

Мікробіологія

УДК 579.22:576.32/36;579.238

ЗМІНИ ВМІСТУ СІРКИ У КЛІТИНАХ ПУРПУРОВИХ СІРКОБАКТЕРІЙ
THIOCAPSA SP. ЗА РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ОСВІТЛЕННЯ

С. Лаврик, С. Гнатуш

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

e-mail: soft_lavryk@email.ua

Пурпурові сіркові бактерії роду *Thiocapsa* використовують водень сульфід у процесі аноксигенного фотосинтезу як донор електронів. Як проміжний продукт у їхніх клітинах накопичується елементарна сірка, що надалі може окислюватися до сульфатів. Інтенсивність світла є одним із чинників, які впливають на метаболізм фототрофів, а отже і на утворення сірки бактеріями *Thiocapsa* sp. Виявлено, що найбільше внутрішньоклітинної сірки досліджувані мікроорганізми накопичували за освітлення інтенсивністю 100–200 люкс на четверту добу росту. За високих значень інтенсивності освітлення бактерії *Thiocapsa* sp. містили менше сірки, проте активніше використовували її у фотосинтетичному процесі.

Ключові слова: пурпурові сіркові бактерії *Thiocapsa* sp., внутрішньоклітинна сірка, інтенсивність освітлення.

Бактерії роду *Thiocapsa* належать до родини *Chromatiaceae* і є типовими представниками мікрофлори біотопів із підвищеним вмістом сірководню, оскільки використовують його як донор електронів у процесі аноксигенного фотосинтезу. У цих бактерій проміжним продуктом асиміляції сірководню та інших відновлених сполук сірки є елементарна сірка, яка є резервним донором електронів і може використовуватися ними за дефіциту або за відсутності екзогенного джерела електронів [2, 3, 8].

Пурпурові сіркові бактерії заселяють багаті на сірководень анаеробні зони прісних і солоних водойм, де вони найчастіше розвиваються на глибині 10–15 м як у водній товщі, так і на поверхні підводних предметів чи мулу. Завдяки наявності бактеріохлорофілів *a* і *b*, вони ефективно використовують короткохвильову ділянку спектру, оскільки довгохвильове світло проникає на такі глибини у незначних кількостях, що, у свою чергу, обумовлено як його низькою проникністю, так і ефективною асиміляцією синіх і червоних променів водоростями і ціанобактеріями, що заселяють верхні шари водної товщі [10, 12, 14].

Інтенсивність світла та його спектральний склад не лише визначають місце фототрофів у структурі мікробних угруповань таких біотопів, а й впливають на численні метаболічні процеси у їх клітинах [3]. Зокрема, за високої інтенсивності освітлення у *Chromatium vinosum* DSM 185 спостерігали швидку утилізацію водню сульфідів та внутрішньоклітинної сірки, накопичення глікогену, зростання біомаси і зниження вмісту бактеріохлорофілу. Натомість, за низької інтенсивності освітлення бактерії утилізували водень сульфід повільніше, а вміст сірки у їхніх клітинах був значно вищим. За такого освітлення приріст біомаси *Chromatium vinosum* DSM 185 виявився незначним, а вміст глікогену у клітинах значно знижувався [15].

Відомо, що у пурпурових бактерій швидкості асиміляції вуглекислоти й органічних субстратів залежать від інтенсивності освітлення так само, як і ріст культур. Є дані,

що висока інтенсивність освітлення сприяє швидкій втраті життєздатності бактеріями, а надто інтенсивне освітлення часто пригнічує їх ріст. У рухомих видів, зокрема у *Marichromatium gracile* та *Chromatium minus*, інтенсивність світла визначає не лише напрям руху, а й за певних умов впливає на його швидкість [13, 16].

Отже, інтенсивність і характер освітлення, поряд із градієнтами концентрацій сульфідів, кисню й органічних сполук, є одними з основних факторів середовища, що визначають характер життєдіяльності пурпурових фототрофних бактерій [2, 3].

Метою нашої роботи було дослідити вплив різної інтенсивності освітлення на зміни вмісту сірки у клітинах пурпурових сіркобактерій *Thiocapsa* sp. за автотрофного росту.

Об'єктом дослідження була культура пурпурових сіркових бактерій *Thiocapsa* sp., виділена з водойм Язівського сіркового родовища й ідентифікована на кафедрі мікробіології ЛНУ імені Івана Франка [1].

