

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. И. КОЛОСОВ

**О РОЛИ ЭЛЕМЕНТОВ N, P и K
В ФОРМИРОВАНИИ КОРНЯ КАК ОРГАНА ПОГЛОЩЕНИЯ**

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

Все исследования по изучению влияния минерального питания на развитие корней, проведенные до настоящего времени, основывались главным образом на наблюдениях за внешним обликом и морфологией корней, и в лучшем случае авторы их прибегали к весовому учету. Иногда производилось измерение общей длины корневой системы и глубины проникания ее в почву. Но, как правило, отсутствовала характеристика корня как органа поглощения. Таким образом, данные этих исследований были недостаточны для выяснения истинной роли отдельных элементов в росте и развитии корней.

Разработав методы определения объема живых корней (4), адсорбирующей и поглощающей их поверхности (1), общей длины (протяженности) и среднего диаметра (толщины) корней (2), мы имели возможность подойти к изучению роли N, P и K в формировании корня как органа поглощения.

Роль отдельных элементов в формировании корней устанавливалась путем исключения этих элементов или уменьшения и повышения их концентрации в смеси Гельригеля. Употребляемые соли очищались 2- и 3-кратной перекристаллизацией. Опыты проводились в литровых сосудах для водных культур, в которые на сетки высаживалось по 20 проростков ячменя (сорт Винер). Повторность в сосудах 4-кратная. Продолжительность опытов 13—19 дней.

Результаты 1-го опыта продолжительностью 19 дней приведены в табл. 1. Длина корней вычислялась по формуле $l = P_A^2 / 4k^2 \pi v$; средний диаметр корней — по формуле $d = 4kv / P_A$.

Таблица 1

№	Варианты опыта	Объем корней, в см ³	Общая адсорб. поверх. корней, в м ²	Общая длина корней, в см	Длина корней в м, в 1 см ³ их объема	Средн. диам. кор- ней, в мм	Взд.-сухой вес корней, в г	Взд.-сухой вес надземн. массы, в г	Отношение веса надземн. массы к вес. корней
1	НРКСа (смесь Гельригеля)	2,57	1,42	31,4	12,21	0,323	0,0957	0,680	7,10
2	PKCa	1,07	0,42	6,65	6,21	0,455	0,0768	0,186	2,42
3	PK	0,31	0,112	1,61	5,20	0,495	0,0211	0,168	7,96
4	NKCa	2,91	1,61	36,28	12,47	0,323	0,1486	0,650	4,37
5	PKCa	1,61	0,74	13,34	8,28	0,389	0,0520	0,484	9,30

Из приведенных данных видно, что сильное угнетение в развитии растения ячменя наблюдалось в варианте 2 с исключением азота и особенно плохо развивались проростки в варианте 3, при одновременном исключении азота и кальция. Корни практически не росли в этих условиях и ослизнялись. Из литературы известно, что разрушение оболочек клеток и ослизнение корней является характерной реакцией на недостаток кальция (7). Адсорбирующая поверхность корней этих проростков была в 12 с лишним раз меньше, чем в контроле, а их длина почти в 20 раз меньше. Данные по длине корней в 1 см³ их объема и по среднему диаметру поперечного сечения говорят о том, что при отсутствии азота и кальция корни получают значительно толще.

При включении одного азота происходило вытягивание зародышевых и узловых корней в длину. Корни были длиннее, чем в контрольных растениях. По внешнему виду можно было бы сделать вывод, что исключение азота в начальный период роста растений способствует лучшему развитию корней. Но данные по объему, адсорбирующей поверхности и общей длине корней показывают, что адсорбирующая их поверхность и общая длина соответственно в 3¹/₂ и 5 раз меньше, чем у контрольных растений. Объясняется это тем, что при исключении азота совсем не растут боковые корни. По весу корней не заметно такого резкого угнетения в развитии корней при отсутствии азота, потому что корни получают более толстые и грубые. Как видно из веса надземной массы и корней, исключение азота вызывало более сильное угнетение в росте надземных органов растений. Поэтому мы имеем очень сильное уменьшение отношения веса надземной массы к весу корней.

Исключение калия из питательного раствора привело также к сильному подавлению в развитии корней, но при сравнительно слабом угнетении в росте надземных частей растений. Благодаря этому в варианте с исключением калия получалось самое высокое отношение веса надземной массы к весу корней. Адсорбирующая поверхность и общая длина корней в 2 и 2¹/₂ раза меньше соответствующих величин контрольных растений. Корни получают несколько грубее и толще, как и при исключении азота. Исключение фосфора в данном опыте не вызывало заметного угнетения в развитии корней: наблюдается даже некоторое увеличение в их весе.

Во втором опыте с исключением N, P и K производился подсчет числа отдельных корней I порядка (зародышевых и узловых) и II порядка (боковых), определялся объем корней, измерялась их длина и подсчитывалась измеримая поверхность корней по формуле $P_n = 2\sqrt{\pi vl}$. Продолжительность опыта была 14 дней.

