Унаслідок антропогенної діяльності у навколишнє середовище потрапляють сполуки важких металів, зокрема, Cd^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{6+}, Cu^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Co^{2+}. Більшість із них є мікроелементами, входять до складу металопротеїнів, але у високих концентраціях вони токсичні для живих організмів. Важкі метали каталізують утворення активних метаболітів оксигену (АМО). Нагромадження у клітині АМО призводить до розвитку оксидативного стресу і, як наслідок, у клітині виникають пошкодження ДНК, змінюється конформація білків, порушується цілісність мембрани (Tamas M. J., 2014). Пурпурові несіркові бактерії *Rhodopseudomonas yavorovii* IMB B-7620 характеризуються важливими біотехнологічними властивостями, зокрема, здатністю до екзоелектрогенезу та до продукування водню. Досліджують використання цього штаму для очищення стічних вод різних промислових підприємств, які містять у своєму складі різні сполуки важких металів. Вплив солей важких металів на ці мікроорганізми недостатньо вивчений. Метою дослідження було встановити здатність бактерій *R. yavorovii* IMB B-7620, виділених з озера Яворівське (Тарабас О. В., 2017), рости у середовищі з вмістом різних концентрацій солей Cd^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{6+}, Cu^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Co^{2+}.

Досліджували нагромадження біомаси бактеріями *R. yavorovii* IMB B-7620 за росту у середовищі ATCC № 1449 упродовж 14 діб за мікроаерофільних умов із внесенням $CdSO_4$, $K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4 \times 5H_2O$, Fe (III) цитрату, $MnCl_2 \times 4H_2O$, $ZnSO_4 \times 7H_2O$, $CoCl_2 \times 6H_2O$ у концентраціях 1, 5, 10, 15 мМ. У контроль солей металів не вносили. Як джерело карбону використовували натрій цитрат у концентрації 12 мМ. За впливу досліджуваних концентрацій $K_2Cr_2O_7$, $CdSO_4$ та $CuSO_4 \times 5H_2O$ росту бактерій не спостерігали. Підвищення концентрації $MnCl_2 \times 4H_2O$ від 5 до 15 мМ зумовлювало зниження нагромадження біомаси на 35,5–43,3 %, порівняно з контролем. У концентраціях 5–10 мМ Fe (III) цитрат зумовлював пригнічення нагромадження біомаси на 17–48,7 %. Внесення у середовище культивування 15 мМ Fe (III) цитрату повністю інгібувало ріст бактерій. За впливу $CoCl_2 \times 6H_2O$ спостерігали зниження нагромадження біомаси на 5,3–80 %, порівняно з контролем. $ZnSO_4 \times 7H_2O$ у концентраціях 1 та 5 мМ зумовлює зниження нагромадження біомаси на 31 % та на 57,9 %, відповідно. За концентрацій 10 і 15 мМ $ZnSO_4 \times 7H_2O$ бактерії *R. yavorovii* IMB B-7620 не ростуть.

Карпенко В., Бойко Я.

ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ ГОРОХ ОЗИМИЙ – *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BIOVAR VICIAE* ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20300, Україна
e-mail: 92boiko@gmail.com

Karpenko V., Boiko Y. FORMATION AND FUNCTIONING OF THE SYMBIOTIC SYSTEM WINTER PEAS – *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BIOVAR VICIAE* FOR THE ACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES. Problem of the influence of biologically active substances on the indicators (quantities and mass of tubers) of the symbiotic system of winter peas was highlighted in the work. In the course of the research the advantage of the complex application of preparation was determined and positive effect on the formation and functioning of bean-rhizobial apparatus, as a result of more effective nitrogen fixation was noted.