Бактерії вирощували анаеробно у пробірках, які закривали гумовими корками так, щоб не залишалось пухирців повітря. Мікроорганізми культивували на мінеральному середовищі Ван Ніля такого складу (г/л): NH_4Cl – 1; KH_2PO_4 – 1; MgCl_2 – 0,5; NaCl – 10; вітамін B_{12} – 5×10^{-4} [5]. У середовище як джерело електронів вносили 0,1% натрій сульфідів; як джерело вуглецю – 0,5% натрій гідрокарбонату. Вміст гідроген сульфідів у середовищі уточнювали безпосередньо перед засівом. Культивування проводили при $+27^\circ\text{C}$ за інтенсивності освітлення 100, 200, 500, 1000, 1500 та 2000 люкс протягом десяти діб. Необхідної інтенсивності освітлення досягали зміною відстані до лампи розжарювання, а також застосуванням додаткових джерел світла. Інтенсивність освітлення вимірювали люксметром Ю-116.

Біомасу вимірювали турбідиметрично при $\lambda=660$ нм. Для подальшої екстракції сірки клітини осаджували на нітроцелюлозних фільтрах (діаметр пор – 0,8 μm). Внутрішньоклітинну сірку екстрагували за допомогою етанолу, а її кількість визначали спектрофотометрично при $\lambda=260$ нм за методикою Ван Гемердена, використовуючи калібрувальну криву [11]. Концентрацію іона HS^- у середовищі визначали фотоколориметрично за зміною оптичної густини після внесення до культуральної рідини п-амінодиметил-аніліндігідрохлориду при $\lambda=665$ нм [9, 17]. Кількісне визначення вмісту сульфатів проводили турбідиметричним методом після осадження сульфат-іону барій хлоридом з утворенням барій сульфату [18]. Усі вимірювання здійснювали на фотоелектроколориметрі КФК-3 і спектрофотометрі СФ-46. Статистичну обробку отриманих результатів проводили з використанням програми Origin 7.0. Вибір тактики статистичної обробки і підготовку даних до аналізу проводили, базуючись на загальноприйнятих методах [7] при рівні достовірності $P < 0,05$.

Як було показано раніше [6], пурпурові сіркобактерії *Thiocapsa* sp. не нагромаджують значної біомаси за автотрофного росту. Слабкий ріст бактерій у даному випадку можна пояснити як значними затратами енергетичних ресурсів для синтезу метаболітів *de novo*, так і присутністю значних кількостей запасної сірки у клітинах, яка ускладнює їх поділ [4].

Інтенсивність світла є одним із основних чинників, які безпосередньо впливають на розвиток фотосинтезувальних мікроорганізмів. Більшість пурпурових фотосинтезувальних бактерій добре росте за високої інтенсивності освітлення, слабке освітлення є оптимальним для значно меншої кількості видів [3].

Повільне зростання біомаси культури *Thiocapsa* sp. спостерігали протягом восьми діб росту, надалі її значення дещо зменшувалося, що, очевидно, зумовлено знижен-

ням вмісту гідроген сульфід у та інших необхідних для росту сполук у культуральному середовищі.

Як видно з рис. 1, за інтенсивності світла 500 та 1000 люкс на восьму добу росту біомаса культури *Thiocapsa* sp. становила 1,03 та 0,98 г/л, відповідно. Інтенсивність освітлення 100 та 200 люкс виявилася недостатньою, за таких умов біомаса була 0,66 та 0,68 г/л відповідно. У той же час, слабкий ріст *Thiocapsa* sp. спостерігали і за високої інтенсивності освітлення: при 1500 та 2000 люкс біомаса була 0,63 та 0,61 г/л, відповідно. Таким чином, досліджувані бактерії найкраще росли за освітлення інтенсивністю 500–1000 люкс. Невисокий приріст біомаси за яскравого освітлення можна пояснити тим, що природним біотопом цих мікроорганізмів є менш освітлені шари водної товщі, а також посиленням токсичного впливу сульфід у клітину за високої інтенсивності світла.

Оскільки освітлення є чинником, який безпосередньо впливає на перебіг фотосинтетичних процесів, зокрема і на утворення й асиміляцію сірки як основної проміжної сполуки, актуальним є дослідження впливу його інтенсивності на нагромадження та зміни вмісту внутрішньоклітинної сірки у пурпурових сіркобактерій *Thiocapsa* sp.

Згідно з даними, представленими на рис. 2, за освітлення інтенсивністю 100 люкс пурпурові сіркобактерії *Thiocapsa* sp. активно утилізували гідроген сульфід і нагромаджували сірку, максимальний вміст якої становив 0,105 г/г сухої маси клітин (с. м. клітин). Необхідно зазначити, що таку кількість сірки бактерії містили на четверту добу росту, а приріст вмісту цієї резервної сполуки становив 0,079 г/г с. м. клітин (див. рис. 8), тоді як концентрація гідроген сульфід у середовищі знизилася у 5,4 разу. Після четвертої доби росту спостерігали постійне зниження вмісту сірки у клітинах і на десяту добу росту *Thiocapsa* sp. містили лише 0,016 г запасної сірки на 1 г сухої маси клітин. Сірка втягувалась у фотосинтетичний процес як ендogenousний донор електронів, оскільки вміст гідроген сульфід у середовищі у цей час, очевидно, був критично низьким – 0,58 мМ. Протягом шостої–десятої доби бактерії, ймовірно, майже повністю переключача-

