# Вступ

Біотехнологія металів [metal biotechnology] - технологія витягання металів з руд, концентратів, гірських порід і розчинів з використанням мікроорганізмів або їх метаболітів (продуктів обміну в живих клітинах). В області біогідрометалургії найбільш вивчені і освоєні процеси купчастого і підземного вилуговування міді, цинку, урану і інших металів з бідних (забалансових) руд. Собівартість міді, що отримується цим способом, в 1,5-2 рази нижче за відомі технології. У процесах чанового вилуговування металів біотехнологія металів застосовується при переробці тих, що миш'яковистих Аї- і Sn-містящих Cu-Zn концентратів, які неможливо переробляти традиційними способами. Біотехнологічні схеми замкнуті, що знижує або виключає забруднення довкілля.

До нових тенденцій в розвитку біотехнології металів слід віднести збагачення гірських порід і руд, напр, бокситів, сульфідизацію окислених руд, біосорбцію металів з розчинів. Використання бактерійно-хімічних способів дозволяє розширити сировинні ресурси, забезпечити комплексність використання сировини без створення складних гірничодобувних комплексів, автоматизувати процеси, підвищити продуктивність праці і культуру виробництва, вирішити багато проблем охорони довкілля.

# 1. Біонеметали і біометали

У біологічних процесах бере участь велике число хімічних сполук, утворених різними елементами періодичної системи. Організми тварин і рослин складаються із складних речовин, що включають в свій склад як елементи-неметали, так і елементи з металевими властивостями. З неметалів особливо важливу роль грають вуглець, водень, кисень, азот, фосфор, сірка, галогени. З металів до складу тварин і рослинних організмів входять натрій, калій, кальцій, магній, залізо, цинк, кобальт, мідь, марганець, молібден і деякі інші.

Для того, щоб оцінити співвідношення кількостей хімічних елементів, що входять до складу живих організмів, корисно розглянути вміст біоелементів в організмі «середньої» здорової людини (вага 70 кг). Встановлено, що на 70 кг маси людини доводиться 45,5 кг кисню (тобто більше половини маси), вуглецю-12,6, водню - 7,0, азоту - 2,1 кг, приблизно стільки ж фосфору. Кальцію в людині 1,7 кг, калію - 0,25, натрію - 0,07 кг, магнію - 42 г, залоза - лише 5 г (хіміки жартують, що заліза в людині вистачить лише на один цвях), цинку - 3 г. Останніх металів в сумі менше, чим 1 г. Зокрема, міді - 0,2 г, марганцю - 0,02 г. [4,c.12]

Цікаво, що входження хімічних елементів до складу живих організмів не залежить яким-небудь простим чином від їх розповсюдженості. Дійсно, хоча найбільш поширений на землі елемент - кисень - є найважливішою складовою частиною з’єднань, що складають рослинні і тваринні організми, такі розповсюджуванні елементи, як кремній і алюміній, в їх склад не входять, а відносно мало поширені кобальт, мідь і молібден виконують важливу біологічну роль. Слід зазначити також, що серед біоелементів, тобто елементів, що грають важливу роль в будівництві живого організму і в процесах підтримки його життя (обмін речовин, метаболізм), знаходяться ті, що дуже сильно розрізняються по своїх хімічних властивостях, розмірах часток і електронній будові метали і неметали. Наприклад, серед біометалів (їх часто називають «металами життя») є елементи, створюючи іони з благородногазової електронною «підкладкою», несхильні до проявлення змінної валентності (Na+, K+, Mg2+, Са2+). Разом з цим є серед біометалів і елементи з 18-електронною (Zn2+) або недобудованої 18-електронною «підкладкою» (Cu2+, Co2+, Fe2+, Fe3+, Мо(V), Мо(VI)). Останні схильні змінювати міру окислення в ході обміну речовин.

