

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. М. АЛЕКСЕЕВ и Н. А. ГУСЕВ

**О ВЛИЯНИИ ФОСФАТОВ И НИТРАТОВ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ
ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 14 II 1949)

Вопрос о влиянии условий минерального питания на водный режим растений до сих пор остается почти не освещенным в литературе, несмотря на то, что он представляет большой практический интерес, так как его разрешение позволит путем создания определенных условий минерального питания влиять на степень засухоустойчивости растений. В работах (1, 3, 5, 6, 8) и некоторых других авторов имеются лишь отдельные указания на зависимость водного режима растений от условий минерального питания.

Наши исследования были поставлены с целью изучения влияния на водный режим листьев яровой пшеницы *Lutescens* 062 ряда солей, применяемых обычно в качестве минеральных удобрений (NaH_2PO_4 , KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Воздействие солей осуществлялось путем непосредственной инъекции 1% растворов их в листья. Осмотическое давление растворов солей такой концентрации было значительно ниже осмотического давления клеточного сока листьев. С целью выяснения влияния солей на водный режим растений разного возраста исследования проводились дважды: в фазе кущения и в фазе колошения.

При оценке состояния водного режима листьев мы исходили из того соображения, что определение только фактора емкости (т. е. количества воды) безусловно недостаточно для характеристики водного режима. Необходимо знать также фактор напряжения, характеризующий состояние воды в растении. Этим фактором может служить активность воды, определяющаяся величиной осмотического давления клеточного сока и сосущей силы клеток. Поэтому для характеристики состояния водного режима листьев нами производились определения общего количества воды, количества свободной и связанной воды, осмотического давления клеточного сока и сосущей силы клеток.

Количество свободной воды определялось dilatометрическим методом, количество связанной воды — по разности между общим запасом и количеством свободной воды. Кроме того, производилось вычисление количества осмотически связанной воды (по формуле Окермана) и коллоидно связанной воды (по разности между общим количеством связанной и количеством осмотически связанной воды). Осмотическое давление определялось микроскопическим методом, сосущая сила — компенсационным методом, предложенным акад. Н. А. Максимовым (4). Для всех исследований брались одинаковые навески листьев (8 г). Это дает возможность сравнивать абсолютные величины показателей водного режима.

Переходя к рассмотрению результатов исследований, следует прежде всего отметить, что как в фазе кущения, так и в фазе колошения инъекция растворов солей вызвала уменьшение общего запаса воды в листьях по сравнению с контролем (вариант 8), особенно сильное в листьях кальциевых вариантов. Исключение составляли только листья, инъцированные растворами NaNO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (табл. 1 и 2). Вполне вероятно, что это обстоятельство объясняется электроосмотическим выхождением воды из клеток вследствие возникшей в ней временной поляризации. На такую возможность указывает Беннет-Кларк (?).

Опыты в фазе кущения показали, что инъекция растворов нитратов и фосфатов вызвала значительное понижение свободной воды и повышение количества связанной воды по сравнению с контролем, причем особенно сильно эти изменения происходили в листьях, инъцированных растворами солей кальция (табл. 1).

Таблица 1

Изменение водного режима листьев пшеницы под влиянием инъекции растворов солей. Фаза кущения

Варианты	Общее количество воды в г	Количество свободной воды в г	Количество связанной воды в г	Осмотич. давление клеточного сока в атм.	Сосушая сила клеток в атм.
1. NaH_2PO_4	$6,60 \pm 0,020$	$2,25 \pm 0,250$	$4,35 \pm 0,230$	$17,26 \pm 0,339$	$1,98 \pm 0,000$
2. KH_2PO_4	$6,58 \pm 0,025$	$3,30 \pm 0,300$	$3,28 \pm 0,236$	$17,31 \pm 0,424$	$2,31 \pm 0,330$
3. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	$6,25 \pm 0,049$	$1,42 \pm 0,083$	$4,83 \pm 0,124$	$14,46 \pm 0,380$	$1,65^* \pm 0,330$
4. NaNO_3	$6,70^* \pm 0,020$	$2,37 \pm 0,125$	$4,33 \pm 0,105$	$22,40 \pm 0,543$	$2,80 \pm 0,160$
5. KNO_3	$6,64 \pm 0,110$	$2,63 \pm 0,125$	$4,01 \pm 0,017$	$16,17 \pm 0,318$	$1,32^* \pm 0,000$
6. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$6,36 \pm 0,055$	$1,37 \pm 0,125$	$4,99 \pm 0,071$	$14,75 \pm 0,285$	$1,32^* \pm 0,000$
7. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$6,77^* \pm 0,025$	$4,63^* \pm 0,125$	$2,14^* \pm 0,150$	$13,42 \pm 4,830$	$1,19 \pm 0,130$
8. H_2O	$6,75 \pm 0,080$	$4,19 \pm 0,188$	$2,56 \pm 0,190$	$11,50 \pm 0,404$	$1,32 \pm 0,000$

* Разница с контролем недостоверна.

