

Н. С. ПЕТИНОВ

**К ВОПРОСУ О ЗАКАЛИВАНИИ РАСТЕНИЙ ПОЧВЕННОЙ СУХОСТЬЮ
В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

II. ВЛИЯНИЕ ЗАКАЛИВАНИЯ НА ФОТОСИНТЕЗ И УРОЖАЙ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 3 XI 1937)

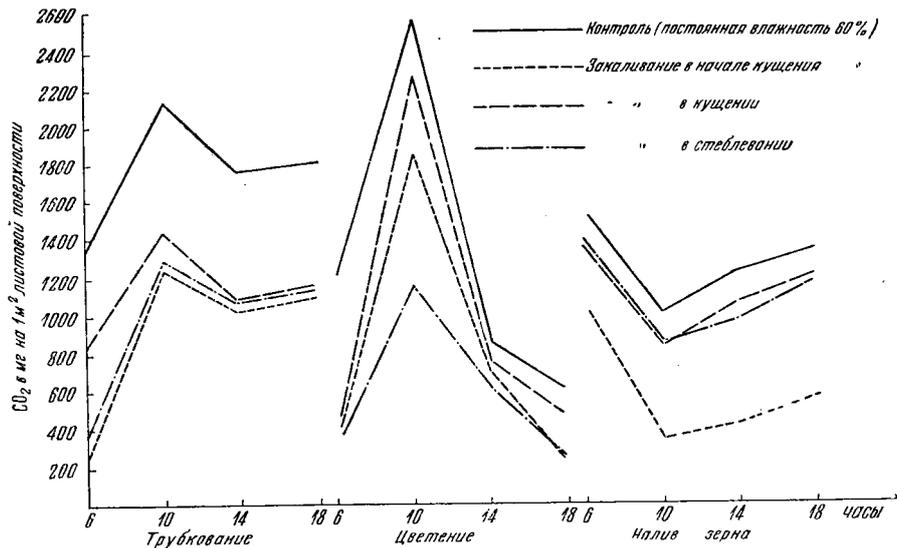
Одним из вредных последствий завядания по общему мнению является снижение ассимиляционной деятельности растений. Это снижение зависит либо от закрывания устьиц при завядании [Ильин (^{9,10}), Алексеев (¹)] либо от уменьшения содержания воды в листе [Буссенго (³), Дегерен и Макен (⁶), Ильин (^{9,10}), Дастур (⁵), Бриллиант (²), Генрих Вальтер (⁴), Скворцов (²²) и др.]. Но уменьшения ассимиляции может и не быть при повторном завядании благодаря полученному при этом более ксероморфному строению [Туманов (^{23,24})]. Так же не наблюдается снижения, а наоборот, даже усиление энергии ассимиляции у растений, выращенных сначала в сухой почве, а затем переведенных в условия достаточного увлажнения [Кюкина (¹¹), Туманов (²³)]. «Обычные мезофитные растения, как подсолнечник и гречиха, развиваясь при недостаточном водоснабжении, приобретают при этом способность развивать очень высокую энергию фотосинтеза в моменты достаточной влажности. Таким путем они в значительной степени компенсируют те потери сухого вещества, которые несет растение в засушливые периоды вследствие недостаточной ассимиляции при недостаточной влажности почвы, а так же вследствие убыли сухого вещества в состоянии завядания» [Туманов (²³)].

Особенно большое повышение энергии ассимиляции отмечала Удольская (^{25,26}) в условиях достаточного увлажнения почвы после временной засухи, перенесенной растениями (пшеницей) в период кущения. Способность к повышению ассимиляции у растений, развивающихся при недостатке воды, по мнению Максимова (¹⁸), Туманова (^{23,24}) и Удольской (^{25,26}) есть результат «закаливания» и приобретения большей ксероморфности. Иные исследователи, как например Зайцева (^{7,8}), пытаются доказать, что в с я к о е завядание, будь оно длительное или непродолжительное, многократное или однократное, повышает интенсивность фотосинтеза.

В каждом случае завядание сопровождается взмахом фотосинтетической работы, и такими подъемами по предположению Зайцевой растения должны покрыть недоборы сухого вещества, получаемые в периоды недостаточного водоснабжения вследствие пониженной ассимиляции.

Такие поспешные выводы тем более неубедительны, что все опыты проведены автором только с проростками растения, вне его развития и биологических особенностей, вне связи с динамикой накопления сухого

вещества и урожая. К этому нужно прибавить еще, что по данным Зайцевой же (7,8), хотя и наблюдается после воздействия засухой временный, непродолжительный подъем фотосинтеза, но уже на 8—9-й день он резко падает и становится ниже, чем у контрольных растений. Не зная ни характера, ни глубины этого процесса в будущем, автор тем не менее торопится делать обобщающие выводы, сугубо ответственные в практическом отношении. «Весьма вероятно,—пишет Зайцева (8),—что характер падения кривой будет зависеть от ряда условий и в первую очередь от увлажнения. Фотосинтез завядавших растений, быть может, значительно дольше будет превосходить по величине ассимиляцию контрольных растений, чем при сильном увлажнении. И нам представляется неправильным стремиться



равномерно снабжать растение водой на протяжении всего периода его развития. Может быть, целесообразно было бы создать такие условия, при которых чередованием временных засух с поливами могли бы держать ассимиляционную деятельность на повышенном уровне» (курсив наш—Н. П.).

