

ЛЕКЦІЯ №14

Вплив важких металів та інших хімічних елементів на життєдіяльність мікроорганізмів

Важкі метали потрапляють в стічні води, у водоймища – моря, озера, річки, водосховища.

Встановлення критеріїв якості води і норм вмісту в ній іонів важких металів засноване на обліку загальної концентрації металів у водній фазі.

Але важливо враховувати і валентність, і форми з'єднань металів. Приклад: метил ртуті і Hg^0 , валентність Cr^{6+} і Cr^{3+} .

Зниження токсичності металів в жорсткій воді для риб пов'язане з Ca^{2+} , він пригнічує надходження останніх в організм через зябра і через утворення гідроокисів і комплексоутворення.

Важкі метали, які пригнічують життєдіяльність:

1) блокують ферментні системи, реагуючи з сульфідними групами ключових ферментів;

2) руйнують цілісність клітинних стінок;

3) зміна морфології клітин і клітинного метаболізму, бактеріостаз.

При визначенні ефекту дії важких металів на організм частіше враховується їх виживання, загибель і у меншій мірі такі показники як рост, розмноження, поведінка. Використовують LC_{50} – концентрація токсиканта, при якій гине 50% особин.

Семенов, Ховричев (1979) – встановили, що Zn і Mn інгібують біохімічні реакції. Найчутливіше до впливу даних металів «вузьке місце».

Цинк є специфічним інгібітором синтезу білка.

Мідь зв'язується в основному з клітинною поверхнею.

Вважається, що ртуть і мідь руйнують дифузійний бар'єр і тим самим сприяють видаленню з клітини калія.

Останнім часом відомо 60 біохімічних реакцій, що протікають під впливом одновалентних катіонів, і в більшості випадків калій – найбільш активний іон. І втрата калія призводить до відмирання клітини. Для водоростей і рослинних клітин втрата калія веде до припинення фотосинтезу.

Мідь – проявляє свою токсичність при досить низьких концентраціях. Синьо-зелені водорості чутливіші, ніж зелені водорості. Мідь сприяє виділенню антибіотиків бактеріями *Pseudomonas* і *Alteromonas*. Це пов'язано з руйнуванням клітинної стінки і виділенню назовні антибіотика.

Кадмій – володіє незвичайною кумулятивною токсичністю по відношенню до живих організмів, міцно зв'язується з низькомолекулярними білками тканин тварин і бактерій. Біомаса водоростей зменшується в 48 разів при концентрації CdCl 0,05 мг/л і в 137 разів при 0,5 мг/л. Риби гинуть при 0,1–0,5 мг/л, концентрація 0,0026 мг/л – робить нерухомими. У людей викликає ломкість кісток.

Цинк – діатомові водорості гинуть при 250 мг/л. Раки гинуть від інактивації дихальних ферментів. Концентрація в крові в 1000–10 000 більше, ніж у воді.

Хром – Cr^{6+} – дуже токсичний. Дихання ґрунту значно знижується. Грампозитивні бактерії ростуть при дуже високих концентраціях, грамнегативні – чутливіші.

Срібло – пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів тим, що руйнує мембрану цитоплазми.

Свинець – гриби дуже швидко гинуть; є бактерії, які живуть при сотнях мг/л. Пригнічує в ґрунті розкладання целюлози і перебіг процесів круговороту вуглецю.

Миш'як – не важкий метал, проте дуже токсичний. 12 мг/л викликає смерть у людей. Токсичність дії на клітину пов'язана з конкуренцією його з фосфатом в процесі транспорту в клітині. Арсенат також відомий як відокремлювач субстратного фосфорилювання.

Селен – у тварин і людини викликає порушення координації рухів, болі в черевній порожнині, водяний пронос і загибель, здуття. Порушуються гліколіз, фосфорилювання, обмін амінокислот. У організмі селен включається в обмін сірки, замінюючи її і виводячи з організму. При патології обміну сірки в організмі йде випадання волосся, розм'якшення копит у тварин. Низька кількість білків в їжі підсилює дію селену.

Талій – поки немає повного пояснення механізму токсичної дії. Метіонін, цистин, біотин захищають тварин від хронічного отруєння.

Ртуть – в стоках хлорних, паперово-деревообробних заводів. Бактерії *Vibrio* дуже сильно конденсують ртуть, *Pseudomonas* – менше. По ланцюгу бактерії–найпростіші–риби. Ртуть зв'язується з сульфгідрильними групами, блокуючи життєво важливі ферменти. Дуже токсична для війчастих найпростіших.