Изменения количества коллоидно связанной воды показаны на рис. 1. Количество коллоидно связанной воды определялось в зависимости от величины сухого веса листьев. Эта зависимость объясняется тем, что величина сухого веса в известной степени характеризует количество коллоидов в листьях, от которого зависит содержание коллоидно связанной воды. Коэффициент корреляции между количеством коллоидно связанной воды и величиной сухого веса листьев достигает величины $r = 0,80$.

Однако в некоторых вариантах изменения количества коллоидно связанной воды не соответствовали изменениям сухого веса. Так, в листьях, инъцированных раствором фосфорнокислого натрия, наблюдалось высокое содержание коллоидно связанной воды, тогда как величина их сухого веса была такой же, как в листьях, инъцированных раствором фосфорнокислого калия, имеющих низкое содержание коллоидно связанной воды. В этом случае, очевидно, первенствующую роль играет степень гидратации коллоидов. Ион натрия обладает высокой гидратирующей способностью и в лиотропном ряду Гофмейстера стоит впереди калия и кальция. Несоответствие между количеством коллоидно связанной воды и величиной сухого веса в листьях, инъцированных серноокислым аммонием, объясняется, повидимому, дегидратирующим действием иона SO_4^{2-} .

Зависимость количества коллоидно связанной воды от степени гидратации коллоидов подтверждается наличием отрицательной кор-

реляции между количеством коллоидно связанной воды и осмотическим давлением клеточного сока ($r = -0,74$). Повышение осмотического давления должно вести к снижению активности воды и, следовательно, к понижению интенсивности гидратации и к уменьшению количества коллоидно связанной воды.

Количество осмотически связанной воды находилось в соответствии с величиной осмотического давления клеточного сока, повышен-

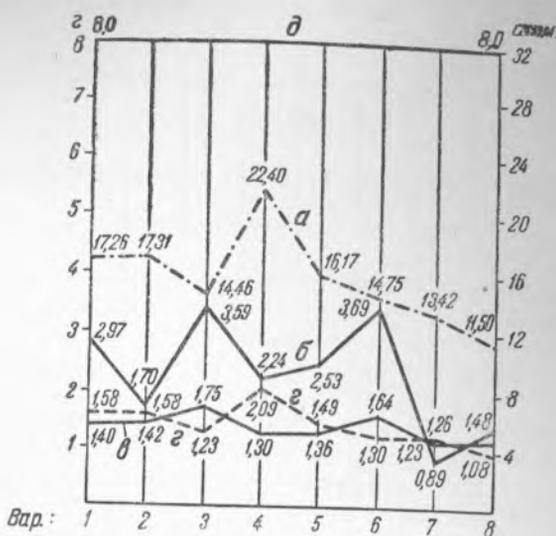


Рис. 1. а — осмотическое давление, б — сухой вес, в — коллоидно связанная вода, г — осмотически связанная вода, д — сырой вес

ной в листьях всех вариантов, где производилась инъекция растворов солей, причем особенно сильное повышение наблюдалось в листьях варианта 4.

Сосущая сила клеток была повышенной, по сравнению с контролем, в листьях, инъецированных растворами фосфатов. В листьях нитратных вариантов она повышалась лишь при инъекции азотнокислого натрия в связи с резким повышением осмотического давления.

Перейдем к рассмотрению результатов второй серии опытов (в фазе колошения).

