

## Лекция

**Тема : Семенные растения. Появление семени. Особенности цикла развития семенных растений. Отдел Голосеменные. для студентов специальности «Биология» профили «Биохимия», «Генетика»**

### План

#### Семенные растения

**1. Появление семени и его биологическое значение.**

**2. Особенности цикла развития семенных растений.**

**Отдел Голосеменные.**

**3. Общая характеристика Голосеменных.**

**4. Жизненный цикл Голосеменных на примере сосны обыкновенной**

**5. Классификация Голосеменных. Разнообразие голосеменных**

**6. Значение в медицине и народном хозяйстве.**

Семенные растения относят к подцарству Высших растений. В настоящее время они преобладают в растительном покрове планеты. В эту группу объединяют два отдела Голосеменные и Покрытосеменные. От всех прочих высших растений их отличает наличие семени. Появление семени явилось крупным ароморфозом и, вероятно, одним из факторов, определивших господство семенных растений в современной флоре Земли. Причина этого проста - семя способствует выживанию.

Все семенные растения разноспоровые и имеют сходный жизненный цикл с другими высшими разноспоровыми растениями. Преобладающим поколением в цикле развития семенных растений является спорофит. На нем формируются мега- и микроспорангии. В микроспорангиях формируются микроспоры, и из них впоследствии образуются микрогаметофиты с мужскими половыми органами - антеридиями (пыльца). В мегаспорангиях формируются мегаспоры, дающие начало женскому гаметофиту (мегагаметофиту). При этом чаще всего в мегаспорангии вызревает всего одна мегаспора. Мегаспорангий семенных растений мясистый и называется нуцелусом. У семенных растений он покрыт одним или двумя дополнительными слоями ткани - интегументами. Они полностью оборачивают мегаспорангий (нуцелус) оставляя только небольшое отверстие на его верхушке - микропиле. Внутри мегаспорангия (нуцелуса) развивается мегагаметофит (женский гаметофит), который не покидает оболочки мегаспоры. На мегагаметофите развиваются женские половые органы (археогонии).

Нуцелус (со всем его содержимым (мегаспорой и мегагаметофитом)) и интегументы называют семязачатком. Оплодотворение происходит через микропиле. После оплодотворения из зиготы формируется зародыш (моло-

дой спорофит). Интегументы превращаются в семенную кожуру, а ткани нуцелуса и мегаспорофита используются при образовании запаса питательных веществ.

Таким образом семя образуется из семязачатка и состоит из зародыша (молодого спорофита), семенной кожуры (оболочек мегаспорангия (нуцелуса) - интегументов) и запаса питательных веществ.

Половой процесс у семенных растений не зависит от влажной среды и не требует капельно-жидкой воды. Мегаспорофиты не покидают оболочек мегаспор и мегаспорангиев и более надежно защищены от неблагоприятных воздействий окружающей среды, чем у споровых растений. Формирующийся зародыш также надежно защищен оболочками мегаспорангия и мегаспорофита и при этом может использовать питательные вещества не только гаметофита, но и взрослого спорофита. После формирования семени оно может долгое время находиться в стадии покоя, не теряя жизнеспособности. При прорастании семени зародыш (молодой спорофит) какое-то время живет, используя запас питательных веществ, накопленный в семени, и это позволяет ему на первом этапе жизни меньше зависеть от питательных свойств субстрата. Все это говорит о большой приспособленности семенных растений к условиям существования.

Самые древние находки семян относят к позднему девону - 360 млн. лет назад. У большинства современных семенных растений зародыш формируется внутри семени до его опадания. Однако у многих древних растений семена опадали до формирования зародыша.

Виды семенных растений имеют более узкие ареалы, по сравнению со своими предшественниками, размножающимися спорами, так как семена разносятся не так широко как споры. В то же время именно это сыграло важную роль в формировании большого числа центров видообразования семенных растений и, как результат этого, формировании большого числа совокупностей (комплексов, флор) видов семенных растений, сильно отличающихся друг от друга.

