

# Семя.

- 1. Строение и типы семян.***
- 2. Прорастание семян и строение проростков.***

**Семя растения (*semen*) - орган семенных растений, выполняющий функции их воспроизведения, расселения и переживания неблагоприятных условий.**

***Семя - развившийся, обычно после оплодотворения, семезачаток (мегаспорангий), заключающий внутри себя зародыш и запасы питательных веществ для него. В онтогенезе растения семя представляет его зародышевую стадию.***

**В ходе эволюции разноспоровых высших растений семя возникло в связи с возрастанием сухости климата (и изменением др. условий существования). По сути семя - фаза в онтогенезе между половым процессом, и взрослым растением. Поэтому оно развивается обычно после оплодотворения (*амфимиксиса*). Иногда семя возникает без оплодотворения, в результате *апомиксиса*.**

**Число семян, образующихся на одном растении, не может превышать число семезачатков (мегаспорангиев), возникших в результате бесполого размножения.**

**Часто семенами неправильно называют сухие невскрывающиеся односемянные плоды (злаков, сложноцветных, гречихи, конопли и др.), целые соплодия (свёкла), служащие посевным материалом, и даже клубни (картофеля), используемые для посадки.**

**Признаки внешней формы и внутреннего строения семян наследственно постоянны и используются в систематике растений.**

Размеры и масса семян различны — от мелких, как пыль, у орхидей (например, у *Goodyera repens* семя весит 0,002 мг) до огромных у пальм (например, семя *сейшельской пальмы*, весит до 9 кг).



Число семян в одном плоде варьирует от сотен тыс. и даже миллионов (у некоторых орхидных) до одного (злаки, сложноцветные). Число семян у одной особи бывает огромным (у щирицы - *Amaranthus* до 500 тыс., у гулявника – *Sysimbrium* до 750 тыс.).

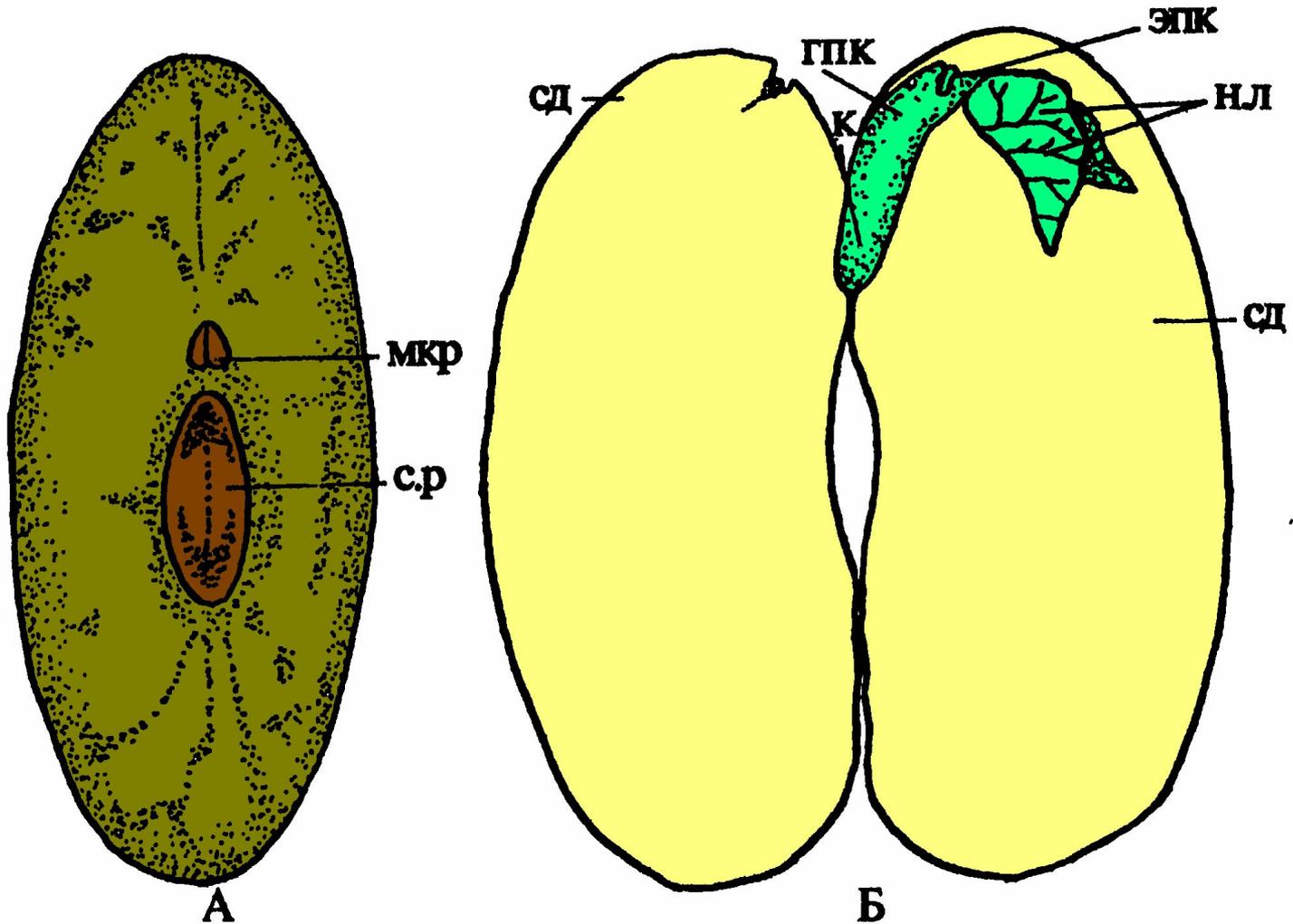


Тип семян определяется типом семязачатка, из которого образуется семя и его расположением. Однако в некоторых случаях после оплодотворения из-за неравномерного роста молодого семени его тип может отличаться от типа семязачатка.

На поверхности семени обычно можно различить **семенной рубчик** — место отделения зрелого семени от семяножки, **след микропиле** на корневом конце в виде ямки, **след халазы** на семядольном конце в виде отличающегося по окраске пятна, бугорка или ямки. Кроме того, у семян, возникших из анатропных семязачатков, имеется **семяшов** между семенным рубчиком и халазой. Он имеет вид утолщения в форме валика. **Семяшов** возникает в результате прирастания к семяпочке верхней части семяножки.

