



УДК 579.266.4

## ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ КЛІТИН *DESULFUROMONAS ACETOXIDANS* ЗА ВПЛИВУ ФЕРУМ (III) ЦИТРАТУ Й АРГЕНТУМ НІТРАТУ

**О. Д. Масловська, С. О. Гнатуш, О. І. Білий, О. Р. Цап, К. Б. Новицька**

Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: [Sosnovska.olga@yandex.ua](mailto:Sosnovska.olga@yandex.ua)

*Desulfuromonas acetoxidans* – облигатно анаеробні сіркобактерії водних осадових середовищ, здатні до  $\text{Fe}^{3+}$ -дисиміляційної редукції. Досліджено вплив ферум (III) цитрату і аргентум нітрату на питому активність каталази та вміст відновленого глутатіону під час вирощування клітин *D. acetoxidans* на середовищі з фумаратом за відсутності сірки. За внесення ферум (III) цитрату в середовище культивування питома активність каталази зростала зі збільшенням концентрації солі та тривалості культивування. Максимальна питома активність каталази спостерігалася на четверту добу культивування за концентрації солі металу 5 мМ. За впливу ферум (III) цитрату вміст відновленого глутатіону збільшувався на другу добу культивування за концентрації солі металу 1 мМ. Найвищу питому активність каталази за внесення аргентум нітрату виявлено на другу добу вирощування бактерій за впливу всіх досліджуваних концентрацій солі металу. Вміст відновленого глутатіону за впливу аргентум нітрату змінювався залежно від часу культивування та концентрації металу. Максимальний вміст відновленого глутатіону спостерігали за концентрації  $\text{AgNO}_3$  6 мкмоль на другу добу культивування.

**Ключові слова:** відновлений глутатіон, каталаза, сіркобактерії, *Desulfuromonas acetoxidans*, ферум, аргентум.

### ВСТУП

Властивість бактерій *Desulfuromonas acetoxidans* використовувати  $\text{S}^0$ , Fe (III) і Mn (IV) як акцептори електронів при окисненні органічного карбону забезпечує їхню особливу адаптацію до змін довкілля. Ці бактерії є одними із перших мікроорганізмів, для яких показана здатність отримувати енергію для свого росту поєднанням повного окиснення органічних сполук із відновленням  $\text{Mn}^{4+}$  чи  $\text{Fe}^{3+}$  у процесах дисиміляційної Mn (IV) - чи Fe (III) редукції [7]. Бактерії, які здійснюють дисиміляційну Fe (III) редукцію, здатні відновлювати Ag (I) до Ag (0). Досліджено здатність близькоспоріднених до *D. acetoxidans* штамів *Geobacter metallireducens* та *Shewanella putrefaciens* CN32 відновлювати Ag (I) до Ag (0). Для *S. putrefaciens* CN32 показана здатність формувати наночастинки срібла у процесі дисиміляційної Fe (III) редукції під час росту на ярозиті срібла [8, 12]. Дослідження механізмів відновлення Ag (I)

за участі бактерій має значення для розуміння механізмів мікробної резистентності до цього металу та принципів формування наночастинок срібла [12].

Відомо, що іони металів зі змінною валентністю спричиняють утворення активних метаболітів кисню (АМК). Іони феруму (III) в середовищі для культивування бактерій стимулюють утворення пероксидних радикалів та органічних активних метаболітів, таких як пероксил ( $\text{ROO}^-$ ) і алкоксил ( $\text{RO}^-$ ) радикали, що суттєво підвищує активність їхньої антиоксидантної системи захисту [9]. АМК призводять до модифікації амінокислотних залишків і окиснення сульфгідрильних груп у білках, розриву пептидних зв'язків, втрати металу в металопротейнах, деполімеризації нуклеїнових кислот, точкових мутацій та окиснення полісахаридів і ненасичених жирних кислот [3]. Щоби протидіяти шкідливому впливу АМК, багато анаеробних мікроорганізмів виробили системи захисту. До таких систем належать класичні ферменти антиоксидантного захисту – супероксиддисмутаза та каталаза – і унікальні – десульфорофродоксин, рубредоксин і рубреритрин. Такі ферменти були виявлені у облигатно анаеробних сульфатредуквальних мікроорганізмів *Desulfovibrio gigas* [6].

