

БІОЛОГІЯ

© Дибкова С. М., Грузіна Т. Г., Резніченко Л. С., Ульберг З. Р.

УДК 541.13:577.112.087

Дибкова С. М., Грузіна Т. Г., Резніченко Л. С., Ульберг З. Р.

РОЗРОБКА ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ БІОСЕНСОРНОГО АНАЛІЗАТОРУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГЕРБІЦИДІВ У ҐРУНТАХ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

Інститут біологічної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України (м. Київ)

Робота виконана в рамках проекту «Дослідна експлуатація та атестація експресних біосенсорних аналізаторів для визначення стану ґрунтів сільськогосподарського призначення та якості сільськогосподарської продукції за показниками забрудненості органічними та неорганічними поллютантами» комплексної науково-технічної програми НАН України «Сенсорні прилади для медико-екологічних та промислово-технологічних потреб: метрологічне забезпечення та дослідна експлуатація», державний реєстраційний номер 011U001679.

Вступ. На сьогоднішній день інтенсифікація сільськогосподарського виробництва та вирощування пріоритетних для України зернових культур передбачає системне застосування хімічних засобів захисту рослин від бур'янів – гербіцидів [14]. Наразі серед 817 пестицидів, які зареєстровані в Україні, гербіцидні препарати становлять 42% [6, 7]. Оскільки гербіциди – це біологічно активні сполуки, вони можуть несприятливо впливати на організм людини. Небезпека гербіциду для людини визначається його летючістю, здатністю проникати через шкіру і дихальні шляхи. Кумулятивні властивості гербіцидів викликають хронічні отруєння з тяжкими наслідками. Гербіциди володіють високою стійкістю у зовнішньому середовищі: вони здатні накопичуватися у ґрунті, у природній воді та рослинах.

Серед гербіцидів великого поширення набули препарати на основі 2,4-дихлорхлорфеноксіоцтової кислоти (2,4-Д). Вони відносяться до середньо- і малотоксичних органічних сполук. В експериментах на тваринах показано, що 2,4-Д здатний швидко адсорбуватися, розподілятися та виводитися з організму мишей, щурів та кіз. Проте у людей, які тривалий час працюють з натрієвою і аміною сіллю 2,4-Д без засобів захисту, спостерігаються досить виражені прояви токсичної дії даного ксенобіотика (головний біль, швидка стомлюваність, слабкість, сонливість, зміни серцево-судинної діяльності, функціонального стану печінки, тощо) [16]. Велике значення має той факт, що 2,4-Д здатна акумулюватися рослинами у концентраціях, які набагато

перевищують концентрацію цього гербіциду у ґрунті. Потрапляючи у ґрунт із залишками рослин, 2,4-Д, за певних умов, може перетворюватися у сильнотоксичні сполуки. Саме тому Міністерство охорони здоров'я щорічно обмежує обсяги застосування таких препаратів з причини постійного виявлення залишків 2,4-Д в сільськогосподарській продукції, в першу чергу в молоці та м'ясі [11]. Орієнтовно допустимий рівень (ОДР) 2,4-Д у ґрунті складає 0,1 мг/кг ґрунту, а допустима добова доза для людини – 0,0001 мг/кг. На сьогоднішній день існуюча нормативна документація передбачає відсутність даного гербіциду в сировині та продуктах харчування [8].

Аналогічна ситуація спостерігається і щодо гербіцидів на основі похідних хлорацетанілідів, триазинів і сульфонілсечовини. В ґрунтах України реєструється високий залишковий вміст похідного сульфонілсечовини – нікосульфурону (гербіцид «Мілагро») – 0,084 і 0,096 мг/кг ґрунту. Хоча він і є малотоксичним для теплокровних, проте відзначається високою фітотоксичністю при накопиченні в ґрунті [13]. ОДР у ґрунті нікосульфурону складає 0,2 мг/кг ґрунту.

Існуючі на сьогоднішній день методи виявлення гербіцидів у ґрунтах та сільськогосподарській продукції є досить затратними, займають багато часу та вимагають висококваліфікованого персоналу [17].

