

# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Пётр Волцит



20

## НОЖ ПРОТИВ ВИЛКИ, или НЕМНОГО О ПЛАУНАХ

В «Квантике» № 1 за 2023 год мы рассказали о том, как растения управляют развитием листьев и почек при заложении побега (см. статью «Царь-листик, или Что картошке – рубчик, то человеку – хорда»). И выяснили, что в процессе эволюции у растений развилась довольно сложная система взаимодействия клеток, позволяющая им «договариваться», кто в какой орган превращается.

Но у предков наземных растений – водорослей – нет органов и тканей, все их клетки примерно одинаковые, недифференцированные. Значит, и «договариваться» друг с другом им не нужно. Неужели же сложная система образования листьев и почек возникла в ходе эволюции наземных растений сразу, с нуля? Нет, конечно.

К сожалению, живьём изучить первые растения, вышедшие на сушу, мы не можем – они вымерли, сохранились только их ископаемые остатки. Впрочем, кое-что о том, как они росли и ветвились, мы можем понять и по окаменелостям. А ещё мы можем посмотреть на растения, «застывшие» на промежуточных стадиях эволюции, – как развиваются листья и почки у них? Для примера посмотрим на плауны.

Внешне плауны немного напоминают мхи или какие-то хвойные растения. Но в отличие от мхов у них есть корни. А в отличие от хвойных размножаются они не семенами, а спорами. У большинства видов споры созревают в хорошо заметных спороносных колосках (рис. 1). Но у плауна-баранца спороносные листья почти не отличаются от обычных и сидят на том же побеге (рис. 2).



Рис. 1. Спороносные колоски плауна булавовидного



Рис. 2. Плаун-баранец. Видны желтоватые спорангии

Все современные плауны – невысокие травы. Их побеги обычно стелются по земле, и даже те, что поначалу растут вертикально вверх, рано или поздно всё равно полегают. Стелющиеся побеги позволяют плаунам довольно быстро «плыть» по поверхности почвы – отсюда их название, видоизменённое слово «пловун».

В пазухах мелких листьев плаунов нет никаких боковых почек. Да у них и вообще нет почек! И тем не менее побеги плаунов ветвятся, и ещё как! Вот этому «как» и посвящён наш сегодняшний рассказ.

Посмотрим на побег плауна внимательнее. Мы видим, что периодически он словно расщепляется надвое, и каждая половинка продолжает расти дальше. Часто два дочерних побега получаются совершенно одинаковыми (рис. 3).



Рис. 3. Равная дихотомия у плауна сплющенного

Но бывает и так, что один из «братьев» объявляет себя главным и продолжает быстрый рост в длину, а второй «брат» приотстаёт, меняет направление роста, интенсивно ветвится. И фактически становится «боковой веточкой» (рис. 4).



Рис. 4. Неравная дихотомия у плауна булавовидного

Однако в момент образования этой веточки верхушка побега всё так же разделялась на две совершенно одинаковые половинки, и только потом они поделили между собой функции и стали разными по строению. Такое ветвление называется *вильчатым*, или *дихотомическим* (от греческого слова, означающего «разрезание надвое»). Первый случай – равновильчатое ветвление, или *изодихотомия* (от греч. «изос» – равный), а второй – неравное, *анизодихотомия* (греч. «ан» – отрицательная частица).

Но как же разветвляется верхушка побега? Посмотрим на неё под увеличением. На первый взгляд,

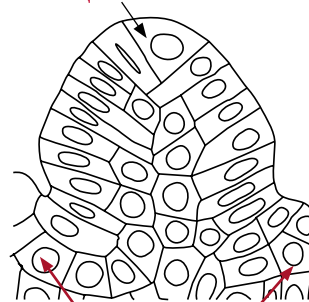




апекс (конус нарастания) плаунов ничем не отличается от апекса более эволюционно совершенных растений: те же недифференцированные клетки, те же зачатки листьев – примордии. А на самом кончике – крупные инициальные клетки, или *инициали*. Они «инициируют» образование всех остальных клеток.

Сами инициали делятся довольно редко. Но образованные ими клетки начинают делиться быстро, интенсивно формируя растущий побег. Когда инициаль делится, одна из дочерних клеток, более крупная и расположенная ближе к центральной оси побега, остаётся всё такой же «ленивой» и большой. А вторая начинает интенсивно «трудиться» над образованием новых клеток. Таким образом, фактически на кончике побега всегда остаётся одна-единственная инициаль, а ниже располагаются её «дочки», «внучки», «правнучки» и так далее (рис. 5).

Инициальная клетка



Производные клетки

Рис. 5. Апекс спорового растения с единственной инициальной

Одна-единственная инициаль – важное отличие споровых растений от семенных, у тех таких клеток несколько. (Строго говоря, у настоящих плаунов в подповерхностном слое клеток тоже есть «ленивые» инициальные клетки – в этом отношении этим примитивным растениям удалось выйти на уровень голосеменных. Но и эти глубинные инициали, видимо, в конечном счёте образуются из единственной верхней. Подробнее – в следующих номерах.)

Что же нужно, чтобы побег разветвился? Да всего-навсего инициальная клетка должна делиться строго вертикально: на две совершенно равные сестринские клетки. А затем каждая из сестёр-лентяек продолжит отделять от себя «свиту» из быстро делящихся трудолюбивых клеток. То есть образовывать отдельную веточку некогда единого побега (рис. 6).

