наружная зона называется экзокарпом; средняя – мезокарпом; внутренняя – эндокарпом. Нередко эти зоны околоплодника различаются слабо.

Плоды в зависимости от структуры стенки плода (околоплодника) делят на две группы: *сухие* и *сочные*. Сухие плоды бывают *вскрывающимися* или *невскрывающимися*, смотря по тому, вскрывается (растрескивается) стенка плода после созревания или нет.

Стенка сухого плода – если завязь, дифференцирующаяся в сухой плод, содержит несколько семязачатков, плод, как правило, при созревании вскрывается.

Стенка сочного плода – может развиваться либо из стенки завязи (перикарпа), либо из стенки завязи, сросшейся с цветочной трубкой или с вогнутым цветоложем.

Часто плод разделен продольными перегородками, соответствующими перегородкам завязи сложного пестика. Образующиеся при этом камеры называют гнездами плода. Реже формируются поперечные перегородки, делящие плод на отдельные камеры.

Классификация плодов. Морфогенетическая классификация основана на типе гинецея. По этому признаку их делят на четыре главных типа:

апокарпии образуются из цветков с апокарпным гинецеем. Из каждого свободного простого пестика одного цветка формируется отдельный плодик;

монокарпии возникают из цветков, имеющих монокарпный гинецей;

ценокарпии (синкарпий, лизикарпий и паракарпий) формируются из цветков с ценокарпным гинецеем;

псевдомонокарпии внешне похожи на монокарпии, но образуются из гинецея, в котором первоначально закладывается два или более плодолистиков, но потом чаще развивается только один. В результате возникает одногнездная завязь с одним семязачатком.

Простой плод развивается из завязи только одного пестика (монокарпный, ценокарпный и псевдомонокарпный гинецей). Это самая многочисленная группа плодов.

Сборный, или сложный, плод формируется из завязей нескольких свободных пестиков одного цветка (апокарпный гинецей).

Соплодие – это сросшиеся в единое целое несколько или много плодов, образовавшихся из цветков одного соцветия.

В основу классификации простых и сборных плодов положены следующие признаки: консистенция околоплодника (сухие и сочные плоды), число семян (многосемянные и односемянные плоды), вскрывание околоплодника (невскрывающиеся и вскрывающиеся плоды), способ вскрывания, число плодолистиков, образующих плод.

Вскрывание плода – это освобождение семян до их прорастания из сухих многосемянных плодов.

Вскрывание происходит продольными щелями по брюшному, спинному швам или по поверхности плодолистика. Иногда простые плоды распадаются на части. Дробные плоды распадаются продольно в плоскости срастания плодолистиков. При этом образуются односемянные мерикарпии (греч. мерос – часть), как у многих сельдерейных. Членистые плоды распадаются поперечно в плоскости, перпендикулярной продольной оси плодолистика, в месте формирования ложных перегородок (некоторые бобовые и капустные).

Простые плоды

Коробочковидные плоды – эти плоды с сухим околоплодником, многосемянные, вскрывающиеся.

Листовка – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одной щелью по брюшному шву, семена прикрепляются вдоль брюшного шва (однолетние живокости).

Боб – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается двумя щелями по брюшному и спинному швам от верхушки к основанию. Семена прикрепляются вдоль брюшного

шва (чина, люпин, горошки). Генетически листовка и боб – монокарпии.

Стручок, стручочек – двугнездный плод, образованный двумя плодолистиками, сросшимися краями. Ложная перегородка формируется из выростов плаценты, по краю которой прикрепляются семена. Вскрываются они двумя швами по месту срастания краев плодолистиков от основания к верхушке (капустные). Стручочек отличается от стручка соотношением длины и ширины: у стручка длина превышает ширину в четыре раза и более (горчица, капуста, рапс), у стручочка – в два-три раза или равна ей (ярутка полевая, пастушья сумка). Стручки могут быть членистыми (редька дикая). Генетически стручок и стручочек – ценокарпии (паракарпии).

Коробочка – плод, образованный двумя и большим числом плодолистиков. По способам вскрывания, числу гнезд, расположению семян коробочки могут быть разнообразными. Они могут вскрываться *зубчиками* на верхушке (куколь обыкновенный, примулы), *дырочками* (мак), *крышечкой* (подорожник, белена) и *створками*.

Коробочка может быть дробной (схизокарпий; греч. схизо – раскалываю). Схизокарпий распадается продольно на отдельные замкнутые или вскрывающиеся доли (*мерикарпии*), содержащие одно, два или несколько семян. Плоды мальвовых (канатник, хатьма) распадаются на незамкнутые с брюшной стороны мерикарпии, называемые *калачиками*. Схизокарпий (*вислоплодник*) сельдерейных состоит из двух мерикарпиев, висящих на карпофоре, который представляет собой сросшиеся брюшные участки обоих плодолистиков. Схизокарпий кленовых состоит, как правило, из двух (реже трех и более) мерикарпиев, каждый из которых имеет вырост (крыло). Такой схизокарпий называется *двукрылаткой*.

