

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. В. БОТВИНОВСКИЙ

О СМАЧИВАНИИ ЭПИДЕРМИСА ЛИСТЬЕВ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 20 X 1947)

В физиологии растений явлениям смачивания эпидермиса не уделяется достаточного внимания. Между тем эти явления при определенных условиях могут сильно влиять на водный режим растения, на прорастание на эпидермисе спор паразитных грибов, на развитие других микроорганизмов и пр.

Кутикула эпидермиса хорошо смачивается бензином и эфиром: капли этих жидкостей, перенесенные на эпидермис, почти мгновенно расплываются по его поверхности во всех направлениях. Иначе обстоит дело с водой: попадая на эпидермис листьев, капли воды или сохраняют свою форму, или же в связи с изменением поверхностного натяжения вода утрачивает форму капли, движется (расплывается) в определенных направлениях в зависимости от строения листа, а также свойств эпидермиса и, в частности, кутикулы.

Рассмотрим сначала последний случай. Относящиеся сюда данные получены в лаборатории при температурах 18—24° С и относительной влажности воздуха в пределах 60—70%. Опыты проводились со срезаемыми листьями.

1. *Amaranthus retroflexus* и *A. paniculatus*. При нанесении капли на верхний эпидермис листа у его верхушки вода передвигается по поверхности главной жилки к черешку и далее по поверхности последнего к его основанию. Хорошо движется вода по тому же пути в обратном направлении при нанесении капли на основание черешка.

2. *Nepeta grandiflora*. На этом объекте прекрасно можно наблюдать движение воды по поверхности главной жилки с переходом на ее боковые ответвления. Вода проходит путь от места среза черешка к верхушке пластинки, а при погружении последней в воду или нанесении сюда капли движется в обратном направлении к месту среза черешка.

3. *Lavandula vera*. Линейные листья этого вида густо покрыты волосками. Вода в течение 2—5 сек. проходит путь по верхней поверхности главной жилки от основания пластинки к ее верхушке (или в обратном направлении в случае нанесения капли на верхушку листа). У подсохших листьев лаванды указанное передвижение воды не наблюдается, но после выдерживания листьев во влажном воздухе возобновляется. Такое же явление при изменении влажности листьев обнаруживалось нами и у многих других видов.

4. *Cucurbita pepo*. При погружении листа нижней частью черешка в воду последняя передвигается по его поверхности и переходит на основания пальчато-расходящихся по пластинке главных жилок.

5. *Tussilago farfara*. Вода хорошо движется по верхней поверхности черешка от его основания к пластинке (или обратно при нане-

сени капли на верхушку черешка). На нижней опушенной поверхности листовой пластинки можно наблюдать движение воды по поверхности пальчато-расходящихся жилок.

6. *Perilla ocymoides*. При погружении листа черешком в воду (на 0,5—1,0 см) последняя поднимается по его верхней поверхности, переходя далее на пластинку листа, где передвигается по поверхности главной жилки с ее ответвлениями и промежутками между ними. Около 1/3—1/2 пластинки при таких условиях остается влажной в течение одного месяца и более жизни листа и нередко содействует развитию бактериоза. При выдерживании стеблевых черенков периллы в воде (например с целью их укоренения) можно наблюдать поднятие воды по поверхности стеблевого эпидермиса. Такое увлажнение в течение длительного периода может также содействовать заболеванию бактериозом.

Интересное явление можно наблюдать у молодых проростков периллы. При культивировании их в водопроводной воде последняя поднимается по поверхности гипокотыля и смачивает верхушечную почечку и верхние поверхности еще сомкнутых над ней семядолей. При дальнейшем росте гипокотыля, а именно выше 2—3 см от его основания, указанное явление уже не наблюдается.

7. *Malus domestica*, *Salvia officinalis*, *Chenopodium ambrosioides*. При погружении листьев черешками в воду последняя поднимается по их верхней поверхности и дальше по поверхности главной жилки пластинки, доходя до 1/4—1/3 длины листа.

