

Т. Т. ДЕМИДЕНКО и В. П. ГОЛЛЕ

ВЛИЯНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА УРОЖАЙ И ПОСТУПЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОДСОЛНЕЧНИК

(Представлено академиком А. А. Рихтером 7 IX 1939)

Чтобы растения развивались вполне нормально, необходимо наличие оптимальной относительной влажности воздуха, при которой не могло бы происходить перегрева листовой поверхности и значительного нарушения процесса водообмена. При низкой относительной влажности воздуха наблюдается сильное снижение урожая вследствие запала или захвата, наступающего при отсутствии достаточного количества влаги в почве. При низкой относительной влажности воздуха растения не развиваются в полной мере и непродуктивно используют минеральные элементы (1-13).

Опыт по изучению влияния относительной влажности воздуха на поступление основных минеральных элементов и на использование их при различной относительной влажности воздуха проводился в водных и почвенных культурах.

Растения выращивались в двух стеклянных камерах, смена воздуха в которых производилась через трубы на верху камеры, где были установлены угольные лампочки, горевшие в течение суток. Во влажной камере стояли противни с водой, а в сухой сосуды с серной кислотой и хлористым кальцием. Во влажной камере непрерывно действовал пульверизатор с током воздуха от водяного насоса. Воздух в сухую камеру подавался через серную кислоту. Выравнивание температуры достигалось электрическим нагревателем. Температура воздуха в обеих камерах была одинакова. Водные культуры проводились в сосудах на 3 л при 5-кратной повторности. Растения не доводились до полного созревания, они были убраны во время полного цветения. Подсолнечник высаживался на питательной смеси Прянишникова, в которую, чтобы реакция питательного раствора сильно не менялась в течение периода вегетации, вносился аммиачный и нитратный азот в отношении 1 : 8. За период вегетации растворы сменялись 5 раз. Растения развивались довольно хорошо, вполне были здоровы и довольно мощны. Каждый день питательные растворы аэрировались два раза по 10 мин. Кружки плотно прикрывали отверстия сосудов. За этим внимательно следили, чтобы избежать повышения транспирации вследствие испарения воды из сосудов, а не через растения. Количество раствора в сосудах поддерживалось на определенном уровне, до которого они доводились добавлением воды в течение периода вегетации. При высокой относительной влажности воздуха под-

лещник транспирировал 32 800 см³, а при низкой влажности—42 300 см³.
 Результаты—урожайные данные и состав золы—представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние влажности воздуха на поступление питательных элементов в подсолнечник

Части растения	Все растение		Надземная часть		Корни	
	Низкая относительная влажность	Высокая относительная влажность	Низкая относительная влажность	Высокая относительная влажность	Низкая относительная влажность	Высокая относительная влажность
Урожай сухой массы . . .	65.4	70.4	56.1	58.4	9.3	12.1
Транспирировано воды (см ³)	42 300	32 800	—	—	—	—
Золы (в г)	9.9575	8.3754	7.0219	6.6876	2.0356	1.7378
Са в мг	1.3565	1.2578	1.1000	1.0641	0.2665	0.1937
К в мг	5.6548	5.2795	5.0759	4.7447	0.5789	0.5348
Р в мг	0.558	0.5236	0.4629	0.4360	0.0956	0.0876
Са на литр трансп. воды .	32.0	37.3	26.5	32.0	6.50	5.31
Р » » » » .	13.2	15.9	10.9	14.6	2.32	2.26
К » » » » .	133	160	110	137	22.9	22.8
Растение поглотили в мг						
Са на г сухого вещества .	20.74	17.84	19.70	18.22	27.58	16.01
Растения поглотили Р в мг на г сух. вещ. . .	8.54	7.43	8.25	7.46	10.28	7.24
Растения поглотили К в мг на г сух. вещ. . . .	86.40	74.88	90.48	81.24	62.22	44.20
Распределение всего Са в растении в %	—	—	81.8	78.4	18.9	21.6
Распределение Р в растении в %	—	—	82.0	83.3	17.1	16.7
Распределение всего калия в растении в %	—	—	89.8	89.9	10.2	10.1

Относительная влажность воздуха оказала значительное влияние на рост надземной массы листьев и стеблей, повысив урожай их при высокой влажности воздуха и понизив при низкой влажности воздуха.

Урожай корневой массы при повышенной влажности воздуха также оказался выше, чем при низкой влажности. Абсолютное содержание золы у подсолнечника, выросшего при низкой влажности воздуха, значительно выше, чем при высокой. Суммарное количество кальция, поглощенного растениями при различной влажности, было также весьма различно: при высокой влажности его поглощено меньше, чем при низкой; в вегетативных органах также резко проявляется разница в содержании кальция, поступившего в растения за время вегетации.

В поступлении фосфора наблюдается такая же зависимость от влажности воздуха, как и для кальция.

Содержание кальция на 1 г сухого вещества подсолнечника находится также в обратном отношении с относительной влажностью воздуха.