Схизокарпий многих бурачниковых и яснотковых называется *ценобием*. Он возникает из двугнездной завязи, у которой на ранних стадиях развития появляются перегородки, разделяющие ее на четыре гнезда. В каждом гнезде располагается по одному семязачатку. Зрелый плод состоит из четырех долей.

Ореховидные плоды – это плоды с сухим околоплодником, односемянные, невскрывающиеся. Возникают они из синкарпного двух- или трехгнездного гинецея, у которого развивается только одно гнездо, остальные редуцируются, а также из паракарпного и

лизикарпного гинецея. Таким образом, генетически ореховидные плоды представляют собой псевдомонокарпии.

Орех – околоплодник деревянистый (склерифицированный), не сросшийся с кожурой семени. У лещины, или орешника шаровидные или несколько удлинённые орехи заключены в листовидную обертку – плюску. Они формируются из нижней синкарпной завязи женского цветка, состоящей из двух плодолистиков, а плюска развивается из трех сросшихся прицветников.

Крылатка, крылатый орех, – это орех без плюски, снабженный крылом. У крылатки крыло образуется из сросшихся с околоплодником чешуевидных прицветников и прицветничков (береза, ольха, граб); у крылатого ореха крыло формируется из прирастающих к околоплоднику сегментов околоцветника (вяз, ревень, щавель).

Желудь – околоплодник менее жесткий, чем у ореха; он тонкокожистый или тонкодеревянистый, не срастающийся с семенем (дуб, бук). У желудя дуба плюска блюдцевидная. Она образована видоизмененными стерильными веточками соцветия.

Семянка – околоплодник кожистый, не срастающийся с семенем. Развивается семянка из разных типов гинецея: из синкарпного (валериановые) или паракарпного (астровые, осоковые, крапивные}. Семянке часто свойственны придатки, представляющие собой видоизмененные прицветники (осока) или части околоцветника (крапивные, тутовые, астровые, валериановые). Семянка осок заключена в ретортовидный прицветник, называемый *мешочком*. Семянки многих астровых (одуванчик, козлобородник) снабжены *летучками*, развившимися из видоизмененной чашечки.

Зерновка – околоплодник тонкий пленчатый, реже мясистый (у некоторых бамбуков), срастающийся с кожурой семени (мятликовые). Зерновка формируется из верхней паракарпной завязи, состоящей из трех (бамбуки), а чаще из двух плодолистиков.

Ягодовидные плоды – это плоды с мясистым или сочным околоплодником, экзокарпии которого кожистый или деревянистый, большей частью многосемянные, обычно не вскрывающиеся. Возникают они из цеиокарпного гинецея как с верхней, так и с нижней завязью. Таким образом, генетически ягодовидные плоды представляют собой ценокарпии.

Ягода – наиболее широко представленный тип ягодовидных плодов. Это, как правило, многосемянный плод с сочными мясистыми эндо- и мезокарпом и тонким пленчатым или кожистым экзокарпом околоплодника, в мякоть которого погружены семена. Мясистая часть ягоды не всегда образована только околоплодником. Иногда она включает в себя сильно разросшуюся ослизлившуюся сочную кожуру семян (смородина, крыжовник) или разросшиеся сочные плаценты (томат гибридный).

Верхняя синкарпная ягода – у винограда, актинидии, хурмы, томата; нижняя синкарпная ягода – у фейхоа; нижняя паракарпная ягода – у крыжовника и смородины.

Изредка у ягод имеется лишь одно относительно крупное семя (барбарис, авокадо, финиковая пальма).

Тыквина – плод многих тыквенных, экзокарп жесткий, одревесневающий или кожистый; образуется из паракарпного гинецея, состоящего из трех плодолистиков с нижней завязью. Мякоть плода образована мезо- и эндокарпом (тыква, дыня) или разросшимися плацентами (арбуз).

Гесперидий, или померанец – плод цитрусовых из семейства Рутовые (мандарин, апельсин, грейпфрут, лимон). Он формируется из синкарпного гинецея, образованного 8–12 плодолистиками с верхней завязью. Экзокарп – желтая ткань, состоящая из наружной эпидермы, покрытой кутикулой и слоем воска и плотной хлорофиллоносной паренхимы с масляными желёзками. По мере созревания плода хлоропласты превращаются в хромопласты, благодаря чему незрелые зеленые плоды меняют окраску на желтую и оранжевую. Мезокарп – рыхлая белая безвкусная ткань. Эндокарп пленчатый. Он состоит из нескольких слоев плотной паренхимы и внутренней эпидермы. Субэпидермальные клетки эндокарпа формируют соковые мешочки на длинных ножках, заполненные клеточным соком. Благодаря различной длине ножек соковые мешочки заполняют гнезда очень плотно и слипаются между собой, образуя съедобную мякоть плода.