Капли воды, нанесенные на эпидермис листа, сохраняли свою форму и положение у следующих видов: *Amorpha fruticosa*, *Amsonia latifolia*, *Artemisia campestris*, *Beta vulgaris* v. *cicla*, *Chenopodium album*, *Cochlearia armoracea*, *Datura stramonium*, *Eleagnus angustifolius*, *Elymus arenarius*, *Festuca pratensis*, *Galinsoga parviflora*, *Helianthus tuberosus*, *Humulus lupulus*, *Juglans regia*, *Larix europaea*, *Linum perenne*, *Lupinus angustifolius*, *Malva silvestris*, *Matthiola annua*, *Phlomis tuberosa*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Quercus pedunculata*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix fragilis*, *Solanum lycopersicum*, *S. nigrum*, *Verbascum phlomoides*, *Viscum album*, *Xanthium strumarium*.

Явления смачивания эпидермиса листьев тесно связаны с кутикулой и ее свойствами. По данным С. П. Костычева (1), состав кутинизированных оболочек не менее разнообразен, чем состав суберина (разнообразные спирты, кислоты и другие вещества). По тем же данным, не лишены значения и дубильные вещества, „играющие какую-то ближе не выясненную роль при изменении свойств клеточных оболочек“. С. П. Костычев рассматривал покрывающий кутикулу воск (у видов, у которых он имеется) как смесь кислот, жиров, фитостеринов и углеводов. Образование воска, по его мнению, имеет много общего с выделением кутикулы, пробкового вещества и т. п.

По новым данным (2), кутин и суберин представляют особые липоидные вещества. Исходя из этих положений, а также из соображений, что жиры, фитостерин и липоиды растворимы в эфире, можно поставить вопрос: не усилится ли смачивание эпидермиса после извлечения эфиром растворимых в нем веществ?

Для разрешения поставленного вопроса мы выдерживали листья в серном эфире в течение 12 час., после чего промывали их чистой порцией эфира и оставляли на воздухе до полного его испарения. При нанесении капель воды на поверхность эпидермиса обработанных таким образом листьев были получены нижеследующие результаты.

Листья *Festuca pratensis* отличаются гладкой блестящей поверхностью эпидермиса. После обработки их эфиром вода, перенесенная на верхний эпидермис в виде отдельных капель, быстро передвигалась

как к основанию, так и к верхушке листа. При малой величине капель вода передвигалась главным образом по бороздкам между параллельными жилками.

Листья *Elymus arenarius* — сизого цвета от воскового налета, с глубокими бороздками вдоль жилок. Подвергая лист этого вида обработке эфиром, как указано выше, можно затем получить быстрое передвижение воды как по этим бороздкам, так и сплошным слоем, при больших размерах капель.

Очень наглядная реакция на смачивание водою наблюдается у листьев *Eleagnus angustifolius* и *Matthiola annua*, густо покрытых волосками. После обработки эфиром при последующем погружении черешками или основанием пластинок в воду они через несколько секунд становятся мокрыми, напоминая насыщенную водою губку.

Расплывание капель воды по поверхности всего эпидермиса после обработки эфиром констатировалось нами у нижеследующих видов: 1) *Malus domestica*, *Perilla ocymoides*, *Lavandula vera*, *Salvia officinalis*. У двух последних видов наблюдалось мгновенное расплывание по поверхности густо опушенного эпидермиса, а до обработки эфиром — медленное смачивание только части эпидермиса. 2) *Cochlearia armoracea*, *Solanum lycopersicum*, *S. nigrum*, *Malva silvestris*, *Galearia parviflora*, *Humulus lupulus*, *Viscum album* (мгновенное расплывание), *Xanthium strumarium*.