Если пересчитать количество связанных растениями питательных элементов при высокой и низкой влажности на литр транспирируемой воды, то из полученного материала с полной определенностью можно сделать вывод, что при низкой влажности воздуха на литр транспирированной

воды растения поглотили меньше минеральных элементов, чем при высокой влажности воздуха. Пересчет абсолютного количества каждого питательного элемента на грамм сухого вещества также показывает, что при высокой влажности растения потребляли значительно меньше питательных элементов, чем при низкой.

Фосфорную кислоту подсолнечник использовал с одинаковой экономией, независимо от величины относительной влажности воздуха. Правда, в некоторых случаях имеется незначительная разница в содержании фосфора, но она выражается ничтожной величиной.

Во всех вариантах растения затрачивали больше калия на синтез 1 г органического вещества при низкой влажности воздуха. То же следует сказать и о поступлении кальция при различной влажности воздуха.

Опыты в водных культурах на модифицированной питательной смеси Прянишникова по изучению влияния относительной влажности воздуха на поступление питательных элементов в растения и на транспирацию воды показали, что:

1. При высокой транспирации растения поглощали больше питательных элементов: кальция, фосфора и калия, но дали пониженный урожай.
2. Учитывая распределение минеральных элементов у растений, выращиваемых при различной влажности воздуха, следует отметить, что наблюдается более значительное повышение процента минеральных элементов в надземной части, чем в корнях.
3. С повышением интенсивности поступления воды повышается поступление и минеральных веществ, причем наблюдается коррелятивная зависимость между транспирацией и поступлением питательных элементов.

Опыт с подсолнечником в почвенных культурах был развернут на черноземе по пятерной схеме в сосудах на 6 кг почвы. Растения получили по 0.3 г действующего начала NPK на кг почвы. В течение периода вегетации они поливались до 70% от полной влагоемкости. Поверхность почвы была изолирована от внешней среды с помощью ваты и пропариванной марли; растения поливались 2 раза в день. В обеих камерах они развивались довольно благоприятно.

Во всех вариантах удобрений урожай вегетативной массы и семян подсолнечника получен выше при повышенной влажности воздуха.

Развитие подсолнечника во влажной камере протекало значительно лучше, чем в сухой; в последней он имел менее развитую листовую поверхность с более бледной зеленой окраской. Так как в течение периода вегетации сосуды поливались по весу, то после уборки урожая оказалось возможным учесть транспирационные коэффициенты для растений, выросших при различной относительной влажности воздуха и при различном удобрении их.

Из полученных данных видно, что при выращивании растений во влажной атмосфере транспирационный коэффициент понижается; в контрольном варианте, где растения не получали минерального питания в виде удобрений, при повышенной относительной влажности воздуха они транспирировали значительно меньше воды, чем при низкой влажности.

Точно также значительно повышается транспирационный коэффициент при низкой влажности воздуха, если вносятся фосфорнокислые и калийные удобрения.

В варианте, где растения получали азотно-калийные удобрения, транспирационный коэффициент оказался ниже, чем по фосфорнокислому и калийному удобрению, потому что оба элемента—азот и калий—находились в достаточном количестве в почве.

В вариантах, в которых растения получали азот и фосфор, в обеих камерах—сухой и влажной, они транспирировали воды значительно меньше, чем в контрольных и в предыдущих вариантах.

Наконец, в вариантах, где растения получали полное удобрение, транспирационный коэффициент был выше в сухой камере, чем во влажной, но растения в этом случае потребляли воды сравнительно небольшое количество, благодаря тому, что почва была обеспечена достаточным количеством питательных элементов.

Измеряя листовую поверхность у растений, выросших при различной влажности воздуха, а также и при разном минеральном питании, мы наблюдали сильное повышение величины листовой поверхности у подсолнечника, выросшего во влажной камере; особенно это резко сказалось при внесении азотных удобрений, а также и полного удобрения. В сухой камере величина листовой поверхности подсолнечника была значительно меньше. Внесение минеральных удобрений не могло повысить площади листовой поверхности до той величины, которой обладали растения, развивавшиеся при повышенной относительной влажности воздуха.

Минеральное питание оказывало значительное влияние на величину урожая подсолнечника, но наряду с ним влажность воздуха также оказала свое влияние на величину вегетативной массы и семян.

Рассматривая урожай вегетативной массы и семян, видим, что контрольные растения в сухой камере дали меньший урожай, чем во влажной. При внесении в почву фосфора и калия урожай семян и вегетативной массы в сухой камере получен довольно близкий к тем данным, которые получены и во влажной камере. При внесении азота и калия урожай во влажной камере оказался значительно выше, чем в сухой, так как азот способствовал выгонке вегетативной массы, а при наличии большой ассимиляционной поверхности растения развивались усиленно и дали выше урожай, чем в сухой камере, где условия для развития вегетативной массы менее благоприятны. При внесении азота и фосфора урожай подсолнечника во влажной камере был получен значительно выше, чем в сухой. Это обстоятельство объясняется тем, что азот особенно эффективен при повышенной влажности воздуха. Хотя фосфор способствует экономному использованию влаги растениями, а азот, наоборот, увеличивает расход ее, тем не менее в сухой камере был получен урожай значительно ниже, чем во влажной. Объясняется это тем, что в условиях вегетационного опыта величина урожая определялась главным образом количеством доступного для растения азота. При внесении полного удобрения во влажной камере был получен также более высокий урожай, чем в сухой.