Відновлення мікроорганізмами неорганічних акцепторів електронів.

За анаеробних умов описано відновлення NO_3^- , As (V), MnO_2 . Перхлорат (ClO_4^-) відновлює *Vibrio dechloraticus* до хлоридів.

Ps. hiendocins } відновлюють нітрати, сульфати;
stutzeri } Fe (III), Mn (IV).

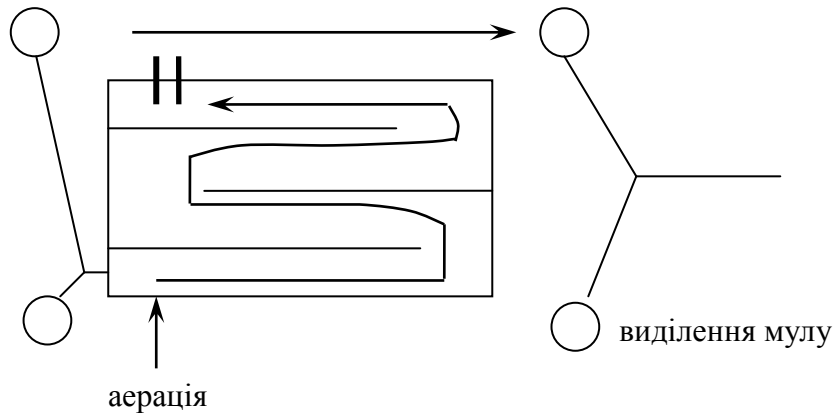
Відновлюють Cr (VI), Se, Ti, As, Hg, Mo.

Романенко і Кореньков (1975) виділили культуру *Ps. dechromaticans* Cr(VI); Cr(III) при pH = 8–9. Хімічне відновлення протікає при pH=2–3. Може розвиватися при 100 мг/л.

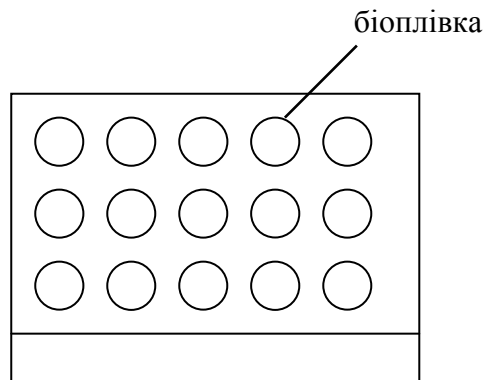
Лямлікова, Лебедева (1979) виділили з кар'ярів *Ps. chromatophyta*. 1925 р. Львівін – відновлення селену, оксидів.

Селениста SeO_3^- , селенова $\text{SeO}_4^- \rightarrow \text{Se}^0$. Відновлення проводиться широким колом мікроорганізмів. Процес йде до відновлення Se^0 в центрі колоній.

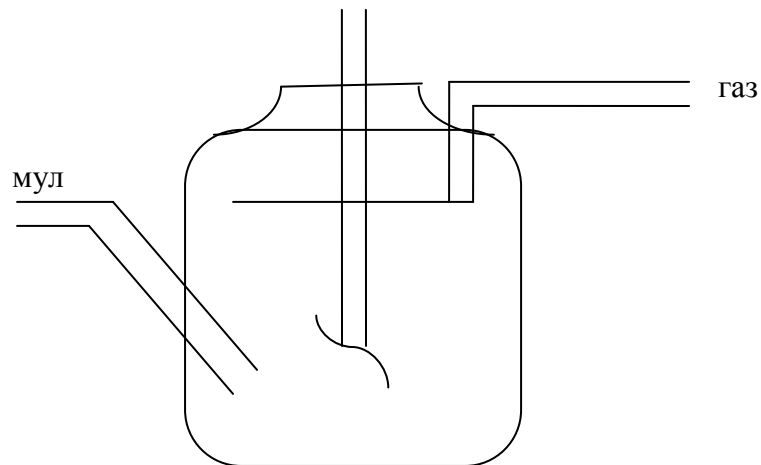
TeO_4^- і $\text{TeO}_3^- \rightarrow \text{Te}^0$ йде в клітинах дріжджів *Schizosacharomyces pombe*.



Біофільтр



Метантенк



Активний мул – скупчення бактерій, найпростіших, водоростей.

Існує думка, що зооглейна основа флоку продукується бактерією *Zooglea ramigera*.

Основні бактерії активного мула: *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Microbacterium*, *Brevibacter*, *Bacillus*.