

РОЛЬ ОСМОСА В ЖИЗНИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Студентка 11307117 Козлова О. А.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Вопрос о механизме движения сока по стволу дерева от корней к кроне является не таким простым, как казалось бы на первый взгляд, с учетом того, что некоторые из деревьев (секвойя, эвкалипт) достигают высоты более 100 м. Например, при использовании насоса, работающего на всасывание, воду по трубе можно поднять на высоту не более $h = 10$ м. В этом случае движущей силой является атмосферное давление, и оценку легко осуществить по формуле $p = \rho gh$ для гидростатического давления поднятой воды, которое уравнивает атмосферное. Следует также учесть, что над поверхностью воды в трубе образуется не вакуум, а насыщенный пар, давление которого зависит от температуры воды. По этой причине, например, воду с температурой 90°C нельзя засосать на высоту более 3 м – достигнув этой высоты, она начнет кипеть.

На большую высоту вода может подняться по капиллярам очень малого радиуса r с гидрофильными стенками. При полном смачивании под вогнутой поверхностью мениска давление понижается на величину $\Delta p = 2\sigma/r$ (формула Лапласа), где σ – коэффициент поверхностного натяжения, для воды равный $\sigma = 72$ мН/м при комнатной температуре. Если радиус капилляра составляет $r \approx 1,4$ мкм, то Δp достигает значения атмосферного давления, при меньших радиусах полное давление под мениском становится отрицательным, т.е. вода находится в состоянии растянутой жидкости. При этом подъем столба воды в капилляре превысит 10 м. Но кипение в капилляре происходить не будет, так как зарождающиеся пузырьки могут иметь радиус только меньше радиуса капилляра и внутри них давление будет выше атмосферного. Тем не менее, для подъема на высоту 100 м капилляры должны быть нереально тонкими.

Для подъема на большие высоты должен существовать природный «насос», работающий на нагнетание. Таким «насосом» является осмотическое давление, возникающее при наличии мембраны, проницаемой для молекул растворителя (воды) и не проницаемой для молекул или ионов растворенных веществ. Величину осмотического давления определяют по формуле Вант-Гоффа: $\pi = CRT$, где C – молярная концентрация раствора, R – универсальная газовая постоянная, T – термодинамическая температура. Например, осмотическое давление плазмы человеческой крови составляет 7,7 атмосфер. Таким образом, осмос является основным механизмом, определяющим обмен веществ в растительном и животном мире.