Зазвичай оксидативний стрес у анаеробних мікроорганізмів спричинений впливом супероксид аніон-радикала ( $\text{O}_2^-$ ) та  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Одним із ключових ферментів антиоксидантного захисту є каталаза. Цей ензим зумовлює двоелектронне відновлення  $\text{H}_2\text{O}_2$  до води і кисню, використовуючи пероксид водню як донор електронів [3]. Іншою важливою ланкою антиоксидантного захисту анаеробних мікроорганізмів є глутатіонзалежна антиоксидантна система, яка об'єднує три глутатіонзалежні ферменти: глутатіонпероксидазу, глутатіонредуктазу і глутатіонтрансферазу. Центральне місце системи займає трипептид глутатіон, що має і власну антиоксидантну активність [6].

Бактерії роду *Desulfuromonas*, подібно до інших бактерій, що відновлюють сірку, мають унікальний метаболізм. Відомо, що бактерії *D. acetoxidans* здатні ферментувати L-малат, етанол, ацетат, пропіонат, сукцинат, фумарат і бутанол. Вони також відновлюють розчинний ферум (III) цитрат і Fe (III) у комплексі з нітрилацетатною кислотою [10]. За вирощування клітин *D. acetoxidans* у середовищі, яке містить елементарну сірку як акцептор електронів та іони перехідних металів, відбувається відновлення сульфору до сірководню, який зв'язується з іонами металів, утворюючи нерозчинні осади, що зумовлює детоксикацію цих металів.

Досліджено вплив важких металів на питому активність каталази та вміст відновленого глутатіону у клітинах *D. acetoxidans*. Для цих досліджень клітини *D. acetoxidans* вирощували на середовищі Постгейта С, яке містило лактат як джерело карбону і елементарну сірку як акцептор електронів. Показано, що ферум (III) хлорид гексагідрат і манган (IV) оксид за низьких концентрацій необхідні для нормального функціонування *D. acetoxidans*, у результаті чого вміст глутатіону в клітинах суттєво не змінюється. На думку авторів, підвищення тривалості впливу металів, ймовірно, зумовлює порушення фізіологічних і метаболічних процесів клітин, наслідком чого є посилення синтезу досліджуваного трипептиду як одного із механізмів захисту клітин у відповідь на дію стресових чинників навколишнього середовища [1]. Також досліджено вплив  $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$  на активність каталази бактерій *D. acetoxidans* [11]. Показано, що внесення солі металу призводить до зростання питомої активності каталази. Збільшення тривалості культивування у присутності іонів Fe (III) зумовлює зростання каталазної активності. Найвищу питому активність каталази спостерігали за концентрації 0,5 мМ  $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ , а збільшення концентрації солі металу до 2,5 мМ спричиняло зниження питомої активності ферменту [1].

За вирощування клітин *D. acetoxidans* у середовищі без додавання сульфурі ацептором електронів можуть виступати іони Fe (III) та Ag (I), які відновлюються відповідно до Fe (II) та Ag (0). За цих умов утворення сірководню не відбувається, тому іони металів не випадають в осад у вигляді сульфідів металів. Відомо, що розчинні форми металів у середовищі культивування можуть викликати оксидативний стрес у бактерій.

Метою роботи було дослідити питому активність каталази та вміст відновленого глутатіону у клітинах *D. acetoxidans* за впливу ферум (III) цитрату й аргентум нітрату під час вирощування на середовищі, яке містить фумарат як джерело карбону без внесення сірки в інкубаційне середовище.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досліджень використовували бактерії *Desulfuromonas acetoxidans*, виділені з озера Яворівське, одержані в чистій культурі й ідентифіковані на кафедрі мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка [4]. Бактерії вирощували протягом чотирьох діб на модифікованому середовищі Постгейта С за різних концентрацій ферум цитрату (1, 2, 3, 4, 5 мМ) й аргентум нітрату (2, 4, 6, 8, 10 мкмоль). Як джерело карбону використовували фумарат. У контроль солей металів не вносили. Після другої, третьої та четвертої діб вирощування клітини відмивали 0,9%-ним розчином NaCl, ресуспендували в охолоджену буфері (50 мМ калій-фосфатний буфер, рН 7,5,  $10^{-5}$  М етилендіамінтетраоцтова кислота,  $10^{-5}$  М фенілметилсульфонілфторид) і руйнували на ультразвуковому гомогенізаторі УЗДН-2Т при 22 кГц протягом 5 хв при 0°C. Уламки клітин відокремлювали центрифугуванням при 12–15 тис. об/хв і температурі 4°C протягом 30 хв на центрифугі ЦР–2. Для визначення вмісту відновленого глутатіону до 1 мл отриманого супернатанту вносили 2 мл 1,5 мкМ дитіонітробензойної кислоти в 0,1 М калій-фосфатному буфері рН 7,0 та 1 мл дистильованої води [1]. Оптичну густину одержаного розчину вимірювали на спектрофотометрі СФ-46 при довжині хвилі 412 нм. Вміст відновленого глутатіону в клітинах обчислювали за формулою:

