

Х. Г. ВИНОГРАДОВА

СОДЕРЖАНИЕ МОЛИБДЕНА В РАСТЕНИЯХ В СВЯЗИ С ИХ СИСТЕМАТИЧЕСКИМ ПОЛОЖЕНИЕМ

(Представлено академиком А. И. Опариным 7 IX 1953)

В настоящее время явно обнаруживается связь между тонким химическим составом организмов и их положением в эволюционной системе.

В этом направлении был сделан ряд интересных выводов А. П. Виноградовым в его работе: «Химический элементарный состав организмов моря» (1). Придавая большое значение химизму среды, автор показал, что отдельные классы морских организмов, как растений, так и животных, отличаются специфическим свойственным только им химическим составом. Автором приведены многочисленные случаи концентрации химических элементов организмами определенных видов. Например, накопление иода, характерное для водорослей, особенно высоко в определенных семействах и видах. Цинк концентрируется всеми Mollusca, но особенно богаты им представители сем. Ostreidae, например *Ostrea edulis* и др. Медь также концентрируется всеми Mollusca, но концентрация ее особенно высока в Cephalopoda (Octopus). Очень характерно содержание ванадия в асцидиях: в организмах из сем. Ascidiidae и Cionidae оно достигает $n \cdot 10^{-3}$ — $n \cdot 10^{-2}\%$ на живой вес.

Среди отдельных работ и разрозненных случайных данных для животных и растений суши представляет интерес исследование содержания марганца в насекомых А. П. Виноградова (2). Среди сем. Formicidae (муравьи) было подмечено закономерное распределение марганца у разных подсемейств. Особенно много марганца концентрируют виды подсем. Camponotinae, среди которых, в свою очередь, выделяется род Formica и особенно вид *Formica rufa* L., содержащий до $6,5 \cdot 10^{-2}\%$ Mn на живой вес.

А. П. Виноградов дал определение двух типов концентрации химических элементов в организмах (3):

1-й тип. Организмы в местности с высоким содержанием определенного химического элемента все концентрируют его (хотя и в разной степени). Этот тип концентрации встречается, главным образом, на месторождениях определенных химических элементов и может служить поисковым признаком для данного химического элемента.

2-й тип. Среди организмов, обитающих в данной местности с высоким или низким содержанием определенного химического элемента, лишь определенные виды концентрируют этот элемент. Этот второй тип концентрации указывает на физиологическую потребность организма в определенном химическом элементе. Действительно, в таких случаях мы более ясно видим тесную связь между морфологическими признаками вида, его физиологическими особенностями и химическим составом.

При изучении нами, а также рядом австров (4) распределения молибдена в различных растениях выяснилось постоянное обогащение молибденом растений из сем. бобовых (*Leguminosae*), собранных в самых различных частях земного шара. Содержание Mo в бобовых растениях было определено в среднем порядке $5,5 \cdot 10^{-4}\%$ на сухой вес, в то время как среднее содержание Mo для многих других изученных растений равно $4,6 \cdot 10^{-5}\%$ на сухой вес и меньше.

Эта концентрация молибдена *Leguminosae* в настоящее время получила объяснение. Ряд наблюдений показал, что, во-первых, молибден играет роль катализатора процесса азотфиксации клубеньковыми бактериями, живущими на корнях бобовых растений, и, во-вторых, молибден участвует в редукции нитратов в растениях — в его отсутствие не происходит образования белков. Этот процесс редукции особенно важен для бобовых, отличающихся исключительно высоким содержанием азота белков.

Однако все определения содержания молибдена, проведенные до сих пор, относятся, главным образом к травянистым растениям, как культурным, так и дикорастущим. Совершенно не были изучены деревья и кустарники, растущие в субтропиках и тропиках, хотя для некоторых из них было установлено наличие клубеньков на корнях. Без этих данных невозможно говорить о содержании Mo как видовом признаке данного семейства.