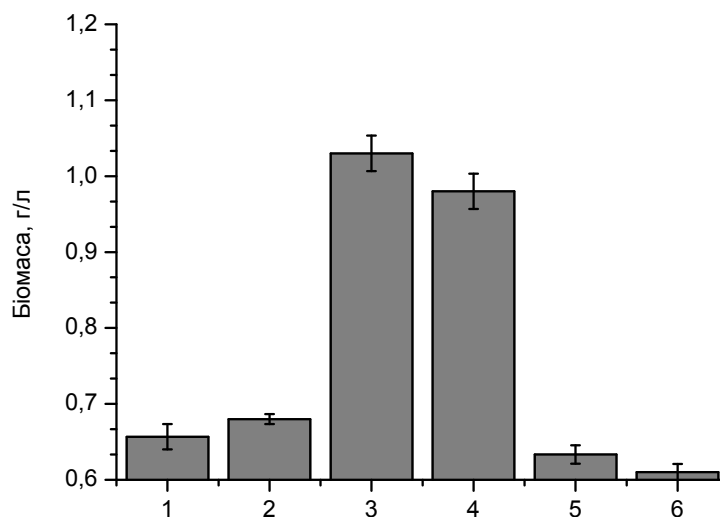


Рис. 1. Біомаса пурпурових сіркових бактерій *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 100 (1), 200 (2), 500 (3), 1000 (4), 1500 (5) та 2000 (6) люкс на восьму добу росту.

лись на асиміляцію внутрішнього резерву електронів, оскільки концентрація екзогенного донора знижувалась повільно і, порівняно з контролем, частково за рахунок його випаровування.

Як видно з результатів, представлених на рис. 3, за інтенсивності освітлення 200 люкс максимальна величина сіркового резерву становила 0,099 г/г с. м. клітин проти початкових 0,026 г/г с. м. клітин: приріст величини сіркового резерву становив 0,073 г/г с. м. клітин (див. рис. 8). Таку кількість сірки бактерії нагромадили, як і у попередньому досліді, на четверту добу росту, а концентрація гідроген сульфід у середовищі знизилась у шість разів. Після четвертої доби вміст сірки у клітинах знижувався і на шосту добу росту бактерії містили вже 0,054 г сірки на 1 г с. м. клітин. Дефіцит гідроген сульфід у середовищі, очевидно, спричинив використання сірки у фотосинтетичному процесі, тому надалі спостерігали зниження її вмісту до 0,026 г/г с. м. клітин на десяту добу росту, тоді як концентрація сірководню знижувалась повільно.

Максимальний вміст запасної сірки у клітинах *Thiocapsa* sp. за інтенсивності світла 500 люкс становив 0,078 г/г с. м. клітин на четверту добу росту (див. рис. 4). Таким чином, протягом цього часу бактерії нагромадили 0,055 г сірки на 1 г с. м. клітин (див. рис. 8), а вміст гідроген сульфід у середовищі знизився у 2,4 разу – з 3,23 мМ до 1,36 мМ. Понижений вміст сірководню спричинив залучення ендogenous донора електронів у фотосинтетичні реакції: кількість резервної сірки протягом наступних шести діб зменшилася у 6,5 разу – до 0,012 г/г с. м. клітин на десяту добу росту. Одночасно з асиміляцією сіркових резервів спостерігали зниження вмісту сірководню у середовищі, протягом подальших шести діб його концентрація знизилась втричі – до 0,43 мМ.

Оскільки дана інтенсивність світла забезпечувала хороший ріст культури, а, отже, й інтенсивний перебіг фотосинтетичних реакцій, можна припустити, що бактерії використовували всі наявні ресурси електронів, тобто одночасно залучався як екзогенний, так і як ендogenous донор електронів, причому імовірно є те, що домінуюча роль належала саме сірці.

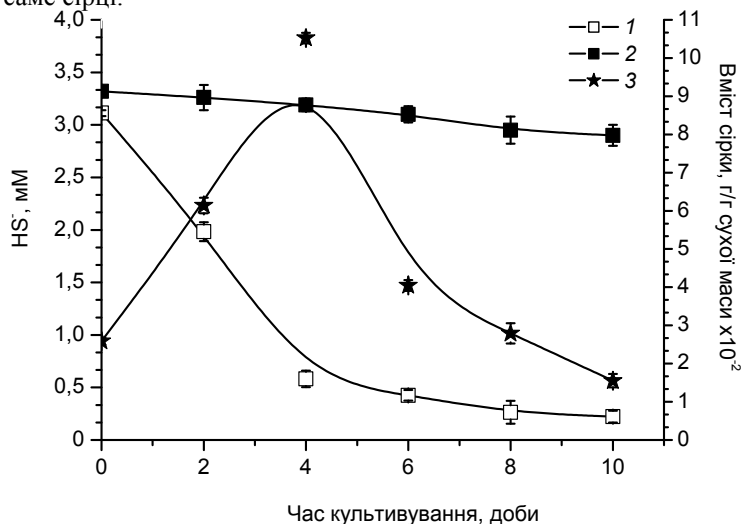


Рис. 2. Утилізація сірководню (1) та нагромадження внутрішньоклітинної сірки (3) бактеріями *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 100 люкс. Концентрація гідроген сульфід у середовищі без клітин (2).