# Семя фасоли: А-общий вид; Б-развернутые семядоли.

к-корешок, мкр-микропиле, нл-настоящие листья, гпк-гипокотиль, эпк-эпикотиль, сд-семядоли, ср-семенной рубчик.



Семена некоторых растений имеют мясистые, обычно ярко окрашенные выросты, богатые различными питательными веществами (крахмалом, жирными маслами, белками). Они привлекают животных, способствующих распространению семян. Такие выросты называют **ариллусами (присемянниками)**. Но по происхождению они разные. Типичные ариллусы развиваются из семяножки, например у бересклета (*Euonymus*), пассифлоры (*Passiflora*). Выросты, образующиеся из интегументов в области микропиле, называются **ариллоидами** (например, копытень европейский – *Asarum europeum*, чистотел большой – *Chelidonium majus*).

**Семена с ариллусами (присемянниками) - у бересклета  
(*Euonymus*)**



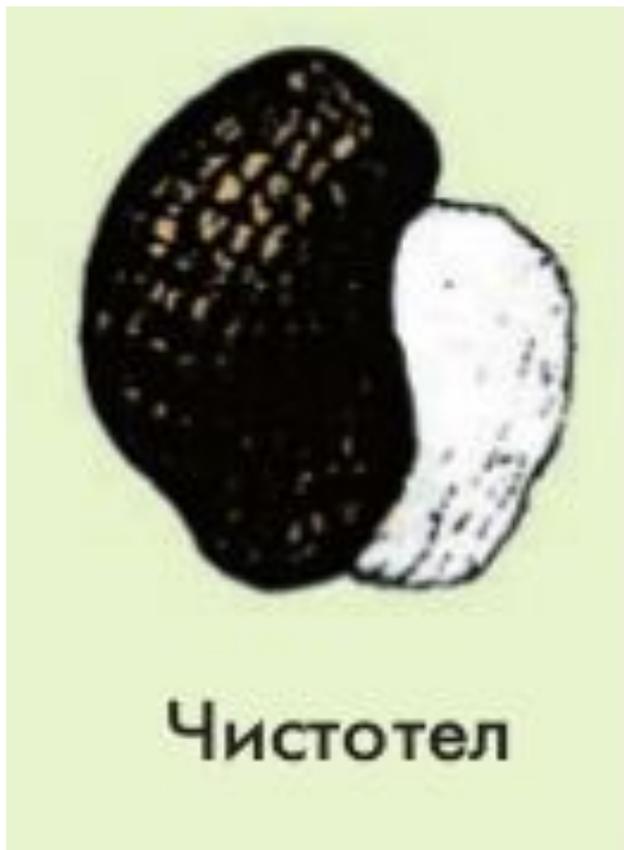
**Семена с  
ариллусами  
(присемянниками) у  
медуницы  
(*Pulmonaria*)**



# Семя копытня (*Asarum europaеum*) с ариллоидом



Семя чистотела  
(*Chelidonium majus*) имеет  
мясистый вырост –  
ариллоид.



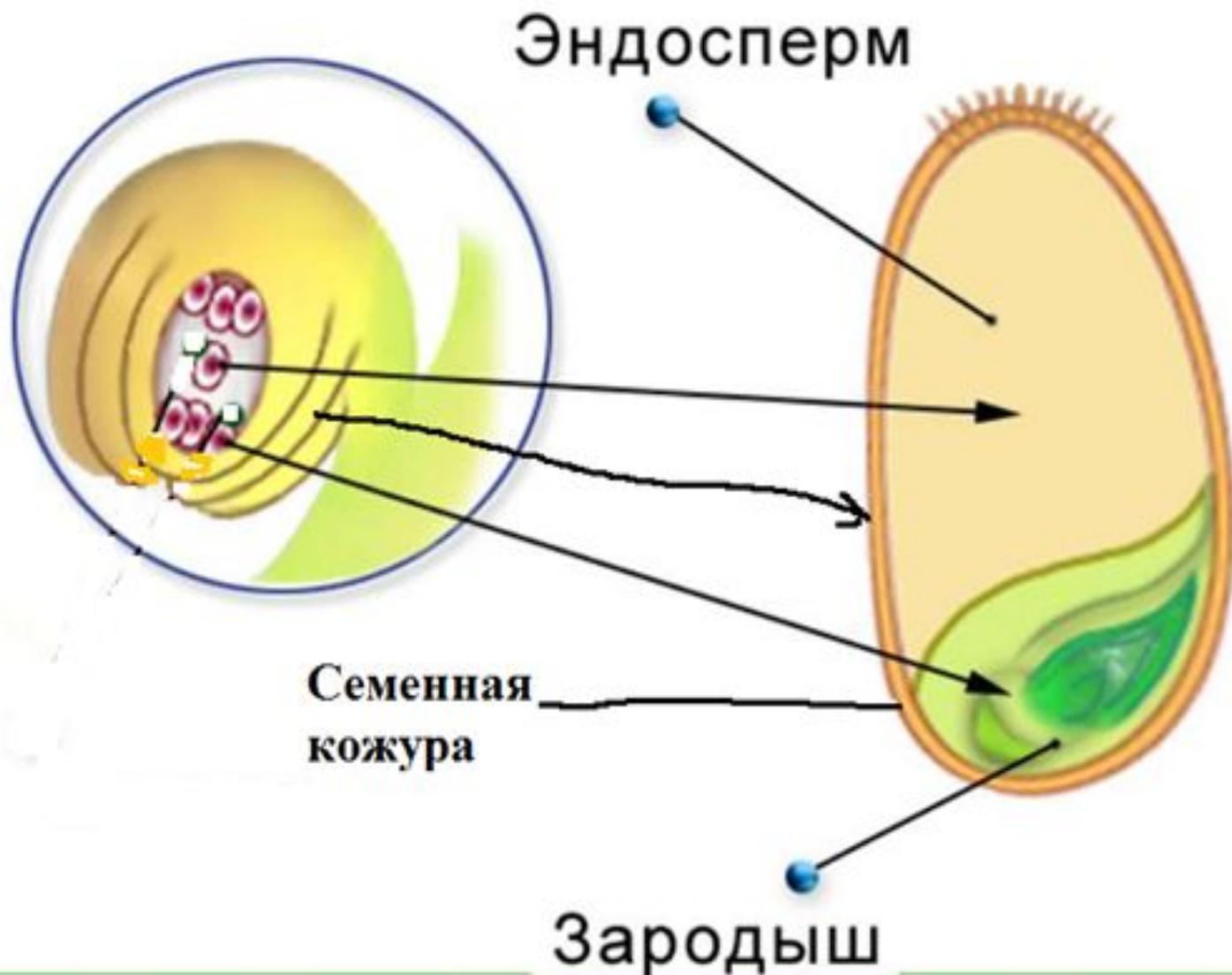
В типичном случае семя состоит из **зародыша** (молодого спорофита), **семенной кожуры (спермодермы)**, и из тканей с запасными питательными веществами: **эндосперма** или **перисперма**. Эти ткани развиваются вне зародыша.

