

**М. Загірняк¹, В. Никифоров¹ (Кременчук, УКРАЇНА),
М. Мальований² (Львів, УКРАЇНА),
Е. Біннер³, Л. Камарад³, О. Ткаченко³, К. Майкснер³ (Відень, АВСТРІЯ)**

**РЕАЛІЗАЦІЯ УКРАЇНСЬКО-АВСТРІЙСЬКОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО
ПРОЕКТУ "СПОСОБИ ПЕРЕРОБКИ БІОМАСИ ЦІАНЕЙ,
ЩО ВИКЛИКАЮТЬ ЦВІТІННЯ ВОДОЙМ"**

*¹Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, Кременчук, 39600, Україна, v-nik@kdu.edu.ua*

*²Національний університет «Львівська політехніка»,
79013 Львів, вул. С.Бандери, 12, myroslav.mal@gmail.com*

*³Університет природних ресурсів і наук про життя
Muthgasse 107, Відень, 1190, Австрія, rikhnnyuk@boku.ac.at*

У 2017 – 2018 році Кременчуцьким національним університетом імені Михайла Остроградського (Україна) та Університетом природних ресурсів і наук про життя (Австрія) реалізується проект «Способи переробки біомаси ціаней, що викликають цвітіння водойм». Метою проекту передбачено науково-технічне обґрунтування способів переробки біомаси ціаней, зокрема екологічна біотехнологія отримання із них біогазу, біопалива та біодобрива.

Проект спрямований на визначення і науково-технічне обґрунтування способів переробки біомаси ціаней або синьо-зелених водоростей (СЗВ), що масово розвиваються влітку у водосховищах дніпровського каскаду, який забезпечує питною водою понад 80 % населення України. Основним із способів є екологічна (природоохоронна, безвідходна) біотехнологія (БТ) виробництва метану (біогазу) із них. Супутнім продуктом БТ є мінералорганічні добрива, що зумовлює її безвідходність. Упровадження БТ у національну економіку сприятиме виконанню трьох функцій – енергетичної, екологічної й аграрної.

Застосування розробки дозволить забезпечити дешевим метаном і добривом фермерські господарства та поліпшити екологічний стан р. Дніпро, прибережних населених пунктів і місць відпочинку, збільшити продуктивність риби, а також знизити витрати на очистку води відповідно до ДСТУ «вода питна», оскільки вилучення ціанобактерій із води призведе до поліпшення її якості.

Переробка ціанобактерій має такі природоохоронні ефекти:

– виконання умов Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН зі змін клімату (Ріо-де-Жанейро, 1992);

– приєднання до Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 р.;

– застосування екологічно безпечного, без суттєвих енерговитрат, способів збору сестоноса;

– відновлення порушеної структурно-функціональної організації літоральних екосистем водосховищ дніпровського каскаду (газовий баланс, гідрохімічний режим, зниження токсичності води, нерест іхтіофауни та ін.);

– оздоровлення довкілля і населення завдяки поліпшенню якості природної, у тому числі питної води;

– використання продуктів виробництва як органомінерального добрива в сільському і лісовому господарстві;

Утилізація СЗВ зумовлює також такі енергоресурсний та енергозберігаючий ефекти:

– використання безкоштовної сировини як субстрату для ферментації;

– упровадження дешевого виробництва біогазу і трансформації його в електроенергію;

– під час збору сестону в плямах «цвітіння» на акваторії лише Кременчуцького водосховища площею 2250 км² у кількості до 50 кг/м³ із об'єму 828 млн. м³ води мілководь (глибина до 2 м; 18,4 % площі водойми) його біомаса становитиме 4.14×10^7 т за вегетаційний період (70 діб); піддавши цю біомасу ферментації в процесі метаногенезу, можна отримати до 28,98 млн. м³ біогазу ($\approx 18,84$ млн. м³ метану), що еквівалентно 20 тис. т нафти або 17 тис. т дизельного палива.