$$C = \frac{E_{412}}{l \cdot \varepsilon \cdot B},$$

де:  $C$  – вміст відновленого глутатіону, ммоль/г клітин;  $E_{412}$  – оптична густина розчину при довжині хвилі 412 нм;  $l$  – довжина оптичного шляху, 1 см;  $\varepsilon$  – молярний коефіцієнт екстинкції,  $13\,600\text{ M}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ ;  $B$  – біомаса клітин, г/л.

Для визначення активності каталази реакційна суміш містила 2,8 мл 0,5%  $\text{H}_2\text{O}_2$  та 0,1 мл розведеного у  $n$  разів безклітинного екстракту (1 мг білка/мл) клітин. Час інкубації – 5 хв. Реакцію зупиняли 1,0 мл 6%  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ . Контролем була проба, яка містила  $\text{H}_2\text{O}$  замість безклітинного екстракту [1].

Активність ферменту розраховували за формулою:

$$A = \frac{\Delta E_{412} \cdot 4 \cdot n}{110,6 \cdot t \cdot V \cdot C},$$

де:  $A$  – активність ферменту, мкмоль/хв×мг білка,  $\Delta E_{410}$  – різниця між  $E_{410}$  проби; 4 – загальний об'єм реакційної суміші, мл;  $n$  – розведення, разів; 110,6 – коефіцієнт, визначений за калібрувальною кривою;  $t$  – час інкубації, хв;  $V$  – об'єм безклітинного екстракту, внесеного в реакційну суміш, мл;  $C$  – концентрація білка у пробі, мг/мл.

Біомасу визначали за мутністю розведеної суспензії клітин фотометруванням на фотоелектроколориметрі КФК-3 ( $\lambda=395$  нм, оптичний шлях – 3 мм) і розраховували за формулою:

$$C = \frac{\Delta E_{395} \cdot n}{K},$$

де:  $C$  – біомаса клітин, г/л,  $E_{395}$  – екстинція при 395 нм,  $n$  – розведення, разів,  $K=0,65 \pm 0,15$  – коефіцієнт перерахунку, отриманий ваговим методом при визначенні біомаси.

Вираховували основні статистичні показники за безпосередніми даними (середнє арифметичне –  $M$ ; стандартна похибка середнього арифметичного –  $m$ ). Для оцінки достовірності різниці між статистичними характеристиками двох альтернативних сукупностей даних обчислювали коефіцієнт Стьюдента. Достовірною вважалася різниця при показнику достовірності  $P > 0,95$  [2]. Статистичне опрацювання результатів проводили, використовуючи програму Origin.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

Досліджено вплив різних концентрацій ферум (III) цитрату й аргентум нітрату на ріст сірковідновлювальних бактерій *D. acetoxidans* (рис. 1, А, Б). Ферум (III) цитрат вносили у концентраціях 1, 2, 3, 4 та 5 мМ. У контрольне середовище солі металу не вносили. За внесення ферум (III) цитрату в концентрації 3 мМ біомаса знижувалася на 35%, порівняно з контролем на четверту добу культивування. Внесення ферум (III) цитрату в концентрації 5 мМ спричиняло зниження нагромадження біомаси на 22% на четверту добу культивування, порівняно з контролем.