**Зародыш** образуется обычно из зиготы и имеет в своих клетках диплоидный набор хромосом. Иногда он формируется из других клеток зародышевого мешка или даже клеток нуцеллуса семезачатка. Эндосперм возникает из центральной клетки зародышевого мешка и состоит из триплоидных клеток. Таким образом, два многоклеточных тела в семени: зародыш и эндосперм, очень различны и морфологически, и цитологически.

По степени морфологической дифференциации зародыши разделяют на 3 группы:

**дифференцированные, недифференцированные и рудиментарные.**

# Образование семян



**Дифференцированный зародыш** имеет все зачатки будущего растения: ось (зародышевый стебелек), семядоли (семядольные листья), зародышевый корень. На верхушке оси находится **точка роста** побега. Она образована участком меристемы и обычно имеет выпуклую, коническую форму. Иногда на апексе побега уже заложены зачатки следующих за семядолями листьев. В таком случае можно говорить о **почечке** зародыша. Часть оси, занятую основаниями семядолей, называют **семядольным узлом**. Участок зародышевого стебелька книзу от семядолей называется **подсемядольное колено**, или **гипокотиль**. Нижний конец подсемядольного колена постепенно переходит в **зародышевый корешок**. Обычно зародышевый корешок представляет собой меристематический конус нарастания, прикрытый корневым чехликом.

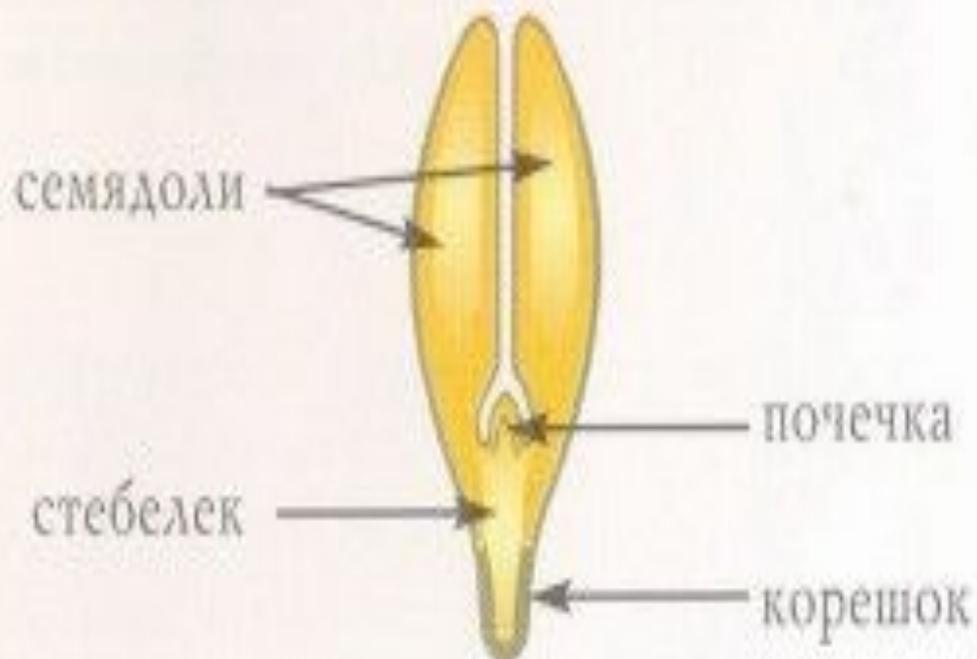
Зародыш двудольных растений имеет 2 семядоли, отходящие от его оси по бокам. Однако у двудольных нередко бывает более двух семядолей или одна. Так, зародыши семян яблони, клена, люпина, иногда имеют 3-4 семядоли. Вероятно, увеличение числа семядолей у них происходит за счет раннего расщепления их зачатков. Это явление получило название **поликотилия**.

Напротив, у некоторых растений семейств лютиковых и зонтичных зародыш имеет 1 семядолю. Обычно единственная семядоля образуется за счет срастания первоначально 2 семядолей (это явление называют **синкотилия**). У чистяка весеннего – *Ficaria verna* (сем. лютиковых) 1 семядоля возникает за счет недоразвития одной из них. Семядоли чаще всего цельные, реже рассеченные, как у липы.