Біосенсорні аналітичні системи мають безперечну перевагу застосування в екологічній аналітиці з огляду на їх високу чутливість, специфічність, експресність, простоту використання та економічність [2]. Серед таких біосенсорних систем клітинні біосенсорні аналізатори є найбільш перспективними як з точки зору їх економічності, так і адекватності та специфічності щодо визначення біологічної складової токсичної дії.

Ґрунтові бактерії, контактуючи з гербіцидами, здатні відчувати їх токсичний вплив та реагувати зміною фізіологічних реакцій на присутність таких токсикантів. В ґрунтах сільськогосподарського призначення численною групою представлені азотфіксатори – бактерії ризосфери, здатні чутливо реагувати на наявність гербіцидів [4, 15, 18].

Мета дослідження полягала в селекції бактерій-азотфіксаторів для розробки чутливого елемента біосенсорного аналізатору для визначення вмісту гербіцидів «Діканіт 600», «Мілагро 040SC», «Амісоль» у ґрунтах сільськогосподарського призначення та сільськогосподарській продукції.

Об'єкт і методи досліджень. В роботі були використані препарати наступних гербіцидів: «Амісоль» – 2,4-Д, водний розчин, 730 г/л («Укравіт», Україна); «Діканіт 600» – 2,4-Д, водний розчин, 600 г/л («Нітрокемія 200», Угорщина); «Мілагро 040SC» – нікосульфурон, водний розчин, 40 г/л, («Сингента», Швейцарія).

Робочі розчини гербіцидів: «Амісоль»- 7,3 мг/мл; «Діканіт 600» – 6,0 мг/мл; «Мілагро 40 SC» – 4,0 мг/мл. Кінцеві концентрації гербіцидів у комірках вимірювання становили: «Амісоль» – 0,033 мг/мл; «Діканіт 600» – 0,026 мг/мл; «Мілагро 040SC» – 0,018 мг/мл. Такі концентрації гербіцидів співставимі з їх ОДР [8].

Селекцію бактерій-азотфіксаторів проводили на бобовому агарі, який готували наступним способом: 50 г білої квасолі чи гороху заливали 1 л очищеної водопровідної води, варили до набухання і розтріскування. Відвар фільтрували та доводили об'єм до 1 л очищеною водопровідною водою. Додавали (г/л): сахарозу -2,0, KH_2PO_4 – 1,0, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,3, агар – 15, рН – 7,0-7,2. Стерилізували середовище автоклавуванням при тиску пари 1,0 атм протягом 30 хвилин та розливали в стерильні чашки Петрі [9].

Культури накопичення одержували із зразків ґрунту, які тривалий час контактували з гербіцидами [10]. Для цього ґрунт вносили у скляну колбу

об'ємом 250 мл і протягом 2 місяців обробляли гербіцидами (мг/кг ґрунту): «Мілагро 040SC» – 4.0; «Амісоль» –7.3; «Діканіт 600» – 6.0 при 24-28°C. Ізольовані колонії бактерій-азотфіксаторів отримували шляхом висіву аліквот ґрунту, розведеного стерильною дистильованою водою, на бобовий агар. Морфологічну диференціацію отриманих ізолятів проводили шляхом аналізу морфолого-культуральних характеристик та фарбування по Граму. Отримані ізоляти перевіряли на чутливість до відповідних гербіцидів шляхом культивування бактерій на бобовому агарі з різними концентраціями відповідних гербіцидів. Резистентність бактерій ізоляту до гербіциду визначали по наявності росту бактерій на бобовому агарі з певним вмістом гербіциду, а чутливість – по відсутності такого росту.

Чисті культури виділених ізолятів в подальшому використовували для отримання бактеріальної маси як чутливого елемента для біосенсорного аналізатора.

Аналітичним сигналом біосенсорного аналізатора слугувала респіраторна (дыхальна) активність виділених ізолятів бактерій, вимірюваним параметром – максимальна величина зміни концентрації кисню в середовищі вимірювання, яку реєстрували за допомогою портативного експресного біосенсорного БСК-аналізатора з застосуванням амперметричної системи кисневого електроду Кларка (АЖА 101 М, Білорусь). Час вимірювання складав 2-5 хвилин.

