

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

УДК 54:631.8

Л.П. Кожевина

Д-ЭЛЕМЕНТЫ: ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, СВОЙСТВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

Значение d-элементов в сельском хозяйстве состоит, прежде всего, в том, что они (медь, марганец, молибден, цинк, кобальт и др.) входят в состав большинства применяемых микроудобрений. Данные элементы играют большую и многообразную роль в жизни растений, животных и человека. Хотя требуемые дозы их чрезвычайно малы, без них живые организмы не могут расти и развиваться.

Микроэлементы активизируют деятельность ферментов, витаминов, гормонов, связаны с синтезом нуклеиновых кислот и белка. Как составная часть ферментов и других соединений, участвующих в регулировании обмена веществ, микроэлементы выполняют определённую физиологическую функцию. Кроме того, микроэлементы способствуют растениям лучше и полнее использовать макроэлементы, усиливать их эффективность. В большинстве почв содержание микроэлементов ниже физиологически обоснованных норм, что снижает продуктивность растений и животных. Этим обусловлена острая необходимость применения микроудобрений для оптимизации питания растений.

Марганец — жизненно важный микроэлемент для растений. Он входит в активные группы многих ферментов. Марганец необходим в дыхании, азотном, ауксиновом и нуклеиновом обменах. Особенно велика роль марганца в реакциях фотосинтеза. Потребность марганцевых удобрений чаще всего проявляется на нейтральных и слабо щелочных почвах.

Молибден прежде всего влияет на азотный обмен. Он принимает непосредственное участие в фиксации атмосферного азота бобовыми растениями и входит в состав фермента нитратредуктазы, восстанавливающего нитраты до аммиака. Молибден вводят в кислые и железистые почвы.

Медь обладает способностью образовывать комплексы соединения с белками, в этом заключается её основная роль. Важные биологические функции она выполняет при вхождении в состав полифенолоксидазы и цитохромоксидазы, связанных с окислительно-восстановительными реакциями в дыхании и фотосинтезе. Кроме того, медь повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, к некоторым бактерицидным и грибковым болезням. Медные удобрения оказывают зна-

чительный эффект на развитие и рост растений на многих торфяных, песчаных и дерново-глеяных почвах.

Кобальт принимает активное участие в реакциях окисления и восстановления. Он входит в состав витамина В₁₂, стимулирует цикл Кребса, оказывает положительное влияние на дыхание и энергетический обмен, а также биосинтез белка и нуклеиновых кислот.

Цинк – участник биохимических реакций, протекающих в растениях и животных, число которых измеряется десятками. Он, являясь амфотерным металлом, участвует в построении большинства ферментов и металлоферментных комплексов. Наиболее важен среди них фермент карбоангидраза, содержащийся в эритроцитах и катализирующий обратимое разложение угольной кислоты. Под влиянием цинка активизируется образование ауксинов и гиббереллинов. При недостатке данного элемента затрудняется дыхание, ухудшается зрение, обоняние, происходит потеря вкусовых ощущений. При недостатке цинка развивается карликовость. Цинковое голодание чаще всего наблюдается у плодовых и citrusовых деревьев, кукурузы, бобовых и др. Необходимость цинковых удобрений наблюдается на песчаных, супесчаных, гравийных и карбонатных почвах.

Следует иметь в виду, что болезни животных и растений от недостатка микроэлементов возникают только при остром дефиците их в почве. Оптимальные концентрации в растениеводческой продукции величины относительные и составляют (мг на 1 кг сухого вещества): для меди – 7-12, марганца – 40-70 (до 100), цинка – 20-40, кобальта – 0,5-1,0, молибдена – 0,6-2,0.

К настоящему времени известно 38 d-элементов. В периодической системе Д.И. Менделеева они входят в состав побочных подгрупп и расположены между активными щелочными и щелочно-земельными металлами (s-элементами) и p-элементами, представляющими в большей своей части амфотерные металлы или неметаллы. На этом основании их часто называют переходными элементами. Характерной особенностью d-элементов является то, что в их атомах заполняются орбитали не внешнего (как у s- и p-элементов), а предвнешнего d-подуровня. У d-элементов валентными являются энергетически близкие 9 орбиталей: 1 s- и 3 p-орбиталей внешнего слоя и 5 d-орбиталей предвнешнего. Поскольку на внешнем слое у d-элементов находятся

1-2 электрона*, то простые вещества, образованные ими, являются металлами.

За немногим исключением d-элементы проявляют переменную степень окисления. Почти для всех d-элементов возможна степень окисления +2 (по числу внешних электронов).

Высшая степень окисления большинства переходных металлов отвечает номеру и группе периодической системы, в которой они находятся. В отличие от подгрупп s- и p-элементов в подгруппах d-элементов с увеличением порядкового номера элемента значение устойчивой степени окисления возрастает.

Вследствие разнообразия степеней окисления для d-элементов очень характерны окислительно-восстановительные реакции. По этой же причине большинство d-элементов имеют соединения, резко отличающиеся по кислотно-основным свойствам.