## Схема строения семени двудольных растений

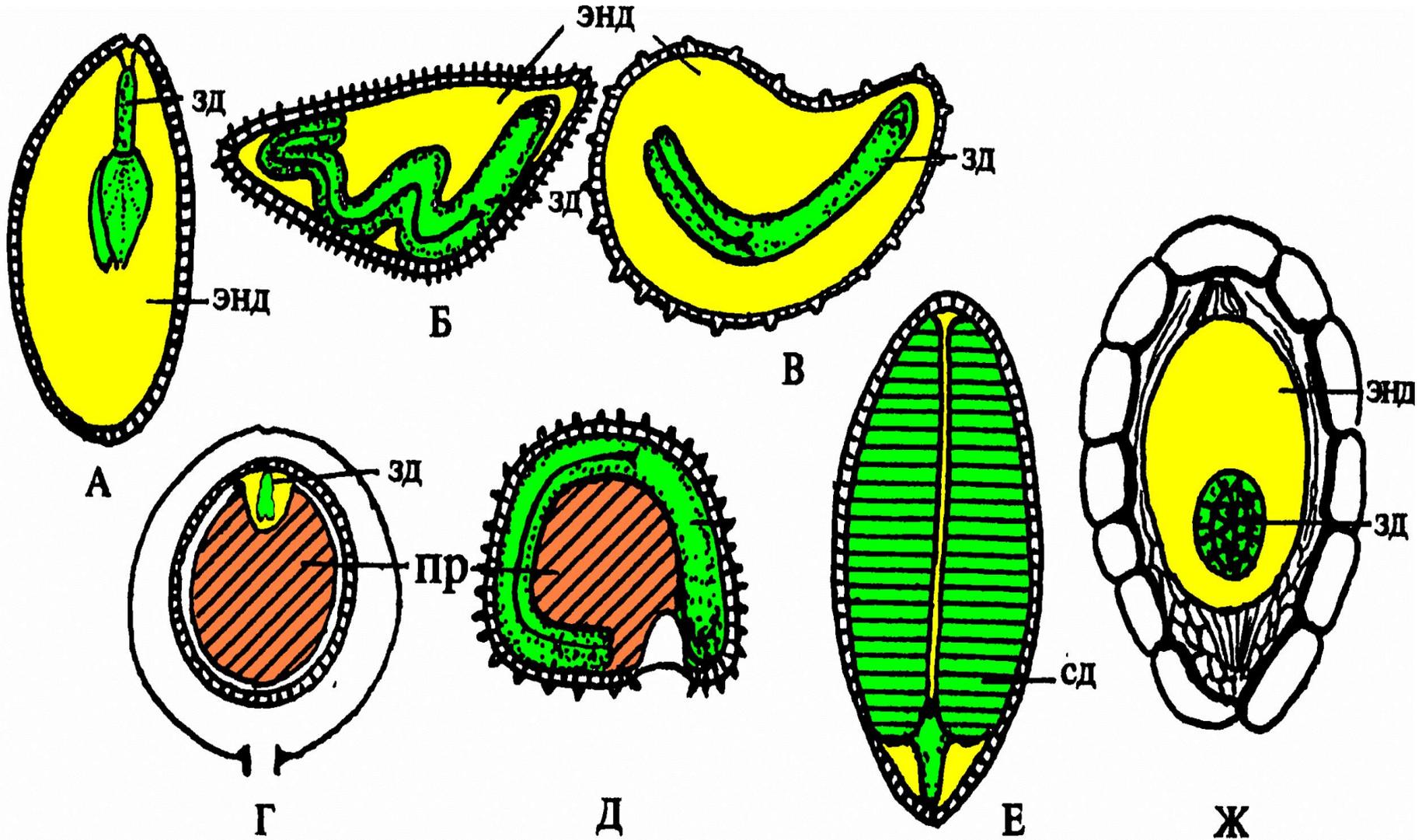


## Схема строения зародыша семени двудольных растений

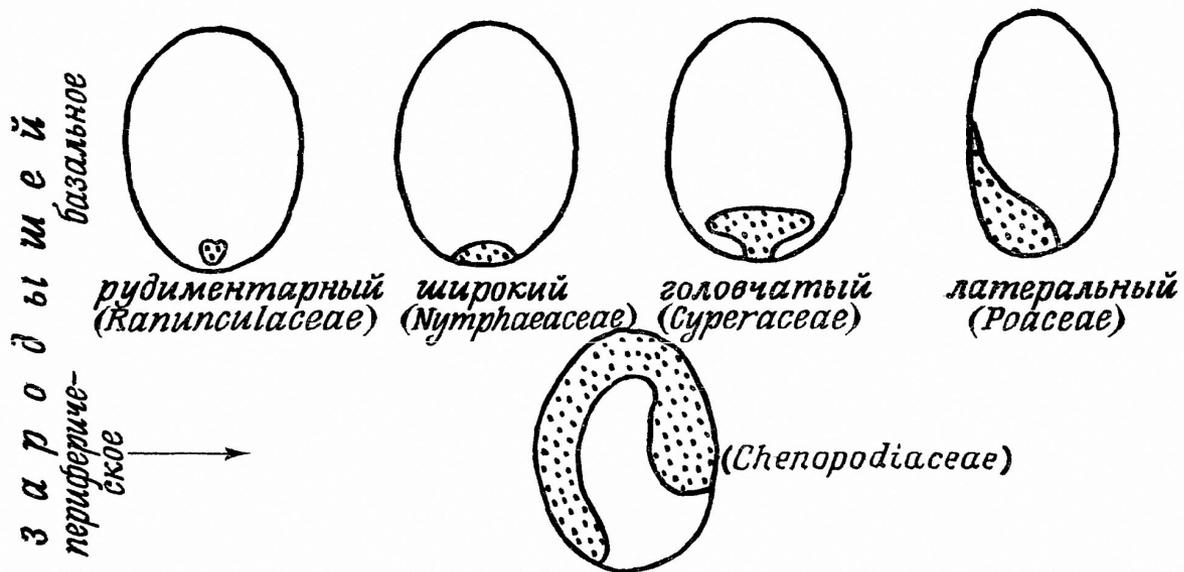


По форме зародыши двудольных могут прямыми (хурма, лен, молочай, клещевина, фиалка), согнутыми (белена – *Hyoscyamus niger*), подковообразными (ясколка - *Cerastium*, свекла – *Beta vulgaris*) и др. **Расположение зародышей постоянно: кончики их корней направлены к микропиле.**

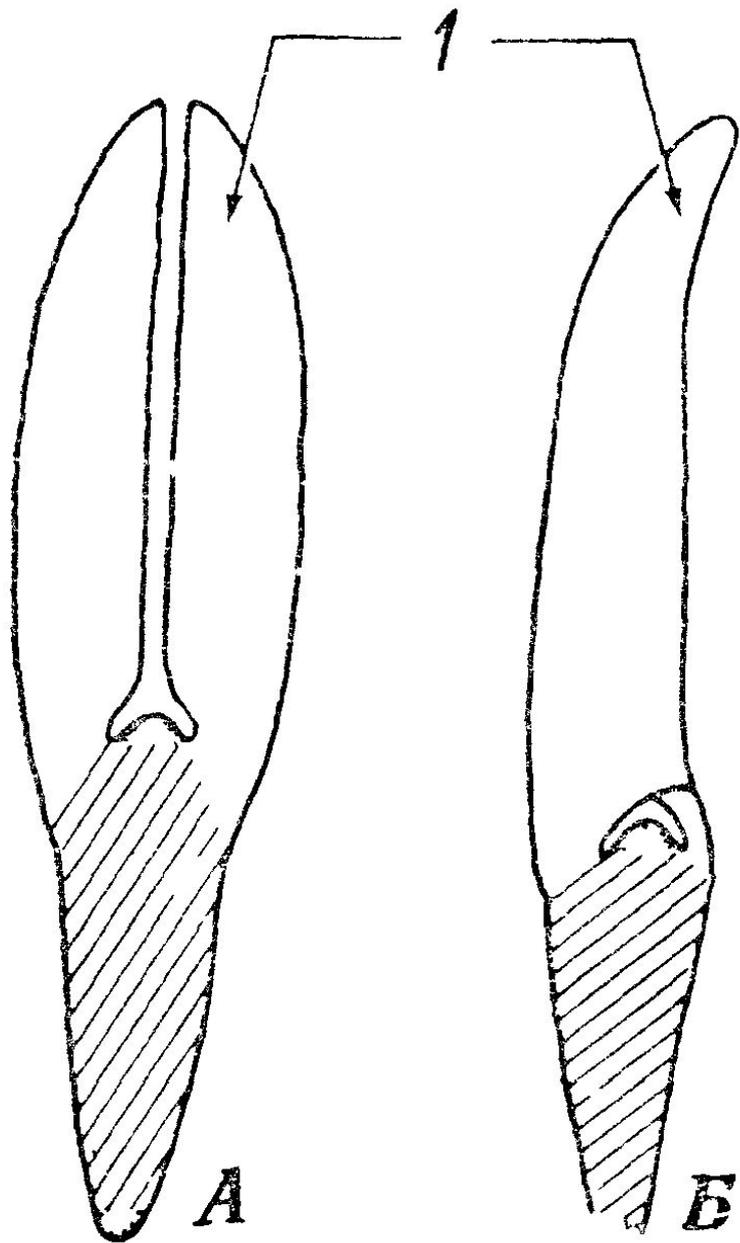
**Форма и расположение зародышей в семенах:**  
 А-хурма, Б-вьюнок, Г-перец черный, Д-куколь, Е-зародыш бобовых, Ж-заразиха. *зд-зародыш, энд-эндосперм, пр-перисперм.*