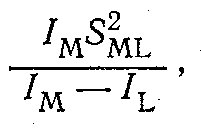
Серед перерахованих біометалів є елементи, створюючі переважно іонні (Na, До) і ковалентні зв'язки (Мо, Zn); сильні комплексообразователі, такі, як Fe3+, Co2+, Cu2+, Zn2+. Проте і менш міцні комплекси, утворені, наприклад, іонами Са2+, Mg2+, Mn2+, грають важливу біологічну роль, і навіть іони щелочних металів (Na+, К+) в метаболічних процесах залучаються до утворення комплексів (за участю макроциклічних лігандів). Встановлено, що велике значення мають розміри іонів металів, що беруть участь в процесах метаболізму [1, c. 64].

Так, наприклад, не дуже велика різниця у величинах іонних радіусів Na+ (0,98 А) і К+ (1,33 А) обумовлює дуже велику різницю в радіусах гідратованих іонів. Це наводить до неоднакової ролі іонів Na+ і К+ в процесі метаболізму: Na+ - позаклеточний, а К+-внутріклітинні іони. Саме розміри іонів, а також характерного для даного іона типа хімічного зв'язку визначають, на які іони може заміщатися той або інший іон в процесі метаболізму. Встановлено, що іони К+ можуть заміщатися в живих тканинах на крупні однозарядні катіони лужних металів (Rb+, Cs+), а також на схожі по розмірах іони NH4+ і Т1+. Навпаки, відносно маленький іон Na+ може заміщатися лише на Li+. Інтересно, що обмін на іони Cu+ не відбувається, мабуть, із-за схильності Cu+ до утворення ковалентних зв'язків, хоча розміри Cu+ і Na+ схожі.

Дуже поважно, що іони Mg2+ і Са2+ в біосистемах не заміщають один одного. Це зв'язано, як вважають, з більшою ковалентністю зв'язку Mg2+ з лігандами в порівнянні з Са2+. Ще більш ковалентні зв'язки з лігандами утворює Zn2+, він не заміщається на Mg2+, хоча близький до нього по величині іонного радіусу.

Згідно до Б. Яцимірському, оцінку іоності і ковалентності зв'язків іонів біметалів з лігандами доцільно проводити слідкуючим чином. Іонність зв'язку пропорційна відношенню квадрата заряду іона до величини іонного радіусу. Це відношення для більшості іонів знаходиться в межах від 1 до 5. Лише для берилію це відношення аномально велике і складає 11,7. Саме з цим зв'язують високу токсичність іона Ве2+.

Ковалентність зв'язку металл-лиганд, по Яцимірському, можна оцінити як відношення



де Iм і Il - потенціали іонізації (валентних станів) металу і лиганда відповідно; Sml - інтеграл перекривання орбіталей, що взаємодіють при утворенні ковалентного зв'язку. Ковалентність біометалів, охарактеризована в такий спосіб, зазвичай зміняється в інтервалі 20-135. При малій ковалентності зв'язку найбільше стійкими виявляються з'єднання іонів металів з кислородом. У міру зростання ковалентності усе більш стійкими з’являються з'єднання із зв'язком метал-азот і, особливо, із зв'язком метал-сера. Таку ж кореляцію дає класифікація Пірсону, згідно якої «жорстка» кислота з'єднується з «жорсткою» підставою,, а «м'яка» кислота - з «м'якою» підставою [2,c.24].

Біонеорганічна хімія розглядає не лише ті елементи і їх з'єднання, які присутні в нормально функціонуючому живому організмі, але і ті елементи (і їх з'єднання), які, не будучи складовою частиною здорового організму, можуть надавати на нього те або інша дія, потрапляючи в організм ззовні. Йдеться про взаємодії живого організму з отруйними речовинами, попавшими в організм випадково або що накопичилися в нім, наприклад, в результаті неправильної роботи тих або інших органів (похідні свинцю, кадмію, ртуті і ін.).

