

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. И. КОЛОСОВ

ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЯ КАК ОРГАНА ПОГЛОЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 5 VII 1947)

Рост и развитие корней тесно связаны с развитием и деятельностью ассимилирующих органов растений. При этом роль листьев в образовании корней сводится не только к снабжению их ассимилятами. В листьях на свету образуются гормоны, которые принимают участие в образовании и росте корней (^{8-10,12}). Из сказанного следует, что формирование корней в процессе роста растений должно находиться в определенной зависимости от формирования и развития ассимилирующего аппарата растений — листьев. Настоящая работа и посвящена изучению этой зависимости.

При изучении корня мы подходили к нему как к органу поглощения, для чего производили определение объема корней, адсорбирующей и рабочей поглощающей их поверхности, общей длины (протяженности) и среднего диаметра поперечного сечения (толщины) корней (^{1,2,7}). Общая длина (протяженность) корней рассчитывалась на основании данных определения адсорбирующей поверхности и объема живых корней по выведенной нами формуле: $l = p_a^2 / 4k^2\pi v$, где l — общая длина корней, p_a — адсорбирующая их поверхность, k — коэффициент, показывающий, во сколько раз адсорбирующая поверхность p_a больше измеримой поверхности p_n корней. Коэффициент k рассчитывается по формуле: $k = p_a / p_n = p_a / 2\sqrt{\pi v l}$. Следовательно, для установления k требуется определение адсорбирующей поверхности, объема и длины корней. Средний диаметр поперечного сечения или толщина корней d рассчитывается по формуле $d = 4kv / p_a$.

Таблица 1

Фаза развития растений	Объем корней в см ³	Адсорб. поверхн. корней в м ²	Поглощ. поверхн. корней в м ²	Поглощ. поверхн. корн. на едн. площ. лист.	Недеят. верхн. корней на едн. площ. лист.	Общ. длина корней в м	Средн. диам. корней в мм	Площ. листьев в см ²	Возд.-сухой вес лист. в г	Отнош. веса наземн. массы к весу корней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Проростки . .	0,15	0,127	0,038	39,79	93,19	4,24	0,214	9,55	0,015	—
Начало кущения	0,65	0,670	0,086	21,51	146,07	27,58	0,173	39,98	0,092	4,28
Кущение . . .	1,62	1,252	0,238	36,49	155,39	35,98	0,231	65,25	0,175	3,11
Конец кущения	4,90	3,482	0,742	40,73	150,40	98,37	0,251	182,18	0,547	4,40
Начало колошения	9,29	10,993	2,838	60,23	173,09	521,56	0,151	471,15	1,442	7,63
Начало молочной спелости . .	12,94	16,86	5,838	123,91	233,94	880,87	0,137	—	1,565	10,02
Полная спелость	8,26	16,83	3,948	—	—	809,04	0,148	—	1,642	16,13

В целях установления связи между формированием и развитием корней и развитием ассимилирующих органов растений производился учет площади и веса листьев в разные периоды развития растений. Все исследования проведены с ячменем (сорт Винер), выращенным в смеси Гельригеля для водных культур. В сосуде выращивалось по 4 растения. Повторность в определениях 4-кратная. Полученные данные сведены в табл. 1 (все расчеты произведены на одно растение).

Из данных табл. 1 видно, что в течение всего процесса развития растений происходит увеличение как общей адсорбирующей, так и рабочей поглощающей поверхности корней. Это увеличение находится в тесной зависимости от нарастания ассимилирующей поверхности и веса листьев. Особенно сильное увеличение адсорбирующей и поглощающей поверхности корней наблюдается в период от фазы кушения до фазы колошения и от фазы колошения до начала молочной спелости семян. Данные столбца 9 показывают, что в указанный период роста растений в основном формируется и ассимилирующий аппарат листьев. После фазы колошения мы не производили определения площади листьев, так как имело место уже подсыхание нижних листьев. Из данных по весу листьев видно, что в период от фазы колошения до полного созревания растений происходило, очевидно, незначительное изменение площади листьев. Дальнейший рост корневой системы определяется уже деятельностью сформированного аппарата листьев.

