

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. П. ДАДЫКИН

О НАБУХАНИИ СЕМЯН В МЕРЗЛОЙ ПОЧВЕ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 20 I 1951)

В 1947 г. нами было установлено, что некоторые виды растений, обитающие в области вечной мерзлоты, углубляют свои корневые системы в вечномерзлые горизонты почвы (1). В последующие годы это было неоднократно подтверждено (2). Кроме того, мы получили ряд сообщений из других районов страны, также подтверждающих этот факт.

В. Г. Григорьева, работающая совместно с нами, провела анатомическое исследование корней, извлеченных в разное время вегетации из мерзлой почвы. Она убедилась в том, что корни, извлекаемые из мерзлоты, не находятся в анабиозе, а участвуют в общем для растения процессе обмена веществ: в них в течение вегетации происходят определенные (видимые) изменения. Наконец, в корнях, извлеченных из мерзлоты, найдены делящиеся клетки (3).

Ряд исследований водного режима растений, воспитывающихся на холодных почвах, привел нас к твердому убеждению о несостоительности представлений о физиологической сухости холодных почв в том смысле, как это понимал в свое время Шимпер (4) и как принимают некоторые исследователи до настоящего времени. Разработанный нами метод «изолированных температур» позволил показать, что основной причиной плохого роста растений на холодных почвах являются не затруднения с поступлением в растения воды, а затруднения с использованием элементов питания, в первую очередь азота (5, 6). Исходя из указанного, можно предположить, что корни, обнаруживаемые в мерзлых слоях почвы, в состоянии использовать в какой-то степени (очевидно, существенной для жизнедеятельности растений) воду из этих слоев почвы.

Теория о незамерзающей воде в почве, разрабатываемая Н. А. Цытовичем, позволяет допустить такую возможность и представить механизм процесса использования растением воды из почвы, находящейся в мерзлом состоянии. Незамерзание известной части воды в почве при той или иной отрицательной температуре обусловлено тем, что молекулярные силы почвенных частиц, а также растворы солей, всегда находящиеся в почвенной воде, препятствуют переходу воды в твердую фазу (7). Если величина сосущей силы корня растения окажется достаточной, чтобы оторвать от почвы ту воду, которая вследствие молекулярных сил определенной величины не замерзает при данной температуре, то эта вода может быть использована растением. Следовательно, измерив сосущие силы корней растений холодных почв и определив величину сил, удерживающих воду в почве в незамерзшем состоянии при той или иной отрицательной температуре, мы можем судить о возможностях растений использовать влагу мерзлых почв.

Представление о первой части вопроса дает определение осмотического давления клеточного сока растений. Порядок величин осмотического давления в корнях определен достаточно надежно и обычно укладывается в пределах 7—15 атм. (8). Нам удалось показать закономерное возрастание осмотических сил корня при понижении температуры почвы (9, 10).

Для решения второй части вопроса мы применяли в качестве осмотметра сухие семена вики. Семена определенными порциями помещались в мерзлую почву и через некоторые промежутки времени извлекались из нее и взвешивались. По изменению веса семян за время нахождения их в почве мы судили о наличии процесса отнятия воды от мерзлой почвы и об интенсивности этого процесса. Техника закладки опытов сводилась к следующему: в мерзлой почве строго известной и твердо фиксированной температуре ($-0,3$, -2 и -5°) пробочным сверлом с диаметром, соответствующим диаметру семян, делались отверстия 2,5—3 см глубиной. В эти отверстия помещались семена и отверстия закрывались той почвой, которая вынималась сверлом. Из сверла выталкивался как бы маленький керн.

Первая серия опытов проведена с глинистой и тяжело суглинистой почвой, водные свойства которой характеризуются следующими данными (см. табл. 1).

Таблица 1

Водные свойства и фазовый состав воды в почвах для опытов с набуханием семян вики при разных температурах (в % на абс. сух. навеску)

	Глина $t = -0,3^{\circ}$	Суглинок $t = -2^{\circ}$	Суглинок $t = -5^{\circ}$
Влажность образца	40,4	43,5	35,9
Максимальная гигроскопичность	14,3	10,5	10,5
Максимальная молекулярная влагоемкость	26,5	23,0	20,3
Полная влагоемкость	70	65	66
Незамерзшая вода:			
в % от сухой навески . . .	38,9	13,6	11,0
в % от всей воды	96,5	31,3	30,8

В табл. 2 приведены данные об изменении веса семян вики, находившихся в мерзлой почве в течение разного времени.

Таблица 2

Изменение веса семян вики в глинистой почве при отрицательных температурах (в % от начального веса)

Температура почвы в $^{\circ}$	Через 3 суток	Через 6 суток	Через 9 суток	Через 12 суток
$-0,3$	151,4	162,1	166,4	164,0
-2	130,2	140,2	138,4	140,4
-5	114,7	119,4	119,6	121,8

вики, ослабленными известной степенью набухания, и водоудерживающими силами почвы при данной температуре. Отсюда следует, что, определив сосущие силы семян, набухших до той или иной степени, мы

Данные табл. 2 убедительно говорят о том, что сосущих сил семян оказалось достаточно для того, чтобы отнять воду от мерзлой почвы до температуры -5° включительно.

Далее, процесс набухания семян во всех трех температурах прекратился через 6 суток. Видимо, за этот промежуток времени установилось равновесие между сосущими силами семян

определим величину водоудерживающих сил почвы при той или иной температуре. Это определение было произведено следующим образом: порции семян намачивались в дистиллированной воде в течение различного времени, чем достигалась различная степень их набухания. Набухшие семена тщательно высушивались снаружи фильтровальной бумагой и равными порциями помещались в точные растворы глюкозы возрастающей концентрации.

