

ЛЕГКО ЛИ СТАТЬ ДЕРЕВОМ

В «Квантике» № 3 за 2023 год мы познакомились с плаунами – одними из самых архаичных растений, умудрившихся дожить до наших дней. Сегодня отдел плауновидных включает всего три группы: собственно плауны, селягинеллы и полушники.

Селягинеллы внешне очень похожи на плауны, иной раз их даже трудно отличить друг от друга.



Селягинелла



Плаун-баранец

Полушники вы с плаунами не спутаете – хотя бы потому, что они растут в воде, в чистых озёрах с песчаным дном. (Правда, за пределами России – в Америке и Средиземноморье – есть виды, растущие во влажных местах на суше.) Но их можно принять за какое-то водное цветковое растение, если не заметить спорангии в основании листьев.

В общем, все современные плауновидные – невысокие травки, редкие, не играющие особенно важной роли в природе. Но когда-то среди них встречались на-



Полушник озёрный



Строение полушника. Видны спорангии в основании листьев

стоящие деревья, и они были самыми важными организмами на суше. Дело было в конце девонского и начале каменноугольного периодов...

Тогда на Земле возникли *лепидодендроны* – огромные деревья до 50 метров высотой и до метра в диаметре. Устроены они были ужасно примитивно: их побеги и корни ветвились дихотомически (чем это плохо, мы рассказывали в «Квантике» №3 за 2023 год), древесина медленно проводила воду, тонкая кожа листьев легко её испаряла. Поэтому лепидодендроны могли расти только во влажном климате.



Лепидодендрон: реконструкция общего вида растения и его ветви; окаменевшая кора с чешуйками на месте опавших листьев. (Отсюда пошло название растений – в переводе с греческого «чешуедрев».)

Правда, кое в чём им удалось продвинуться по пути эволюции дальше других. Например, их споры уже были неодинаковы: из крупных макроспор развивались женские заростки, а из мелких – мужские. Это первый шаг на долгом пути к образованию семени. До которого, впрочем, эволюция лепидодендронов не дошла – опять неудача!

Вскоре после появления лепидодендронов, уже в каменноугольном периоде, от папоротников произошли первые голосеменные растения и стали теснить непутёвые лепидодендроны. Те начали мельчать – триасовая *плевромейя* едва достигала 2 метров в высоту – и всё глубже уходила в воду. И в итоге превратились... в полушники. Да, современные полушники – измельчавшие потомки древних лепидодендронов или их ближайших родственников.

Стать деревьями было весьма непросто. Растениям пришлось преодолевать



Плевромейя

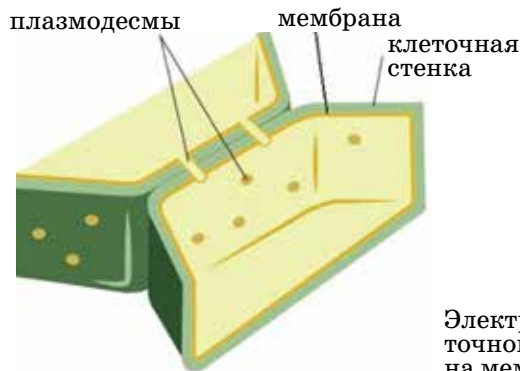


ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



сложности, которые создавала... главная особенность строения их клеток.

Мы знаем, что клетки растений окружены прочной целлюлозной оболочкой – словно закованы в панцирь. Чтобы не оказаться отрезанными друг от друга и сохранить возможность обмениваться различными веществами, клетки соединены своего рода мостиками – *плазмодесмами*. Эти тонкие трубочки тянутся от клетки к её соседке, пронзая целлюлозные оболочки обеих. Снаружи трубочки покрыты мембраной – такой же, как мембрана клетки; собственно, это её продолжение. Внутри они заполнены цитоплазмой, а в центре плазмодесмы пролегает ещё один мембранный канал. Или, если хотите, кабель – для передачи информации. Да, когда клетки листовых примордиев подают соседкам «команды», сигнальные вещества передаются именно через плазмодесмы.



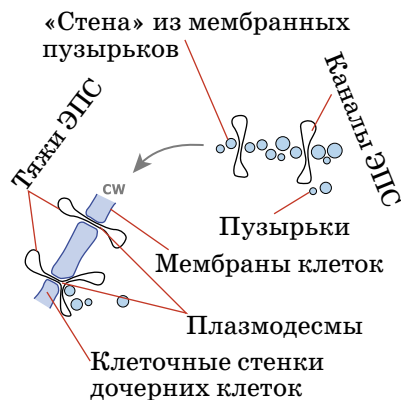
Электронное микрофото клеточной стенки, тёмные точки на мембране – плазмодесмы

Плазмодесмы – цитоплазматические тяжи, соединяющие содержимое соседних клеток. Они проходят через клеточную стенку и представляют собой узкие каналы, выстланные плазматической мембраной