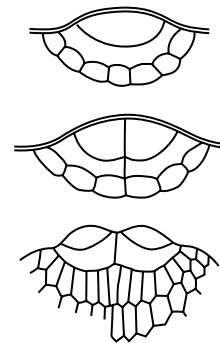


Рис. 6. Разделение инициали у бурой водоросли

Ясно, что управлять дихотомическим ветвлением на генном уровне довольно просто: нужно лишь задать механизм, который будет время от времени побуждать инициаль делиться не как обычно, а поровну. Поэтому у всех древних растений побеги (и корни) ветвились исключительно дихотомически. Посмотрите на риниофиты – первые наземные растения (рис. 7). Посмотрите на современный псилот – он хоть и не родственник риниофитов (он ближе к настоящим папоротникам), но ужасно на них похож (рис. 8). Кстати, если мы посмотрим на листья папоротников, то увидим, что их жилки тоже ветвятся дихотомически, по крайней мере боковые (рис. 9). Причём у листьев проростков эта дихотомия совершенно равная. Так же ветвятся и жилки гинкго – самого примитивного растения из ныне живущих голосеменных (рис. 10). В общем, ясно: дихотомия – признак архаичности. Потому что этот способ ветвления намного проще, «изобрести» его в процессе эволюции было



Рис. 7. Риниофиты, или псилофиты



Рис. 8. Псилот



Рис. 9. Жилкование листа папоротника

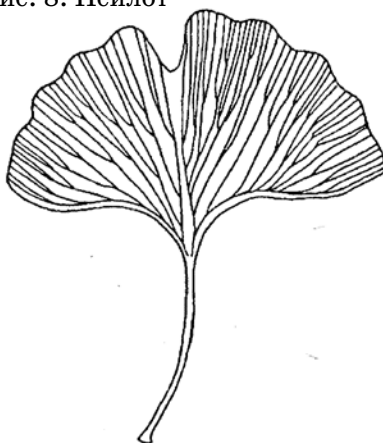


Рис. 10. Жилкование листа гинкго двулопастного





намного быстрее, чем развить сложную систему взаимодействия клеток, как у голосеменных и цветковых, – она появится намного позже.

Возможно, прочитав о плаунах, вы захотели познакомиться с этими удивительными растениями поближе, воочию. К сожалению, в городских парках и даже пригородных лесах плауны стали редкими, встретить их – большая удача. Но в малопосещаемых лесах, например на Севере, они вполне обычны и вымирать, несмотря на свою древность и примитивность, не собираются. Что же мешает им расти рядом с людьми? Одна из причин – всё то же дихотомическое ветвление.

Ведь вильчато ветвятся не только побеги плаунов, но и корни! Сложную систему образования боковых корней плауны тоже не успели изобрести. И когда корню приходит пора ветвиться, на его кончике, так же, как и на побеге, инициальная клетка делится пополам, а затем каждая дочерняя клетка начинает строить свой собственный корень.

Всё бы ничего, да только зона растяжения, проталкивающая корень в почву, у всех растений находится позади кончика. В этой зоне молодые клетки, образовавшиеся в ходе неоднократных делений клеток апекса, начинают интенсивно расти в длину. Для этого внутри клеток создаётся огромное (до 50 атмосфер) давление, которое растягивает клеточные оболочки, а заодно толкает кончик корня, пронзающий почву (рис. 11).

Хорошо, когда кончик корня один и острый – он легко раздвигает комочки почвы. А если на его вершине вилочка из двух дочерних корней (рис. 12)? Вы наверняка знаете, что проверять готов-



Рис. 11. Строение корня семенного растения. Видна зона растяжения

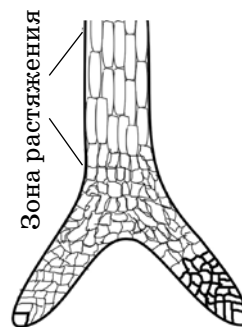


Рис. 12. Ветвление корня плауна

ность картошки лучше вилкой, а не ножом. Ведь нож с острым кончиком легко протыкает даже недозаренный клубень. А вилка втыкается только в совсем мягкую картофелину, она более показательна. Так и в случае с корнями: протыкать землю «ножом», как у семенных растений, куда сподручнее, чем «вилкой» плаунов.

Да, над землёй дихотомическое ветвление вроде бы не приносит плаунам каких-то особенных неудобств – они даже изобретаются образовывать «главный» и «боковые» побеги. Но вот под землёй они сталкиваются с большими трудностями: их корни не могут эффективно проникать в плотный грунт. Поэтому плауны растут только на мягкой лесной почве, да и в неё запускают корни очень неглубоко.

В часто посещаемых лесах почва уплотняется. А ещё люди частенько выдёргивают побеги плаунов, задевая их ногами, – корни-то неглубокие, слабенькие. Так постепенно в пригородных лесах плауны исчезают. Если вам всё же повезёт с ними встретиться, постарайтесь их не топтать, обойти стороной. Да, в наши дни плауны и их родственники – второстепенные, не очень важные компоненты биосферы. Но когда-то древние плауновидные сыграли очень важную роль в жизни нашей планеты. И заслужили нашу вечную благодарность. Об этом – в следующих номерах.

**Задача.** Посмотрите на побеги обыкновенной сирени – они явно ветвятся дихотомически (рис. 13). Но ведь сирень – представитель цветковых растений, не мог же у неё сохраниться настолько архаичный способ ветвления?! В чём тут дело, нам может подсказать родственный вид: сирень венгерская (рис. 14).



Рис. 13. Побеги сирени обыкновенной



Рис. 14. Побеги сирени венгерской

Художник Мария Усеинова