Обратимся теперь к разбору наших результатов вегетационного опыта 1937 г. Посмотрим, как действует завядание в разные периоды развития растений на фотосинтетическую деятельность, каков характер этих изменений и какова связь их с конечным результатом урожая?

Определение энергии фотосинтеза производилось под открытым небом в токе атмосферного воздуха по методу акад. А. А. Рихтера (20): листья, не отрезанные от растения, примерно одного размера, второй ярус. Часы наблюдений: 6, 10, 14 и 18, продолжительность каждого определения—20 мин. Скорость пропускания воздуха через каждую камеру в 1 час—30 л.

Для контроля воздух пропускался через поглотители, не соединенные с листом. После осаждения хлористым барием ($\text{K } 100 \text{ см}^3 \text{ 0.02 n NaOH}$ прибавляли $5 \text{ см}^3 \text{ 5\% BaCl}_2$) и титрования NaOH щавелевой кислотой вычисляли количество угольной кислоты в миллиграммах, поглощенной 1 м^2 листовой поверхности. Параллельно вели учет состояния погоды, содержания CO_2 , а также температуры воздуха, окружающего растения.

Под наблюдением были те же 4 группы яровой пшеницы *Hordeiforme* 0189 (каждая группа в двенадцатикратной повторности): 1. Контрольные при постоянной влажности 60% от полной влагоемкости. 2. прошедшее закаливание в начале кущения. 4. То же в кущении. 4. То же в стеблевании.

Определение энергии фотосинтеза проводили в течение вегетационного периода, начиная от трубкования и до налива зерна включительно. Первое наблюдение проведено 4 июля (в период трубкования), т. е. на 20-й день после закаливания в начале кущения, на 10-й день после закаливания в кущении и на 4-й день соответственно в стеблевании. Последующие два наблюдения были: 14 июля в фазу цветения и 20 июля в период начала налива зерна. Результаты представлены в прилагаемых кривых.

Завядание, как видно, во всех случаях, независимо от периода развития, с которым оно совпадало, угнетало фотосинтетическую деятельность растения. У растений, подвергавшихся закаливанию, энергия фотосинтеза была ниже, чем у контрольных, незавядавших. С такой пониженной способностью завядавшие растения оставались до конца вегетации, несмотря на то, что после закаливания они были поставлены в оптимальные условия водоснабжения. Наиболее отрицательное действие оказало завядание в ранний срок—начало кущения. Завядание в другие сроки в меньшей степени отразилось в период кущения. Влияние закаливания в стеблевании по своему действию занимало промежуточное положение между первым и вторым периодами. Такое соотношение фотосинтетического процесса в зависимости от периода завядания сохранилось в общем до конца опыта.

Только в последнем наблюдении разница в энергии фотосинтеза двух последних групп (кущение и стеблевание) несколько стиралась. Утверждение Удольской^(25, 26), что завядание в период кущения резко повышает фотосинтетическую деятельность, в наших опытах не подтвердилось. Отмечено только, что в этот период оно относительно менее губительно, чем в другие сроки. Нельзя также согласиться и с мнением Зайцевой^(7, 8), что всякое завядание вызывает взмах, подъем энергии фотосинтеза. Изучая ход фотосинтеза в течение всего периода развития растений, мы ни одного раза не наблюдали его подъема у завядавших в разные сроки растений, наоборот, отмечали у них все время неизменно сниженную фотосинтетическую деятельность с разной глубиной в зависимости от периода развития, с которым совпадало завядание. Этим мы отнюдь не отрицаем возможность в результате завядания отдельных коротких всплесков фотосинтетического процесса. Но в практическом отношении важно знать, при каких условиях водоснабжения сохраняется фотосинтетическая деятельность на повышенном уровне в течение в с е й жизнедеятельности растений, и главное, как отражается это на урожае.

Подавленность фотосинтетического процесса в связи с закаливанием растений, отмеченная в данном опыте, нашла отражение в энергии роста, накоплении органического вещества и наконец урожае. Рост в сильной степени был угнетен (см. предыдущую статью), урожай сухой массы и особенно зерна резко снизился—в два с лишним раза (см. таблицу).