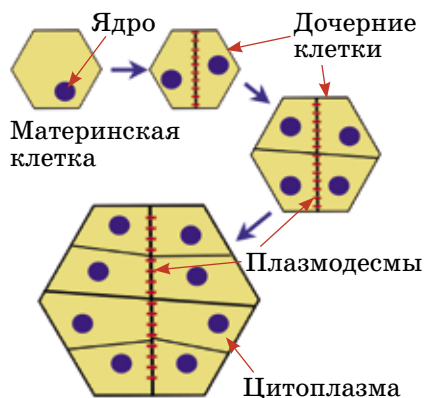


Не путайте мембрану и оболочку! Мягкая мембрана из жироподобных веществ окружает все клетки от животных до бактерий и у всех устроена принципиально сходно. А оболочка (клеточная стенка) – это то, что «надето» поверх мембраны. У растений она состоит из целлюлозы, у грибов – из хитина. А у животных она отсутствует; наши клетки жёсткого панциря лишены.

Плазмодесмы образуются на заключительном этапе деления клетки. Собираясь отгородиться друг от друга, дочерние клетки выстраивают между собой «стенку» из мембранных пузырьков. Затем пузырьки сливаются в единую мембрану (точнее, в две – одной клетки и дру-



Механизм образования плазмодесм



Падение числа первичных плазмодесм при делении клеток

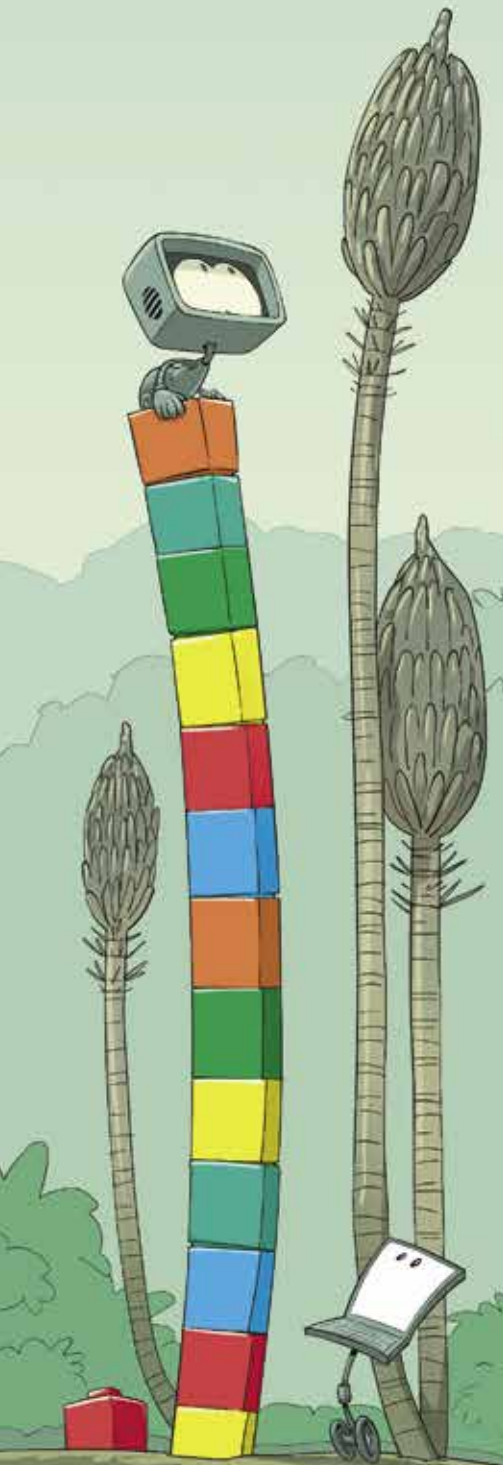
гой), но там, где между ними проходили тяжи каналов эндоплазматической сети (ЭПС), остаются перемычки – они и становятся плазмодесмами.

Нетрудно догадаться, что если при разделении материнской клетки между её «дочками» заложилось, допустим, 1000 плазмодесм, то при следующем делении, если оно пройдёт в плоскости, перпендикулярной плоскости первого деления, между «внучками» останется примерно по 500 плазмодесм. Между «правнучками» – 250, и так далее. В итоге после очень небольшого числа делений клетки фактически останутся без связи. Что же делать?

Логически существует два варианта. Первый – заложить при первом делении так много плазмодесм, чтобы их хватило на много поколений клеток. Но в итоге всё равно «упереться» в предел делений. Второй – научиться «проковыривать» в оболочках дырочки и создавать вторичные плазмодесмы. И со спокойной душой делиться до бесконечности.

