

*Всероссийская Научно-практическая конференция
с международным участием «Вода и жизнь», Россия (Иркутск), 29 марта 2011 г.*

Биологические науки

ВОДА В РАСТЕНИЯХ

Кутимская М.А., Бузунова М.Ю., Топчева А.Ф.
*Иркутская государственная сельскохозяйственная
академия, Иркутск, e-mail: sneg@istu.edu*

В жизни растений вода имеет огромное значение. Для построения всех главных веществ, из которых состоит растение: сахара, крахмала, клетчатки, жиров и кислоты, белковых соединений, вода входит в виде строительного материала [1, 2]. Без неё невозможен рост растения, увеличение его массы. Также, как и CO_2 , H_2O признана, безусловно, необходимым питательным веществом растений. Однако вода в жизни растений играет и другую важную роль. Минеральные соли, органические соединения могут попасть в растение только в виде водных растворов. Они могут проникать в клеточную оболочку только, если она пропитана водой. Таким образом, вода в растении является рабочим ма-

териалом. Без неё невозможно протекание большинства биохимических реакций в клетках растений. Рабочая вода не связывается химически, не входит в виде питательных веществ и не задерживается надолго. В течение всего времени вегетации растения проходит ток этой воды. Часто бывает так, что вес оборотной воды превосходит вес всех других веществ вместе взятых.

Большинство свежих растений только на 1/3 состоит из сухого вещества, а на 2/3 из воды, переходящей при высыхании в окружающий воздух в виде пара.

Приток и расход воды должны быть точно регулируемы, чтобы не нарушалось питание и не задерживалось развитие. Земляные и скалистые растения берут воду из земли (рис. 1), в которую опущены их корни. Вода, получаемая растением из почвы, поглощается не всей поверхностью корней, а только молодыми их окончаниями – корневыми мочками и корневыми волосками.

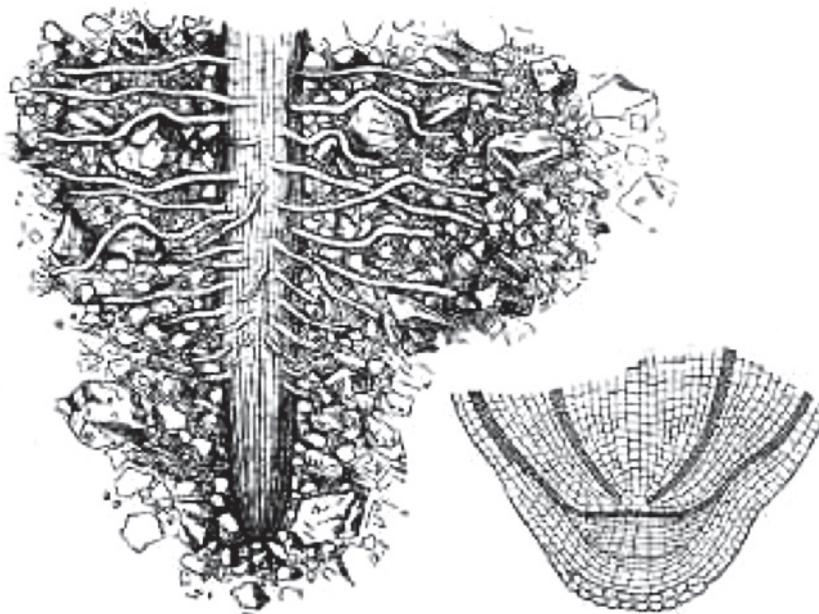


Рис. 1

Клетки всасывающей зоны корня обладают своеобразной полярностью по отношению к воде. Рис. 1 внизу: наружная их сторона всасывает воду, а внутренняя выталкивает её в сосуды корня. Так в растении создаётся корневое давление, нагнетающее воду вверх по корню и стеблю с $P = 2 - 3$ и более атмосфер.

На рис. 2 представлены центробежное (а) и центростремительное (б) всасывание. За счёт

транспирации (регулирования отдачи), если в клетках листовой мякоти понижается содержание воды, возникает значительная сосущая сила. Это обуславливает движение воды вверх по растению. В таком случае нами предлагается модель, с помощью которой можно численно рассчитать давление, как в широкой части растения, так и в ответвлениях. Используется закон сохранения энергии для жидкости – уравнение Бернулли.

