

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. М. ИВАНОВ

**К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЛИСТЬЕВ И КОРНЕЙ  
У МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 24 XI 1952)

Связь растения с окружающей средой, как известно, осуществляется полярно-противоположными органами его — корнями и листьями, посредством которых оно получает необходимые элементы питания. Роль листьев была глубоко освещена еще классическими исследованиями К. А. Тимирязева (1). В отношении же корневой системы долгое время существовали представления, ограничивающие ее роль как органа поглощения воды и минеральных веществ. Лишь в недавнее время установлено, что в корнях растений протекают специфические для данного вида растений реакции синтеза органических соединений азота, обладающих высокой физиологической активностью (2-4). Кроме того, получен ряд фактов, позволивших высказать предположение о синтезе в корнях растений веществ гормонального действия, типа производных нуклеиновых кислот (5). Это указывает на сложность и многообразность функций корневой системы.

Проведенными нами исследованиями функциональных (непаразитарных) заболеваний розовой герани, тунговых, цитрусовых и плодовых деревьев установлено явление связи окислительно-восстановительного режима листьев с деятельностью корневой системы. При проявлении функциональных заболеваний растений, вызываемых ослаблением роста и инактивацией жизнедеятельности корней вследствие неблагоприятных

Таблица 1

Содержание редуцирующих веществ (КЮ<sub>2</sub>) и аскорбиновой кислоты в листьях плодовых деревьев при заболевании их вследствие неблагоприятных почвенных условий

Состояние растений	Редуцирующие вещества		Аскорбиновая кислота	
	в см <sup>2</sup>	в %	в мг%	в %

**Груша Ардампон**

Здоровые . . .	0,48	100	35,7	100
Больные . . .	1,92	400	89,0	249

**Яблоня Пармен [зимний  
золотой**

Здоровые . . .	2,90	100	84,5	100
Больные . . .	6,99	241	178,2	211

Таблица 2

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях и лубе цитрусовых растений при заболевании их вследствие неблагоприятных почвенных условий (среднее для 3 деревьев)

Состояние растений	В листьях		В лубе	
	в мг%	в %	в мг%	в %

**Л и м о н**

Здоровые . . .	193	100	112	100
Больные . . .	255	132	146	130

**А п е л ь с и н**

Здоровые . . .	147	100	75	100
Больные . . .	191	130	160	213

почвенных условий, наблюдается резкое повышение содержания редуцирующих веществ в листьях и других надземных органах. У тунговых деревьев при заболевании было отмечено повышение содержания восстановленного глутатиона (6). У плодовых и цитрусовых деревьев, а также у растений розовой герани, проявление заболевания связано с увеличением количества восстановленной формы аскорбиновой кислоты и общего содержания редуцирующих веществ (см. табл. 1, 2, 3).

Таблица 3

Содержание редуцирующих веществ (KJO<sub>2</sub>) в лубе и листьях цитрусовых растений при заболевании их вследствие неблагоприятных почвенных условий

Состояние растений	В листьях		В лубе	
	в см <sup>3</sup>	в %	в см <sup>3</sup>	в %
<b>Л и м о н</b>				
Здоровые . . .	2,00	100	0,35	100
Больные . . .	3,70	185	0,75	214
<b>М е л а р о з а</b>				
Здоровые . . .	2,50	100	0,55	100
Больные . . .	3,20	128	1,60	291
<b>Б е р г а м о т</b>				
Здоровые . . .	2,45	100	1,10	100
Больные . . .	2,70	110	1,35	123

симости окислительно-восстановительного режима листьев от деятельности корней. В целях подтверждения высказанного предположения проведено выяснение характера изменения содержания редуцирующих веществ в надземных органах в зависимости от условий взаимодействия их с корневой системой. Полученные данные (см. табл. 4) указывают на полярное распределение редуцирующих веществ в растениях. Наибольшее содержание их имеет место в листьях и пониженное — в корнях; в осевых органах надземной части растений содержание редуцирующих веществ по мере приближения к корням постепенно уменьшается.

При ослаблении развития и деятельности корней вследствие неблагоприятных почвенных условий содержание редуцирующих веществ в осевых органах растений по мере удаления от корней возрастает в значительно большей степени, чем у здоровых растений (см. табл. 5).