Об'єктом розробки є синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*), точніше ціанобактерії або ціанеї (*Oxyphotobacteriobionta*), що є найдавнішою групою автотрофних організмів, залишки яких виявлено в докембрійських строматолітах віком 2,7–3,2 млрд. років. Будучи космополітами, ціанобактерії, не дивлячись на незначну видову різноманітність (близько двох тис. видів), зустрічаються скрізь і всюди, оскільки їх адаптаційним можливостям (екологічній пластичності і резистентності), зумовленим їх стародавністю, майже немає меж. Здатність засвоювати чотири гази: вуглекислий – для фотосинтезу, кисень для дихання, сірководень для хемосинтезу й азот задля його фіксації, дозволяє одній початковій клітинці за вегетаційний період (70 днів) породжувати 10^{20} дочірніх і призводить до їх масового розвитку – «цвітіння» води.

Предметом розробки є способи утилізації СЗВ, зібраних під час «цвітіння» з акваторії водосховищ дніпровського каскаду (застосування альтернативних енергоджерел), для отримання метану та біодобрива. Проблему присвячено визначенню способів переробки ціаней спрямованих на використання додаткового джерела енергії, отримання біологічно активних сполук, зокрема органомінеральних добрив, раціонального використання біоресурсів, вирішення національних природоохоронних проблем, пов'язаних із водокористуванням.

Апробацію процесу отримання метану проведено на базі лабораторій кафедри екологічної біотехнології та біоенергетики факультету природничих наук Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Експериментальна розробка відрізняється типом використаного субстрату (біомаса СЗВ) і кількісним складом біогазу (збільшення вмісту метану за рахунок відсутності сірководню і зменшення вмісту двооксиду вуглецю). Технічним результатом є

отримання 1,2 дм³ суміші газів із 1,0 дм³ концентрованого субстрату протягом тижня при оптимальній температурі 20-30°C з кількісно-якісним складом: метан (75 %), двооксид вуглецю (15 %), інші гази (5 %), а також зникнення сірководню, який входить до складу біогазу, отриманого із інших (зоогенних) субстратів, і який викликає корозію металевих конструкцій.

Метою проекту передбачено науково-технічне обґрунтування способів переробки біомаси ціаней, зокрема екологічної БТ отримання із них біогазу, біопалива і біодобрива. Задля досягнення мети передбачено вирішення таких завдань:

- визначення видового складу ціаней, що є агентами «цвітіння» Дніпродзержинського і Кременчуцького водосховищ;
- визначення видового складу метанобактерій, які беруть участь у деградації та біоконверсії фітомаси ціаней;
- визначення потенціалу газоутворення та вмісту поживних речовин у зароджуваному субстраті;
- апробація органомінерального добрива в польових умовах;
- обґрунтування способів рентабельної переробки біомаси ціаней, зібраної під час «цвітіння» акваторії водосховищ дніпровського каскаду.

Основними методами проєктованих прикладних (експериментальних) досліджень є математичні (статистичні, комп'ютерні методи і моделювання), фізичні (колориметрія, рентгеноструктурний аналіз, електронна та світлова мікроскопія тощо), хімічні (якісний і кількісний аналіз), біологічні (біотестування) та екологічні (біоіндикація та моніторинг). Інноваційні способи, підходи, ідеї та гіпотези:

- ідея використання надлишкової біомаси гідробіонтів узагалі та синьо-зелених водоростей зокрема як субстрату для біометаногенезу;
- застосування екологічно безпечних й економічно вигідних способів збору сестона (безкоштовної сировини);
- ідея використання відпрацьованого субстрату як органомінерального добрива;
- гіпотеза багаторазового завантаження анаеробних камер відпрацьованим субстратом (інокуляція) задля скорочення тривалості перших етапів метаногенезу;
- підхід з оздоровлення довкілля і населення шляхом поліпшення якості природної, у тому числі питної води, унаслідок вилучення СЗВ з акваторії водосховищ дніпровського каскаду.