Таблица 2

Изменение водного режима листьев пшеницы под влиянием инъекции растворов солей. Фаза колошения

Варианты	Общее количество воды в г	Количество свободной воды в г	Количество связанной воды в г	Осмотич. давление клеточного сока в атм.	Сосущая сила клеток в атм.
1. NaH_2PO_4	$5,63 \pm 0,033$	$2,80 \pm 0,093$	$2,83 \pm 0,114$	$20,29 \pm 0,407$	$3,70 \pm 0,262$
2. KH_2PO_4	$5,64 \pm 0,033$	$3,25 \pm 0,112$	$2,39^* \pm 0,106$	$19,38 \pm 0,149$	$3,37 \pm 0,346$
3. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	$5,22 \pm 0,070$	$2,32 \pm 0,105$	$2,90 \pm 0,153$	$16,88 \pm 0,186$	$2,43^* \pm 0,131$
4. NaNO_3	$5,82^* \pm 0,047$	$2,65 \pm 0,100$	$3,17 \pm 0,140$	$21,18 \pm 0,149$	$4,36 \pm 0,402$
5. KNO_3	$5,80 \pm 0,020$	$3,30 \pm 0,094$	$2,50 \pm 0,099$	$16,16 \pm 0,173$	$1,78^* \pm 0,174$
6. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$5,45 \pm 0,038$	$2,00 \pm 0,137$	$3,45 \pm 0,109$	$15,14 \pm 0,185$	$1,95^* \pm 0,082$
7. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$5,82^* \pm 0,029$	$3,85^* \pm 0,100$	$1,97^* \pm 0,109$	$13,61 \pm 0,099$	$1,52 \pm 0,115$
3. H_2O	$5,90 \pm 0,027$	$3,70 \pm 0,093$	$2,20 \pm 0,100$	$11,51 \pm 0,319$	$2,21 \pm 0,147$

* Разница с контролем недостоверна.

Как видно из табл. 2, листья, инъецированные растворами солей, имели повышенное, по сравнению с контролем, осмотическое давление и количество связанной воды. Наиболее высокое содержание связанной воды имели листья кальциевых вариантов. Листья, инъецированные растворами фосфатов, в этой фазе имели меньшее количество связанной воды, чем листья, инъецированные растворами нитратов. То же самое можно сказать относительно количества коллоидно связанной воды (рис. 2). Таким образом, в фазе колошения большее

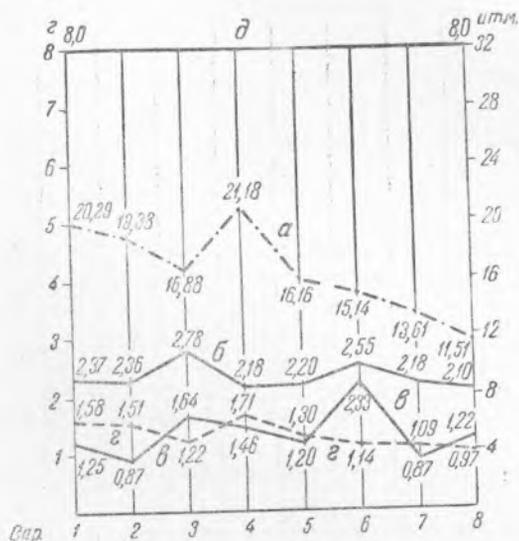


Рис. 2. Обозначения те же, что на рис. 1

повышение стойкости коллоидной системы клеток оказывала инъекция растворов нитратов, что вполне согласуется с точкой зрения Н. П. Кренке²⁾, согласно которой азот, замедляющий старение, должен в известной степени повышать устойчивость стареющих растений.

По сравнению с фазой кушения следует отметить более слабо выраженную корреляцию между количеством коллоидно связанной воды и сухим весом листьев ($r = +0,38$). Характер связи с осмотическим давлением остается тем же, что и в первой фазе. Изменения количества осмотически связанной воды и величины сосущей силы происходили в общем так же, как и в фазе кушения.

Таким образом, в обеих фазах наибольшее повышение стойкости коллоидной системы клеток вызывали фосфорнокислые и азотнокислые соли кальция. Анион солей кальция в фазе кушения не играл роли, тогда как в фазе колошения значительно более благоприятные результаты дал анион азотной кислоты.

Поступило
1 II 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Т. Т. Демиденко и Р. А. Барнинова, Изв. АН СССР, сер. биол., № 2 (1937). ² Н. П. Кренке, Теория циклического старения и омоложения растений, 1940. ³ И. Н. Кукса, Химиз. соц. землед., № 1 (1939). ⁴ Н. А. Максимова и Н. С. Петин, ДАН, 62, № 4 (1948). ⁵ К. С. Семакин, Экспер. бот., в. 3 (1938). ⁶ Н. Л. Удольская, ДАН, 2, № 1 (1934). ⁷ Т. А. Bennet-Clark and D. Beton, New Physiologist, 45, No. 1 (1946). ⁸ F. J. Richards and Shih Sheng-Han, Annals of Botany, 4, No. 5 (1940).