Приведем результаты анализа подсолнечника, выросшего во влажной и сухой камерах. У растений анализировалась надземная часть и корневая масса. Общее содержание золы во всем подсолнечнике при низкой влажности воздуха было больше, чем при высокой.

Исследуя состав золы надземной части подсолнечника, выросшего при высокой и низкой влажности воздуха, видим, что при низкой относительной влажности воздуха он поглотил больше кальция, чем при высокой.

В корнях наблюдается такое же, примерно, соотношение между поглощением растениями кальция при обеих градациях влажности воздуха. При всех условиях подсолнечник поглощал меньше фосфорной кислоты, нежели кальция. В целом растении, а также в стеблях, листьях и корнях при пониженной влажности воздуха подсолнечник поглощал больше фосфора, нежели при повышенной. Калия растения также поглощали при низкой относительной влажности воздуха больше, чем при высокой. Это относится к целому растению, а также и к его отдельным органам.

Мы уже указывали, что из зольных элементов подсолнечник поглощает больше всего калия, меньше кальция и меньше всего фосфорной кислоты. Он поглощал весьма большие количества азота, уступающие только калию. Как правило, во всех вариантах и во всех органах при низкой влажности воздуха подсолнечник поглощал больше азота, чем при высокой. Учитывая количество транспирируемой растениями воды за период вегетации и ведя расчеты в миллиграммах поглощенного подсолнечником кальция на литр воды, мы видим, что при высокой влажности растения в целом поглощали меньше этого элемента, чем при низкой.

Касаясь фосфорной кислоты и калия, поглощенных растениями на литр транспирированной воды, можно видеть, что при высокой влажности воздуха растения поглощали меньше фосфора, чем при низкой. Учитывая количество фосфора, калия и кальция, связанных растениями на синтез 1 г сухого вещества в целом по подсолнечнику, можно заметить, что на грамм сухого вещества растения затрачивали при низкой влажности воздуха больше этих элементов, нежели при высокой.

Из полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. При всех сочетаниях удобрения, где находился азот, растения давали больший урожай общей и продуктивной массы при повышенной относительной влажности воздуха, чем при низкой.

2. Рассматривая величину транспирационного коэффициента для растений, выросших при различной относительной влажности воздуха, следует указать, что при внесении фосфора и калия во влажной и сухой камере, он был больше, чем при внесении удобрений, содержащих азот, который вызывал понижение транспирации.

3. Транспирационный коэффициент уменьшался в связи с повышением урожая растений.

4. Влажность воздуха оказывает большое влияние не только на транспирацию воды растениями, но и на поглощение питательных элементов, на передвижение их, а также и на синтез органических веществ в растениях.

5. Анализ растений показал, что с повышением транспирации повышается поступление минеральных элементов. При высокой транспирации содержание минеральных веществ повышается в листьях и в корнях.

6. При высокой транспирации растений во всех опытах они имели больше золы, кальция, фосфора, калия, азота, чем при низкой.

7. С повышением адсорбции воды наблюдается значительное повышение передвижения питательных веществ в растениях.

Институт масличных культур
Лаборатория физиологии

Поступило
5 IX 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. И. Полярный, Влияние относительной влажности на минеральное питание, Из рез. вег. оп., т. 16 (1935). ² Н. F. C l e m e n s, Plant. Phys., 9, 165—171 (1934). ³ O. F. C u r t i s, Translocation of plants New York (1935). ⁴ A. R. C a n n o n, Bot. Gaz., 83, 161—172 (1927). ⁵ H. H a s s e l b r i n g, Bot. Gaz., 57, 257—286 (1914). ⁶ T. A. K i s s e l b a c h, Exp. Sta. Res. bul., 6, 170—184 (1916). ⁷ W. C. M u e n s c h e r, Amer. Journ. Bot., 9, 311—330 (1922). ⁸ A. E. H i t c h c o c k a. P. M. Z i m m e r m a n, Contr. Boyce Thom. Inst., 7, 447—476 (1935). ⁹ D. R. H o a g l a n d, Soil. Sci., 16, 225—246 (1923). ¹⁰ D. R. H o a g l a n d a. T. C. B r o y e r, Plant Phys., 11, 471—507 (1923). ¹¹ O. S c h m i d t, Zeitsch. Bot., 30, 289—334 (1936). ¹² R. O. T r e e l a n d, Amer. Journ. Bot., 22, 355—362 (1936). ¹³ Н. А. М а к с и м о в, Физиологические основы засухоустойчивости растений (1926).