# Типы зародышей



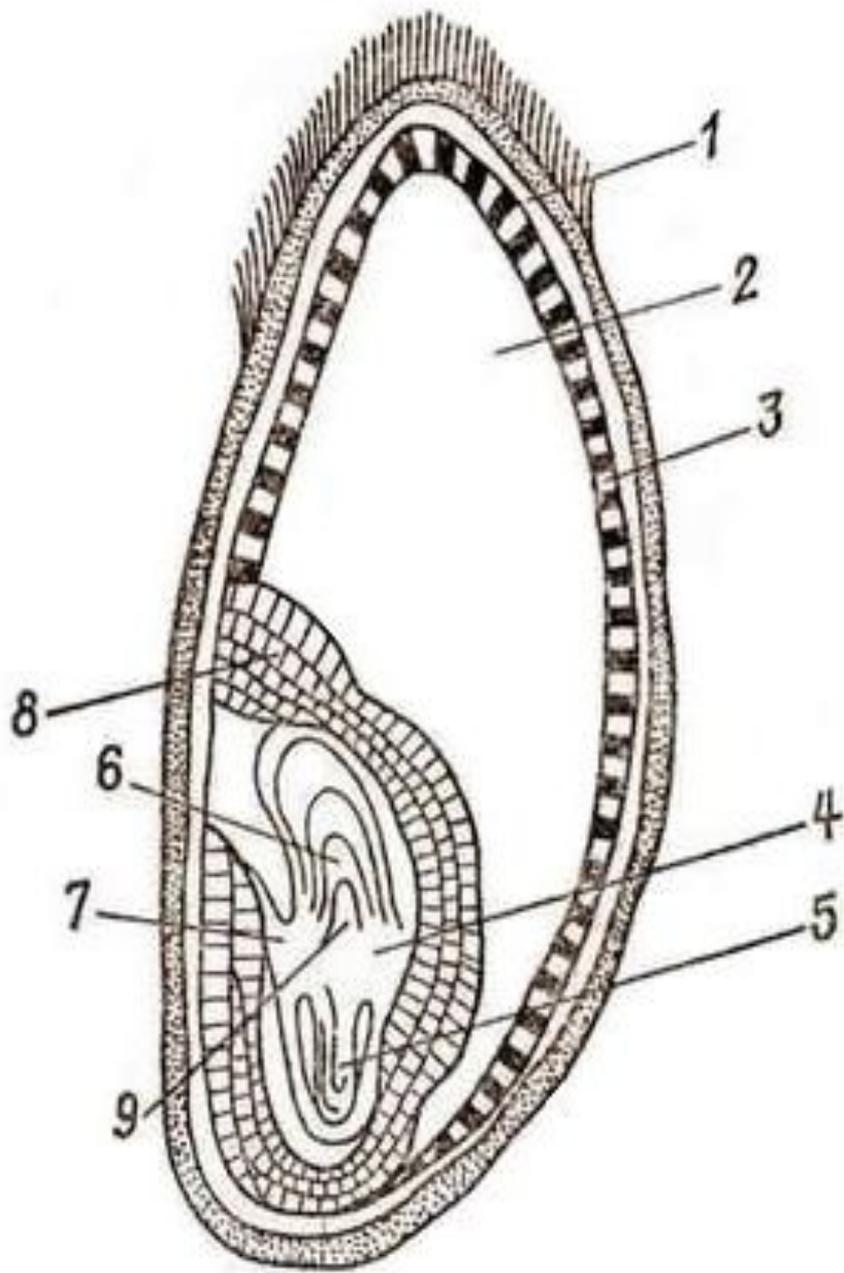
У большинства однодольных зародыш прямой, палочковидный, слабо расчленен. Его единственная семядоля (обычно цилиндрическая) занимает верхушечное положение, а почечка смещена вбок (виды семейств лилейные - *Liliaceae*, амариллисовые - *Amarillidaceae*, касатиковые - *Iridaceae*, осоковые - *Cyperaceae*, рогозовые - *Typhaceae*). Согласно одной из распространенных гипотез, латеральное положение почечки у зародышей однодольных – следствие смещения её вбок наиболее развитой семядолей. Вторая же семядоля задерживается в развитии и позднее не дифференцируется, а зародыш становится ассиметричным. По другой гипотезе, имеющей меньше сторонников, семядоля с самого начала закладывается на конце оси (терминально), а зачаток почечки оказывается латеральным.