Таблица 2

№	Варианты опыта	Объем корней 10 проростков, в см ³	Отношение веса надземной массы к весу корней	Число и длина корней одного проростка ячменя						
				Корни I порядка (зародыш. и узловые)		Корни II порядка (боковые)		Общее число корней	Общая длина корней, в см	Поверхн. корней 10 проростков, в см ²
				число	длина	число	длина			
1	НРК (смесь Гельригеля)	1,74	5,86	15,2	71,9	125,5	113,2	140,7	185,1	201,1
2	РК	0,62	3,84	11,2	51,1	70,0	15,1	81,2	66,2	71,8
3	НК	1,96	3,75	14,5	94,2	97,2	108,7	111,7	202,9	223,48
4	НР	0,94	5,60	15,0	42,4	46,0	36,9	61,0	79,3	96,76

Данные, полученные во втором опыте (табл. 2), в основном подтверждают результаты первого опыта. В отсутствие азота по числу и в особенности по общей длине и измеримой поверхности наблюдается сильное угнетение в развитии корней. При исключении калия также задерживается развитие корней, но в меньшей степени, чем при исключении азота. Интересные данные получились по влиянию исключения N и K на закладку и рост отдельных корней. Из табл. 2 видно, что исключение калия, не изменяя общего числа корней I порядка, сильно задерживает их рост. Исключение азота примерно в такой же степени задерживает рост этих корней, но одновременно уменьшается и число их с 15 до 11 корней. Исключение N и K по-разному влияет на закладку и рост боковых корней. При исключении N происходит закладка боковых корней, хотя меньше, чем в контроле, но они совершенно не растут. Средняя длина бокового корня в отсутствие N равняется 2 мм. Исключение K вызывает резкое уменьшение в числе боковых корней (почти в 3 раза по сравнению с контролем), не оказывая заметного влияния за время нашего опыта на их рост. В более длительных опытах отсутствие калия, очевидно, сказалось бы не только на закладке, но и на росте боковых корней.

Исключение P из питательной смеси в этом опыте не вызвало заметного изменения в формировании корней. В связи с тем, что вес надземной массы несколько уменьшился, а вес корней увеличился, получилось уменьшение отношения веса надземной массы к весу корней.

В третьем опыте, с понижением и повышением концентрации N, P и K, получились примерно те же результаты, что и в предыдущих опытах (табл. 3).

Таблица 3

№	Варианты опыта	Объем корней 10 проростков, в см ³	Отношение веса надземной массы к весу корней	Число и длина корней одного проростка ячменя						
				корни I порядка (зародыш. и узловые)		корни II порядка (боковые)		общее число корней	общая длина корней, в см	поверх. корней 10 проростков, в см ²
				число	длина	число	длина			
1	НРК (смесь Гель-ригеля)	1,74	5,86	15,2	71,9	125,5	113,2	140,7	185,1	201,1
2	$\frac{1}{10}$ (НРК)	1,42	2,33	12,0	92,2	144,0	69,7	156,0	161,9	169,9
3	$\frac{1}{10}$ (N) РК	1,43	2,47	12,0	80,8	109,2	43,7	121,2	124,5	149,54
4	$N \frac{1}{10}$ (P) K	2,02	4,51	14,0	73,5	112,0	116,2	126,0	189,7	219,38
5	NP $\frac{1}{10}$ (K)	1,50	5,08	15,2	64,3	82,0	89,9	97,2	154,2	170,44
6	5 (НРК)	0,80	6,14	12,2	33,4	53,8	28,8	66,0	62,2	79,04
7	5 (N) РК	1,06	7,48	10,5	38,6	82,2	49,1	92,7	87,7	103,06
8	N 5 (P) K	1,61	5,63	13,2	63,7	128,5	127,0	141,7	190,7	196,38
9	NP 5 (K)	1,43	5,31	11,5	53,5	136,8	130,3	148,3	183,8	184,70

Из приведенных данных необходимо обратить внимание на то, что при повышении концентраций N, P и K сильное отрицательное влияние на формирование и рост корней оказало только увеличение концентрации N. Увеличение в 5 раз дозы N вызвало уменьшение с 15,2 до 10,5 числа зародышевых и узловых корней и сильно задерживало их рост. Еще более вредное действие высокой концентрации N проявлялось в закладке и росте боковых корней (65,5% по числу и 43,37% по длине от контроля). Увеличение концентрации калия, в отличие от уменьшения, не оказало заметного влияния на формирование и рост корней в начальный период развития растений. Изменение концентрации P в питательном растворе не повлияло на образование и рост корней проростков ячменя.

Таким образом, во всех изложенных опытах с ячменем не удалось выявить положительной роли фосфора в формировании и развитии корней. Отличие наших данных от результатов ряда других исследователей (^{3,5,6}) объясняется, очевидно, тем, что в условиях сравнительно непродолжительного опыта растения ячменя обеспечиваются исходным запасом фосфора, который имеется в семенах ячменя.

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

Поступило
18 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. И. Колосов, Сов. агрономия, № 12 (1939). ² И. И. Колосов, ДАН, 33, № 5 (1941). ³ Н. И. Пушкарев, Тр. с.-х. опыт. учр. Дона и Сев. Кавказа, бюлл. № 183 (1925). ⁴ Д. А. Сабинин и И. И. Колосов, Тр. ВИУАА, в. 8 (1935). ⁵ В. И. Сазанов, ЖОА им. Коссовича, 18 (1917). ⁶ Ф. В. Чириков и Е. П. Гусев, Зап. Ворон. с.-х. ин-та, 7 (1927). ⁷ H. Sorokin and A. Sommer, Amer. J. of Bot., 16, №. 1 (1929).