Урожай общей сухой массы и зерна яровой пшеницы *Hordeiforme* 0189 в связи с закаливанием в разные периоды вегетации (в граммах на сосуд)

Наименование опыта	Общая сухая масса	Зерно	
		в г	в %
Контроль (постоянная влажность 60%)	29.0	11.1 ± 0.16	100
Закаливание в начале кущения	15.20	4.5 ± 0.11	40.6
» » кущении	17.16	5.32 ± 0.15	48.0
» » стеблевании	19.15	5.11 ± 0.14	46.3

Наибольшее снижение урожая было при закаливании в начале кущения. относительно меньше—в кущении, но и в последнем случае урожай зерна составлял всего 48.6% против контрольных. Таким образом утверждение многих исследователей [(Молибога⁽⁹⁾, Коломиец^(12, 13, 14, 15), Кузьменко

и Воробьев (16), Сказкин (21) и др.], что временная неглубокая засуха в ранний период развития растений стимулирует повышение урожая вегетационными опытами 1937 г. и полевыми 1936 г. Института физиологии растений Академии Наук СССР, не подтвердилось.

Сопоставление данных по энергии фотосинтеза и урожайности яровой пшеницы с полной определенностью показало на прямую связь между фотосинтезом и урожаем. Растения, у которых под влиянием тех или иных факторов наблюдалась повышенная фотосинтетическая деятельность на протяжении всего периода вегетации, дали больший урожай сухой массы и зерна. В данном случае растения, все время снабжаемые оптимальным количеством воды, имели по сравнению с завядавшими растениями повышенную энергию фотосинтеза и более высокий урожай. Повышение урожайности зависит очевидно не только от создания благоприятных внешних условий, о которых упоминал акад. Любименко (17), но и от самого растения, от направленности действия новых анатомо-физиологических качеств на отдельные процессы жизнедеятельности растения.

В ы в о д ы 1. Растения (яровая пшеница *Hordeiforme* 0189), непрерывно снабжаемые водой в оптимальном количестве (в данном опыте 60% от полной влагоемкости), сохранили на протяжении периода вегетации повышенный ход фотосинтетического процесса и более высокий урожай.

2. Все растения, подвергавшиеся в ранние периоды вегетации (начало кущения, кущение и стебление) «закаливанию» действием временной неглубокой, почвенной засухи, имели пониженную энергию фотосинтеза и меньший в два с лишним раза урожай сухой массы и зерна.

3. Чувствительность растений к «закаливанию» в разные периоды неодинакова. Наиболее отрицательно на энергии фотосинтеза и урожае закалывание отразилось в самый ранний период—начало кущения. В другие более поздние сроки в меньшей степени оно отразилось в период, совпадающий с кущением. Влияние «закалывания» в период стебления по своему действию занимало промежуточное положение.

4. Отмечена прямая связь между энергией фотосинтеза и величиной урожая. Создание поэтому благоприятных условий для повышенной фотосинтетической работы и приобретение растениями новых анатомо-физиологических качеств являются одновременно условиями, способствующими повышению урожая.

Академия Наук СССР.
Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева.

Поступило
4 XI 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. И. Алексеев, Бюлл. Средн.-Аз. гос. ун-та, вып. 7 (1924). ² В. А. Бриллиант, Изв. Бот. сада, 1, вып. 1—2 (1925). ³ Буссенго, *Agronomie, chimie et physiologie*, p. 317—324 (1868). ⁴ Генрих Вальтер, *Ver. d. Deutsch. Bot. Ges.*, XLVI, N. 8 (1928). ⁵ Даствур, *Ann. of Bot.*, 39 (1925). ⁶ Дегерен и Макен, *C. R. d. l'Acad. d. Sci.*, СIII (1886). ⁷ А. А. Зайцева, ИМЕН (1935). ⁸ А. А. Зайцева, ИМЕН, серия биологическая, № 1 (1936). ⁹ V. S. Iijin, *Flora*, 116, 379—403 (1923). ¹⁰ В. С. Ильин, Растение и засуха, Прага (1925). ¹¹ С. И. Коккина, Изв. Главн. бот. сада, 28, кн. 2 (1929). ¹² И. А. Коломиец, Труды Лабор. биох. и физиол. растений АН СССР, 1 (1934). ¹³ И. А. Коломиец, ДАН, № 2 (1934). ¹⁴ И. А. Коломиец, ДАН, № 5 (1934). ¹⁵ И. А. Коломиец, ДАН, № 5, 6 (1934). ¹⁶ А. А. Кузьменко и С. О. Воробьев, Биологические основы орошения полевых культур (1936). ¹⁷ В. Н. Любименко, Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире (1935). ¹⁸ Н. А. Максимов, Прилож. 26 к Тр. прикл. бот. (1926). ¹⁹ А. А. Молбога, Тр. прикл. бот., 17, вып. 2 (1927). ²⁰ А. А. Рихтер, ДАН, II (XI), № 7 (93) (1936). ²¹ Н. Д. Сказкин, Социалист. растениеводство, № 9 (1934). ²² С. С. Скворцов, Тр. прикл. бот., 25 (1930—1931). ²³ И. И. Туманов, Тр. прикл. бот., 16, вып. 4 (1926). ²⁴ И. И. Туманов, Тр. прикл. бот., 27, № 1 (1929). ²⁵ Н. А. Удольская, ДАН, № 1 (1934). ²⁶ Н. А. Удольская, ИМЕН (1936).