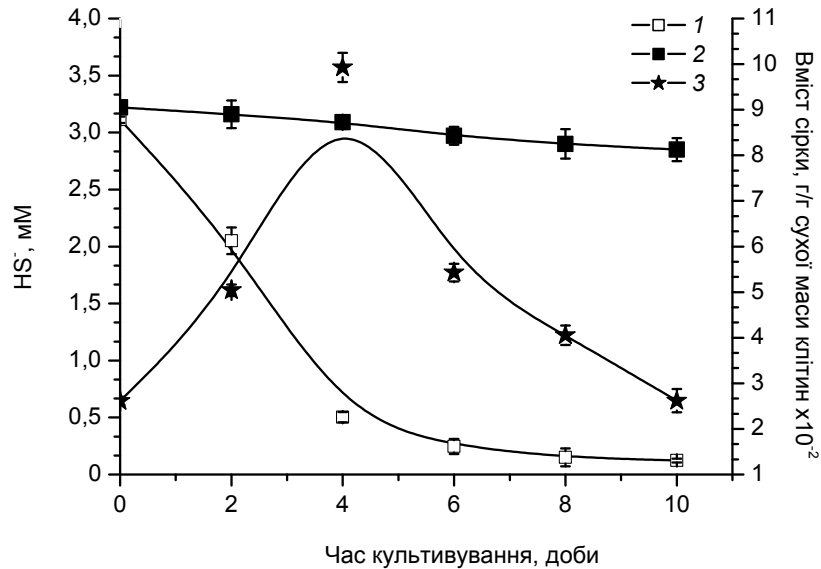


Рис. 3. Утилізація сірководню (1) та нагромадження внутрішньоклітинної сірки (3) бактеріями *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 200 люкс. Концентрація гідроген сульфїду у середовищі без клітин (2).

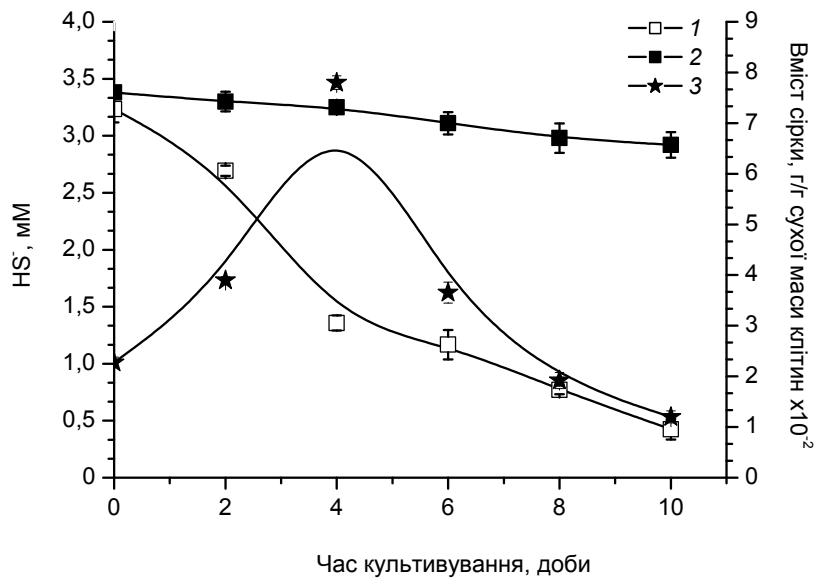


Рис. 4. Утилізація сірководню (1) та нагромадження внутрішньоклітинної сірки (3) бактеріями *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 500 люкс. Концентрація гідроген сульфїду у середовищі без клітин (2).

Як видно з результатів, представлених на рис. 5, за інтенсивності освітлення 1000 люкс пурпурові сіркобактерії *Thiocapsa* sp. нагромаджували до 0,056 г сірки на 1 г с. м. клітин на четверту добу росту і активно утилізували сірководень, вміст якого знизився в 1,4 разу. Проте за цей час кількість запасної сірки зростає на 0,026 г/г с. м. клітин (див. рис. 8), тобто приблизно вдвічі менше, ніж за нижчої інтенсивності освітлення. Після

четвертої доби одночасно зі зниженням концентрації гідроген сульфід у середовищі відбувалась асиміляція запасної сірки, вміст якої на десяту добу зменшився у 5,8 разу (до 0,010 г/г с. м. клітин, а концентрація сірководню вдвічі – до 0,20 мМ). Загалом за час росту культури концентрація гідроген сульфід у середовищі знизилась у 2,7 разу. Оскільки бактерії добре росли за освітлення інтенсивністю 1000 люкс, припущення, зроблені для попереднього досліду, є справедливими і у даному випадку.