Через 2—3 часа растворы глюкозы просматривались в рефрактометре для определения изотоничной семенам концентрации. Таких определений для разной степени набухания семян сделано около 50, и по этим данным построена кривая зависимости сосущей силы семян вики от степени набухания их или, что то же, от температуры (см. рис. 1).

Из кривой рис. 1 видно, что в промежутке температур почвы от $-0,3^{\circ}$ до -1° осмотическое давление, характеризующее равновесие

между сосущими силами семян и водоудерживающими силами почвы, составляет величину в 5—10 атм. Сопоставляя эти величины с осмотическим давлением, наблюдаемым в корнях растений, мы убеждаемся в полной возможности сосущими силами

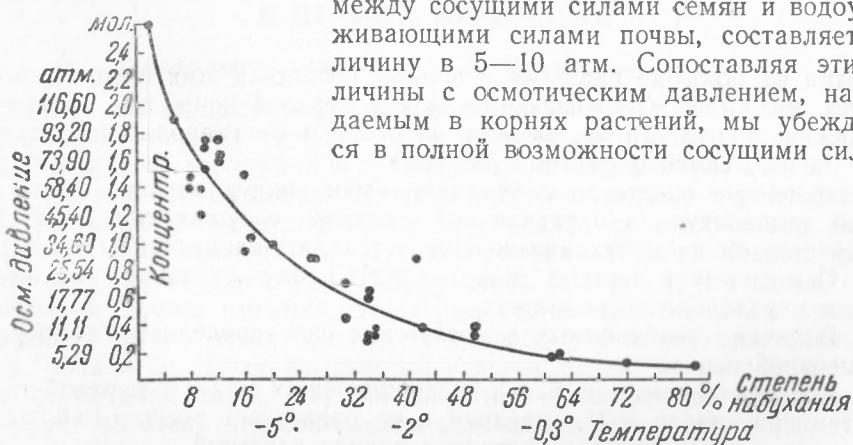


Рис. 1. Изменение сосущей силы семян вики в зависимости от степени их набухания

корня отнимать воду от мерзлой почвы, во всяком случае до температуры -1 , $-1,5^{\circ}$.

Следует иметь в виду, что действительная величина сосущих сил корня обычно несколько меньше всей величины осмотического давления, ибо часть этих сил расходуется на преодоление тургорного давления по известной формуле

$$S = P - T,$$

где S — сосущая сила растительной клетки, P — осмотическое давление и T — тургорное давление. Впрочем, величина T может иногда принимать и отрицательное значение. Тогда S будет превышать P , т. е. сосущие силы клетки будут больше, чем осмотическое давление клеточного сока (¹¹). Из этого следует, что при определенных условиях клетка может развивать значительно большие сосущие силы и возможности отнятия воды от мерзлой почвы будут еще больше. Мысль о возможности весьма широкой амплитуды значений S , вплоть до $S > P$, высказывалась Н. А. Максимовым еще в 1926 г. (¹²).

Следующая серия опытов по набуханию семян вики в мерзлых почвах была проведена при тех же трех температурах с образцами почв, резко различающихся между собой по водным свойствам. В опыт был взят песок, супесь и средний суглинок. Результаты этого опыта приведены в табл. 3.

Из рассмотрения данных табл. 3 видно, что степень набухания семян вики во всех трех образцах почв была практически одинакова,

Таблица 3

Изменение веса семян вики в песке, супеси и суглинике при отрицательных температурах (в % от начального веса)

Температура почвы в °	Песок		Супесь		Суглинок	
	через 3 суток	через 6 суток	через 3 суток	через 6 суток	через 3 суток	через 6 суток
-0,3	163,1	175,0	167,2	168,1	161,0	167,8
-2	133,3	146,6	134,4	142,5	137,0	140,0
-5	116,2	121,0	—	—	115,8	118,1

несмотря на большие различия в водных свойствах этих почв. Из этого следует, что силы, удерживающие воду в мерзлой почве при значительной общей влажности ее, зависят не столько от гидрологических констант почвы, сколько от температуры.

Изложенные опыты по набуханию семян вики в мерзлой почве при разной температуре и определение величины сосущих сил семян при разной степени их набухания позволяют сделать следующие выводы:

1. Осмотическая система может отнять воду от замерзшей почвы. Вода в мерзлой почве подвижна.

2. Величина необходимых осмотических сил определяется температурой мерзлой почвы.

3. Абсолютная величина сил, удерживающих воду в мерзлой почве при температуре до -1° , невелика и не превышает обычно наблюдающихся сил осмотического давления в корнях растений.

Таким образом, мы считаем, что работа корней, обнаруживаемых в мерзлых горизонтах почвы, по водоснабжению растений весьма вероятна.

Институт мерзлотоведения
им. В. А. Обручева
Академии наук СССР

Поступило
12 XII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. П. Дадыкин, ДАН, 59, № 3 (1948). ² В. П. Дадыкин, Бюлл. Моск. о-ва исп. прир., отд. биол., 70, в. 3 (1950). ³ В. Г. Григорьева, ДАН, 72, № 6 (1950). ⁴ A. F. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Jena, 1898. ⁵ В. П. Дадыкин, ДАН, 70, № 6 (1950). ⁶ В. П. Дадыкин, Докл. Всесоюзн. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, № 7 (1950). ⁷ Н. А. Цытovich, Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., 9, № 5—6 (1945). ⁸ А. М. Алексеев, Водный режим растений и влияние на него засухи, Казань, 1948. ⁹ В. П. Дадыкин, ДАН, 64, № 4 (1949). ¹⁰ В. П. Дадыкин, Природа, № 5 (1950). ¹¹ Д. А. Сабинин, О значении корневой системы в жизнедеятельности растений, 1926. ¹² Н. А. Максимов, Физиологические основы засухоустойчивости растений, Л., 1926.