

20.3. Загальна і неорганічна хімія

Голова підсекції – проф. О. М. Полумбрик
Секретар підсекції – доц. В. М. Іщенко

Ауд. Ж-320

1 .Взаємозв'язок Цинку і Кадмію в організмі людини

Марина Кіркова, Максим Полумбрик

Національний університет харчових технологій

Вступ. Катіони біогенних елементів є необхідною складовою життєдіяльності людини. Цинк відіграє каталітичну і структурну роль у функціонуванні багатьох ензимів та інших протеїнів. Більш ніж 100 ензимів містять Zn, в тому числі полімераза, Cu-Zn супероксиддисмутаза, карбонангідраза, тощо. В організмі людини Zn другий після Fe за вмістом; в середньому 2-3 г, а в плазмі крові 1 мг/л. До відомих фізіологічних функцій Zn належать ріст, репродуктивна функція, зір, імунологічний захист, синтез інсуліну і колагену, формування і розвиток статевих органів, тощо. На відміну від Fe і Cu цинк існує лише в одній редокс формі (Zn^{2+}). Щоденна потреба організму людини в Zn складає до 15 мг, максимальна – 40 мг. Значну кількість Zn містять продукти тваринного походження – яловичина, печінка, нирки, багато його в продуктах моря – рибі, молюсках (в устрицях до 750 мг/кг). В цих продуктах Zn біологічно доступний на відміну від овочів і фруктів, а також злакових, що характеризуються великим вмістом солей фітинової кислоти – основного інгібітора засвоєння цинку. Гальмують засвоєння Zn в організмі також таніни кави і чаю. Хоча йон Zn^{2+} не приймає участі в окисно-відновних реакціях, добре відомо, що дефіцит Zn збільшує окисний стрес. Тобто Zn виступає в ролі непрямого антиоксиданта.

Результати. Приблизно 2 млрд населення планети страждають від нестачі Zn. Зважаючи на велику кількість функцій Zn в організмі, важко визначити, як дефіцит Zn визначає етіологію людських хвороб. Дослідження останніх років свідчать, що дефіцит Zn збільшує кількість високореакційних похідних кисню, таких як $\cdot OH$, H_2O_2 , $O_2^{\cdot -}$, тощо.

Питання взаємного впливу Zn та інших катіонів біогенних металів на ступінь їх засвоєння організмом людини залишається дискусійним. Одним з найбільш токсичних металів є Кадмій. Він досить поширений у природі і його сполуки являють одну з найбільших загроз для людини і тварин. Основною токсичною дією Cd є

негативний вплив на організм людини за рахунок заміщення ним Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ca^{2+} в метало ензимах і порушення функціонування біологічних структур, що містять SH групи, зокрема протеїнів, ензимів і нуклеїнових кислот. Вважають, що багато аспектів негативної дії Cd пов'язано з його взаємодією з есенціальними макро- і мікроелементами. Вона проявляється головним чином на їх біологічних функціях. Цинк і Кадмій мають багато спільного. Обидва ці елементи знаходяться в побічній підгрупі II групи періодичної системи, мають близькі іонні радіуси, заповнену 3d і 4d відповідно оболонку, стійкі у вигляді іонів Zn^{2+} і Cd^{2+} . Кадмій може заміщувати Цинк в багатьох біологічних процесах. Іони цих металів зв'язуються однаковими протеїнами – альбуміном, металотіоненами, тощо. Однак, спорідненість Cd до S чи N-вмісних лігандів вища, ніж у Zn. Конкуренція у зв'язуванні метало протеїнів залежить від концентрації Cd і Zn в організмі людини. Заміщуючи Цинк, Кадмій впливає на його поглинання, розподілення в тканинах і транспорт в різні внутрішньоклітинні структури, тобто може бути інгібітором активності Zn на різних стадіях його функціонування. Низка токсичних ефектів Cd пов'язана з метаболічними процесами, залежними від Zn, включаючи синтез ДНК, РНК чи протеїнів. Експериментальні дані свідчать про те, що при дефіциті Zn поглинання Кадмію організмом людини зростає. Однак, збагачення харчових продуктів одним лише Zn (до 8 разів вище норми) суттєво не змінює рівень Cd. Лише збагачення харчових продуктів кількома компонентами Fe (II), Zn, Ca/P у оптимальному співвідношенні 1,5/1 призводить до значного зменшення вмісту Cd як у металотіоненах, так і у його засвоєння у вигляді неорганічних солей. Захисний ефект суміші мінеральних елементів проти дії Cd^{2+} пов'язаний насамперед із впливом іонів Fe^{2+} .

Харчовий мінеральний статус впливає як на засвоєння Cd організмом людини і на його токсичні прояви. Ті сполуки, які впливають на біодоступність мінеральних елементів, наприклад фітати, харчові волокна, будуть впливати на поглинання Cd і його акумуляцію в організмі людини. Знайдено, що токсична дія Кадмію на гепатоцити послаблюється при одночасному введенні Cr, Mn, Zn, Fe, на токсичність Cd і As негативно впливає наявність антиоксидантів у харчових продуктах. За фізіологічно нормальних концентрацій, коли мікроелементи у великій мірі витрачаються в процесі біохімічних перетворень, суттєвої конкурентної взаємодії між ними за активні центри білків не визначено.

Висновки. Захисною дією великих концентрацій Zn в харчових продуктах при інтоксикації Cd і його акумуляції можна модулювати метаболізм Cd. Особливо важлива роль збагачення харчових продуктів Цинком в промислових районах України, які характеризуються гіперкадміозом.

Література:

1. І.М. Трахтенберг, І.С. Чекман, В.О. Линник та ін. Взаємодія мікроелементів : біологічний, медичний та соціальний аспекти. – Вісник НАНУ. – 2013. - №6. – с. 11-20.
2. M. Brzoska, J. Moniuszko-Jakoniuk. Interaction between Cadmium and Zinc in the organism. – Food and Chem. Technology. – 2001. – №39. – p. 967-980.
3. М.Д. Тронько, М.О. Полумбрик, В.М. Ковбаса та ін. Біологічна роль Цинку і необхідність забезпечення адекватного рівня його споживання людиною. – Вісник НАНУ. – 2013. – №6. – с. 21-31.