Згідно з даними, представленими на рис. 1, освітлення інтенсивністю 1500 люкс лежить поза діапазоном, оптимальним для росту культури *Thiocapsa* sp. Проте, як показано на рис. 6, протягом періоду культивування у бактерій спостерігали характерні зміни вмісту внутрішньоклітинної сірки. Зокрема, найбільше сірки – 0,059 г/г с. м. – було виявлено у клітинах на четверту добу росту, хоча приріст її вмісту за цей час становив 0,022 г/г с. м. клітин (див. рис. 8). Надалі спостерігали постійне зниження вмісту інтрацелюлярної сірки до 0,019 г/г с. м. клітин на десяту добу росту. Було виявлено, що вміст гідроген сульфід у середовищі суттєво знижувався лише протягом перших чотирьох діб росту культури (у 1,3 разу), тобто фактично до формування достатнього запасу сірки, а протягом 4–10 діб його концентрація суттєво не змінювалась. Хоча пурпурові сіркобактерії є толерантними до значних концентрацій гідроген сульфід, його токсичний ефект, можливо, посилюється за високої інтенсивності освітлення. Тому можна припустити, що перехід на ендогенний донор електронів – сірку як значно безпечнішу речовину, може бути одним із механізмів зменшення токсичного впливу сірководню на клітину.

За інтенсивності освітлення 2000 люкс бактерії *Thiocapsa* sp. нагромаджували до 0,057 г сірки на 1 г сухої маси клітин (див. рис. 7), причому, порівняно з вихідною кількістю, її вміст зріс лише на 0,017 г/г с. м. клітин (див. рис. 8). Після четвертої доби росту бактерії використовували запасну сірку у процесі аноксигенного фотосинтезу, вна-

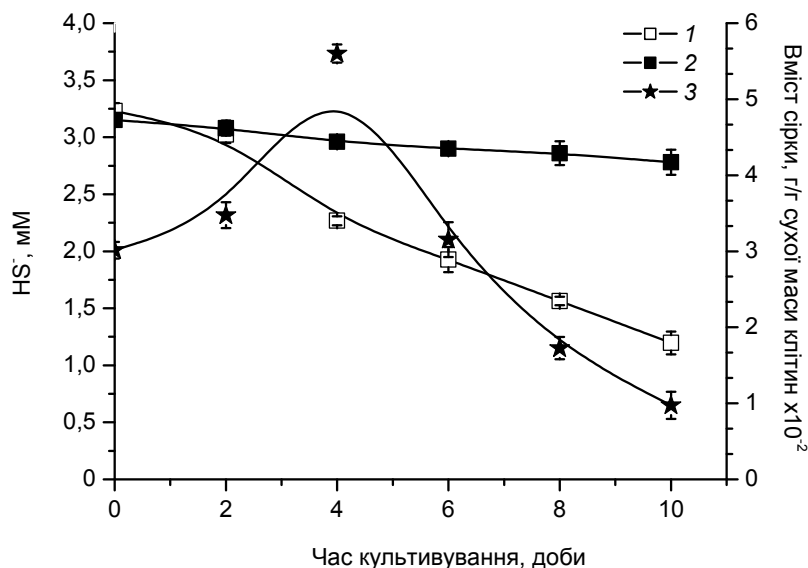


Рис. 5. Утилізація сірководню (1) та нагромадження внутрішньоклітинної сірки (3) бактеріями *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 1000 люкс. Концентрація гідроген сульфід у середовищі без клітин (2).

