

та біорозкладання. Крім цього, було проведено визначення зольності, найвищий показник якої визначено у пробах, що містять рослинний косубстрат амаранту, а саме у сумішах *Amaranthus hypochondriacus*+«Радород»+дріжджі, *Amaranthus hypochondriacus*+дріжджі, *Amaranthus hypochondriacus*+«Радород». Дослідження впливу отриманих компостів-добрив на ростові процеси редису червоного *Raphanus raphanistrum* показало, що найбільш позитивний вплив має добриво, отримане з додаванням *Amaranthus hypochondriacus*+«Радород». Тобто, підтверджено припущення щодо отримання якіснішого добрива-компосту при використанні *Amaranthus hypochondriacus* як косубстрату.

Дослідження процесу отримання біогазу проводилося у чотирьох різних варіантах мультисубстратних сумішей. Усі проби мали приблизно однакову масу субстрату та різне наповнення. Найбільший вихід біогазу показала проба з вмістом ціанобактерій та генеративних органів *Amaranthus hypochondriacus* – квіток. Також було проведено ростовий тест на можливість застосування відпрацьованого субстрату при вирощуванні пшениці звичайної *Triticum aestivum*. Найкращі показники росту рослин були зафіксовані при застосуванні відпрацьованого субстрату вказаної проби мультисубстратної суміші. Тобто, використання *Amaranthus hypochondriacus* в комплексі з ціанобактеріями дає позитивний ефект при виробництві біогазу, покращує якість відпрацьованого субстрату як добрива.

Висновки. Доведено позитивний ефект використання рослинного косубстрату на основі *Amaranthus hypochondriacus* в технологіях переробки органічної маси. Рослинну масу даної культури доцільно використовувати при переробці ціанобактерій на біогаз, а також при переробці листового опаду на високоякісне добриво в процесі компостування. Досліджені технології є екологічно безпечними, маловідходними, а також забезпечують вирішення одразу декількох екологічних проблем, у тому числі, евтрофікації водойм. Таким чином, рекомендовані біотехнологічні рішення є актуальними з екологічної точки зору, дозволяють утилізувати органічні відходи та сприяти запровадженню маловідходних виробництв.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Писаренко В.М. // Органічні добрива на захисті родючості ґрунту. 2022. 158 с.
2. Авраменко Н.І. // Евтрофікаційні процеси річки Ворскла. Вісник ПДАА. 2010. 4:179–181.

#### **ВАЖЛИВІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ СОЇ АЗОТФІКСУВАЛЬНИМИ БАКТЕРІЯМИ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM***

О.К. Харитонова, І.О. Грецький, І.М. Волошина

Київський національний університет технологій та дизайну  
[olyakharitonova29@gmail.com](mailto:olyakharitonova29@gmail.com)

Відомо, що нітроген невід’ємна складова нормального росту й розвитку рослин, перебігу їх метаболічних процесів, мінерального живлення. Він є одним з основних елементів формування врожаю, а також важливим фактором відтворення родючості ґрунтів. Через техногенний вплив та перевантаження ґрунтів відбувається зниження вмісту азоту, що призводить до низьких врожаїв рослин й появи фітопатогенів. Тому в наш час є актуальною проблема його балансу та перетворень в агроєкосистемах [1].

Поширене рішення даної проблеми – використання хімічних азотних добрив. Проте їх застосування у рослинництві вимагає високих енергетичних затрат при їх виробництві. Окрім цього, внесення таких добрив може призводити до забруднення ґрунтів [1]. Тому існує потреба в екологізації землеробства, що має прийти на заміну хіміко-технологічній тенденції [2]. Актуальна альтернатива хімічним нітрогенвмісним добривам – використання

біопрепаратів, що містять азотфіксувальні бактерії, здатні перетворювати молекулярний азот на доступну для рослин форму.

Враховуючи, що однією з найбільш затребуваних у вирощенні культурних рослин в Україні завдяки своїй значній поживній цінності й застосуванню у багатьох галузях – є соя. Існує велика потреба у забезпеченні цієї рослини додатковим джерелом азоту при вирощуванні, а саме біологічним, що утворюється специфічними до сої бульбочковими бактеріями виду *Bradyrhizobium japonicum* в результаті симбіотичної взаємодії з кореневою системою [2–4].

Саме тому на ринку існує широкий спектр препаратів для передпосівної обробки сої на основі різних штамів *Bradyrhizobium japonicum* [2]. Окрім фіксації азоту, дані бактерії здатні синтезувати ряд фітогормонів ауксинової, гіберелінової й цитокінінової природи, важливих для встановлення й підтримки рослинно-мікробного симбіозу. Ці сполуки, в свою чергу, є стимуляторами росту рослин, володіють антифунгальними, бактерицидними та бактеріостатичними властивостями, що знижує ризик розвитку хвороб, що становлять небезпеку як для рослин, так і для людини [5].

Відомо, що при обробці насіння сої препаратами з *Bradyrhizobium japonicum* азотфіксувальна активність після утворення бобово-ризобіального симбіозу збільшувалась [2]. Також вагомим показником азотфіксувальної активності є кількість бульбочок, утворених *Bradyrhizobium japonicum* на коренях сої. При інфікуванні коренів штамом *Bradyrhizobium japonicum* збільшується ефективність фіксації атмосферного азоту бактеріями і, як наслідок, підвищення продуктивності рослини та виході білку у насінні [2, 3].

Отже, підсумовуючи дані літературних джерел можна зробити висновок, що застосування азотфіксувальних бактерій, прикладом яких є *Bradyrhizobium japonicum*, у складі добрив для передпосівної обробки сої є перспективним напрямом в екологізації сільського господарства й поліпшенні азотного балансу ґрунтів. Симбіотична взаємодія бульбочкових бактерій та сої демонструє значне підвищення врожайності культури, приріст вмісту білку в насінні, що покращує його поживну цінність. Фітогормони, синтезовані *Bradyrhizobium japonicum*, мають захисний, сприятливий для росту ефект щодо рослини-господаря. Перераховані особливості *Bradyrhizobium japonicum* роблять внесення препарату з даними бактеріями важливою складовою вирощування сої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Schroeder M.M., Gomez M.Y., McLain N., Gachomo E.W. // Mol Plant Microbe Interact. 2022. 35(3):215-229. doi: 10.1094/MPMI-05-21-0118-R..
2. Krutylo D.V. // Mikrobiol. Z. 2017; 79(6):82-94. Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj79.06.082>.
3. Крутило Д.В. // Сільськогосподарська мікробіологія. 2018. 28:33 – 40.
4. Shah V., Subramaniam S.. // Sci Total Environ. 2018. 15;624:963-967. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.185.
5. Козар С. // Сільськогосподарська мікробіологія. 2018. 28:33-40. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.28.33-40>.