

## **Біоконверсія екологічно небезпечних рослин анаеробним мікробіомом з детоксикацією важких металів і отриманням метану**

Екологічно небезпечні рослини є перспективною, дешевою і відновлюваною сировиною для виробництва біопалива — метану. А такі рослини, як *Ambrosia artemisiifolia* або *Solidago canadensis*, спричиняють багато екологічних проблем, в тому числі для сільськогосподарських угідь, пригнічуючи ріст сільськогосподарських культур, а також виділяючи сильні алергени [1, 2]. Крім того, процес анаеробної ферментації рослинної сировини у присутності анаеробних мікроорганізмів є перспективним для детоксикації важких металів, таких як  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{CrO}_4^{2-}$  [3, 4]. Шляхом біоконверсії рослинної сировини можна вирішити такі глобальні проблеми, як відсутність ефективних енергоносіїв та утилізацію екологічно небезпечних рослин [5, 6].

Мета роботи — дослідити процес біоконверсії екологічно небезпечних рослин анаеробним метаногенним мікробіомом з одночасною детоксикацією важких металів і отриманням метану.

У якості рослинної сировини для анаеробного зброджування і як донор електронів для відновлення мікробного хромату і сполук міді використовували біомасу *Ambrosia artemisiifolia* і *Solidago canadensis*. Осад метантенка (Бортницька станція аерації в Києві, Україна) використовували як джерело мікроорганізмів. Ферментацію проводили за температури 25°С впродовж 30 днів. Процес детоксикації  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{CrO}_4^{2-}$  досліджували за додавання розчину цих металів до кінцевих концентрацій 100, 200, 500 і 1000 мг/л. Концентрацію  $\text{Cr(VI)}$  визначали спектрофотометрично за реакцією з 1,5-дифенілкарбазидом (0,5% розчин). Концентрацію  $\text{Cu}^{2+}$  визначали титриметрично за реакцією з розчинами ПАР (0,1%) та ЕДТА [7]. Активність визначали за метаболічними параметрами рН, окисно-відновним потенціалом (Еh, мВ) потенціометрично та складом газової фази хроматографічно. Проведено статистичний аналіз за допомогою програм Excel та Origin.

Під час дослідження конверсії *Solidago canadensis* анаеробним мікробіомом внесення токсичної  $\text{Cu}^{2+}$  в концентрації 100, 200, 500 мг/л  $\text{Cu}^{2+}$  призводило до її 100% детоксикації впродовж від 8 до 24 діб. За концентрації  $\text{Cu}^{2+}$  1000 мг/л ефективність іммобілізації складала лише 23,3%. Одночасно з детоксикацією міді відбувалося утворення метану, частка якого у газовій фазі складала до 72,4%. Коефіцієнт деградації *S. canadensis* становив  $K_d = 21,4$ .

Під час дослідження конверсії *Ambrosia artemisiifolia* анаеробним мікробіомом повне відновлення та осадження  $\text{CrO}_4^{2-}$  відбувалось протягом

8 та 34 год культивування за початкових концентрацій 100 та 200 мг/л відповідно. За внесення 500 мг/л  $\text{CrO}_4^{2-}$  відбувалося лише часткове осадження хрому (19,0%) протягом 26 год культивування. За концентрації  $\text{CrO}_4^{2-}$  1000 мг/л спостерігали повне пригнічення росту мікробіому. Не зважаючи на наявність токсичного хрому, при культивуванні синтезувався метан до 60% у газовій фазі.

Таким чином, при біоконверсії рослинної сировини анаеробним мікробіомом можливо одночасно отримувати енергоносії метан та накопичувати і вилучати важкі метали. Отримані результати є перспективними для розвитку екологічних та енергетичних біотехнологій.

#### Список використаних джерел

1. *Leru P.M., et al.* Biologic Pollution Due to Ambrosia (Ragweed) Pollen in Urban Environment of Bucharest // Int. J. Environ. Res. Public Health. — 2022. — Vol. 19, 10613. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710613>
2. *Benelli G., et al.* Evaluation of two invasive plant invaders in Europe (*S. canadensis* and *S. gigantea*) as possible sources of botanical insecticides // J. Pest. Sci. — 2019. — Vol. 92. — P. 805–821. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1034-5>
3. *Bida I., et al.* Bioremoval of chromates by strict anaerobe *Clostridium butyricum* GMP1 during anaerobic destruction of starch-containing substrate // Conference materials of the II young scientists conference «Youth and modern problems of microbiology and virology» (23–26 November, 2020), Abstr. — IMV NASU, Kyiv, Ukraine, 2020. — P. 7. <https://imv.org.ua/wp-content/uploads/2021/2020/Bida.pdf>
4. *Bida I., et al.* Biodegradation of Synthetic Organic Compounds by Methanogenic Microbiome As an Alternative Approach for Wastewater Purification and Energy Production // Energies. — 2022 — Vol. 15 (18), 6556. <https://doi.org/10.3390/en15186556>
5. *Tashyrev O.B., et al.* Application of lignocellulosic substrate obtained after hydrogen dark fermentation of food waste as biofertilizer // Indust. biotech. — 2018. — Vol. 14, No. 6. — P. 315–322. <https://doi.org/10.1089/ind.2018.0008>
6. *Hovorukha V., et al.* Gaseous fuel obtaining via fermentation of organic landfill waste // Ecological Engineering and Environment Protection. — 2020. — No. 1. — P. 36–48. <http://dx.doi.org/10.32006/eeep.2021.1.3648>
7. *Ishchenko V.* Environment contamination with heavy metals contained in waste // Environmental problems. — 2018. — Vol. 3, No. 1. — P. 21–24. <http://ir.lib.vntu.edu.ua//handle/123456789/22840>