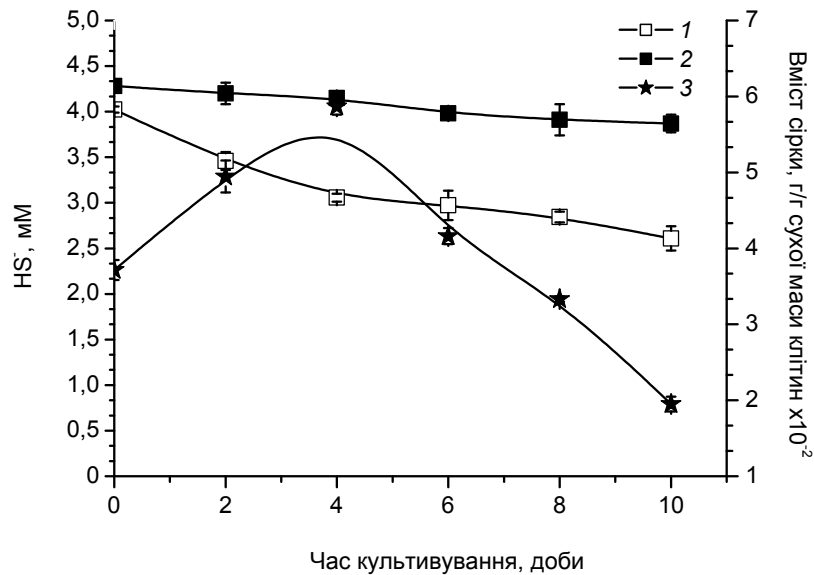


Рис. 6. Утилізація сірководню (1) та нагромадження внутрішньоклітинної сірки (3) бактеріями *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 1500 люкс. Концентрація гідроген сульфід у середовищі без клітин (2).

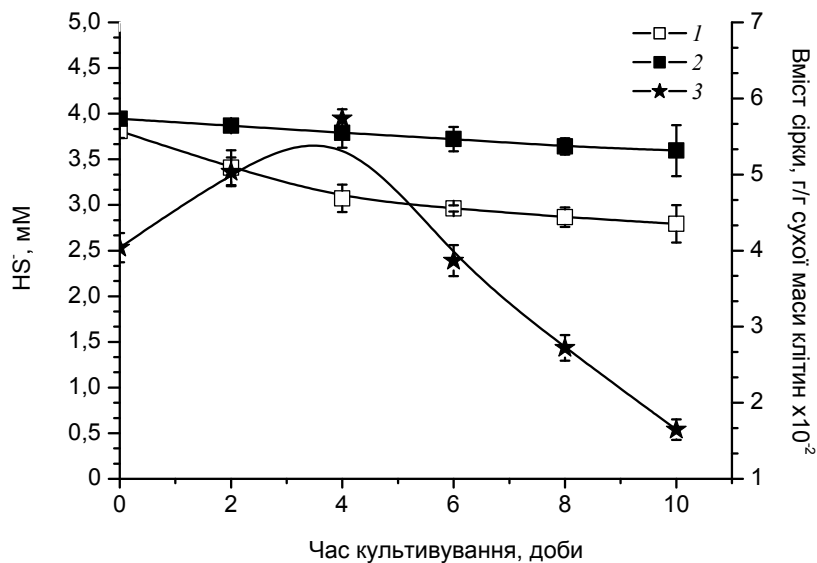


Рис. 7. Утилізація сірководню (1) та нагромадження внутрішньоклітинної сірки (3) бактеріями *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 2000 люкс. Концентрація гідроген сульфід у середовищі без клітин (2).

слідок чого її кількість зменшилася до 0,017 г/г с. м. клітин на десяту добу росту, тобто у 3,5 разу. Отже, світло такої інтенсивності не пригнічувало фотосинтетичний процес, проте, як і за 1500 люкс, спостерігали перехід бактерій до використання внутрішнього ресурсу електронів, оскільки концентрація гідроген сульфід у середовищі знижувалася

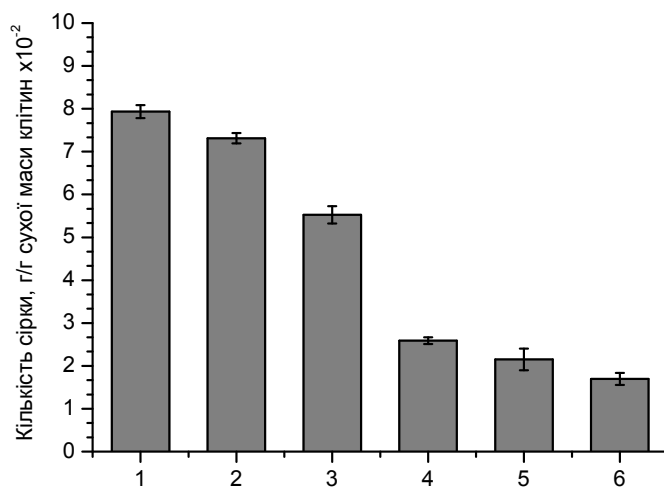


Рис. 8. Приріст вмісту сірки у клітинах пурпурових сіркових бактерій *Thiocapsa* sp. протягом перших чотирьох діб росту за інтенсивності освітлення 100 (1), 200 (2), 500 (3), 1000 (4), 1500 (5) та 2000 (6) люкс.