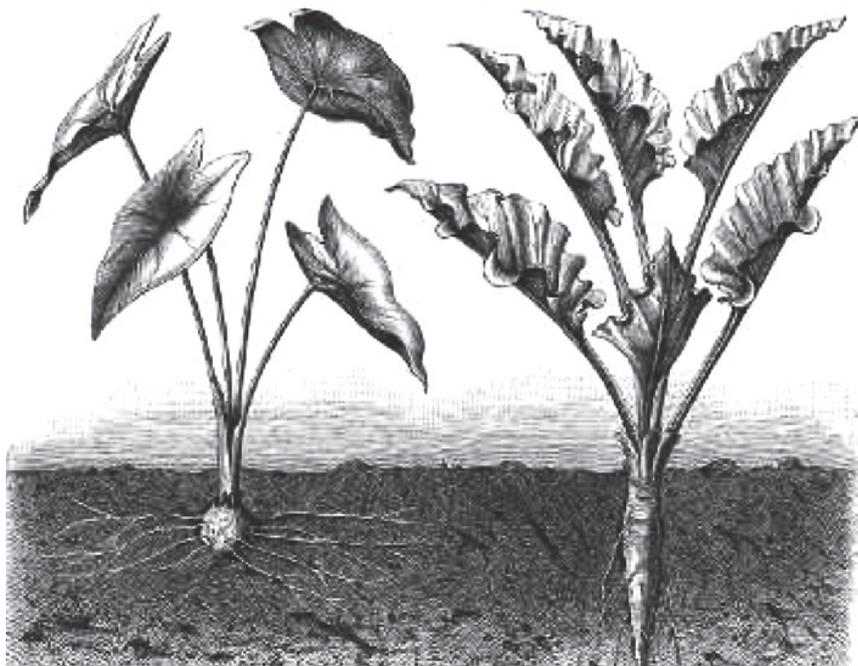


Рис. 2

Для единицы объёма жидкости будем иметь:

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + P = \text{const},$$

где ρ – плотность воды ($1 \cdot 10^3$ кг/м³), v – скорость её; h – высота растения; P – давление воды; g – ускорение свободного падения ($9,8$ м/с²). Для начала выберем небольшое растение с высотой $h = 0,2$ м. до первого отростка. Скорость течения воды возьмём из опыта $\approx 1,2$ м/с в широкой части стебля диаметром $D = 1,5$ см = $0,015$ м. Используется уравнение неразрывности:

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2,$$

$$\text{где } S_1 = \frac{\pi D^2}{4}; \quad S_2 = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Найдём скорость воды в отростке диаметром $d = 0,01$ м.

$$v_2 = \frac{D^2}{d^2} \cdot v_1 = 0,3 \text{ м/с.}$$

В широкой части давление $-p_1 = 7,4 \cdot 10^3$ КПа, в узкой – $p_2 = 2,1 \cdot 10^3$ КПа. Разность давлений составляет:

$$p_1 - p_2 = 5,3 \cdot 10^3 \text{ КПа.}$$

Расчёт скоростей позволяет оценить расход (объём) воды, протекающей за 1 секунду

$$Q = v \cdot ds,$$

где ds – площадь сечения цилиндрического стержня длиной 1 метр.

Вес столба жидкости можно оценить через разность давлений:

$$\rho hsg = (p_1 - p_2)S.$$

Зная разность давлений можно найти высоту, на которую способна подняться вода в растении:

$$h = \frac{p_1 - p_2}{\rho g}.$$

Зная высоту, по формуле Жюрена, можно определить диаметр капилляров (рис. 3), по которым поднимается вода в растении:

$$d = \frac{4 \cos \alpha \theta}{\rho gh},$$

где α – коэффициент поверхностного натяжения воды (жидкости), $\theta = 0$ – краевой угол.

Не представляет труда определение осмотического давления:

$$p = \rho gh,$$

которое равно парциальному давлению растворённого вещества.

Осмотическое давление можно найти по формуле:

$$P = \frac{CRT}{\mu},$$

где C – концентрация раствора, μ – молекулярный вес растворённого вещества.

Вода составляет 80–95 % массы растения, поступает в растение из почвы через корневые волоски и молодые части корней и по сосудам разносится по всей его надземной части. В вакуолях растительных клеток растворены различные вещества. Молекулы этих веществ, растворённые в клеточном соке, оказывают давление

на цитоплазму, которая хорошо пропускает воду, но препятствует прохождению через нее растворенных в воде частиц.