**Схематическое  
изображение  
зародышей  
двудольного (А) и  
одnodольного (Б)  
растений:  
1- семядоля;  
гипокотиль заштрихован.**

Существует мнение, что **возникновение односемядольности в процессе эволюции связано с общим упрощением строения и сокращением онтогенеза.**

Среди однодольных растений наиболее сложно дифференцирован зародыш у злаков. Он занимает боковое положение в семени. В отличие от большинства др. однодольных его почечка хорошо развита, имеет несколько зачатков листьев. Самый наружный из них – **колеоптиль** - имеет отверстие на конце и представляет собой влагалище первого листа. Единственная семядоля злаков имеет форму плоского **щитка**, прижатого к эндосперму. При прорастании семени **щиток** первоначально выделяет в эндосперм ферменты, расщепляющие сложные вещества запаса до простых, растворимых соединений. Затем он выполняет роль гаустории, всасывающей из эндосперма и передающей зародышу питательные вещества после их ферментативного растворения.



## **Строение зерновки пшеницы:**

- 1 - околоплодник сросшийся с кожурой;**
- 2 - эндосперм;**
- 3 - алейроновый слой;**
- 4 - зародыш;**
- 5 - корешок;**
- 6 - почечка;**
- 7 - эпипласт;**
- 8 - щиток;**
- 9 - конус нарастания**

С противоположной от щитка стороны находится небольшой вырост – *эпибласт*. Эпибласт трактуют как недоразвившуюся вторую семядолю.

Зародышевой корешок у злаков находится напротив почечки. Он хорошо развит и прикрыт защитной тканью – *колеоризой*. Колеориза при прорастании набухает и развивает на поверхности всасывающие волоски. Чтобы выйти наружу, в почву, корень пробивает ткань колеоризы. На подсемядольном колене, находящемся между почечкой и корешком, часто закладываются зачатки придаточных корней.

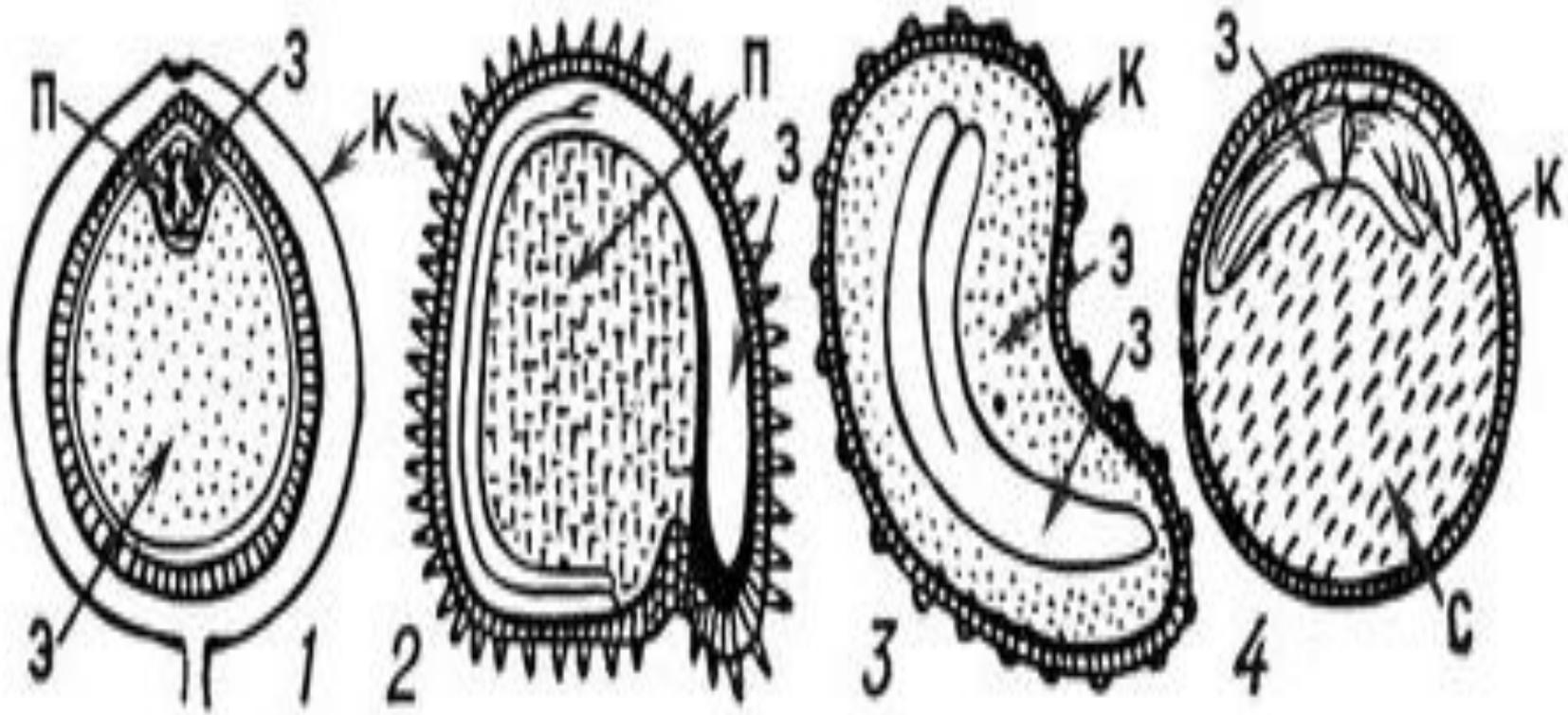
Недифференцированные, или недоразвитые зародыши не имеют зачатков основных вегетативных органов. Дальнейшее развитие и увеличение размеров таких зародышей происходит внутри семени. Но после отделения его от материнского растения и попадания в благоприятные условия. Замедленное развитие зародышей объясняют их низкой физиологической активностью.

Рудиментарные, или редуцированные зародыши представляют собой небольшую группу клеток. Они не дифференцируются даже ко времени прорастания. Например, семена орхидных, освободившись от семенной кожуры, развивают недифференцированное тело – *протокорм*. На нем впоследствии закладываются почки.

Как у однодольных, так и у двудольных растений наблюдаются 3 типа семян по признаку **наличия или отсутствия внезародышевых запасяющих тканей**:

- 1) семена с эндоспермом, или **белковые**; раньше эндосперм называли белком из-за его белого цвета;
- 2) семена с эндоспермом и периспермом;
- 3) семена без эндосперма и перисперма (с отложением запасных веществ непосредственно в зародыше);
- 4) семена с периспермом, но без эндосперма (бывают только у двудольных).

Строение семян: 1 — чёрного перца (с эндоспермом и периспермом); 2 — куколя (с периспермом); 3 — мака (с эндоспермом); 4 — гороха (без эндосперма и без перисперма); з — зародыш; п — перисперм; э — эндосперм; к — кожура семени; с — семядоля.