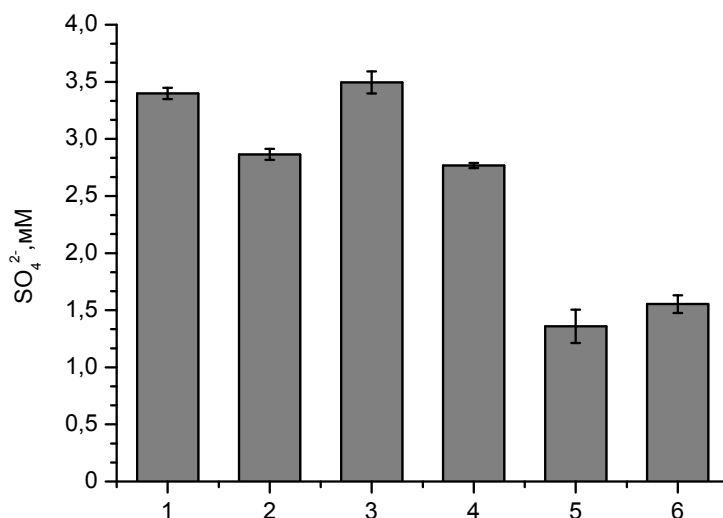


Рис. 9. Концентрація сульфат-іона у середовищі при вирощуванні бактерій *Thiocapsa* sp. за інтенсивності освітлення 100 (1), 200 (2), 500 (3), 1000 (4), 1500 (5) та 2000 (6) люкс.

тільки протягом перших чотирьох діб (з 3,81 мМ до 3,07 мМ), а після четвертої доби бактерії сірководень практично не використовували.

Кінцевими продуктами асиміляції відновлених сполук сірки у процесі аноксигенового фотосинтезу в пурпурових сіркобактерій є сульфати. Вони виділяються в середовище і у природних екосистемах використовуються сульфатвідновлювальними бактеріями, що, у свою чергу, забезпечує замкнутість циклу сірки [2, 3].

Концентрацію сульфатів у середовищі вимірювали на десяту добу росту і виявили, що найвищі концентрації сульфат-іона були у культуральному середовищі за росту бактерій *Thiocapsa* sp. за нижчої та середньої інтенсивності освітлення: 100, 200, 500 та

1000 люкс – 3,48 мМ, 2,86 мМ, 3,50 мМ та 2,77 мМ, відповідно (див. рис. 9). За росту культури при освітленні інтенсивністю 1500 та 2000 люкс бактерії виділяли дещо менше сульфатів – 1,36 мМ та 1,55 мМ відповідно, що, очевидно, зумовлено переважною асиміляцією сірки у фотосинтетичному процесі.

Отже, для росту пурпурових сіркобактерій *Thiocapsa* sp. оптимальною була інтенсивність освітлення у межах 500–1000 люкс, проте найвищі кількості сірки бактерії нагромаджували за освітлення інтенсивністю 100 та 200 люкс. За всіх досліджуваних значень інтенсивності освітлення максимальний вміст сірки було виявлено на четверту добу росту, а надалі вона використовувалась у процесі фотосинтезу, оскільки спостерігався дефіцит сірководню в середовищі.

Досліджувані бактерії досить активно асимілювали сірководень, за нижчої та середньої освітленості інтенсивність асиміляції гідроген сульфіду була вищою, ніж за високої. За період росту культури *Thiocapsa* sp. у середовищі нагромаджувались сульфати як кінцеві продукти фотосинтезу, їх вміст був суттєво вищий при рості бактерій за інтенсивності освітлення у діапазоні 100–1000 люкс, що, очевидно, зумовлено активною утилізацією як екзогенного, так і ендогенного донорів електронів.

Загалом можна стверджувати, що утворення сірки бактеріями залежить від інтенсивності освітлення, причому бактерії нагромаджують більше сірки при слабкому освітленні, що очевидно зумовлено не лише сповільненням фотосинтетичних реакцій, а й пристосуванням бактерій до змінних умов оточуючого середовища, зокрема, до тимчасового дефіциту сірководню. Зрозуміло, що на нагромадження сірки, як і будь-якого проміжного продукту, впливає сукупність факторів, тому, змінюючи значення лише одного з них, складно простежити значну кількісну різницю максимумів продуктивності.

1. *Кім Л. Я., Гудзь С. П.* Пурпурові сіркобактерії з водою Яворівського родовища сірки // Мікробіол. журн. 2007. Т. 69. № 1. С. 12–19.
2. *Козлова П., Радченко О., Степура А.* та ін. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти. К.: Наук. думка, 2008. 521 с.
3. *Кондратьева Е. Н.* Фотосинтезирующие бактерии. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1989. 346 с.
4. *Кондратьева Е. Н., Петушкова Ю. П., Жуков В. Г.* Рост и окисление соединений серы *Thiocapsa roseopersicina* в темноте // Микробиология. 1975. Т. XLIV. № 3. С. 389–395.
5. *Кузнецов С. И., Дубинина Г. А.* Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1959. 123 с.
6. *Лаврик С., Гнатюш С.* Зміни вмісту сірки у клітинах *Thiocapsa* sp. за росту на середовищі з ацетатом і піруватом // Біологічні студії. 2009. Т. 3. № 2 С. 35–46 .
7. *Лакін Г. Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
8. *Хоулт Д., Криг Н., Снит П.* и др. Определитель бактерий Берджи. Т. 1. М.: Мир, 1997. 540 с.
9. *Dean G. A.* A simple colorimetric method for the Jonson-Nishita micro-distillation of sulfur // Analyst. 1966. Vol. 91. N 1085. P. 530–532.
10. *Elshahed M., Senko M., Najar F. et al.* Bacterial diversity and sulfur cycling in a mesophilic sulfide-rich spring // Applied and Environmental Microbiol. 2003. Vol. 69. N 9. P. 5609–5621.

