

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ

*В работе рассмотрена биологическая роль и физиологические свойства химических элементов, представлено среднее содержание основных элементов в растениях.*

Известно, что для нормального роста и развития растениям необходимы вода, воздух, свет, тепло и питательные вещества. Эти факторы играют важнейшую роль в жизни растений. Растения способны поглощать из окружающей среды практически все элементы периодической системы Д.И. Менделеева. Между тем для нормального прохождения жизненного цикла им необходимы лишь 17 из них: С, Н, О, N, P, K, Si, S, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Co, Zn, Cu, Mo. Среди этих элементов только 14 являются собственно минеральными, а С, Н, и О поступают в растения преимущественно в виде  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Помимо 17 элементов отдельные культуры положительно отзываются на внесение Al, Na, Cl, F, V, I, Li. Эти элементы принято условно называть необходимыми, поскольку их «необходимость» для всех растений экспериментально окончательно не установлена [6, 8].

Все элементы, входящие в группу «необходимых», физиологически равноценны, а их функции в растениях строго специфичны. Недостаток любого из них приводит к глубокому нарушению обмена веществ и физиолого-биохимических процессов у растений, ухудшению их роста и развития, снижению продуктивности и качества урожая. При остром дефиците элементов этой группы у растений появляются характерные признаки голодания (табл. 1).

Между тем, количественные потребности растения в том или ином элементе резко отличаются. Элементы, содержащиеся в сухой массе растений в количестве, превышающем 0,1%, относятся к макроэлементам (N, P, K, Si), 0,1-0,01% - мезоэлементам (Al, S, Ca, Mg, Fe, Na, Cl), меньше 0,01% - микроэлементами (B, Co, Mn, Cu, Mo, Zn). Кроме того, в растениях встречаются ультрамикроэлементы (V, I, Cd, Ni, Rb, Cs, Sc, F, Cr), обнаруживаемые в количестве менее  $10^{-6}\%$  [5]. Такое деление весьма условно, т.к. содержание элементов в растениях в каждом конкретном случае может подвергаться значительным колебаниям (табл. 2).

Научную основу проблемы биологической роли химических элементов была поставлена В.И. Вернадским. Изучая геохимические превращения в земной коре, он установил, что из-

менения, происходящие в верхних слоях земной коры, оказывают определенное влияние на химический состав живых организмов и протекание в них биохимических реакций, а живые организмы, в свою очередь, обуславливают закономерные миграции химических элементов в природе. В дальнейшем учение о биологической роли химических элементов было развито советскими учеными [10], а также зарубежными учеными [6].

**Таблица 1. Примерная концентрация микроэлементов в зрелых тканях листьев по обобщенным данным для многих видов (мг/кг сухой массы)**

<i>Элемент</i>	<i>Дефицит или меньше, чем установленные необходимые количества элемента</i>	<i>Достаточная или нормальная</i>	<i>Избыточная или токсичная</i>
Ag	-	0.5	5-10
As	-	1-1,7	5-20
B	5-30	10-200	50-200
Ba	-	-	500
Be	-	1-7	10-50
Cd	-	0,05-0,2	5-30
Co	-	0,02-1	15-50
Cr	-	0,1-0,5	5-30
Cu	2-5	5-30	20-100
F	-	5-30	50-500
Hg	-	-	1-3
Li	-	3	5-50
Mn	15-25	20-300	300-500
Mo	0,1-0,3	0,2-1	10-50
Ni	-	0,1-5	10-100
Pb	-	5-10	30-300
Sc	-	0,01-2	5-30
Sn	-	-	60
Sb	-	7-50	150
Ti	-	-	50-200
Tl	-	-	20
V	-	0,2-1,5	5-10
Zn	10-20	27-150	100-400
Zr	-	-	15

**Таблица 2. Среднее содержание основных элементов в растениях**

<i>Название элемента</i>	<i>Среднее содержание элемента в растениях, мг/кг сухого вещества</i>
<b>Макроэлементы</b>	
азот	3000
фосфор	700
калий	3000
<b><u>Микроэлементы</u></b>	
бор	1,0
мель	7,0-20,0
цинк	10,0-40,0
кобальт	0,2-0,4
молибден	10-50
марганец	10-50

А.П. Виноградов [2] и А.И. Войнар [3] связывают биологическую роль и физиологические свойства химических элементов с их физико-химическими особенностями и строением атомов, т.е. местоположением их в периодической системе Д.И. Менделеева. На биологическую роль элементов влияют величина заряда ядра атомов, размеры радиусов атомов и ионов, степень сложности электронных конфигураций, энергия гидратации, значения координационных чисел, наличие сильного электромагнитного поля и т.д.