Семена с эндоспермом бывают у двудольных и однодольных растений [двудольные – ясень (*Fraxinus*), липа, хурма, клещевина, пасленовые (*Solanaceae*), зонтичные (*Apiaceae*), жимолостные (*Caprifoliaceae*); однодольные – злаки, лилейные, амариллисовые, ирисовые, осоковые, рогозовые]. Массивный белый эндосперм обычно окружает зародыш с обеих сторон (исключение – злаки). Поверхность его чаще гладкая. Но у растений семейств ореховых (*Juglandaceae*), пальмовых (*Arecaceae*), ластовневых (*Asclepiadaceae*) при созревании семян количество эндосперма увеличивается, он становится извилистым, морщинистым. Такой эндосперм называют **руминированным**. У руминированного эндосперма возрастает площадь контакта с окружающими тканями и увеличивается интенсивность обмена веществ с ними.

**Семена с эндоспермом и периспермом.** Зародыш маленький, его окружает тонкий слой эндосперма, а под семенной кожурой находится мощный перисперм. Последний развивается из нуцеллуса семезачатка. Примеры: двудольные - перец черный (*Piper nigrum*), кубышка желтая (*Nuphar lutea*).

**Семена без эндосперма и перисперма** также имеются у двудольных и однодольных растений. Под кожурой семени находится зародыш. У однодольных такие семена характерны для видов семейств частуховых (*Alismataceae*) [например, частуха подорожниковая – *Alisma plantago-aquatica*, стрелолист – *Sagittaria sagittifolia*], рдестовых (*Potamogetonaceae*). В единственной семядоле сосредоточены все запасы питательных веществ. Эндосперм полностью израсходован на питание зародыша. Морфологическое расчленение зародыша не отличается от других однодольных.

У двудольных семена без эндосперма и перисперма обычны у видов семейств бобовых (*Fabaceae*), тыквенные (*Cucurbitaceae*), сложноцветные (*Asteraceae*), крестоцветные – (*Brassicaceae*), рутовые (*Rutaceae*) и родов *Quercus* (дуб), *Betula* (береза), *Acer* (клен), *Corylus* (лещина). В них под плотной кожурой находится плоский зародыш с крупными семядолями, в которых сосредоточены вещества запаса.

Семена с периспермом, но без эндосперма имеются только у двудольных. Эндосперм в зрелых семенах поглощается полностью, а перисперм остается и разрастается. Такие семена имеют некоторые представители семейств гвоздичных (*Caryophyllaceae*) – куколь, звездчатка (*Stellaria*), маревых (*Chenopodiaceae*) – свекла (*Beta*). Эндосперм и перисперм равноценны функционально, но имеют разное происхождение. Это **аналогичные ткани семени.**

Для более быстрого проращивания семян культурных растений применяют ***стратификацию*** и ***скарификацию***.

***Стратификация*** – выдерживание семян во влажной среде при низких положительных температурах (например, семена яблони, груши и др. плодовых).

***Скарификация*** – разрушение твердых покровов семян с помощью перетирания, надрезания и т.п. (например, клевер, люцерна, косточковые).

**По скорости прорастания и сохранению всхожести можно выделить 4 типа семян:**

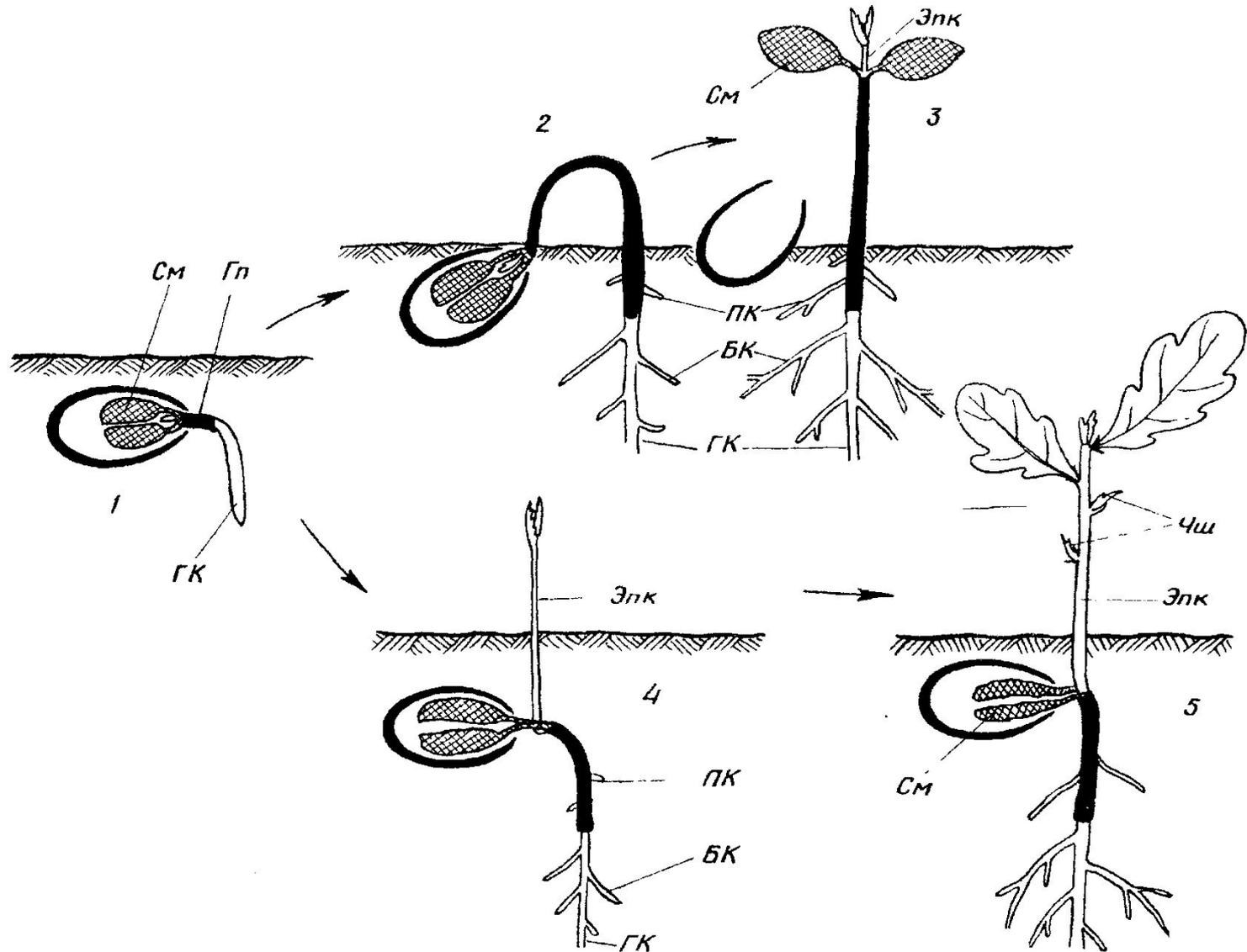
**1. Семена обладают длительным глубоким покоем и долго сохраняют всхожесть. Прорастают нередко через 1-2 года и более после опадения. Примеры: многие древесные растения, лесные травы, полевые сорняки.**