11. *Gemerden H.* Growth measurements of *Chromatium* cultures // *Arhiv. Mikrobiol.* 1968. Vol. 64. P. 103–110.
12. *Rabold S., Gorlenko V., Imhoff J.* *Thiorhodococcus mannitoliphagus* sp. nov., a purple sulfur bacterium from the White Sea // *International J. of Systematic and Evolutionary Microbiol.* 2006. Vol. 56. P. 1945–1951.
13. *Mitchell J. G., Martinez-Alonso M., Lalucat J. et al.* Velocity changes, long runs, and reversals in the *Chromatium minus* swimming response // *J. Bacteriol.* 1991. Vol. 173. N 3. P. 997–1003.
14. *Presscot M., Harley J., Klein D.* *Microbiology.* WCB, 1996. 935 p.
15. *Sanchez O., Mas J.* Kinetics of photoacclimation in cultures of *Chromatiurn vinosum* DSM 185 during shifts in light irradiance // *Microbiol.* 1999. Vol. 145. P. 827–833.
16. *Thar R., Kuhl M.* Motility of *Marichromatium gracile* in response to light, oxygen, and sulphide // *Applied and environmental microbiol.* 2001. Vol. 67. N 12. P. 5410–5419.
17. Пат.6340596 США, МКИ G 01 N33/00. Reagent composition for measuring hydrogen sulfide and method for measuring hydrogen / Masami Sugiyama (Япония); Fujirebio Inc. № 248316; Заявл. 02.01. 1999; Оpubл. 22.01.2002; НКИ 436.121. 9 с.
18. Почвы. Метод определения ионов сульфата в водной вытяжке. ГОСТ 26426-85. М.: Изд-во стандартов, 1985.

INTRACELLULAR SULFUR CONTENT CHANGES IN THE PURPLE SULFUR BACTERIA *THIOCAPSA* SP. UNDER DIFFERENT LIGHT INTENSITY

S. Lavryk, S. Hnatush

*Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevsky St. 4, Lviv 79005, Ukraine
e-mail: soft_lavryk@email.ua*

The purple sulfur bacteria *Thiocapsa* sp. carries out anoxygenic photosynthesis and uses reduced sulfur compounds as electron source. This microorganism oxidizes hydrogen sulfide to sulfur and deposits it internally as sulfur globules. The stored sulfur also may serve as electron donor and be oxidized to sulfate. The light intensity influences on lot of metabolical processes in photosynthetic microorganisms. In this study sulfur storage in cells *Thiocapsa* sp. under different light intensity was investigated. Data of investigation showed that *Thiocapsa* sp. accumulated considerable amounts of intracellular sulfur under light intensity 100–200 lux. Lower sulfur content in cells *Thiocapsa* sp. was detected under higher light intensity, but the reserved sulfur used in photosynthetic process more intensively.

Key words: purple sulfur bacteria, *Thiocapsa* sp., intracellular sulfur, light intensity.

**ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В КЛЕТКАХ ПУРПУРНЫХ
СЕРОБАКТЕРИЙ *THIOCAPSA* SP. ПРИ РАЗНОЙ
ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ**

С. Лаврик, С. Гнатуш

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: soft_lavryk@email.ua*

Пурпурные серобактерии рода *Thiocapsa* используют сероводород в процессе аноксигенного фотосинтеза в качестве донора электронов. Промежуточным продуктом окисления восстановленных соединений серы является элементарная сера, которая откладывается в клетках и может окисляться бактериями до сульфатов. Интенсивность освещения является одним из факторов, которые влияют на метаболизм фототрофов, в том числе и на накопление серы бактериями *Thiocapsa* sp. Было обнаружено, что наибольшее количество внутриклеточной серы бактерии накапливали при освещении интенсивностью 100–200 люкс на четвертые сутки роста. При более сильном освещении бактерии *Thiocapsa* sp. содержали меньше серы, но она активнее использовалась в фотосинтетическом процессе.

Ключевые слова: пурпурные серобактерии, *Thiocapsa* sp., внутриклеточная сера, интенсивность освещения.

Стаття надійшла до редколегії 30.07.09

Прийнята до друку 12.10.09