Сопоставление величин поглощающей и недействительной поверхности корней (см. столбцы 5 и 6), отнесенных к единице площади листьев, показывает, что в начале фазы кушения наблюдается значительно более быстрый рост поглощающей поверхности корней по сравнению с недействительной. Это связано, очевидно, с тем, что, начиная с фазы кушения, нарастают большей частью тонкие деятельные корни с корневыми волосками, о чем говорят данные по изменению величины среднего диаметра корней. В период от кушения до колошения и начала молочной спелости, когда определяется общий размер корневой системы, наблюдается резкое уменьшение среднего диаметра корней. Это вызвано ростом узловых корней и сильным ветвлением всей корневой системы с образованием тонкой сетки корней с корневыми волосками. Характер изменения отношения веса надземной массы к весу корней показывает, что начиная с фазы кушения надземная часть растет быстрее, чем корневая система растений, благодаря чему и происходит увеличение отношения веса стеблей к весу корней. Такое изменение указанного отношения согласуется с данными других исследователей.

Формирование и развитие корневой системы зависит не только от степени развития листьев, но и от их деятельности. Любименко ⁽³⁾ в свое время наблюдал заметное уменьшение длины корня с ослаблением освещения растений. Максимов, Лебединцева и Красносельская-Максимова ⁽⁴⁾ путем затенения растений также вызывали сильное подавление в развитии корней. Такое влияние затенения на рост корней связано с подавлением ассимиляционной деятельности листьев, которое приводит к уменьшению оттока к корням углеводов, азотсодержащих растворимых органических веществ, гормонов роста и витамина В₁. Свет является необходимым фактором для образования и роста корней ^(9, 12).

Мы поставили себе задачу проследить зависимость в развитии корневой системы как органа поглощения не только от степени развития листового аппарата, но и от его деятельности. Изменение в деятельности листьев мы вызывали затенением растений 3 слоями марли, что приводило к уменьшению интенсивности освещения примерно в 4 раза по сравнению с контролем.

Наши опыты показали, что изменения в формировании и росте корней у затененных и незатененных растений в процессе их развития имели одинаковый характер, но величины объема корней, адсорбирующей и поглощающей их поверхности и общей длины корней у затененных растений были в два с лишним раза меньше соответствующих величин контрольных растений. Это хорошо видно из рис. 1 и 2, на которых изображены данные по адсорбирующей и поглощающей поверхностям и общей длины корней для контрольных и затененных растений.

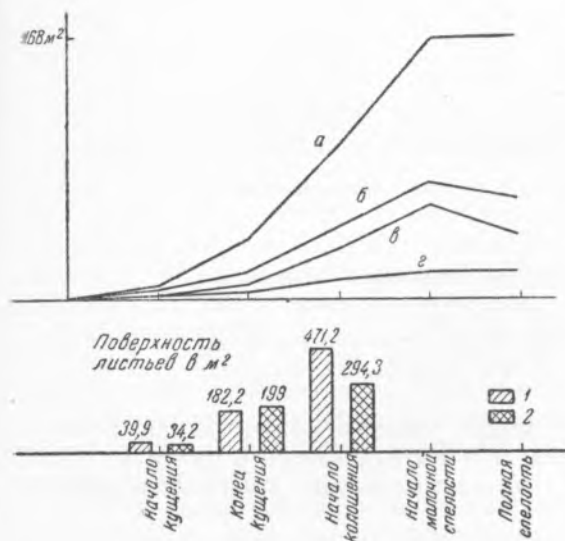


Рис. 1. Влияние затенения на изменение величин общей адсорбирующей и поглощающей поверхности корней в процессе развития растений. Общая адсорбирующая поверхность: *a* — контроль, *б* — затенение. Рабочая поглощающая поверхность: *в* — контроль, *г* — затенение. Поверхность листьев: 1 — контроль, 2 — затенение

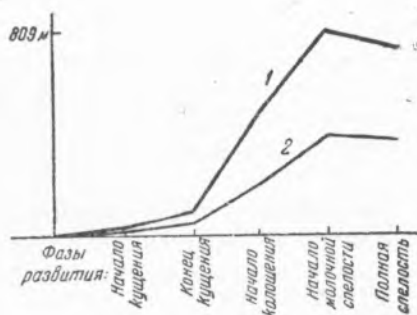


Рис. 2. Влияние затенения на изменение общей длины корней в процессе развития растений. 1 — контроль, 2 — затенение

