

9. Piotrowski M., Szyszowski P., Wolski K., 2006: Ocena składu gatunkowego pokrywy rekulturacyjnej składowiska odpadów komunalnych "Żerniki" we Wrocławiu. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.* – Vol. 545. – Pp. 205-209.

10. Pulford I.D., Riddell-Black D., Stewart C. 2002: Heavy metal uptake by willow clones from sewage sludge-treated soil: The potential for phytoremediation. *International Journal of Phytoremediation.* – Vol. 4. – Pp. 59-72.

11. Rothmaler W., 2004: Exkursionsflora von Deutschland Gefasspflanzen: Atlasband. Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart. – Pp. 491.

12. Rutkowski L., 1998: Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. – PWN, Warszawa. – Pp. 392.

13. Siuta J., 2001: Gospodarka odpadami w środowisku. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych.* – Vol. 477. – Pp. 275-285.

14. Strączyńska S., Strączyński S., 2004: Wpływ pokryw roślinnych na cechy morfologiczne i niektóre właściwości utworów obwałowania składowiska odpadów paleniskowych. *Roczniki Gleboznawcze.* – Vol. 55(2). – Pp. 397-404.

15. Szymańska-Pulikowska A., 2005: Zanieczyszczenie wód podziemnych w otoczeniu starego składowiska odpadów komunalnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych.* – Vol. 505. – Pp. 439-444.

16. Wolski K., Szymura M., Szymura T., Gąbka D. 2007: Wpływ roślinności na nasilenie erozji skarp zbiornika odpadów połotacyjnych "Żelazny Most". *Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zeszyty Naukowe.* – Vol. 133. – Pp. 446-455.

17. Wrochna M., Gawroński S., 2004: Ocena przydatności roślin ozdobnych z rodziny komosowatych i szarłatowatych do uprawy na stanowiskach zasolonych. *Wyd. AR w Poznaniu. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu.* – Vol. 37. – Pp. 233-238.

18. Zarzycki K., Trzczińska-Tacik H., Róžański W., Szelaż., Z., Wołek J., Korzeniak U., 2003: Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. *Instytut Botaniki PAN, Kraków.* – Pp. 285.

Врубель М., Наховіч К., Башуцька У. Флористичне різноманіття міських відвалів відходів на відтворених землях біля Щеціна (Західна Померанія, Польща)

Наведено результати досліджень із документації флористичного різноманіття різновікових міських відвалів відходів перед здійсненням технічної й біологічної рекультивації. Польові дослідження виконано протягом 2009-2011 рр. на пробних площадках у підніжжі, на схилі та плато однорічного, 5-річного й 15-річного відвалів.

Визначення біологічного різноманіття за допомогою індексів Шенона-Вінера (H) та видової рівномірності (J) дало змогу встановити інтенсивність процесів синантропізації. Також охарактеризовано види різних життєвих форм за Раункієром, їх історичне й географічне походження, потребу в освітленні. Визначено толерантні види, здатні зростати в умовах засолення й присутності важких металів. Встановлено вплив віку відвалів на видове різноманіття флори, збільшення кількості гемікриптофітів, покращення кількості рослин, здатних нівелювати надмірне освітлення, засолення ґрунтів, присутність в них важких металів, покращуючи лісорослинні умови. Із збільшенням віку відвалів кількість терофітів зменшувалася. Аналіз видового різноманіття базувався на оцінках за індексами Шенона-Вінера (H), видової рівномірності (J), а також за кількістю видів при недостатніх значеннях для достовірної оцінки різниці біологічного різноманіття на пробних площадках, розташованих у підніжжі, на схилі та плато найстаршого (15-річного) та наймолодшого (однорічного) відвалів відходів. Таку різницю було встановлено між пробними площадками, розташованими на 5-річному відвалі.

Ключові слова: флористичне різноманіття, біологічна рекультивація, відвали відходів, синантропна флора, індекс різноманіття Шенона-Вінера.

Врубель М., Наховіч К., Башуцька У. Флористическое разнообразие коммунальных отвалов на восстановленных землях возле Щецина (Западная Померания, Польша)

Приведены результаты исследований по документации флористического разнообразия разновозрастных коммунальных отвалов отходов перед проведением технической и биологической рекультивации. Полевые исследования проводились в 2009-

2011 гг. на пробных площадках в подножье, на склоне и на верхнем плато однолетнего, 5-летнего и 15-летнего отвалов.