Інокуляція насіння бобових культур – екологічно безпечний і економічно вигідний агрозахід, який дає можливість забезпечувати рослини нітрогеном у формі органічних сполук в необмеженій кількості й у найбільш необхідні періоди росту і розвитку. Відомий широкий спектр препаратів на основі азотофіксувальних бактерій, що забезпечують відчутне підвищення продуктивності бобових культур. Наприклад, серед них відомий препарат Оптімайз (виробництва США), до складу якого входить ліпо-хітоолігосахарид і бактерії роду *Rhizobium*. Також нині в технологіях вирощування бобових культур розробляються ланки комплексного використання азотофіксувальних бактерій, регуляторів росту рослин і пестицидів. Доведено, що застосування регуляторів росту рослин у таких технологіях дали змогу відчутно зменшити мутагенну дію гербіцидів та інших антропогенних чинників. Крім того, сумісне використання пестицидів із регуляторами росту підвищує проникність і ефективність протруювальних препаратів, фунгіцидів, інсектицидів і гербіцидів (Сергієнко, 2016).

Одним із завдань нашої роботи було вивчити бобоворизобіальний апарат рослин гороху озимого сорту НС Мороз за впливу біологічно активних речовин різного механізму дії: гербіциду МаксіМокс (імазамокс, 40 г/л), регулятора росту рослин (РРР) Агріфлекс Аміно (комплекс з 18 типів L-амінокислот (не менше 50 %) рослинного походження) та мікробного препарату Оптімайз Пульс (штами бактерій *Rhizobium leguminosarum*, 2×10^9 живих клітин/мл + ліпо-хітоолігосахарид 1×10^{-7} % у водному розчині). Дослідження виконували упродовж 2017–2018 рр. в умовах сівозміни кафедри біології на дослідному полі Уманського національного університету садівництва. Дослід закладали у триразовому повторенні з послідовним розміщенням варіантів. Бактеризацію насіння гороху проводили мікробним препаратом Оптімайз Пульс (3,28 л/т) безпосередньо перед сівбою. Гербіцид МаксіМокс вносили у нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га окремо та в бакових сумішах з РРР Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) упродовж фази 3–5 прилистків гороху. Бобоворизобіальний апарат вивчали в лабораторних умовах у відібраних зразках рослин польового досліду упродовж фази бутонізації – цвітіння культури. Кількість і масу бульбочок оцінювали підрахунково-ваговим методом (Волкогон, 2010).

У результаті проведених досліджень встановлено, що за внесення 0,8; 0,9; 1,0 л/га гербіциду МаксіМокс кількість бульбочок на кореневій системі гороху перевищувала контроль І на 19,4; 10,2; 3,8 %, їхня маса − на 7,2; 4,0; 2,2 % відповідно. Проте за внесення 1,1 л/га препарату МаксіМокс простежувалося пригнічення симбіотичного апарату, що виявилось у зменшенні показників кількості й маси бульбочок, порівняно з контролем І, на 9,6 % і 7,3 % відповідно. За внесення 1,0 кг/га препарату РРР Агріфлекс Аміно кількість бульбочок збільшилась на 55,8 %, їхня маса – на 16,8 %, порівняно з контролем І. У разі обробленя насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс (3,28 л/т) кількість бульбочок зросла на 65,3 %, а маса – на 18,6 %, порівняно з контролем І. У дослідних варіантах із внесенням гербіциду МаксіМокс (0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га) сумісно з росторегулятором рослин Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) зі сумісною передпосівною інокуляцією насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс (3,28 л/т) спостерігали збільшення кількості бульбочок на 59,3; 54,7; 46,9 та 44,5 %, а їхньої маси − на 18,6; 16,8; 15,0 та 13,1 %, порівняно з контролем І.

Отже, з отриманих даних можна зробити висновок, що найефективнішим варіантом досліду було інтегроване використання гербіциду МаксіМокс у нормі 0,8 л/га з РРР Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) та мікробним препаратом Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т.

Кашуба Л., Шах Н., Масловська О., Гнатуш С.

СТІЙКІ ДО ВПЛИВУ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ШТАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ, ВИДІЛЕНІ З ІНФІЛЬТРАТІВ ЛЬВІВСЬКОГО ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: lianavladimirova4@gmail.com

Kashuba L., Shach N., Maslovska O., Hnatush S. RESISTANT TO HEAVY METAL IONS STRAINS OF MICROORGANISMS, ISOLATED FROM LAKES OF INFILTRATRATES OF LVIV SOLID WASTE LANDFILL. The aim of this work was to isolate strains of microorganisms that are resistant to heavy metal ions, from of the Lviv solid waste landfill infiltrates. 20 pedotrophic strains, 20 strains, that metabolize nitrogen of organic compounds, 10 strains, that metabolize nitrogen of inorganic compounds were isolated.