Треба враховувати, що дуже важливим є дозування різних елементів і їх з'єднань в живому організмі. Доведено, що один і той же елемент може позитивно впливати на організм в цілому і одночасно бути сильною отрутою в разі його передозування. Вже згадувалося, що цинк належить до найважливіших біометалів: іони Zn2+ входять до складу декількох десятків ферментів, каталізуючих протікання життєво важливих процесів. В той же час установлено, що при дуже високому вмісті Zn2+ в тканинах він оказує канцерогенна дія.

Прикладом того ж типа може бути селен, який, взагалі говоря, не зараховують до біометалів. Проте останнім часом установлено, що зменшення вмісту селену в їжі, споживаній людиною за день, з 0,3-0,5 міліграмом (Японія) до 0,1-0,2 міліграма (США, ФРН) наводить до різкого зростання числа ракових захворювань грудної залози у жінок (більш ніж в 5 разів). Вважають, що низький зміст селену в харчових продуктах, що виробляються в країнах з високорозвитою хімічною промисловістю, пов'язано з великим змістом в атмосфері з'єднань сірки, що витісняють селен з природних об'єктів. У Японії брак селену в їжі менший, оскільки багато харчових продуктів, витягуваних з моря, містять велику кількість селену.

У завдання біонеорганическої хімії входить вивчення будови і біологічної ролі неорганічних з'єднань. Ці дослідження проводять різними фізико-хімічними методами, а також методами біології і біохімії, що включають і математичне моделювання. Біонеорганічні дослідження мають першорядну вагу для вирішення завдань медицини, охорони довкілля, неорганічної технології. Далі ми коротко розглянемо властивості і будову деяких лигандів, що грають найважливішу роль в біології, зокрема з'єднання, закомплексовиваючі біометали, а потім перейдемо до характеристики властивостей найважливіших біонеорганічних з'єднань і їх ролі в процесах життєдіяльності тварин і рослин.

# 2. Напрямки розвитку біотехнології

Біоніка – це використання секретів живої природи з метою створення досконаліших технічних пристроїв. У широкому сенсі біотехнологія – це використання живих організмів і біологічних процесів у виробництві, тобто виробництво необхідних для людини речовин з використанням досягнень мікробіології, біохімії і технології.

У біотехнології використовуються бактерії, мікроорганізми і клітки різних тканин. На мікробіологічних заводах мікроорганізми вирощуються у величезних кількостях в апаратах «ферментерах» – циліндр, судина з неіржавіючої сталі. У ферментер подається стерильне живильне середовище, до якого вноситься культура мікроорганізму (наприклад, дріжджів). Вміст інтенсивно перемішується, в нього подається кисень, підтримується оптимальна температура для зростання кліток. Спеціальні датчики дозволяють автоматам стежити за рН середовища, вмістом хімічних речовин, температурою і так далі Після закінчення процесу ферментації клітки відділяють від рідини за допомогою апаратів і використовують їх для виділення необхідних речовин.

В даний час період розвитку біотехнології можна охарактеризувати наступними рисами:

1) Все частіше використовуються не самі клітки мікроорганізмів, а виділені з них ферменти.

Наприклад, дисахарид лактоза – молочний цукор – для більшості людей корисний, але деякі дорослі люди взагалі не можуть пити молоко через те, що лактоза, що міститься в нім, не розщеплюється через відсутність ферменту - галактозідази. У Африці цією недугою страждають цілі племена.

Безлактозне молоко можна отримати за допомогою ферменту лактази. Виробництво такого молока налагоджене, наприклад, з Італії.

2) Друга область – розширення діяльності біотехнології.

Зараз біотехнологічними методами виготовляють не лише харчові продукти, але і вітаміни, антибіотики, гормони, ряд інших ліків, а також незамінні амінокислоти. Людина, наприклад, не може існувати без триптофану, фенилаланина, лізину, треонина, валіну, метіоніну, лейцину і ізолейцину. Дітям потрібний і аргінін.