Определение биологического разнообразия с помощью индексов Шенона-Винера (H) и видовой равномерности (J) позволило установить интенсивность процессов синантропизации. Также дана характеристика разных жизненных форм за Раункієром, их историческое и географическое происхождение, необходимость света. Выявлены толерантные виды, которые могут расти в условиях засоления и присутствия тяжелых металлов. Установлено влияние возраста отвалов на видовое разнообразие флоры, увеличение числа гемікриптофитов, а также количества растений, способных нивелировать избыточное освещение, засоление почв, присутствие в них тяжелых металлов, улучшая лесорастительные условия. Из увеличением возраста отвалов количество терофитов уменьшалось. Анализ видового разнообразия основывался на оценках по индексам Шенона-Винера (H), видовой равномерности (J), а также по количеству видов при недостаточных значениях достоверной оценки разницы биологического разнообразия на пробных площадках, размещенных в подножье, на склоне и плато самого старого (15-летнего) и самого молодого (однолетнего) отвалов отходов. Такая разница установлена между пробными площадками, размещенными на 5-летнем отвале.

Ключевые слова: флористическое разнообразие, биологическая рекультивація, отвалы отходов, синантропная флора, индекс разнообразия Шенона-Винера.

УДК 581.[144.2+524+55]

Ст. наук. співроб. О.І. Величко,
канд. біол. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка

ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ АКТИВНИМИ ШТАМАМИ RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BV. TRIFOLII НА НОДУЛЯЦІЙНУ ЗДАТНІСТЬ РОСЛИН КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ У НАФТОЗАБРУДНЕНОМУ ҐРУНТІ

Досліджено доцільність інокуляції насіння конюшини активними штамми *Rh. leguminosarum bv. trifolii* з метою формування бобово-ризобіальних симбіозів у нафтозабрудненому ґрунті. Встановлено, що забруднення ґрунту нафтою пригнічувало нодуляційну здатність рослин конюшини, а бактеризація насіння сприяла формуванню корневих бульбочок у забрудненому ґрунті. Ефективність формування симбіотичного партнерства у нафтозабрудненому ґрунті залежить від рівня забруднення ґрунту та використаного штаму бульбочкової бактерії.

Ключові слова: нафтозабруднений ґрунт, симбіоз, *Trifolium pratense* L.

Забруднення природного середовища внаслідок антропогенної діяльності є однією з ключових проблем сьогодення. Пошук адекватних методів оцінки еколого-токсикологічного стану та способів відновлення техногенно трансформованого середовища є невідкладним завданням сучасної прикладної науки. Залежно від виду забруднення до середовища потрапляють різноманітні токсичні речовини. Їх реципієнтами є атмосфера, водойми, підземні води, ґрунти. Забруднення ґрунтів можливе, зокрема, унаслідок розробки нафтогазових родовищ, перероблення видобутої сировини, а також – транспортування отриманих продуктів. У разі потрапляння нафти та нафтопродуктів до ґрунтового покриву, крім нагромадження у ньому токсичних елементів, виникає його стійка гідрофобізація, засоленість та анаерованість. Адаптація вищих рослин до екстремальних умов нафтозабрудненого ґрунту є властивістю видоспецифічною. З даних літератури відомо, що для більшості рослин пригнічення процесу проростання насіння і росту проростків розпочинається, коли кількість нафтових вуг-

леводнів у ґрунті перевищує 2 %. Показано, що за концентрації нафти 6 і 8 % узагалі не проростає насіння пшениці [7]. Проте ці концентрації нафти, хоча й інгібують ростові процеси, але не є летальними для проростання насіння і росту рослин люцерни [6]. Толерантність люцерни до нафтового забруднення ґрунту встановлено і нашими дослідженнями [2, 4]. Виявлено також, що успішно адаптувався до умов нафтозабрудненого ґрунту й інший представник бобових – соя щетиниста [1, 3]. Рослини, толерантні до умов нафтозабрудненого ґрунту, можуть бути використані для його фіторе mediaції. Бобові – потенційно цінні ремедіанти, бо можуть біотичним шляхом акумулювати у забрудненому ґрунті органічний нітроген (завдяки їхній здатності фіксувати N атмосфери у симбіозі з бульбочковими бактеріями). Проте, даних про можливість формування й функціонування симбіозів бобових рослин з бульбочковими бактеріями у нафтозабрудненому ґрунті практично немає. У наших попередніх дослідженнях показано, що у нафтозабрудненому (5 %) ґрунті фіксували молекулярний азот симбіози сої щетинистої з штамом 634 б *Bradyrhizobium japonicum* [1]. Проте, соя – однорічна культура, а відомо, що за рівнем надходження органічної речовини в ґрунт з рослинними рештками на першому місці знаходяться багаторічні бобові трави. Зокрема, у перерахунку на гектар посіву, з рештками конюшини в ґрунті залишається від 90 до 200 кг азоту [5]. Тому **мета цієї роботи** – дослідити перспективи формування симбіозів рослин конюшини з бульбочковими бактеріями у нафтозабрудненому ґрунті.