По одной из современных систем сем. бобовых (*Leguminosae*), содержащее около 12 000 видов, подразделяется на три подсемейства:

I. *Mimosoideae* Taub., насчитывающее около 500 видов, главным образом тропических деревьев.

II. *Papilionatae* Taub., составляющее главную массу данного семейства — более 10 000 видов, к которым относятся наши травянистые бобы, а также ряд кустарниковых и древесных пород субтропиков.

III. *Caesalpinioideae* Taub., около 900 видов, главным образом растений тропиков и субтропиков, как деревьев, так и кустарников.

Летом 1952 г. нами были собраны семена деревьев и кустарников сем. бобовых в Крыму, а также были получены семена их из Никитского ботанического сада им. В. М. Молотова (Ялта). Среди анализированных растений были растущие на песках непосредственно на берегу моря, на каменистых склонах Ай-Петри и на садовой почве.

Семена растений озолялись и зола переводилась в раствор, как это указано в нашей работе (5).

Молибден был определен в семенах 26 видов бобовых, которые относились ко всем трем подсемействам сем. *Leguminosae*. Полученные данные приведены в табл. 1.

Из рассмотрения этих данных видно, что среднее содержание молибдена в семенах этих древесных и кустарниковых видов высокое — в среднем $4,0 \cdot 10^{-4}\%$ на сухой вес семян.

Сравнение содержания молибдена в растениях отдельных подсемейств показывает характерную особенность распределения Mo .

К сожалению, на основании лишь одного определения для подсем. *Mimosoideae* нельзя делать каких-либо окончательных выводов. Можно только отметить, что содержание молибдена в *Acacia Julib.* близко к верхнему пределу содержания молибдена в бобовых.

Среднее содержание молибдена в семенах подсем. *Caesalpinioideae* не характерно для семейства бобовых — $7,5 \cdot 10^{-5}\%$ на сухой вес.

Средние данные для подсем. *Papilionatae* ($5 \cdot 10^{-4}\%$ на сухой вес) точно совпадают с ранее известными средними данными для травянистых растений этого подсемейства из разных мест земли, приведенными выше.

Мы видим, далее, что содержание молибдена специфично и в пределах более мелких систематических единиц, а именно, группы родов или

Таблица 1

Содержание молибдена в семенах кустарников и деревьев сем. Leguminosae (в % на сух. вес семян)