**2. Семена прорастают сразу или вскоре после опадения. Всхожесть сохраняют в течение нескольких (7-18) лет. Например, большинство культурных злаков, многие дикорастущие луговые и степные травы.**

**3. Семена прорастают сразу и быстро теряют всхожесть [ивы, тополя, мать-и-мачеха (*Tussilago farfara*), многие растения влажных тропиков (кофе)].**

**4. Семена прорастают прямо на материнском растении, до опадения.**

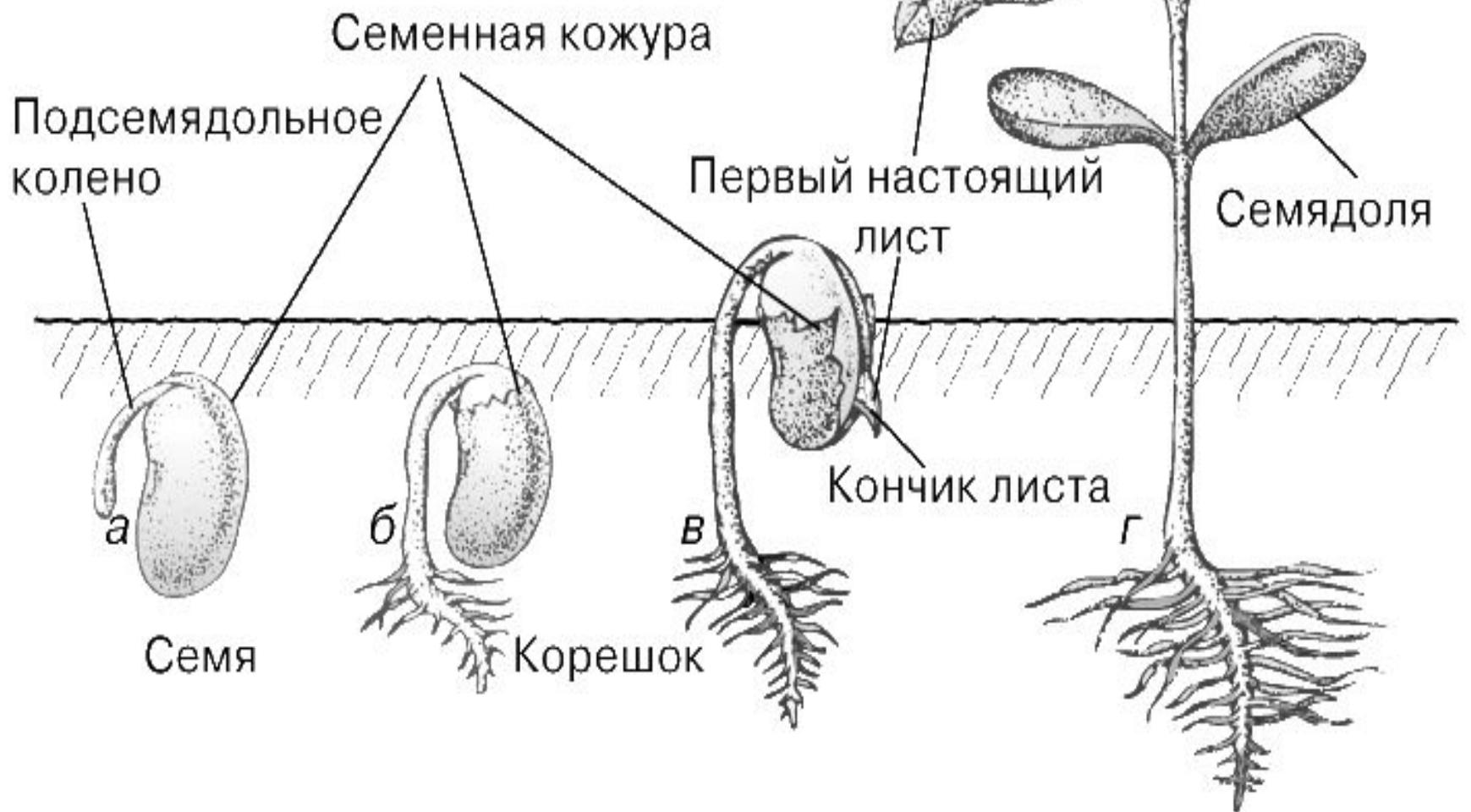
# Схема надземного и подземного прорастания семян двудольных



В процессе прорастания семян помимо *роста и смены функций зародышевых органов*, происходит также *новообразование органов*. На конусе нарастания продолжают закладываться листовые зачатки. Ранее заложенные листовые зачатки разворачиваются. Участки стебля между ними разрастаются, образуя междоузлия. Зародышевый корешок превращается в *главный корень* проростка. По мере роста он ветвится. Боковые корни вместе с главным образуют *систему главного корня*.

Стебель проростка у большинства растений вначале петлеобразно изогнут. Поэтому через почву стебель пробивается верхушкой своего изгиба. В результате почка не повреждается. Позднее стебель распрямляется.

# ПРОРАСТАНИЕ СЕМЕНИ ФАСОЛИ



Семядоли у большинства растений имеют простую форму, цельнокрайние. Первичные листья могут быть недоразвитыми чешуевидными (при подземном прорастании) или зелеными – при надземном. Но в последнем случае первичные листья тоже сильно отличаются от листьев взрослого растения данного вида. Их называют **ювенильными**. Ювенильные (юношеские) листья обычно мельче и проще по очертаниям, чем типичные (**дефинитивные**) листья взрослого растения. От таких ювенильных до типичных листьев можно проследить ряд постепенных изменений – т.н. **листовую серию**. Иначе говоря, **листовая серия – совокупность листьев молодого растения от семядолей до первого типичного листа.**