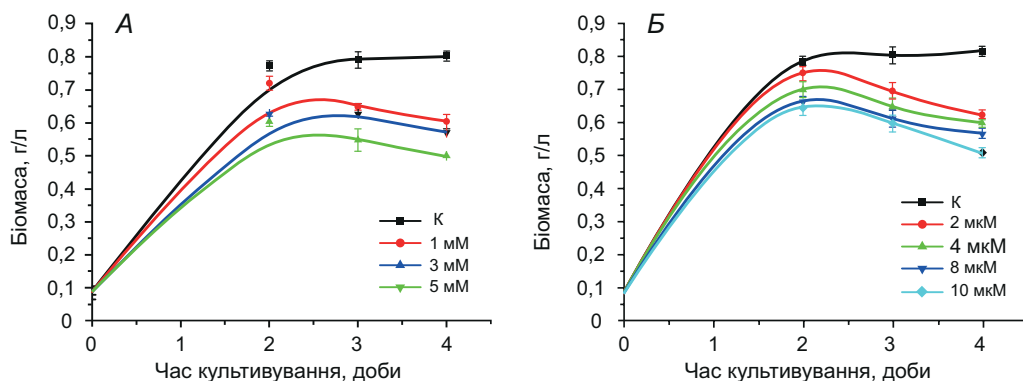


Рис. 1. Вплив різних концентрацій ферум (III) цитрату (А) й аргентум нітрату (Б) на нагромадження біомаси бактерій *D. acetoxidans*

Fig. 1. Concentration-dependent effect of ferrum (III) citrate (A) and  $\text{AgNO}_3$  (B) on growth of *D. acetoxidans* bacteria

Для дослідження впливу аргентум нітрату на ріст бактерій *D. acetoxidans* використовували такі концентрації солі металу: 2, 4, 6, 8, 10 мкМ. За внесення аргентум нітрату в концентрації 2 мкМ спостерігали зниження біомаси на 12 і 21%, порівняно з контролем, на третю та четверту доби культивування. Внесення 10 мкМ аргентум нітрату спричиняло зниження нагромадження біомаси на 35%, порівняно з контролем на четверту добу росту. Дані концентрації ферум (III) цитрату (1–5 мМ) й аргентум нітрату (2–10 мкМ) використовували для подальших досліджень.

Досліджено питому активність каталази за впливу різних концентрацій ферум (III) цитрату й аргентум нітрату протягом 4 діб культивування. Показано, що питома активність каталази не залежить від фази росту культури. Так, питома активність каталази практично не змінювалася протягом чотирьох діб культивування у середовищі без внесення металів. Внесення ферум (III) цитрату зумовлювало зростання питомої активності каталази за усіх досліджуваних концентрацій. Зростання концентрації солі металу спричиняло підвищення питомої активності каталази. На третю добу вирощування клітин у середовищі з внесенням 1 та 2 мМ ферум (III) цитрату питома активність каталази зростала відповідно в 1,7 та 4,6 разу, порівняно з контролем, а внесення солі металу у концентрації 3 та 5 мМ спричиняло зростання питомої активності ферменту в 4,8 і 6,4 разу, порівняно з контрольним зразком. Максимальна активність ферменту спостерігалася на четверту добу росту культури, за концентрації 5 мМ ферум (III) цитрату в середовищі, і становила  $59,3 \pm 7,25$  мкмоль/хв х мг білка (рис. 2, А). Питома активність каталази також зростала зі збільшенням часу культивування за внесення усіх досліджуваних концентрацій ферум (III) цитрату. Очевидно, зі збільшенням тривалості впливу ферум (III) цитрату на клітини *D. acetoxidans* активність каталази підвищується, що, ймовірно, пов'язано з утворенням активних радикалів кисню, зокрема пероксиду гідрогену за дії досліджуваної солі металу. Встановлено, що наявність іонів феруму в середовищі культивування бактерій стимулює утворення пероксидних радикалів, що суттєво підвищує активність їхньої антиоксидантної системи захисту [5].

