

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра химии

ХИМИЯ

**Теоретический раздел
Лекция
Химия d-элементов**

Биологическая роль важнейших биогенных *d*-элементов

Элементами *d*-блока (или переходными элементами) называются элементы, атомы которых имеют электронную конфигурацию валентных электронов $ns^2 (n-1)d^x$, где x принимает значения от 1 до 10. Исключение составляют серебро, медь, золото, хром, платина и некоторые другие элементы, для которых формула валентного слоя $ns^1 (n-1)d^x$, где x принимает значения 5 или 10. Такое изменение электронной конфигурации атомов связано с электронным проскоком. Элементы *d*-блока расположены в побочных подгруппах I Б – VIII Б; они являются металлами средней и низкой активности, уступая по металличности элементам *s*- и *p*-блоков. Особенностью *d*-элементов является наличие триад, относящихся к VIII Б группе. Триады объединяют металлы с похожими физическими, химическими и даже биологическими свойствами. Например, триада железа включает железо, кобальт и никель, а в состав триады платиновых металлов входят рутений, родий, палладий, а также осмий, иридий и платина.

К важнейшим соединениям *d*-элементов относятся:

- оксиды, которые могут носить основной (например, FeO, MnO), амфотерный (например, ZnO, Fe₂O₃, Cr₂O₃) и кислотный характер (например, CrO₃, Mn₂O₇);
- гидроксиды, проявляющие основные (Fe(OH)₂, Mn(OH)₂), амфотерные (Zn(OH)₂, Cr(OH)₃) и кислотные (H₂FeO₄, HMnO₄) свойства;
- гидриды, большинство из которых имеют переменный состав (например, TiH_{1,7}; TiH_{0,9}).

Платиновые металлы образуют с водородом твердые растворы. Для большинства *d*-элементов характерно многообразие степеней окисления атомов в соединениях. С ростом степени окисления увеличивается кислотность оксидов и гидроксидов, а также возрастают окислительные свойства атомов и их соединений. *d*-Элементы являются лучшими комплексообразователями, так как для них характерны небольшие ионные радиусы и сравнительно высокие степени окисления. Самыми сильными комплексообразователями являются элементы триад. В биосистемах *d*-элементы присутствуют только в форме комплексных соединений с биолигандами.

Биологическая роль важнейших биогенных *d*-элементов. К биогенным элементам *d*-блока относятся железо, кобальт, молибден, медь, цинк и марганец. Они являются микроэлементами, выполняющими в организме многочисленные функции. Существуют определенные диапазоны концентраций, в которых микроэлементы необходимы живым организмам [8]. Избыток этих элементов для организма вреден, тогда как присутствие металлов, не имеющих биологической функции, вредно всегда.

Известно, что вредным является не только избыток, но и недостаток микроэлементов. Благотворный эффект начинается не просто с отсутствия микроэлемента в организме, а с некоторых его концентраций, отвечающих потребности в нем данного организма. Рассматривая физиологические функции микроэлементов, необходимо учитывать их нормальное содержание в организме человека, источники поступления в организм, а также последствия дефицита и токсичность при повышенном содержании в живых системах.

Кобальт содержится в организме взрослого человека в количестве 1–2 мг. Наибольшая концентрация кобальта приходится на печень (0,076–0,201 мг/кг), затем идут почки, поджелудочная железа и селезенка. Кобальт влияет на процессы кроветворения, участвует в обмене веществ, стимулирует образование в крови гемоглобина и эритроцитов, участвует в биосинтезе витамина В₁₂. Недостаток витамина В₁₂ приводит к злокачественной анемии.

Медь содержится в организме в количестве 70–120 мг. Примерно по 30 % содержит в себе печень и мозг, а остальная масса распределена в мышцах, костях, крови и почках. Медь является жизненно важным элементом, который входит в состав многих ферментов, дыхательных пигментов. Она играет значительную роль в осуществлении важнейших физиологических процессов. Недостаток меди может быть причиной частых переломов, так как она является важной составляющей белкового каркаса костей. Дефицит меди грозит любителям полуфабрикатов и чрезмерно рафинированной пищи, а также сторонникам молочной диеты. При недостатке меди характерны быстрая утомляемость, постоянная и беспричинная головная боль, плохое настроение, раздражительность. Недостаток меди может привести к подагре, а избыток – к болезни Вильсона-Коновалова.