Величину зміни концентрації кисню в середовищі вимірювання виражали у відсотках як індекс біологічного споживання кисню (БСК) [3].

Таблиця 1

Селекціоновані ізоляти бактерій-азотфіксаторів

Номер ізолята	Джерело отримання	Відношення до гербіциду		
		Резистентний до 0,1 мг/мл «Амісолі»	Резистентний до 1,05 мг/мл «Амісолі»	Резистентний до 7,3мг/мл «Амісолі»
1	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Амісоллю»	Резистентний до 0,1 мг/мл «Амісолі»	Резистентний до 1,05 мг/мл «Амісолі»	Резистентний до 7,3мг/мл «Амісолі»
2	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Амісоллю»	Резистентний до 0,1 мг/мл «Амісолі»	Резистентний до 1,05 мг/мл «Амісолі»	Резистентний до 7,3мг/мл «Амісолі»
3	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Амісоллю»	Резистентний до 0,1 мг/мл «Амісолі»	Чутливий до 1,05 мг/мл «Амісолі»	Чутливий до 7,3мг/мл «Амісолі»
4	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Мілагро 040SC»	Резистентний до 0,2 мг/мл «Мілагро 040SC»	Резистентний до 2,0 мг/мл «Мілагро 040SC»	Резистентний до 4,0мг/мл «Мілагро 040SC»
5	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Мілагро 040SC»	Резистентний до 0,2 мг/мл «Мілагро 040SC»	Резистентний до 2,0 мг/мл «Мілагро 040SC»	Резистентний до 4,0мг/мл «Мілагро 040SC»
6	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Мілагро 040SC»	Резистентний до 0,2 мг/мл «Мілагро 040SC»	Чутливий до 2,0 мг/мл «Мілагро 040SC»	Чутливий до 4,0мг/мл «Мілагро 040SC»
7	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Діканітом 600»	Чутливий до 0,1 мг/мл «Діканіту 600»	Чутливий до 3,0 мг/мл «Діканіту 600»	Чутливий до 6,0мг/мл «Діканіту 600»
8	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Діканіту 600»	Резистентний до 0,1 мг/мл «Діканіту 600»	Чутливий до 3,0 мг/мл «Діканіту 600»	Чутливий до 6,0мг/мл «Діканіту 600»
9	Накопичувальна культура з ґрунту, обробленого «Діканіту 600»	Резистентний до 0,1 мг/мл «Діканіту 600»	Резистентний до 3,0 мг/мл «Діканіту 600»	Резистентний до 6,0мг/мл «Діканіту 600»

Вимірювання проводили за наступною схемою:

1. Фіксували перше ($C_{\text{вих.}}$) та кінцеве ($C_{\text{к.}}$) значення концентрацій кисню в контролі (4,5 мл бактеріальної маси з концентрацією клітин $D_{540} = 2,0 \pm 0,1$).

2. Фіксували перше ($C_{\text{вих.}}$) та кінцеве ($C_{\text{к.}}$) значення концентрацій кисню в пробі, (4,48 мл бактеріальної маси та 0,02 мл робочого розчину гербіциду).

3. Обчислювали значення БСК у контролі та пробі за формулою:

$$\text{БСК (\%)} = \left(\frac{C_{\text{вих.}} - C_{\text{к.}}}{C_{\text{вих.}}} \right) \times 100$$

Результати досліджень та їх обговорення.

Враховуючи той факт, що бактерії-азотфіксатори можуть проявляти як високу стійкість так і високу чутливість до гербіцидів залежно від виду препарату [5, 12], нами було селекціоновано 9 бактеріальних ізолятів, перспективних в якості чутливих елементів для біосенсорного аналізу вмісту гербіцидів у ґрунтах сільськогосподарського призначення та сільськогосподарській продукції (табл. 1).