Яблоко формируется из пестика с нижней завязью. Мякоть плода яблока развивается главным образом из тканей цветочной и в меньшей степени из тканей экзо- и мезокарпа; эндокарп – кожистый, хрящеватый, образующий стенки гнезд с семенами (яблоня, груша, айва, рябина, арония, ирга). *Яблоко костянковидное* – мякоть плода образуется только из тканей гипантия, экзо- и мезокарп – пленчатые,

эндокарп – деревянистый, окружающий каждое семя (боярышник, мушмула германская).

Гранатина развивается из нижней многогнездной завязи с двумя этажами. Мякоть плода образуется из сочного наружного слоя семенной кожуры (пульпы) многочисленных семян, которая и составляет съедобную часть плода. Околоплодник и ткани цветочной трубки у зрелого плода высыхают, образуя твердую кожистую кожуру.

Костяновидные плоды. Характерная особенность плодов данной группы – наличие деревянистого эндокарпа (косточки) и одного семени.

Сочная костянка – невскрывающийся монокарпий с мясистым сочным съедобным мезокарпом и склерифицированным эндокарпом (косточка). Сочная костянка характерна для плодовых косточковых растений подсемейства Сливовые семейства Розовые (слива, вишня, черешня, абрикос, персик, алыча).

Сухая костянка – мезокарп в начале созревания плода мясистый, но при полном созревании – полусухой или сухой, несъедобный (миндаль, облепиха). Съедобна часть плода миндаля — семя. Запасные вещества находятся в двух крупных семядолях зародыша семени; эндосперм очень тонкий – в виде пленки. Плод облепихи сочный, но, по существу, это сухая костянка, экзо- и мезокарп – пленчатые, сросшиеся; эндокарп – кожистый, толстый, темно-коричневый с продольной бороздкой. Мякоть плода – это сочные ткани разросшейся трубки чашечковидного околоцветника, которая полностью закрывает сухую костянку. К костянкам иногда относят и псевдомонокарпии или перинарии (кокосовая пальма, грецкий орех, фисташка, кизил, унаби).

3. Сборные, или сложные плоды. Соплодие.

Сборные (сложные) плоды (апокарпии) получают конкретное название по типу плода, образующегося из отдельного пестика апокарпного гинецея.

Сборная листовка (многолистовка) – представляет собой совокупность нескольких листовок, каждая из которых возникает из отдельного пестика апокарпного гинецея (магнолиевые, лютиковые, толстянковые).

Сборный орешек (многоорешек) – совокупность множества орешков, возникающих из апокарпного гинецея (лютик, горицвет,

шиповник, лапчатка). Многоорешек шиповника, плодики которого сидят внутри сильновогнутого кувшинчатого сочного гипантия, называют *цинородием*.

Многоорешек земляники и клубники известен под названием «ягода». У этих растений мелкие орешки сидят на выпуклой поверхности сильно разросшегося мясистого сочного цветоложа. Такое видоизменение многоорешка получило название «земляничина» или «фрага».

Сборная костянка (многокостянка) – совокупность множества костянок, возникающих из апокарпного гинецея (малина, ежевика, морошка, костяника).

Соплодия (в более узком понимании) – это сросшиеся плоды, возникшие из отдельных цветков одного соцветия. Например, у ананаса ось соцветия срастается с многочисленными завязями и основаниями прицветников в мясистую сочную ткань. Сходные соплодия образуются у хлебного дерева.

В широком смысле *соплодием* называют совокупность зрелых плодов одного соцветия независимо от срастания. Например, так называемая тутовая ягода у *шелковицы* образована сближенными, плотно сидящими, но не срастающимися друг с другом сеянками, которые заключены в сочные съедобные окрашенные околоцветники. У *инжира* (винной ягоды) плоды сеянки в соплодии также не срастаются, находясь в полном вместилище, мясистая стенка которого образована осями соцветия. У *свеклы* соплодие называется клубочком и представляет собой несколько плодиков, сросшихся с листками околоцветника и друг с другом. У *каштана настоящего*, например, соплодие из двух-трех желудей луковицеобразной формы. Они формируются из нижней син-карпной завязи женского цветка, состоящей из 6–9 плодолистиков. Семя съедобное, оно без эндосперма; зародыш с крупными мясистыми семядолями, содержащими много крахмала. Плюска крупная, шаровидная, бурая, склерифицированная, покрытая длинными (1,5–2,0 см) ветвистыми, игольчатыми, очень колючими выростами. Она вскрывается четырьмя створками, и желуди выпадают. В каждой плюске обычно два-три плода.

Контрольные вопросы

1. Из чего образуются семя, плод?

2. Что развивается из нуцеллуса после двойного оплодотворения?

3. С чем связана классификация семян?

4. Из каких частей состоит семя фасоли?

5. Каковы принципы классификации плодов?

6. Какой плод называется сборным, соплодием?