Несколько иного характера смачивание наблюдалось у таких видов: 1) *Tussilago farfara* — сплошное расплывание капель, лучше на нижней покрытой волосками поверхности эпидермиса и хуже — на верхней. 2) *Artemisia campestris* — медленное расплывание капель. 3) *Beta vulgaris* v. *cicla* — быстрое расплывание по поверхности черешка и жилки, медленное в других местах. 4) *Populus alba* — хорошее расплывание по поверхности черешка и нижнего опушенного эпидермиса пластинки и отсутствие всякого расплывания на верхнем эпидермисе.

У следующих видов обработка эфиром не изменяла интенсивности смачивания: *Amorpha fruticosa*, *Amsonia latifolia*, *Helianthus tuberosus*, *Juglans regia*, *Larix europaea*, *Linum perenne*, *Lupinus angustifolius*, *Phlomis tuberosa*, *Quercus pedunculata*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix fragilis*, *Tilia parviflora*, *Verbascum phlomoides*.

Исходя из упомянутых замечаний С. П. Костычева о том, что процессы кутинизации имеют много общего с выделением пробкового вещества, а также, что состав кутинизированных оболочек не менее разнообразен, чем состав суберина, мы дополнили обработку эфиром у только что указанных 13 видов растений обработкой в 20% спиртовом растворе едкого калия, в котором растворяется суберин, а также разрушаются жиры и фосфатиды (Костычев), почему-либо не извлеченные эфиром. В нем листья выдерживались 12 час., после чего многократно промывались дистиллированной водой и высушивались на воздухе в лаборатории.

После такой обработки получены были следующие результаты. Прекрасно смачивался эпидермис с быстрым растеканием капель воды у *Artemisia campestris*, *Helianthus tuberosus*, *Lupinus angustifolius*. Удовлетворительное смачивание (растекание капель менее быстрое) наблюдалось у *Linum perenne* и *Phlomis tuberosa*. У *Amsonia latifolia* верхний эпидермис смачивался хорошо, нижний плохо. У *Juglans regia* хорошее смачивание наблюдалось только по поверхности главных жилок верхней стороны листа. Эпидермис листьев *Verbascum phlomoides*, *Salix fragilis*, *Amorpha fruticosa*, *Tilia parviflora* и *Robinia pseudoacacia* смачивался лучше, чем после одной обработки эфиром, но недостаточно интенсивно. У *Quercus pedunculata* изменений не было.

Общие выводы. 1. Листовой эпидермис не является „абсолютно гидрофобной“ поверхностью (подобно парафину, нафталину, стеарину), так как в той или иной мере смачивается водой.

2. Степень смачивания может быть разной не только у разных видов растений, но и в пределах того же самого листа. Верхние поверхности главных жилок и черешков нередко отличаются повышенным, по сравнению с другими частями эпидермиса, смачиванием. Степень смачивания водой нижнего эпидермиса или одинакова или — чаще — значительно уступает последнему.

Высыхание кутикулы у объектов с повышенной смачиваемостью приводит к резкому падению последней, и обратно, т. е. с увеличением влажности первоначальная степень смачивания восстанавливается.

3. Экстрагирование части входящих в состав кутикулы веществ эфиром, а также дополнительно к нему спиртовым раствором щелочи часто приводит к резкому увеличению смачивания кутикулы водой, а это дает основание полагать, что разная степень смачивания эпидермиса зависит (при других равных условиях) от неодинаковой его кутинизации.

4. Изменение поверхностного натяжения на поверхности раздела двух фаз „вода — менее кутинизированные части эпидермиса“ и увеличение сил сцепления между ними обуславливают передвижение воды в пределах этих частей или расплывание капель.

5. Волоски (в тех случаях, когда они более или менее густо покрывают эпидермис и хорошо смачиваются) могут увеличивать поверхность смачивания и тем самым стимулировать (ускорять) передвижение воды или расплывание капель.

Житомирский
сельскохозяйственный институт

Поступило
20 X 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. П. Костычев, Физиология растений. 1. Химическая физиология, 1924.
² П. М. Жуковский, Ботаника, 1940.