Следует обратить внимание на то, что в начале и к концу кущения, когда еще не было никакого различия в величине площади листьев, мы имели уже резкое различие в развитии корней. Это говорит о том, что уменьшение интенсивности освещения вызвало сильное подавление ассимиляционной деятельности листьев, которое вызвало и соответствующее ухудшение в росте и развитии корней. Такое ухудшение наблюдалось и в последующие фазы развития растений. Данные рис. 3 ясно показывают, что величины общей адсорбирующей и поглощающей поверхности корней, отнесенные к единице площади листьев, во все исследуемые фазы развития растений значительно меньше у затененных, чем у незатененных растений, причем различие по поглощающей поверхности заметно больше, чем по общей адсорбирующей поверхности корней. Поглощающая поверхность корней, приходящаяся на единицу площади листьев, у затененных растений в среднем примерно в 3 раза меньше, чем у незатененных.

Данные по длине (протяженности) корней показывают, что с помощью нашего метода адсорбции метиленовой синьки можно легко, быстро и довольно точно определять общую длину корней. Полученные нами данные по длине корней согласуются с данными других исследователей, которые определяли общую длину корней по непосредственному их измерению. Так, по Модестову (5), Ротмистрову (6),

Павличенко (11), у хлебных злаков длина корней одного растения, выращиваемого в сообществе, достигает в среднем 1000 м. В зависимости от состояния растений может происходить увеличение или

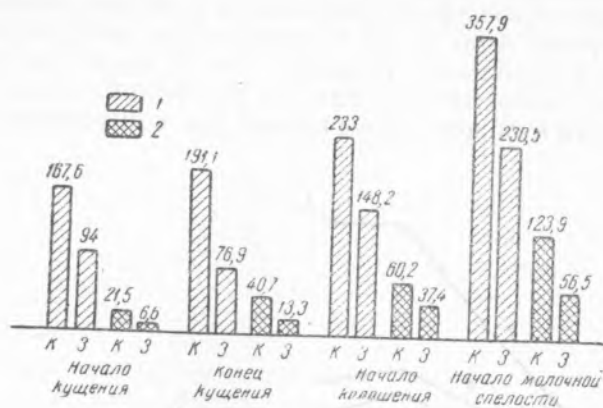


Рис. 3. Влияние затенения на изменение отношения общей адсорбирующей и поглощающей поверхности корней (см²) к поверхности листьев (см²). 1 — общая адсорбирующая поверхность корней, 2 — рабочая поглощающая поверхность корней; К — контроль, З — затенение

уменьшение этой величины. В наших опытах общая длина корней одного из незатененных растений, при выращивании в смеси Гельригеля в водных культурах по 4 растения в сосуде, получилась равной 880 м.

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

Поступило
5 VII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. И. Колосов, Сов. агрономия, № 12 (1939). ² И. И. Колосов, ДАН, 33, № 5 (1941). ³ В. Н. Любименко, Тр. по лесному опытному делу, 13 (1909). ⁴ Н. А. Максимов, Е. В. Лебединцева и Т. А. Красносельская-Максимова, Изв. Глав. бот. сада РСФСР, 23, в. 1 (1924). ⁵ А. Модестов, «Корень», С.-х. энциклопед., 1934. ⁶ В. Ротмистров, Сов. агрономия, № 8 (1939). ⁷ Д. А. Сабинин и И. И. Колосов, Тр. ВИУАА, в. 8 (1935). ⁸ Н. Г. Холодный, Фитогормоны, 1939. ⁹ H. Gutfenberg и G. Segelitz, Planta, 28, H. 1 (1938). ¹⁰ J. Overbeek, S. Gordon and L. Gregory, Amer. J. Bot., 3, № 2 (1946). ¹¹ Т. К. Павличенко, Ecology, 18, 62 (1937). ¹² G. Segelitz, Planta, 28, № 4 (1938).