Як видно з таблиці 1, резистентними до всього досліджуваного концентраційного діапазону гербіциду «Амісоль» виявилися ізоляти №1 та №2. Ізолят №2 – представлений грампозитивними, а ізолят №3, що виявилися грамнегативними кокоподібними паличками, були резистентними лише до низьких концентрацій 2,4-Д (0,1 мг/мл), високі концентрації гербіциду (1,05 та 7,3 мг/мл) пригнічували їх життєдіяльність.

Щодо ізолятів №4 та №5, представлених грамнегативними коками, слід відзначити їх резистентність у всьому діапазоні досліджуваних концентрацій гербіциду «Мілагро 040SC». Бактерії ізоляту №6, представленого грамнегативними паличками, виявили чутливість до високих концентрацій «Мілагро 040SC» (2,0 та 4,0 мг/мл).

Ізолят №7, представлений грамнегативними паличками, виявився чутливим до гербіциду «Діканіт 600» у всьому дослідженому концентраційному діапазоні, а ізолят №8 (грампозитивні палички) – резистентним до «Діканіту» в концентрації 0,1 мг/мл. Резистентним до такого гербіциду у всьому дослідженому концентраційному діапазоні виявився ізолят №9, представлений грампозитивними коками.

Респіраторна активність бактерій є надзвичайно чутливою фізіологічною реакцією до токсичного впливу [1].

Ця фізіологічна реакція була використана як аналітичний сигнал при розробці чутливих елементів біосенсорного визначення гербіцидів.

На **рисунку** представлено зображення амперметричної системи кисневого електроду Кларка, за допомогою якої фіксували концентрацію кисню в середовищі вимірювання та оцінювали величину дихальної активності селекціонованих бактерій.

Оцінка змін дихальної активності селекціонованих бактерій-азотфіксаторів під впливом досліджених гербіцидів представлена в **таблиці 2**.

Аналізуючи дані **таблиці 2**, можна стверджувати, що дихальна активність бактерій ізоляту №1 знижувалася під впливом гербіцидів «Амісоль» та «Мілагро



Рис. Амперметрична система кисневого електроду Кларка АЖА 101 М (Білорусь).

040SC», в порівнянні з контролем, до 66,3% та 73,9% відповідно. Бактерії ізоляту №2 практично не реагували на наявність жодного із досліджуваних гербіцидів. Ізолят №3 реагував пригніченням респіраторної активності на наявність гербіциду «Мілагро 040 SC».

Гербіцид «Мілагро 040SC» інгібував дихальну активність ізоляту №4. Ізолят №5 не зазнавав інгібуючої дії жодним з досліджених гербіцидів. Бактерії ізолятів №6 та №8 реагували на присутність гербіциду «Діканіт 600» незначним зниженням дихальної активності.

Таким чином, ізоляти №№1,3,4,6,8, які достовірно реагували зміною респіраторної активності на присутність відповідних гербіцидів, є перспективними для створення біологічно-чутливих елементів біосенсорного аналізатору для визначення вмісту гербіцидів «Амісоль», «Мілагро 040SC», «Діканіт 600».

Таблиця 2

Дихальна активність (БСК, %) селекціонованих бактерій – азотфіксаторів в присутності гербіцидів

Номер ізолята	Індекс біологічного споживання кисню (БСК), %			
	«Амісоль»	«Мілагро»	«Діканіт»	Контроль без гербіциду
1	66,3	73,9	91,3	98,7
2	77,6	77,6	74,7	83,6
3	116,9	78,0	115,7	115,9
4	100,4	94,1	101,9	110,9
5	80,6	82,9	88,2	88,7
6	59,2	57,4	52,0	64,6
7	60,0	60,0	57,7	62,9
8	77,4	76,1	74,5	87,9
9	80,6	77,7	80,3	81,0

Висновки. Шляхом селекції отримані ізоляти бактерій-азотфіксаторів, перспективні для розробки чутливих елементів біосенсорного аналізу на вміст гербіцидів «Амісоль», «Мілагро 040SC», «Діканіт 600» в ґрунтах сільськогосподарського призначення та сільськогосподарських продуктах.