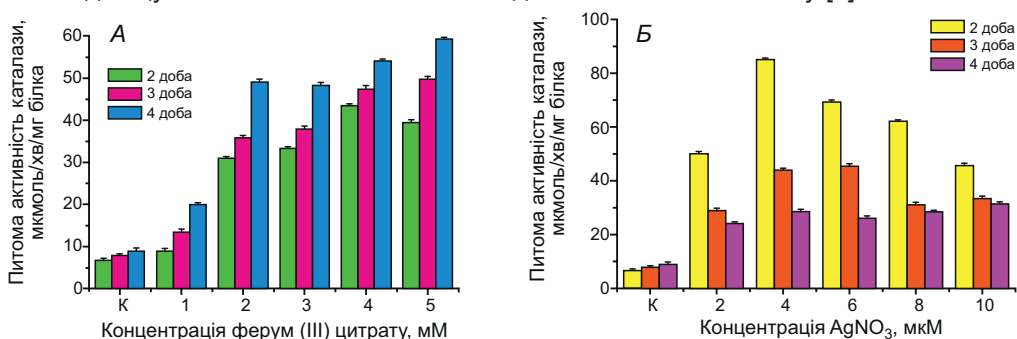


Рис. 2. Питома активність каталази клітин *D. acetoxidans* за впливу ферум (III) цитрату (А) й аргентум нітрату (Б) протягом чотирьох діб культивування

Fig. 2. Specific catalase activity of *D. acetoxidans* cells under the influence of ferrum (III) citrate (A) and AgNO<sub>3</sub> (B) during four days cultivation

Внесення різних концентрацій аргентум нітрату в середовище культивування спричиняло підвищення питомої активності каталази порівняно з контрольним зразком (рис. 2, Б). Питома активність каталази за внесення аргентум нітрату змінювалася залежно від часу культивування та концентрації металу. Найвищу питому активність ензиму за впливу всіх досліджуваних концентрацій солі металу виявлено на другу добу вирощування бактерій. Питома активність каталази на третю добу культивування знижувалася, порівняно з другою добою. На четверту добу культивування питома активність каталази була нижчою порівняно з третьою добою, однак майже не змінювалася за усіх досліджуваних концентрацій аргентум нітрату. Максимальну активність каталази ( $85,2 \pm 4,96$  мкмоль/хв/мг білка) спостерігали за концентрації 4 мМ солі металу на другу добу культивування бактерій, а подальше зростання концентрації аргентум нітрату спричиняло зниження питомої активності каталази.

Досліджено вміст відновленого глутатіону у клітинах *D. acetoxidans* за впливу різних концентрацій ферум (III) цитрату й аргентум нітрату (рис. 3, А). Внесення ферум (III) цитрату спричиняло збільшення вмісту відновленого глутатіону в клітинах, порівняно з контрольним зразком. Найвищий рівень відновленого глутатіону спостерігали на другу добу культивування за усіх досліджуваних концентрацій ферум (III) цитрату. На третю та четверту доби вміст відновленого глутатіону знижувався, порівняно з вмістом цієї сполуки на другу добу, однак був вищим, ніж у контрольному зразку. Максимальний вміст трипептиду був зафіксований на другу добу культивування за концентрації ферум (III) цитрату 1 мМ і становив  $7 \pm 0,79$  ммоль/г клітин.

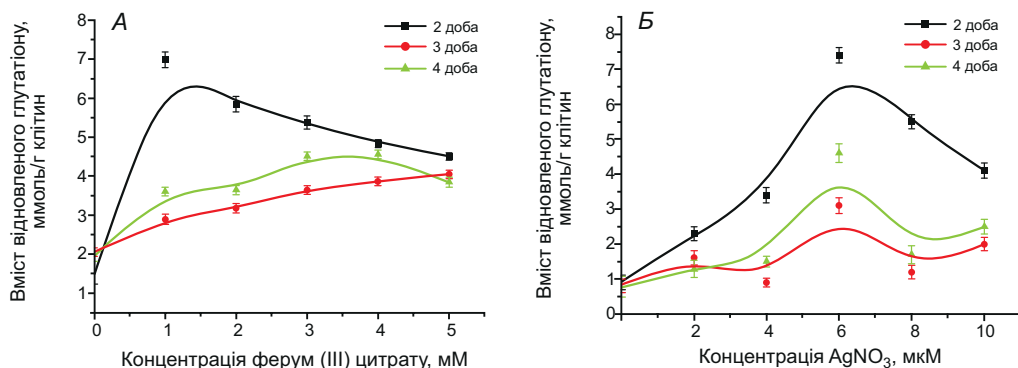


Рис. 3. Вміст відновленого глутатіону у клітинах *D. acetoxidans* за впливу ферум (III) цитрату (А) і  $\text{AgNO}_3$  (Б) протягом чотирьох діб культивування