Отдел Голосеменные (Pinophyta или Gymnospermae) - очень древняя группа растений, появившаяся еще в девоне около 350 млн. лет назад. К этой группе относят 6 классов, из которых 2 полностью вымерших. 4 живущих ныне содержат около 700 современных видов. В прошлом голосеменные были более широко распространены и имели большее видовое разнообразие. Период их расцвета приходится на мезозой. Распространены Голосеменные по всему Земному шару. В холодной зоне северного полушария они образуют хвойные леса, занимающие огромные территории.

Все голосеменные - древесные растения : деревья, кустарники и лианы. Для большинства из них характерно моноподиальное ветвление. Листья их сильно варьируют от игловидных и чешуевидных (у хвойных) до вайеподоб-

ных перисторассеченных (у саговниковых). Отличительной особенностью их является дихотомическое ветвление жилок (жилкование), которое хорошо заметно у видов имеющих широкую листовую пластинку (например у гинкго двулопастного).

Название отдела говорит об общей особенности в строении Голосеменных - семязачатки и семена у них расположены открыто на поверхности спорофиллов или аналогичных структур (т.е. "голые"). У большинства голосеменных микро- и мегаспорофиллы собраны в стробилы - собрания спорофиллов на оси, обособленной от вегетативной части побега. Стробилы с мегаспорофиллами называются мегастробилы. С микроспорофиллами - микростробилами. Иными словами - стробил это спороносный побег - стебель со спороносными листьями (спорофиллами). Строение мега- и микростробилов разнообразно и зависит от систематической принадлежности растения.

Для анатомического строения голосеменных характерен вторичный рост в толщину за счет деятельности камбия. Первичная кора состоит из однородной паренхимы. Механические ткани отсутствуют. Флоэма состоит из ситовидных клеток (без клеток спутниц), ксилема - только из трахеид. В коре и древесине часто (но далеко не всегда) присутствуют смоляные ходы.

Цикл развития голосеменных мы разберем на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), представителя самого крупного, из ныне живущих, класса голосеменных - Сосновые.

Сосна обыкновенная - растение широко распространенное в Северном полушарии, в том числе и у нас. Это (спорофит) высокое стройное дерево до 40 м высотой с удлинёнными и укороченными побегами. На укороченных побегах располагаются игловидные листья по 2 (хвоинки), которые, отмирая, опадают вместе с укороченным побегом. Хвоинки сосны длиной 5-7см. Они имеют характерную плоско-выпуклую форму на поперечном срезе, довольно жесткие и колючие. Сосна однодомное растение. Мегастробилы образуются на ветвях в верхней части кроны, микростробилы - в нижней части кроны.

Микростробилы развиваются в основании молодого (удлинённого) побега текущего года в пазухах чешуевидных листьев и густо покрывают его основание. Они некрупные (около 1 см длиной), желтые, с очень мелкими микроспорофиллами. Их также называют мужскими шишечками. На микроспорофиллах располагаются по два микроспорангия (пыльцевых мешка), в них образуются микроспоры. Из микроспоры, прямо в спорангии начинает формироваться микрогаметофит (мужской гаметофит). Сначала в результате двух последовательных делений образуются две вегетативные (проталлиальные) и одна антеридиальная клетки. Затем антеридиальная клетка делится на генеративную клетку и клетку трубки. Антеридии не развиваются. В этой стадии микрогаметофит вместе с оболочкой микроспоры называется пыльцевым зерном. Он крайне редуцирован и состоит всего из четырех клеток:

двух проталлиальных, одной генеративной и одной (самой крупной) - клетки трубки. Зрелое пыльцевое зерно имеет две оболочки внешнюю - экзину и внутреннюю - интину. Между ними образуется два воздушных мешка, при помощи которых пыльца разносится ветром.

Мегастробилы собраны в женские шишки. Которые намного крупнее, чем мужские и устроены сложнее. Если мужская шишка является стробилом, то женская состоит из многих стробилов. На оси женской шишки располагаются семенные и кроющие чешуи. Каждая семенная чешуя сросшаяся с кроющей - является мегастробилом (и состоит из 3 сросшихся спорофиллов: 2 фертильных, образующих семязачатки и одного стерильного - кроющей чешуи). На каждой семенной чешуе формируется 2 семязачатка (напоминаю, что семязачаток это спорангий с мегаспорой и, сформировавшимся внутри, мегагаметофитом). Каждый семязачаток имеет многоклеточный нуцелус (мегаспорангий) с массивным интегументом, имеющим отверстие - микропиле (пыльцевход) на конце, обращенном к оси женской шишки. Сверху семязачатки прикрыты кроющей чешуей, приросшей к верхней семенной чешуе. Женские шишки сосны имеют до оплодотворения очень маленькие размеры 0.5 - 0.7 см и красноватый цвет.