Ценными источниками микроэлементов являются растения и их препараты. Биологическая роль химических элементов в живом организме очень многогранна. Хотя микроэлементы входят в состав живых организмов в очень малых количествах ( $10^{-6} - 10^{-12} \%$ ), тем не менее крайне необходимы, т.к. их отсутствие приводит к серьезным нарушениям метаболизма. Объясняется это тем, что микроэлементы активируют многие ферментативные процессы (будучи в составе или самих ферментов, или их активаторов), также необходимы для образования некоторых витаминов и гормонов. Известно, что микроэлементы участвуют в процессах биосинтеза важнейших групп биологически активных веществ, таких, как алкалоиды, терпеноиды, сапонины, сердечные гликозиды [11]. Макроэлементы в основном играют роль пластического материала в построении тканей, поддерживают осмотическое давление, рН среды, ионное равновесие, кислотно-щелочное равновесие, состояние коллоидов и т.д.

С созданием измерительной аппаратуры нового поколения, появилась возможность определения в биологических объектах химических элементов почти всей периодической системы Д.И. Менделеева, роль и значение большинства из которых в жизни растений еще предстоит раскрыть.

Значение ряда микроэлементов связано с их присутствием в составе некоторых биологически важных соединений: Mg — в молекуле хлорофилла, Fe — в гемоглобине, P — в нуклеиновых кислотах и ряде белков, I — в гормоне щитовидной железы. Многие катионы металлов входят в состав отдельных ферментов. Известно, что микроэлементы могут быть активаторами или ингибиторами процессов роста, развития растений и регуляции их продуктивности — выступать как компоненты ферментных систем или их кофакторов — недостаток или избыток микроэлементов приводит к ряду эндемий [11]. Такой важный метаболический процесс, как дыхание, управляется каталитической активацией ферментов. Предполагается, что ключевыми элементами в дыхании и многих других физиологических и биохимических процессах растений являются калий, натрий и кальций, а также железо, марганец, медь, магний и цинк [6].

Следует отметить, что для животных и растительных организмов нет вредных (токсичных) и полезных элементов, можно говорить только об их вредных и полезных концентрациях [1].

Химические элементы играют важную роль в возникновении болезней человека и в первую очередь сердечно-сосудистых заболеваний [7], сахарного диабета и т.д. По данным Ермакова и В.В. Ковальского [4] и др. такие элементы, как Mg, Ca, Cr, Cu, Zn, Se, Cd связаны с уровнями заболеваемости и смертности и географическим распространением сердечно-сосудистых заболеваний, тогда как влияние Li, F, Si, V, Mn, I, Hg, Pb на эти заболевания не имеют первостепенной важности.

Известны также эндемические болезни, вызываемые недостатком Co, Zп, I, а также недостатком или избытком Cu, F, Mn, Se [12]. Хотя еще не известны заболевания животных, вызываемые недостатком B, Sr, P, однако установлено, что избыток этих элементов в естественной среде может вызывать эндемические болезни животных и человека.

Установлено, что микроэлементы активно влияют на процессы кроветворения [11]. Большую биологическую роль выполняют химические элементы в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме. Многие микроэлементы оказывают положительное влияние на иммунитет (защитные и приспособительные реакции организма), повышая фагоцитарную активность лейкоцитов, способствуя образованию агглютинов, антитоксинов, а также влияют на проницаемость сосудов и тканей, от чего во многом зависит резистентность организма по отношению к болезнетворным агентам.

Растения служат лучшим источником макро- и микроэлементов и оказывают несомненный терапевтический эффект в лечении человека и животных, т.к. микроэлементы находятся в них в наиболее доступной и усвояемой форме и в наборе, свойственном живой природе в целом [9]. Поэтому микроэлементы необходимо рассматривать как важную составную часть лекарственных препаратов, получаемых из растительного сырья.



## Литература:

1. Алексеенко В.А. Химические элементы в окружающей среде и развитие организмов//Геохимия биосферы. - Матер. 2-й Междунар. совещ. - Новороссийск, 1999. - С. 106-111.
2. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции. - М.-Л., 1949. - С. 24-30.
3. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Высшая школа, 1960. - 544 с.
4. Ермаков В.В. Ковальский В.В. Биологическое значение селена. М.: Наука, 1974. - 294 с.
5. Кабанов Ф.И. Микроэлементы и растения. - М., 1977. - 136 с.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М., 1989. - 439 с.
7. Кактурский Л.В., Бескровнова Н.Н., Кудрин А.Н. и др. Морфологические показатели влияния селена и витамина Е на течение экспериментального инфаркта миокарда.//Кардиология. - 1976. № 11. - С. 31-36.
8. Куркаев В.Т., Шесуджен А.Х. Агрохимия. - Майкоп: ГУРИПП. Адыгся. - 2000. - 552 с.
9. Ловкова М.Я., Рабинович А.М., Пономарева С.М. и др. Почему растения лечат? - М. 1989. - 204 с.
10. Мальгин М.А., Пузанов А.В., Ельчишинова О.А. Тяжелые металлы и мышьяк в дикорастущих лекарственных растениях Алтая.//Сиб.экол. журн. 1995. № 6. Т.2. - С. 510-514.
11. Микроэлементы в обмене веществ растений. - Киев: Наукова думка, 1976. - 189 с.
12. Строчкова Л.С., Сороковой В.И. Влияние соединений фтора на ферменты клетки. Успехи соврем. биол. - 1983. № 2(5). Т. 96. - С. 211-223.