Аналітичним сигналом біосенсорного аналізатору є дихальна активність селекціонованих бактерій.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення специфічності селекціонованих бактерій-азотфіксаторів щодо ксенобіотиків різної природи.

Література

1. Грузина Т. Г. Респираторная активность бактерий в биоэлектрохимической детекции тяжелых металлов в водных средах / Т. Г. Грузина, В. В. Вембер, А. М. Задорожня [та ін.] // Химия и технология воды. – 2005. – Т. 27, №4. – С. 385–391.
2. Ладонин В. Ф. Определение остатков гербицидов по фитотоксическому показателю / В. Ф. Ладонин, М. И. Лунев // Защита растений. – 1983. – №4. – С. 28-29.
3. Методичні рекомендації. Експресне біосенсорне визначення біологічного споживання кисню (БСК) для оцінки рівня забрудненості органічними речовинами об'єктів ветеринарно-санітарного контролю. – Київ, 2010. – 17 с.
4. Назаров А. В. Потенциал использования микробно-растительного взаимодействия для биоремедиации / А. В. Назаров, С. А. Илларионов // Биотехнология. – 2005. – №5. – С. 54-62.
5. Патица В. П. Екологія мікроорганізмів / В. П. Патица, Т. Г. Омелянець, І. В. Гриник, В. Ф. Петриченко. – К.: Основа, 2007. – 192 с.
6. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К., 2003. – 348 с.
7. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні” за станом на 27 березня 2007. <http://www.uazakon.com/big/text1369/pg1.htm>.
8. Перелік санітарно-гігієнічних норм. Допустимі рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. ДсанПіН8. 8.1.2.3.4. -000-2001. Постанова Головного державного санітарного лікаря України № 137 від 20.09.2001. – К., 2001. – 244 с.
9. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Егорова Н. С. – М.: Издательство МГУ, 1995. – 224 с.
10. Сеги Й. Методи почвенной микробиологии / Й. Сеги. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
11. Степаненко П. А. Взаимодействие служб приносит результаты / П. А. Степаненко, Ю. В. Сидоров // Защита и карантин растений. – 2000. – №12. – С. 7-9.
12. Тертична О. В. Модифікація методу дифузії в агар для визначення чутливості мікроорганізмів до пестицидів / О. В. Тертична // Агроекологічний журнал. – 2004. – №4. – С. 68-70.
13. Тохтарь К. И. К вопросу о фитотоксичности гербицидов / К. И. Тохтарь, С. И. Капустин. // Зб. наук. пр. Луганського національного аграр. ун-ту. Луганськ, 2006. – №58 (81). – С. 159-164.
14. Трибель С. О. Захист рослин як складова продовольчої безпеки / С. О. Трибель, О. О. Стригун // Газета “Агробізнес сьогодні” – листопад 2013. – №22 (269) .
15. Dzantor E. K. Phytoremediation: the state of rhizosphere «engineering» for accelerated rhizodegradation of xenobiotic contaminants / E. K. Dzantor // J. Chem. Technol. Biotechnol. – 2007. – Vol. 82, №3. – P. 228-232.
16. Roberts T. Metabolic pathway of agrochemicals / T. Roberts, L. Huston. – Herbicides : UK. Cornwall, 1999. – 520 p.
17. Yu Lei. Microbial biosensors / Lei Yu, Chen Wilfred, Mulchandani Ashok // Analytica Chimica Acta. – 2006. – №568. – P. 200-210
18. Zhuang X. New advances in plant growth-promoting rhizobacteria for bioremediation / X. Zhuang, H. Chen, Z. Bai // Environ. Int. – 2007. – Vol. 33, №3. – P. 406-413.

УДК 541.13:577.112.087

РОЗРОБКА ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ БІОСЕНСОРНОГО АНАЛІЗАТОРУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГЕРБІЦИДІВ У ҐРУНТАХ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

Дибкова С. М., Грузина Т. Г., Резніченко Л. С., Ульберг З. Р.

Резюме. Метою дослідження була селекція бактерій-азотфіксаторів для розробки чутливого елемента біосенсорного аналізатору для визначення вмісту гербіцидів «Діканіт 600», «Мілагро 040 SC», «Амісоль» у ґрунтах сільськогосподарського призначення та сільськогосподарській продукції.