Определение содержания редуцирующих веществ в одновозрастных побегах мандарина Уншиу, развившихся одновременно на ветках различных порядков ветвления, показало, что с увеличением порядка ветвления редуцирующая активность тканей веток возрастает (см. табл. 6).

В экспериментальных условиях при снижении активности корневой системы также отмечено повышение редуцирующих веществ в листьях и ветках растений. Так например, в проведенных вегетационных опытах установлено, что избыточное увлажнение почвы у растений лимона вызвало повышение содержания редуцирующих веществ через 5 дней на 15%, а через 12 дней на 30% по сравнению с контрольными растениями. При недостаточном азотистом питании у розовой герани содержание редуцирующих веществ в листьях повысилось на 37,5% по сравнению с растениями, получившими полное минеральное питание.

Отмеченное явление позволило допустить наличие закономерной зависимости

Таблица 4

Градиент содержания редуцирующих веществ (KJO<sub>2</sub>) у 2-летних растений бергамота

	В листьях		В лубе	
	в см <sup>3</sup>	в %	в см <sup>3</sup>	в %
Верхушка. Зона поступат. роста . . .	8,40	100	5,67	100
Нижележащий участок побега. Зона вторич. роста . . . . .	7,05	87	4,32	76
Средняя часть побега	2,60	32	1,07	19
Основание побега . . .	—	—	0,85	15
Корень . . . . .	—	—	0,10	1,8

Это указывает, что с ослаблением степени взаимодействия листьев с корневой системой содержание редуцирующих веществ в них повышается. С возрастом порядков ветвления обмен продуктами жизнедеятельности листьев и корней затрудняется в связи с увеличением и усложнением путей их передвижения.

В развилинах веток по лубу их внутренней стороны передвижение редуцирующих веществ замедляется, что ведет к заметному увеличению их содержания здесь по сравнению с внешней стороной (см. табл. 7).

Это подтверждается также резким повышением содержания редуцирующих веществ в листьях и, как следствие, в лубе веток и штамба при нарушении связи листьев с корнями при кольцевании штамба (см. табл. 8).

Из рассмотренного следует, что листья и корни растений полярно различны по напряженности окислительно-восстановительного потенциала. Листья, как указывает высокое содержание в них редуцирующих веществ, имеют низкое напряжение потенциала, корни же, наоборот, отличаются очень высоким напряжением его.

Окислительно-восстановительный потенциал листьев, очевидно, связан с происходящим в процессе фотосинтеза образованием и накоплением в них восстановленных форм ряда окислительно-восстановительных систем, присущих растениям. С усилением активности листьев напряженность их окислительно-восстановительного потенциала снижается. На это указывает уменьшение содержания редуцирующих веществ в листьях вследствие ослабления интенсивности освещения и уменьшения длины дня (см. табл. 9).

Таблица 6

Содержание редуцирующих веществ ( $KJO_3$ ) в одно-возрастных ветках весеннего прироста различных порядков ветвления (манدارин Уншиу)

Порядок ветвления	В листьях		В лубе	
	в см <sup>3</sup>	в %	в см <sup>3</sup>	в %
11-й . . .	1,52	234	0,70	140
9-й . . .	0,95	146	0,66	132
6-й . . .	0,75	115	0,55	110
3-й . . .	0,65	100	0,50	100

Очевидно, процессы жизнедеятельности листьев нормально могут протекать в пределах какого-то оптимального интервала напряжения окислительно-восстановительного потенциала. Но условия и характер процессов жизнедеятельности листа способствуют снижению напряженности потенциала. Удержание его на уровне, свойственном нормальной

Таблица 5

Содержание редуцирующих веществ ( $KJO_3$ ) в лубе веток различных порядков ветвления и корней у здорового и больного деревьев бергамота (в см<sup>3</sup>)

Порядок ветвления	Здоровое дерево	Больное дерево	В % к здоровому
-------------------	-----------------	----------------	-----------------

Луб веток

9-й . . .	0,40	1,57	393
7-й . . .	0,25	0,90	360
5-й . . .	0,10	0,20	200
3-й . . .	0,10	0,15	150
1-й . . .	0,10	0,10	100