Например:

+2	+3	+4	+6	+7
$Mn(OH)_2$	$Mn(OH)_3$	$Mn(OH)_4$	H_2MnO_4	$HMnO_4$
		+6		
Основание	Слабое	H_2MnO_3	Кислота	Кислота
средней	основание	Амфотерный	сильная	очень
силы		гидроксид		сильная

Поскольку d-элементы имеют большое количество свободных атомных орбиталей, они обладают способностью к комплексообразованию и выполняют при этом роль комплексообразователя. Причем способность к комплексообразованию у d-элементов в периодах увеличивается слева направо и является максимальной у элементов 8-й группы.

Для d-элементов 3B-7B подгрупп и железа характерны комплексные соединения с лигандами бескислородных и кислородосодержащих кислот. Для восьмой группы, подгруппы меди и цинка весьма характерны ионы, в которых в качестве лигандов выступают молекулы аммиака.

Большинство d-элементов являются малораспространенными. На долю всех d-элементов приходится 5,88% от веса земной коры. Если учесть, что распространенность железа равна 5,1%, а титана – 0,6%, то на остальные d-элементы приходится 0,18%, и они встречаются в основном в сотых (ванадий, хром, марганец, медь) и тысячных (кобальт, цинк) долях процента.

В качестве **удобрений из медных соединений** используют пиритные (колчеданные) огарки, в которых кроме меди (0,3-0,6%) содержатся также другие микроэлементы (цинк, кобальт, молибден).

* Исключение составляет палладий: в его невозбужденном атоме нет s-электронов на внешнем слое.

В качестве марганцовых удобрений применяют отходы обогащения марганцовых руд, содержащие 15-18% марганца; легко растворимый сульфат марганца (II) — отход нефтяной промышленности с содержанием марганца 21-22%, а также марганизированный суперфосфат, включающий 17,5-18% усвояемого оксида фосфора (V) и 1,5-2% марганца.

В качестве молибденовых удобрений применяют молибдат аммония, а также молибденизированный суперфосфат, содер-

жащий 18-20% усвояемого оксида фосфора (V) и 0.05-0,2% молибдена.

В качестве цинковых удобрений применяют различные промышленные отходы, содержащие соли цинка.

Вышеприведенный анализ особенностей химии d-элементов позволяет заключить, что многообразная роль микроэлементов в жизни растений, животных и человека обусловлена их исключительной способностью к комплексообразованию и участию в окислительно-восстановительных процессах.



УДК 556:631.6:631.95:001.891.573

Е.Д. Кошелева,
А.А. Цхай,
К.Б. Кошелев

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ*

1. Математическая модель*

В работе А.А. Цхай, К.Б. Кошелева, Н.Ю. Ким [1] было предложено математическое описание движения подземных и поверхностных вод, основанное на моделях [2-4], которое, во-первых, было бы достаточно полным, во вторых, реализуемым на доступных компьютерах (фактически это наиболее мощные персональные компьютеры) и, в-третьих, позволяло бы в условиях Алтайского края собрать необходимую эмпирическую информацию.

Пространственная схема области решения приведена на рисунке 1, где Г — граница расчетной области, P₁-P₄ — русла рек, B₁-B₂ — водоемы.

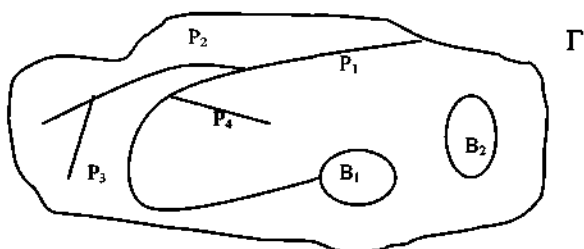


Рис. 1. Пространственная схема области совместного движения подземных и поверхностных вод

Для описания фильтрации грунтовых вод используется уравнение Буссинеска в следующем виде:

$$\mu \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(T_x(x, y, H) \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_y(x, y, H) \frac{\partial H}{\partial y} \right) + V(x, y, t), \quad (1)$$

где x, y — декартовы координаты вдоль поверхности Земли;

t — время;

H — абсолютная отметка уровня подземных вод;

T_x, T_y — проводимости в направлениях x, y соответственно.

$$T_x = \begin{cases} k_x(z_{kp} - z_n), H \geq z_{kp} \\ k_x(H - z_n), z_n < H < z_{kp} \\ 0, H < z_n \end{cases}$$

$$T_y = \begin{cases} k_y(z_{kp} - z_n), H \geq z_{kp} \\ k_y(H - z_n), z_n < H < z_{kp} \\ 0, H < z_n \end{cases}$$

где k_x, k_y — коэффициенты фильтрации в направлениях x, y;

z_n — отметка подошвы слоя;

z_{kp} — отметка кровли слоя.

$$\mu = \begin{cases} \mu^*, H \geq z_{kp} \\ \mu^{**}, H < z_{kp} \end{cases}$$

где μ* — коэффициент упругости горизонта;

μ** — коэффициент гравитационной водоотдачи;

* Исследование выполнялось по гранту Президента РФ для поддержки ведущих научных школ РФ (№ НШ-22.2003.5).