| Растения | Место сбора | Средн. содерж. Мо в % на сух. вес |
|---|-------------------|---|
| I. Подсем. Mimosoideae Тауб. | | |
| 1. Ленкоранская акация <i>Acacia Julibrissin</i> Durazz. | Никитск. бот. сад | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| II. Подсем. Papilionatae Тауб. | | |
| Колено Genisteae Вронп | | |
| 2. Ракитник сидячелистный <i>Cytisus sessilifolius</i> L. | Никитск. бот. сад | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| 3. Ракитник Гиллебрандта <i>Cytisus Hillebrandtii</i> Brig. | То же | $7 \cdot 10^{-4}$ |
| 4. Дрок испанский <i>Spartium junceum</i> L. | Мисхор | $3,4 \cdot 10^{-4}$ |
| 5. Бобовник анагировидный <i>Laburnum anagyroides</i> Medik | Никитск. бот. сад | $8 \cdot 10^{-4}$ |
| 6. То же | Мисхор | $9 \cdot 10^{-4}$ |
| 7. Бобовник Ватереров <i>Laburnum Watereri</i> | Никитск. бот. сад | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| 8. Дрок этненский <i>Genista aetnensis</i> DC. | То же | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| 9. Петтерия почкочешуйчатая <i>Petteria ramentacea</i> Prsl. | " | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| Колено Galegeae Вронп | | |
| 10. Карагана древовидная <i>Caragana arborescens</i> Lam. | Никитск. бот. сад | $8 \cdot 10^{-5}$ |
| 11. Пузырник древовидный <i>Colutea arborescens</i> L. | Мисхор | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| 12. Аморфа кустарниковая <i>Amorpha fruticosa</i> L. | Никитск. бот. сад | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| 13. Аморфа калифорнийская <i>Amorpha californica</i> Nutt. | То же | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| 14. Глициния китайская <i>Wistaria sinensis</i> Sims (DC.) | Мисхор | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| 15. Глициния великолепная <i>Wistaria frutescens</i> DC. v. <i>magnifica</i> Hering. | Никитск. бот. сад | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| 16. Робиния щетинистоволодая <i>Robinia hispida</i> L. | Мисхор | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| 17. Робиния ложно-акация <i>Robinia pseudacacia</i> L. | Никитск. бот. сад | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| 18. Индигофера <i>Indigofera pulchella</i> | То же | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| Колено Sophoreae Spreng. | | |
| 19. Софора японская <i>Sophora japonica</i> L. | Никитск. бот. сад | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| 20. Софора виколистная <i>Sophora vicifolia</i> Hance | " | $2,8 \cdot 10^{-4}$ |
| III. Подсем. Caesalpinioideae Тауб. | | |
| 21. Иудино дерево <i>Cercis siliquastrum</i> L. | Мисхор | $6 \cdot 10^{-5}$ |
| 22. Цезальпиния Джиллиса <i>Caesalpinia Gilliesii</i> Wall. | Никитск. бот. сад | $6 \cdot 10^{-5}$ |
| 23. Гледичия каспийская <i>Gleditschia caspica</i> | То же | $7 \cdot 10^{-5}$ |
| 24. Гледичия обыкновенная <i>Gleditschia triacanthos</i> L. | " | $8 \cdot 10^{-5}$ |
| 25. То же | Мисхор | $8 \cdot 10^{-5}$ |
| 26. Гледичия японская <i>Gleditschia japonica</i> Miq. | Никитск. бот. сад | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Среднее | | $4,0 \cdot 10^{-4}$ |

колен. Колено Sophoreae, которое Энглером и Прантлем считается переходным к подсем. Caesalpinioideae, содержит $2 \cdot 10^{-4}\%$ на сухой вес, т. е. ниже среднего содержания Мо для подсем. Papilionatae. Самое высокое содержание Мо в растениях из колена Genisteae $9 \cdot 10^{-4}\%$ на сухой вес, в колоне же Galegeae оно в среднем $3 \cdot 10^{-4}\%$ на сухой вес.

Сопоставляя эти данные с содержанием Мо в травянистых растениях из сем. бобовых, надо иметь в виду, что последние относятся к тому же подсем. Papilionatae, но к разным коленам, а именно: Trifolieae, Viciae и Phaseoleae.

В результате мы можем прийти к следующим выводам.

Повышенное содержание молибдена, свойственное травянистым бобовым, подтвердилось также и для деревьев и кустарников подсем. Papilionatae, отличающихся от травянистых растений определенными особенностями в обмене веществ, но также имеющих на корнях клубеньки. Это является, в свою очередь, еще одним доказательством связи между содержанием молибдена и азотфиксацией.

Пониженное содержание молибдена в семенах подсем. Caesalpinioideae служит физиологическим и химическим доказательством в пользу выделения этого подсемейства в самостоятельное семейство по морфологическим признакам. Колено Sophoreae из подсем. Papilionatae, которое по морфологическим признакам является переходным звеном между подсем. Papilionatae и Caesalpinioideae, является средним и по содержанию Мо.

Что касается подсем. Mimosoideae, то очень высокое содержание Мо в *Albizzia Julibrissin* позволяет думать, что виды этого подсемейства богаты Мо, и в этом смысле это подсемейство близко к подсем. Papilionatae.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР

Поступило
18 VI 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 3 (1935); 4 (1937); 6 (1944). ² А. П. Виноградов, ДАН, 14, № 6, 357 (1937). ³ А. П. Виноградов, Почвоведение, № 7, 348 (1945). ⁴ Х. Г. Виноградова, ДАН, 40, № 1, 31 (1943). ⁵ Х. Г. Виноградова, Методы определения микроэлементов, изд. АН СССР, 1950.