Луб корней

—	0,10	0,10	100
---	------	------	-----

освещения и уменьшения

Таблица 7

Содержание редуцирующих веществ ( $KJO_3$ ) в лубе развилин деревьев бергамота

Место взятия луба веток в развилинах	в см <sup>3</sup>	в %
--------------------------------------	-------------------	-----

Однолетние ветки

Внутренняя сторона ветки . . . . .	0,52	140
Внешняя сторона ветки	0,37	100

Двухлетние ветки

Внутренняя сторона ветки . . . . .	0,28	140
Внешняя сторона ветки	0,20	100

жизнедеятельности растения, обеспечивается в результате взаимодействия листьев и корней, посредством обмена продуктами жизнедеятельности этих органов.

Поступающие из корня вещества (ассимилируемые из почвы или продуцируемые в корне в процессе обмена веществ) способствуют повышению напряжения окислительно-восстановительного потенциала листьев и удержанию его на уровне, обеспечивающем нормальную их жизнедеятельность. В результате постоянного взаимодействия листьев и кор-

Таблица 8

Изменение содержания редуцирующих веществ ( $KJO_3$ ) в 2-летних растениях бергамота при кольцевании штамба

	Контрольные		Кольцованные	
	в см <sup>3</sup>	в %	в см <sup>3</sup>	в %
Листья . . .	3,47	187,5	5,12	326,1
Луб веток .	2,20	118,9	3,02	192,4
Луб штамба выше кольца . . . . .	2,10	113,5	2,37	151,0
Луб штамба ниже кольца . . . . .	1,85	100	1,67	100

ней, очевидно, и имеет место отмеченный градиент редуцирующих веществ в растении, указывающий на повышение окислительно-восстановительного потенциала в надземных органах в направлении от листьев к корням. Инактивация деятельности корневой системы теми или иными неблагоприятными условиями вызывает уменьшение напряжения потенциала в листьях и, соответственно, в осевых органах растения. Следствием этого является нарушение нормального хода процесса обмена веществ и проявление функционального расстройств, наблюдаемого при физиологических заболеваниях.

Таким образом, результаты нашего исследования позволяют считать, что корневой системе растений во взаимодействии ее с листьями свойственна функция регулирования окислительно-восстановительного режима последних. Ослабление этой функции вследствие инактивации жизнедеятельности корневой системы ведет к резкому снижению напряженности окислительно-восстановительного потенциала листьев и вследствие этого к расстройству их физиологических функций.

Управление развитием корневой системы и обеспечение ее высокой активности являются основным условием повышения продуктивности и долговечности многолетних растений.

Молдавский филиал  
Академии наук СССР

Поступило  
6 VI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> К. А. Тимирязев, Жизнь растения, Соч., 4, 1938. <sup>2</sup> А. А. Шмук, А. И. Смирнов, Г. С. Ильин, ДАН, 32, № 5 (1941). <sup>3</sup> М. Тушнякова, Рефераты н.-и. работ отд. биол. наук АН СССР за 1944 г., изд. АН СССР, 1945. <sup>4</sup> Г. С. Ильин, ДАН, 59, № 2, № 7 (1948). <sup>5</sup> Д. А. Сабинин, Тимирязевские чтения IX, изд. АН СССР, 1949. <sup>6</sup> С. М. Иванов, ДАН, 73, № 1 (1950).

Таблица 9

Влияние условий освещения на содержание редуцирующих веществ ( $KJO_3$ ) в листьях и лубе веток бергамота и герани

Условия освещения	В листьях		В лубе	
	в см <sup>3</sup>	в %	в см <sup>3</sup>	в %
Бергамот				
Естеств. освещение . . . . .	3,60	100	1,20	100
10-час. день . . . . .	3,52	97,8	0,92	76,7
8-час. " . . . . .	2,80	77,8	0,85	70,8
6-час. " . . . . .	2,45	68,1	0,72	60,0
Герань				
Естеств. освещение . . . . .	—	—	0,22	100
Ослабл. свет . . . . .	—	—	0,15	68
9-час. день . . . . .	—	—	0,10	45