В момент, когда созревает пыльца (в конце весны - начале лета), семенные чешуи раздвигаются. К этому времени семязачатки готовы к приему пыльцы. Пыльца разносится восходящими потоками воздуха и, попадая между чешуями, задерживается около микропиле. Микропиле в это время начинает выделять особую клейкую жидкость, выступающую на верхушке семязачатка в виде капли. Пыльцевые зерна быстро погружаются в нее и как бы засасываются внутрь. После опыления семенные чешуи снова сближаются, что способствует защите развивающихся семязачатков. После соприкосновения с нуцелусом пыльцевое зерно прорастает в пыльцевую трубку. В этот момент мейоз в мегаспорангии еще не произошел. Примерно через месяц после опыления в мегаспорангии образуется четыре мегаспоры. Одна из которых дает начало мегагаметофиту. Его развитие протекает очень медленно, начинается только через 6 месяцев после опыления и может продолжаться еще полгода до своего завершения. На ранних стадиях развития мегагаметофита деление ядер не сопровождается немедленным образованием клеточных стенок, которое начинается примерно через 13 месяцев после опыления, когда уже имеется около 2000 свободных ядер. Затем, через 15 месяцев после опыления на микропиллярном конце мегагаметофита дифференцируются 2-3 архегония с яйцеклетками. Все это время пыльцевая трубка прокладывает себе путь через ткани нуцелуса к развивающемуся мегагаметофиту. Через год после опыления генеративная клетка разделилась на две: стерильную (клетку ножки) и сперматогенную (клетку тела). Затем, прежде, чем пыльцевая трубка достигнет мегагаметофита, сперматогенная клетка делится обра-

зую 2 спермия (у семенных растений (исключая самые древние формы Саговниковые и Гинкговые) у мужских гамет жгутики отсутствуют). Через 15 месяцев после опыления пыльцевая трубка достигает яйцеклетки архегония и впрыскивает в нее большое количество своей цитоплазмы и оба спермия. Ядро одного из спермиев сливается с яйцеклеткой, другого - дегенерирует. Одновременно оплодотворяются яйцеклетки всех архегониев, но вызревает, как правило, только один (полиэмбриония).

Из яйцеклетки начинает формироваться зародыш. Сначала образуется четыре яруса клеток. Затем из клеток яруса, наиболее удаленного от микропиллярного конца начинают развиваться четыре зародыша (из каждой клетки) (второй тип полиэмбрионии). Остальные клетки образуют суспензор - подвесок. Клетки его вытягиваются и проталкивают развивающиеся зародыши вглубь тканей мегегаметофита. Но в конечном итоге только один из зародышей развивается полностью. В ходе эмбриогенеза интегумент превращается в семенную кожуру, а ткани мегегаметофита - в эндосперм, служащий запасом питательных веществ.

Таким образом семя голосеменных состоит из комбинации двух спорофитных поколений - семенной кожуры (интегумент и остатки нуцелуса) и зародыша, и одного гаметофитного - эндосперма. Эндосперм голосеменных - гаплоидный.

Зародыш голосеменных состоит из гипокотиль-корневой оси с апикальной меристемой и корневым чехликом на одном конце, и апикальной меристемой и несколькими семядолями - на другом.

Созревают семена осенью и зимой второго года после опыления, то есть примерно через полгода после оплодотворения. К этому времени у сосны кроющая чешуя срастается с семенной полностью (образуя щиток), шишки сильно увеличиваются в размерах, семенные чешуи становятся деревянистыми. чешуи зрелых шишек раздвигаются и семена высыпаются. Семена сосны имеют крылышко, образовавшееся из тканей семенной чешуи, и распространяются ветром.

### Классификация Голосеменных.

Голосеменные делят на шесть классов, из них 2 вымершие, 4 - ныне живущие.