Озера інфільтратів Львівського полігону твердих побутових відходів містять іони важких металів та інші токсичні сполуки, концентрація яких значно перевищує гранично допустимі. Мікроорганізми цих озер залучені в кругообіг речовин і забезпечують формування основних властивостей цих водойм. Вони здатні перетворювати іони важких металів до менш токсичних форм і, ймовірно, сформували механізми резистентності до дії цих сполук, що дає змогу використовувати такі мікроорганізми для біоремедіації забруднених водойм. Метою роботи було виділити штами мікроорганізмів, стійкі до впливу іонів важких металів, з інфільтратів Львівського полігону твердих побутових відходів.

Проби інфільтратів, відібрані з поверхні водойми, глибини 0,5 м та 1 м, висівали на селективні середовища. На агаризованому екстракті інфільтрату виділяли педотрофні мікроорганізми, на м’ясо-пептонному агарі та крохмало-аміачному середовищі – мікроорганізми, котрі використовують органічні й мінеральні форми нітрогену відповідно, на середовищі Ешбі – олігонітрофіли, на середовищі Піковської – мікроорганізми, які метаболізують фосфати неорганічних сполук, на середовищі Менкіної – мікроорганізми, які метаболізують фосфати органічних сполук, на середовищі Виноградського – нітрифікувальні мікроорганізми. Мікроорганізми вирощували упродовж 4–7 діб за температури +27 ºС. Колонії висівали на відповідні селективні середовища, які містили $FeSO_4$ (18 мМ), $K_2Cr_2O_7$ (10 мМ), $CdSO_4$ (0,24 мкМ), концентрація яких перевищувала ГДК у 3,5; 16 та 32 рази відповідно. Встановлено, що стійкістю до впливу іонів феруму, хрому та кадмію характеризуються мікроорганізми, які метаболізують органічні сполуки нітрогену, мікроорганізми, які метаболізують неорганічні сполуки нітрогену та педотрофні мікроорганізми.

Виділено 20 педотрофних штамів, які сформували механізми стійкості до впливу досліджуваних солей важких металів, 12 із них як джерело живлення використовували нітроген органічних сполук, решта – метаболізували мінеральні сполуки нітрогену. Отримано 20 штамів мікроорганізмів, стійких до досліджуваних сполук важких металів, які метаболізують нітроген органічних сполук, і 10 металорезистентних штамів мікроорганізмів, які метаболізують нітроген неорганічних сполук. Штами мікроорганізмів пересіяли на середовища, які містили $K_2Cr_2O_7$ (0,5 мг/мл^3), $CuSO_4 \times 5H_2O$ (2,025 мг/мл^3), $FeSO_4 \times 7H_2O$ (5,3 мг/мл^3), $MnCl_2 \times 4H_2O$ (0,02 мг/мл^3), $ZnSO_4 \times 7H_2O$ (9,05 мг/мл^3), $CoCl_2 \times 6H_2O$ (0,02 мг/мл^3). Вибрані концентрації відповідали концентраціям важких металів у стічних водах промислового походження. Отримано шість штамів мікроорганізмів, які метаболізуюють нітроген органічних сполук і є стійкими до впливу усіх досліджених концентрацій солей металів. На середовищі із $CdSO_4$ ці штами мікроорганізмів виділяли яскраво-жовтий пігмент. Серед мікроорганізмів, які метаболізують карбон неорганічних сполук, виділено два штами, які стійкі до впливу досліджуваних солей металів. Колір колоній мікроорганізмів, які метаболізують карбон неорганічних сполук, на середовищі з підвищеним вмістом досліджуваних солей важких металів змінювався із жовтого на білий, з білого – на рожевий, з оранжевого – на червоний. Серед виділених штамів були як грампозитивні, так і грамнегативні бактерії.