Fig. 3. Reduced glutathione content in *D. acetoxidans* cells under the influence of ferrum (III) citrate (A) and  $\text{AgNO}_3$  (B) during four days cultivation

Внесення різних концентрацій аргентум нітрату в середовище культивування зумовило зростання вмісту глутатіону в клітинах *D. acetoxidans*, порівняно з контрольним зразком. Вміст відновленого глутатіону за впливу аргентум нітрату змінювався залежно від часу культивування. Так, на другу добу культивування було зафіксовано максимальне значення вмісту відновленого глутатіону, а подальше культивування спричиняло зниження вмісту цього трипептиду в клітинах. Також вміст відновленого глутатіону змінювався залежно від концентрації аргентум нітрату. За концентрації солі металу 2–6 мкМ спостерігали зростання вмісту трипептиду, однак збільшення концентрації до 10 мкМ спричиняло зниження вмісту відновленого глутатіону. Максимальний вміст ( $7,4 \pm 0,65$  ммоль/г клітин) відновленого глутатіону спостерігали під час росту клітин у середовищі з внесенням 6 мкМ  $\text{AgNO}_3$  на другу добу культивування (рис. 3, Б).

## ВИСНОВКИ

Досліджено вплив ферум (III) цитрату і аргентум нітрату на питому активність каталази та вміст відновленого глутатіону. Внесення аргентум нітрату в середовище культивування спричиняло зростання питомої активності каталази вже на другу добу. Збільшення тривалості впливу аргентум нітрату спричиняло зниження питомої активності каталази. Показано, що на четверту добу культивування питома активність каталази була нижчою, порівняно з другою і третьою добами, і майже не змінювалася за різних концентрацій аргентум нітрату. Однак невідомо, чи цей ефект пов'язаний з інгібуванням синтезу каталази, чи з пригніченням активності ферменту.

Вміст відновленого глутатіону за впливу аргентум нітрату і ферум (III) цитрату змінювався залежно від часу культивування та концентрації солей металів. Так, максимальний вміст відновленого глутатіону спостерігали на другу добу культивування за впливу і аргентум нітрату, і ферум (III) цитрату. Подальше культивування у присутності цих солей металів спричиняло зниження вмісту відновленого глутатіону.

За внесення різних концентрацій ферум (III) цитрату питома активність каталази зростала за збільшення часу культивування та концентрації солі металу. Вміст відновленого глутатіону за впливу ферум (III) цитрату змінювався залежно від часу культивування та концентрації металу. Отримані дані узгоджуються з результатами досліджень впливу ферум (III) хлорид гексагідрату на питому активність каталази та вмісту відновленого глутатіону за вирощування клітин *D. acetoxidans* у середовищі з лактатом натрію і елементарною сіркою.

1. *Vasiliv O., Hnatysh S.* Вплив сполук феруму та мангану на вміст глутатіону у клітинах сірковідновлювальних бактерій *Desulfuromonas acetoxidans*. **Біологічні студії / Studia Biologica**, 2011; 5(1): 5–10.
2. *Лакін Г.Ф.* **Биометрия**. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
3. *Меньшикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К.* **Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты**. М.: Слово, 2006. 556 с.
4. *Чайка О., Перетятко Т.* Сірковідновлювальні бактерії водойм Язівського сіркового родовища. **Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Сер. Біол.**, 2010; 28: 52–55.
5. *Barton L., Hamilton W.* Sulfate-Reducing Bacteria. **Environmental and Engineered Systems**. New York, USA: Cambridge University Press, 2007. 558.
6. *Derek L.* Dissimilatory Fe(III) and Mn(IV) Reduction. **Adv. Microbial. Physiol**, 2004; 49: 246–259.
7. *Derek L.* *Geobacter metallireducens* gen. nov. sp. nov., a microorganism capable of coupling the complete oxidation of organic compounds to the reduction of iron and other metals. **Arh. Microbiol**, 1993; 159: 336–344
8. *Fareleira P., Santos B.* Response of a strict anaerobe to oxygen: survival strategies in *Desulfovibrio gigas*. **Microbiology**, 2003; 149: 1513–1522.
9. *Papanikolaou G., Pantopoulos K.* Iron metabolism and toxicity. **Toxicology and Applied Pharmacology**, 2005; 202: 199–211.
10. *Paulsen J., Kroger A., Thauer R.* ATP-driven succinate oxidation in the catabolism of the *Desulfuromonas acetoxidans*. **Arh. Microbiol**, 1986; 144: 78–83.
11. *Vasylyv O., Hnatysh S.* Effect of transition metal compounds on catalase activity of sulfur-reducing bacterial *Desulfuromonas acetoxidans* cells. **Visnyk of the Lviv University. Series Biology**, 2011; 57: 207–215.
12. *Weisener C.* Microbial dissolution of silver jarosite: examining its tarce metal behaviour in reduced environments. **J. Geomicrobiol**, 2008; 25: 415–424.