- 1. Семенные папоротники (Lyginopteridopsida, Pteridospermae)**
- 2. Саговниковые или цикадовые (Cycadopsida)**
- 3. Беннеттитовые (Bennettitopsida)**
- 4. Гнетовые (Gnetopsida)**
- 5. Гинкговые (Ginkgopsida)**
- 6. Хвойные (Pinopsida).**

Класс Семенные папоротники. В настоящее время полностью вымерли. Существовали в палеозое и раннем мезозое. Из окаменелостей описано несколько сот видов, относящихся к четырем порядкам и 10 семействам. Они были похожи на настоящие папоротники. размножение их происходило с помощью семян, в которых зародыши, судя по всему, формировались уже после их опадания. семязачатки развивались на расчлененных папоротниковидных листьях, располагаясь по краю или на верхушке листа. Семенные папоротники - наиболее примитивная группа голосеменных и занимает как бы промежуточное положение между голосеменными и папоротниками. Остатки их играют большую роль в сложении каменных углей Северного полушария.

Класс Саговниковые. в настоящее время насчитывает около 120 видов, распространенных преимущественно в тропических областях. Это древовидные, реже низкорослые растения очень похожие на пальмы. На макушке их располагаются перисторассеченные листья. Это двудомные растения. Их стробилы деревянистые и очень крупные (до 1 м длиной). Стробилы некоторых саговниковых достигают 45-50 кг и являются самыми крупными шишками в мире. У рода саговник мегастробилы не образуются и мегаспорофиллы располагаются прямо на своле в большом числе. на них образуется от 2 до 7 семязачатков. Семязачатки Саговниковых очень крупные (у некоторых видов до 5-6 см, самые мелкие - 5-7 мм). Оплодотворение происходит многожгутиковыми сперматозоидами, но к яйцеклетке они, как и у сосны, доставляются при помощи пыльцевой трубки. Семена опадают, когда зародыш еще не полностью сформировался и окончательное созревание зародыша происходит за счет запасных веществ эндосперма. В нашей стране саговники выращивают как декоративные комнатные и оранжерейные растения, в Крыму и на Кавказе используют для наружного озеленения. на их родине некоторые их виды используют для получения пищевых продуктов.

Класс Беннеттитовые. Были широко распространены в мезозойской эре. Полностью вымерли к концу мелового периода. Некоторые ученые считают, что они были предками цветковых растений. По внешнему виду и характеру вегетативных органов они походили на вымершие и современные саговниковые. Их стробилы были обоеполюми. Мегаспорофиллы были редуцированы и располагались в центре стробила на оси, образующей семяложе, микроспорофиллы располагались вокруг мутовчато. Зародыш созрел в семени до его опадания и занимал почти все семя. Он имел две крупные мясистые семядоли, служившиеместищем запасных веществ (как у гороха или фасоли).

Остальные три класса Гнетовые, Гинкговые и Хвойные подробно рассмотрены в учебнике. И мы рассмотрим их представителей на лабораторных занятиях.

Класс Гнетовые состоит из трех очень изолированных друг от друга порядков.

Голосеменные широко используются человеком. Древесина хвойных широко используется в строительстве, кораблестроении, на железнодорожные шпалы, в мебельном производстве, для изготовления сувениров, спичек, бумаги и т.д. Семена сосен сибирской и корейской, а также кедрового стланика используют в пищу, из них получают пищевое масло и иммерсионное масло, используемое в микроскопии. Кора многих хвойных (например пихта) содержит смолеместители, содержащие смолу которая используется в медицине и микроскопической технике и заготавливается подсочкой. В медицине используют хвою сосны, сосновые почки, сосновое эфирное масло, терпентин, скипидар, канифоль, деготь и древесный уголь, которые получают из различных видов сосны путем переработки древесины и других частей растения. Из пихтовых лапок получают эфирное пихтовое масло, отдельные фракции которого используют для получения камфары. Шишкоягоды можжевельника обыкновенного используют в фармации, они входят в состав мочегонных сборов. Гинкго двулопастной используется для получения Гинкгофорта. Голосеменные широко применяют в зеленом строительстве.

Доцент

Землянская И.В.