Самые эволюционно продвинутые растения – цветковые и голосеменные – «выбрали» второй вариант. Именно это позволило им стать высокими толстыми деревьями. Каждый год ствол сосны или дуба нарастает в толщину с помощью *камбия* – слоя недифференцированных клеток, способных неограниченно делиться. Клетки камбия делятся многие годы – даже тысячи лет! – откладывая всё новые слои древесины и коры, но число плазмодесм между клетками не уменьшается: они умеют образовывать новые.





А вот папоротники и хвощи делать вторичные плазмодесмы так и не «научились». (Некоторые ботаники считают, что «разучились», но мне это кажется сомнительным. Впрочем, этот вопрос пока не решён окончательно.) Поэтому среди папоротников и хвощей нет деревьев, только травы. Потому что рано или поздно запас плазмодесм, заложенный при отделении дочерней клетки от инициальной (см. статью в «Квантике» № 3 за 2023 г.), расходуется. И клетки побега уже не могут делиться и образовывать новые клетки. В том числе не могут наращивать толщину побега.

Да, бывают древовидные папоротники. Они росли ещё в каменноугольном периоде и растут во влажных лесах до сих пор. Но обратите внимание: их стволы не утолщаются в течение жизни. Достигнув в молодости, ещё на уровне земли, определённой толщины, ствол сохраняет постоянный диаметр до конца жизни. При этом не расти вверх он не может – надо же образовывать новые листья. И в итоге рано или поздно тонкое основание ствола не выдерживает веса верхушки, и папоротник заваливается.

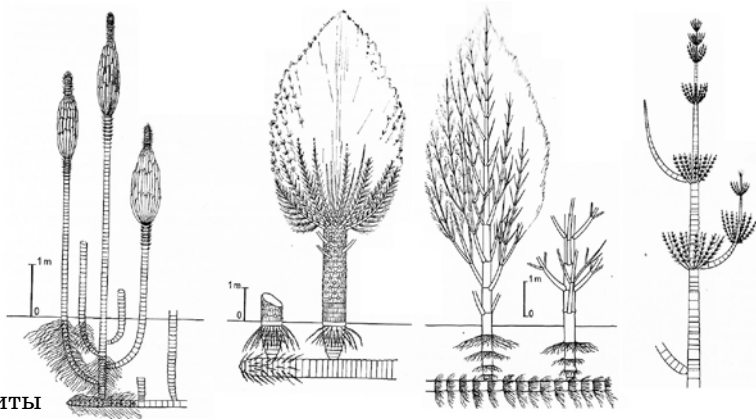


Древовидные папоротники

В каменноугольный период существовали и древовидные родственники хвощей – каламиты. Их стволы, отставшие от подземных корневищ, порой достигали высоты 20 метров – выше яблони, вишни и многих других настоящих деревьев. Но и они не умели утолщать ствол после того, как он вырос. Утолщение происходило только в момент формирования молодого побега: чуть ниже апекса ещё слабодифференцированные клетки интенсивно делились и образовывали толстый ствол.

Обратите внимание: вертикальные побеги каламитов в самом низу (где они только образовались из почки) тонкие, затем, ещё в подземной части, резко расширяются, а далее их толщина остаётся неизменной.

А вот лепидодендроны утолщаться умели, у них был камбий (даже два – для коры и для древесины). И за счёт вторичного утолщения ствола и корней они



Каламиты

могли и на 50 метров вверх вырасти, и удержать тяжелеющую с каждым годом крону.

Полушники унаследовали от предков способность образовывать вторичные плазмодесмы. У них сохраняется даже слабо работающий камбий – иногда он образует новые клетки проводящих тканей.

Есть вторичные плазмодесмы и у плаунов (в узком смысле), хотя их предки, судя по всему, никогда не были деревьями и на камбий у них нет даже намёка. Они так и не сумели «пустить в дело» способность клеток делиться до бесконечности.

А вот у селягинелл вторичные плазмодесмы не образуются. Видимо, не было их и у их предков. Хотя кое в чём селягинеллы «вышли вперёд» плаунов. У плаунов споры одинаковые, а у селягинелл, как и у лепидодендронов с полушниками, разные: макро- и микро-.

Вот так причудливо сочетаются в разных группах древних растений примитивные и продвинутые признаки. И лишь те растения, которые смогли «собрать в себе все передовые технологии», добились эволюционного успеха. Это голосеменные и их потомки – цветковые. А на короткое время добиться процветания удалось и лепидодендронам. Как это помогло планете, мы расскажем в следующих номерах журнала.

Задача. Иногда древовидным папоротникам всё же удаётся нарастить толщину своего ствола. Как? Подскажет это фото – спил ствола старого древовидного папоротника диксонии антарктической. (Живёт она не в Антарктиде, но в Южном полушарии: на юго-востоке Австралии и на Тасмании, где в горах выдерживает морозы до -5°C .)



Художник Мария Усеинова