Останніми роками з'явилося нове джерело їжі – білок одноклітинних, який отримують з мікроорганізмів. Його можна використовувати на корм худобі замість продуктів.

Біотехнологія проникла у виробництво металів. У нашій країні розроблена технологія бактерійно-технічного способу витягання золото і срібло з бідних цими металами порід. Біометалургія економічно вигідна і виключає забруднення довкілля.

Особливий напрям біотехнології – медицина. Наприклад, гормон зростання секретується передньою долею гіпофіза. При недоліку гормону – карликовість. Раніше цей гормон отримували з гіпофіза трупів, а зараз отримують з кишкової палички і по біологічній активності цей гормон не поступається гормону гіпофіза. З незавершених грибів отриманий препарат циклоспорін, який використовується при трансплантації органів для придушення імунних реакцій (відторгнення тканин).

3) Третя область – генна інженерія.

Потрібні штами мікроорганізмів виходять не лише відбором випадково виникаючих мутацій, але і вставкою плазмид з відповідними генами.

Біотехнологія дозволила отримувати бактерії з властивостями раніше не бувалими. Одне з досягнень генної інженерії – це перенесення генів, що кодують синтез інсуліну у людини, в клітки бактерій. Раніше цей гормон отримували з підшлункової залози тварин, частіше за свиней. В даний час отриманий інсулін за допомогою кишкової палички – це 1-й генно-інженерний білок.

Також удалося перенести в клітки бактерій ген інтерферону, який утворюється у відповідь на вірусну інфекцію. Можливо, що замість бактерій можна використовувати дріжджі.

З 30-х років дослідники стали займатися виділенням з бактерій і грибів природних речовин з антибіотичними властивостями, тобто здатних або пригнічувати зростання, або зовсім вбивати інші мікроби. Найбагатше джерело антибіотиків – організми, що живуть в грунті. З грибів актиноміцетів можна отримати 1500 антибіотиків. Понад 50 широко застосовується в практиці. До їх числа відносяться стрептоміцин, хлорамфенікол і антибіотики тетрациклінового ряду. У медицині використовують метод гібридизації кліток – зливання різних кліток в одну.

Наприклад, ракові клітки і лімфоцити. Гібрид здатний продукувати антитіла і швидко розмножуватися. Використовують як сироватку в аналізах і лікуванні.

Генна інженерія.

Cукупність методів, що дозволяють в пробірці переносити генетичну інформацію з одного організму в іншій. Перенесення генів дає можливість долати міжвидові бар'єри і передавати окремі спадкові ознаки одних організмів іншим. МЕТА здобуття кліток, в промислових масштабах напрацьовувати деякі білки.

1.Плазміди.

Найбільш поширеним методом генної інженерії є метод здобуття рекомбінантних (що містять чужорідний ген) плазмід, які є кільцевими, дволанцюжковими молекулами ДНК, що складається з декількох пар нуклеотидів. Кожна бактерія окрім основної, не покидаючої клітку молекули ДНК (5\*106 пар нуклеотидів), може містити декілька різних плазмід, якими вона обмінюється з іншими бактеріями. Плазміди є автономними генетичними елементами, реплицирующимися в бактерійній клітці не в той же час, що основна молекула ДНК. Плазміди несуть важливі для бактерії гени, як гени лікарської стійкості. Різні плазміди містять різні гени стійкості до антибактеріальних препаратів.

Велика частина таких препаратів (антибіотиків) використовується як ліки при лікуванні захворювань людини і домашніх тварин.

Бактерія, що має різні плазміди, набуває стійкості до антибіотиків, солей важких металів. При дії певного антибіотика на бактерійні клітки плазміди, що додають стійкість до нього, швидко поширюються серед бактерій, зберігаючи їм життя.

Потужним елементом генної інженерії є відкриті в 1974 ферменти – рестрікціонні ендонуклеази, або рестріктази (обмеження).