Водопроводящая система

На поперечном срезе стебля сельдерея видны пучки полых трубок. По этим трубкам — сосудам ксилемы — вода поднимается из корня к листьям растения.

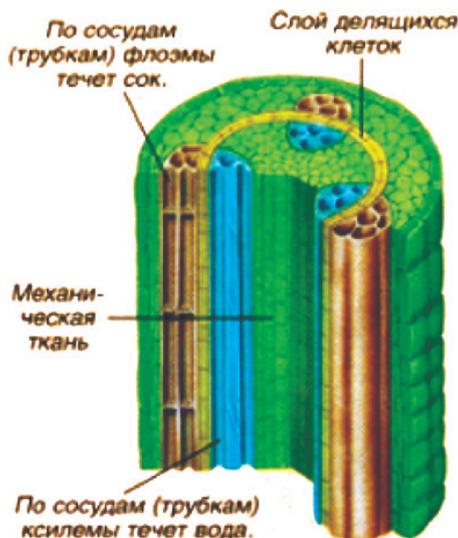


Рис. 3

Давление растворенных в воде веществ на цитоплазму представляет собой осмотическое давление. Вода, поглощенная растворенными в клеточном соке веществами, также оказывает давление на цитоплазму и растягивает до известного предела эластичную оболочку клетки. Клеточный сок с растворенными в нем веществами постоянно поддерживает растительную ткань в напряженном состоянии, и лишь при большой потере воды, при завядании, в засушливые годы, например, это напряжение (тургор) в растении исчезает.

Технические науки

ВНЕДРЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ В АВИАСТРОЕНИИ

Созинова Т.В., Пономаренко Я.Е., Цыбрина А.О.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск, e-mail: sneg@istu.edu

В XXI веке международное авиационное сообщество будет непрерывно расширяться и развиваться. Преимущества авиации заключается в том, что она обеспечивает наиболее быструю, удобную и комфортабельную транспортировку людей и товаров на большие расстояния.

Разность между осмотическим и тургонным давлением представляет собой сосущую силу. Избыток влаги может оказаться вредным для растения, так как при затоплении почвы в её капиллярах не остаётся воздуха, необходимого для дыхания корней (рис. 4).

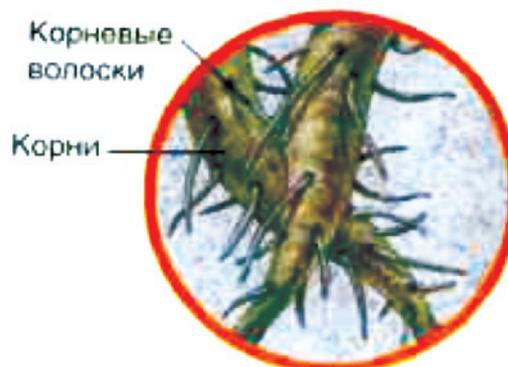


Рис. 4

Моделирование позволяет производить оценку расхода воды, необходимого для нормальной жизнедеятельности разных сортов культурных растений и получения высоких и устойчивых урожаев в агропромышленных комплексах различных регионов страны.

Список литературы

1. Кернер А. фон-Марилаун. Жизнь растений. – СПб.: Творчество «Просвещение», 1901. – Т. I. – 773 с.
2. Кузнецов В.Л. Физиология растений. – М.: Высшая школа, 2006. – 742 с.
3. Кутимская М.А. Влияние солнечной активности и магнитных полей на создание устойчивой сырьевой базы // Товароведение и экспертиза товаров. – Иркутск: ГОУ ВПО ИГУ, 2006. – С. 47–53.
4. Kutimskaya M.A., Jozefacik G., Wrrszacz E, Buzunova M.U. Effect of magnetic fields and plants vital activity //Physics in agricultural research. International Scientific Conference. Papers and Shot communication. – Lublin, Poland, June 12–13, 2001, – P. 13–18.
5. Кутимская М.А., Бузунова М.Ю. Математическое моделирование в задачах биофизики // Вестник ИргСХА. – 2009. – С. 74–79.
6. Бузунова М.Ю., Кутимская М.А. Биофизический подход к динамике популяции растений // Научные достижения производства: труды НПК. – 2011.