## PARAMETERS OF ANTIOXIDATIVE SYSTEM OF *DESULFUROMONAS ACETOXIDANS* UNDER THE INFLUENCE OF IRON (III) CITRATE AND SILVER NITRATE

**O. Maslovska, S. Hnatysh, O. Bilyy, O. Tsap, K. Novitska**

*Ivan Franko National University of Lviv, 4, Hrushevskyyi St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: Sosnovscka.olga@yandex.ua*

*Desulfuromonas acetoxidans* are obligative anaerobic sulfur bacteria of the aquatic sedimental environments that are able to Fe<sup>3+</sup>-dissimilative reduction. The influence of

various concentrations of ferric (III) citrate and silver nitrate on specific catalase activity and reduced glutathione synthesis by *D. acetoxidans* cells has been determined under their cultivation with fumarate addition and with absence of sulfur. Specific catalase activity increased with enhancing of ferric (III) citrate concentration and duration of bacterial cultivation under the addition of this salt. Under the influence of ferric (III) citrate, maximal catalase activity has been observed on the fourth day of cultivation with addition of 5 mM of investigated metal salt. Under the influence of ferric (III) citrate, increasing in reduced glutathione content has been observed on the second day of bacterial growth with addition of 1 mM of investigated metal salt. The highest specific catalase activity was determined on the second day of bacterial growth under the influence of all concentration range of investigated metal salt. The reduced glutathione content under silver nitrate exposure varied depending on the cultivation time and metal concentration. The maximum reduced glutathione content has been observed on the second day of bacterial growth under the effect of 6  $\mu\text{M}$  of  $\text{AgNO}_3$ .

**Keywords:** reduced glutathione, catalase, sulfur bacteria, *Desulfuromonas acetoxidans*, ferrum, argentum.

#### ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ КЛЕТОК *DESULFUROMONAS ACETOXIDANS* ПРИ ВЛИЯНИИ ФЕРРУМ (III) ЦИТРАТА И АРГЕНТУМ НИТРАТА

О. Д. Масловская, С. А. Гнатуш, О. И. Билый, О. Р. Цап, К. Б. Новицкая

Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина  
e-mail: Sosnovska.olga@yandex.ua

*Desulfuromonas acetoxidans* – облигатно анаэробные серобактерии водных осадочных сред, способные к  $\text{Fe}^{3+}$ -диссимильационной редукции. Исследовано влияние различных концентраций феррум (III) цитрата и аргентум нитрата на удельную активность каталазы и синтез восстановленного глутатиона при выращивании клеток *D. acetoxidans* в среде с фумаратом в отсутствие серы. При добавлении феррум (III) цитрата в среду культивирования удельная активность каталазы возрастала с увеличением концентрации соли металла и продолжительности культивирования. Максимальная удельная активность каталазы наблюдалась на четвертые сутки культивирования при концентрации соли металла 5 мМ. При влиянии феррум (III) цитрата содержание восстановленного глутатиона увеличивалось на вторые сутки культивирования при концентрации соли металла 1 мМ. Наивысшую удельную активность каталазы определили на вторые сутки выращивания бактерий при воздействии всех исследуемых концентраций соли металла. Содержание восстановленного глутатиона при воздействии аргентум нитрата изменялось в зависимости от времени культивирования и концентрации металла. Максимальное содержание восстановленного глутатиона наблюдали при концентрации  $\text{AgNO}_3$  6 мкМ на вторые сутки культивирования.

**Ключевые слова:** восстановленный глутатион, каталаза, серобактерии, *Desulfuromonas acetoxidans*, феррум, аргентум.

Одержано: 31.10.2012