Железо – важнейший микроэлемент, содержание которого в организме взрослого человека около 4 г. Из них более половины (около 2,5 г) составляет железо гемоглобина, другая часть данного элемента депонируется в печени, селезенке и костном мозге. Железо принимает участие в кроветворении, дыхании, окислительно-восстановительных реакциях, иммунобиологических процессах. Чрезвычайно важная роль железа в организме человека определяется тем, что оно входит в состав гемоглобина крови и более чем сотни ферментов. Нарушение обмена и дефицит железа в организме приводит к развитию железodefицитной анемии. По данным ВОЗ, низкое содержание железа является одной из наиболее серьезных проблем современности. На земном шаре от дефицита железа страдает 4–5 млрд человек (66–80 % населения Земли). Недостаток железа — один из десяти глобальных факторов риска, являющийся причиной смерти 800 тыс. человек в год. Избыток железа приводит к заболеванию, называемому сидерозом. Чаще всего оно встречается у шахтеров, добывающих гематит (красный железняк, природный оксид железа), а также у рабочих литейных цехов, электросварщиков и др. Заболевание

вызывает железосодержащая пыль, осаждающаяся на легких. Избыточное содержание железа в рационе питания тоже может стать причиной сидероза. Эта болезнь часто встречается у жителей племени банту в Южной Африке (они готовят пищу в железной посуде).

Марганец содержится в костях, печени, почках и сердце; его содержание колеблется от 12 до 20 мг. Он принимает участие в продуцировании и обмене нейромедиаторов в ЦНС, усиливает действие инсулина, поддерживает устойчивость структуры клеточных мембран, принимает участие в синтезе гормона щитовидной железы – тироксина, содействует нормализации энергетического баланса, улучшает работу иммунной системы и необходим для синтеза интерферона. Молибден – биогенный микроэлемент, содержание которого в организме человека составляет около 9 мг. Его основная часть концентрируется в костной ткани, печени, почках, головном мозге, поджелудочной и щитовидной железах и надпочечниках. Молибден выполняет в организме следующие функции: способствует метаболизму белков, жиров и углеводов, активирует ряд ферментов, необходимых для развития и роста организма, укрепляет зубную ткань, защищая зубы от разрушения и способствуя профилактике кариеса, ускоряет распад пуринов и вывод из организма мочевой кислоты.

В норме содержание цинка в организме человека составляет 2–3 г. Большая его часть находится в коже, печени, почках, в сетчатке глаза, а у мужчин, кроме того, в предстательной железе. Цинк входит в состав ферментов и комплексов, обеспечивающих важнейшие физиологические функции организма: синтез белков, заживление ран, активизацию иммунных реакций, стабильность сетчатки и прозрачность хрусталика глаза. По данным ВОЗ, у большей части населения нашей планеты наблюдается дефицит цинка в организме. К р-блоку относятся элементы с общей формулой внешнего энергетического уровня $ns^2 np^x$, где x принимает значения от 1 до 6.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб.пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб.пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.– М.:ООО«Издательство Астрель»,2004.–383с
5. Ким, А.М. Органическая химия: Учеб.пособие/ А. М. Ким. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 971 с.
6. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
7. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
8. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
9. ХИМИЯ. Неорганическая химия:Учебно-методический комплекс: О. В. Поддубная, И.В. Ковалева. – Горки: БГСХА, 2010. – 169 с.
10. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
11. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб.пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.

Дополнительная:

1. Алешин, В.А. Практикум по неорганической химии/ В.А. Алешин[и др.] –М.: Издат. Центр”академия”, 2004. – 384 с.
2. Волков А.И.Метод молекулярных орбиталей: Учеб.пособие / А.И. Волков. – Минск : Новое знание, 2006. – 133 с.
3. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб.пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Высш. шк., 2003. – 96 с.
4. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
5. Жарский, И. М.Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб.пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
6. Зайцев, О. С. Исследовательский практикум по общей химия: Учеб.пособие. / О. С. Зайцев. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 480 с.
7. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков и др. 6-е изд.,стер. М.: Высш. шк., 2007. – 560с.
- 8.Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
- 9.Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
10. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Составители

Поддубная Ольга Владимировна

Ковалева Ирина Владимировна

Мохова Елена Владимировна