Бактерійні клітки виробляють рестріктази для руйнування чужорідної (фагової) ДНК, що необхідне для обмеження вірусної інфекції.

Рестріктази взнають певні послідовності нуклеотидів (сайти – ділянки пізнавання) і вносять симетричні, розташовані навскоси один від одного розриви в ланцюгах ДНК на рівних відстанях від центру сайту. В результаті на кінцях кожного фрагмента рестріктированної ДНК утворюються короткі одноцепочні «хвости», які називають липкими кінцями [2,c.112].

2. Методи генної інженерії.

Для здобуття рекомбінантної плазміди ДНК однією з плазмід розщеплюється вибраною рестріктазою. Ген, який потрібно ввести в бактерійну клітку, розщеплюють з ДНК хромосом людини за допомогою рестріктази, тому його «липкі» кінці є комплементом нуклеотідним послідовностям на кінцях плазмід. Ферментом лигазой «склеюють» обоє шматка ДНК в результаті виходить рукомбінантна кольцева плазміда, яку вводять в бактерію E. coli. Всі нащадки цієї бактерії (клони) містять в плазмідах чужорідний ген. Весь цей процес називають клонуванням.

# Висновок

Таким чином, технологія витягання металів з руд, концентратів, гірських порід і розчинів з використанням. В області біогідрометалургії найбільш вивчені і освоєні процеси купчастого і підземного вилуговування міді, цинку, урану і інших металів з бідних (забалансових) руд. Собівартість міді, що отримується цим способом, в 1,5-2 рази нижче за мідь, отриману з використанням відомих технологій. У процесах чанового вилуговування металів біотехнологія застосовується при переробці тих, що миш'яковистих Аu- і Sn-содержащих метаколлоїдних Cu-Zn концентратів, які неможливо переробляти традиційними способами. Біотехнологічні схеми замкнуті, що істотно знижує або виключає забруднення довкілля.

До нових тенденцій в розвитку біотехнології металів відносяться збагачення гірських порід і руд (наприклад, бокситів), сульфидизацию окислених руд, біосорбцію металів з розчинів. Використання бактеріологічно-хімічних способів дозволяє розширити сировинні ресурси, забезпечити комплексність використання сировини без створення складних гірничодобувних комплексів, автоматизувати процеси, підвищити продуктивність праці і культуру виробництва, вирішити багато проблем охорони довкілля.

# Список літератури

1. Ленський А.С. Біофізична і біонеорганічна хімія: Навчальний посібник для вузів / А.С. Ленський, І.Ю. Белавін, С.Ю. Билінкин. - М.: Медичне інформаційне агентство, 2008. - 416 с.
2. Загальна хімія. Біофізична хімія. Хімія біогенних елементів: підручник для вузів. / Ю.А. Ершов [і ін.]; під ред. Ю.А. Ершова. - Ізд.2-е, испр. і доп. - М.: Вища школа., 2000. - 560 с.
3. Загальна хімія. Біофізична хімія. Хімія біогенних елементів: підручник для вузів. / Ю.А. Ершов [і ін.]; під ред. Ю.А. Ершова. - Ізд.4-е, испр. і доп. - М.: Вища школа., 2003. - 559 с.
4. Практикум по загальній хімії. Біофізична хімія. Хімія біогенних елементів: навчальний посібник для вузів / А.В. Бабков [і ін.]; під ред. С.А. Попкова, А.С. Бабкова. - Ізд.2-е, перераб.и доп. - М., 2001.- 236 с.
5. Практикум по загальній хімії. Біофізична хімія. Хімія біогенних елементів: навчальний посібник для вузів / А.В. Бабков [і ін.]; під ред. С.А. Попкова, А.С. Бабкова.- Ізд.3-е, перераб. - М.: Вища школа, 2006. - 239 с.
6. Яцимірський К.Б. Вступ в біонеорганічну хімію / До.Б. Яцимірський. – Київ.: Наукова думання, 1976. – 144 с.