Шляхом селекції отримані ізоляти бактерій-азотфіксаторів, перспективні для розробки чутливих елементів біосенсорного аналізу на вміст гербіцидів «Діканіт 600», «Мілагро 040 SC», «Амісоль» в ґрунтах сільськогосподарського призначення та сільськогосподарських продуктах. Аналітичним сигналом біосенсорного аналізатору є дихальна активність селекціонованих бактерій.

Ключові слова: бактерії-азотфіксатори, гербіциди, дихальна активність бактерій, аналітичний сигнал, біосенсорний аналізатор.

УДК 541. 13:577. 112. 087

РАЗРАБОТКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА БИОСЕНСОРНОГО АНАЛИЗАТОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВАХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Дыбкова С. Н., Грузина Т. Г., Резниченко Л. С., Ульберг З. Р.

Резюме. Целью исследований была селекция бактерий-азотфиксаторов для разработки чувствительного элемента биосенсорного анализатора для определения содержания гербицидов «Диканит 600», «Милагро 040 SC», «Амисоль» в почвах сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственной продукции.

Путем селекции получены изоляты бактерий-азотфиксаторов, перспективные для разработки чувствительных элементов биосенсорного анализа на содержание гербицидов «Диканит 600», «Милагро 040 SC», «Амисоль» в почвах сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственной продукции. Аналитическим сигналом биосенсорного анализатора является дыхательная активность селекционированных бактерий.

Ключевые слова: бактерии-азотфиксаторы, гербицид, дыхательная активность бактерий, аналитический сигнал, биосенсорный анализатор.

UDC 541. 13:577. 112. 087

Development of Sensitive Elements of Biosensor Analyzer for the Herbicides Determination in Soil and Agricultural Products

Dybko S. M., Gruzina T. G., Rieznichenko L. S., Ulberg Z. R.

Abstract. Cultivation of agricultural plants provides a systematic application of herbicides. "Milagro 040SC", "Dikanit 600" and "Amisoil" are the wide spread herbicides in agriculture.

The Ministry of Health of Ukraine annually limits the amount of use of these herbicides because of the residues of "Dikanit 600" and "Amisoil" have been detected in agricultural products, especially milk and meat. The high content of residual herbicides "Milagro 040SC" (0.084 and 0.096 mg / kg soil) have been registered in the soil of Ukraine.

Biosensor analysis systems have the advantages of application in environmental analytic because of their high sensitivity, specificity, express and efficiency.

Soil bacteria which contacted with herbicides are able to feel their toxic effects and to address changes in physiological responses to the presence of toxicants. There are a large group of nitrogen fixer bacteria in the agricultural soil which is capable to response on the herbicides presence.

The aim of this work was selection of nitrogen fixer bacteria for the development of sensitive elements of biosensor analyzer for the "Milagro 040SC", "Dikanit 600" and "Amisoil" determination in agricultural soil and agricultural products.

Selection of nitrogen fixer bacteria was carried out on legume agar.

Enrichment culture have been obtained from soil samples which are contacting with herbicides.

Analytical signal of biosensor analyzer was the respiratory activity of bacterial selected isolates. Respiratory activity of bacterial selected isolates was recorded using a portable express biosensor analyzer with amperometric system (Clark oxygen electrode (AGA 101 M, Belarus). 9 bacterial isolates have been selected. This isolates have been promised as sensitive elements for biosensor analysis of the herbicides contents in the agricultural soil and agricultural products.

Isolates # #1, 3, 4, 6, 8 which have responses by respiratory activity changes in the presence of appropriate herbicides are perspective for development and creation of sensitive elements of biosensor analyzer for the "Amisoil", "Milagro 040SC", «Dikanit 600 " determination in soil and agricultural products.

Keywords: nitrogen fixer bacteria, herbicides, respiratory activity, analytical signal, biosensor analyzer.

Рецензент – проф. Лобань Г. А.

Стаття надійшла 7. 09. 2014 р.