Методика. У роботі використано насіння конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.) сорту Передкарпатська 6. Для інокуляції насіння використали виробничий стандартний штам *Rhizobium leguminosarum* *bv. trifolii* 348 а і штам А91 та BN9 із колекції *Rhizobium* Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Перед інокуляцією насіння конюшини знезаражували. Для цього його витримували у 70 %-му розчині спирту, а далі промивали 30 хв під водопровідною водою. Знезаражене та відмите насіння поміщали на 10 хв у суспензію, що містила культури бульбочкових бактерій [8]. Відразу після інокуляції здійснювали посів насіння у підготовлений (зволожений до 60 %) контрольний та нафтозабруднений ґрунт. Варіанти забруднення ґрунту нафтою становили 5 та 7 %, що умовно прирівнюється до середнього та високого рівня забруднення стосовно впливу на ріст рослин. Контролем вважали ґрунт без нафти. ґрунт не піддавали стерилізації. Для аналізу нодуляційної здатності з ґрунту відбирали по 5 рослин і обчислювали кількість та визначали масу утворених бульбочок. Повторюваність аналізів була трикратною.

Результати дослідження. Унаслідок потрапляння у ґрунт нафти, крім токсичності, гідрофобності та анаерованості забрудненого ґрунту, у ньому різко зростає вміст карбону, що спричинює зсув природного співвідношення C/N; знижується нітрифікаційна здатність; зменшується вміст нітратного азоту, вільного фосфору, обмінного калію та ін. [12, 11]. З рослинними рештками різних культур у ґрунт повертається (від загальної кількості їх в урожаї) до 61 % азоту, до 52 % фосфору, до 49 % калію, до 54 % кальцію [5]. Проте кількість речовин, що залишається у ґрунті з рослинними рештками, залежить від хімічного складу рослин, що мінералізуються. Якщо розкладаються рослинні рештки із ши-

роким співвідношенням C:N (понад 20:1), то увесь азот, що міститься в них, а інколи – і азот мінеральних сполук ґрунту, а також гумусу – використовується мікроорганізмами. У процесі розкладання органічної речовини з вузьким співвідношенням C:N, частина звільненого азоту також використовується мікроорганізмами, а інша – залишається у ґрунті для живлення рослин та бере участь у процесах гуміфікації. За вмістом азоту в рештках рослинні культури можна розмістити в такій послідовності: багаторічні бобові трави > зернові бобові > коренеплідні > кукурудза > зернові [5]. Наявність великої кількості органічного азоту у бобових зумовлена їхньою здатністю фіксувати азот атмосфери у бобово-ризобіальних симбіозах. Для успішного формування симбіотичного партнерства здійснюють передпосівну інокуляцію насіння високоактивними штамми бульбочкових бактерій. У наших дослідженнях, з метою індукування утворення симбіозів рослинами конюшини у нафтозабрудненому ґрунті, досліджували взаємодію конюшини з її мікропартнером – *R. leguminosarum* *bv. trifolii*.

Як виявилось, інокуляція насіння конюшини лучної культурою *R. leguminosarum* *bv. trifolii* позитивно впливала, передусім, на його схожість у нафтозабрудненому ґрунті (табл. 1).

Табл. 1. Схожість насіння та площа асиміляційної поверхні рослин конюшини лучної у нафтозабрудненому ґрунті за умови інокуляції культурою *Rhizobium leguminosarum* *bv. trifolii*

	Штам <i>R. leguminosarum</i> <i>bv. trifolii</i>	Схожість насіння, %	Приріст площі, %
ґрунт без нафти	–	85,8 ^{±3,6}	–
	348 а	89,1 ^{±9,3}	13,3 ^{±0,4}
	BN9	87,5 ^{±12,8}	12,1 ^{±0,8}
	A91	93,8 ^{±9,3}	16,5 ^{±1,5}
ґрунт, забруднений 5 % нафти	–	21,3 ^{±3,1}	–
	348 а	13,5 ^{±1,8}	4,5 ^{±0,2}
	BN9	33,7 ^{±2,5}	6,8 ^{±0,8}
	A91	31,4 ^{±4,1}	5,3 ^{±1,5}
ґрунт, забруднений 7 % нафти	–	2,3 ^{±0,07}	–
	348 а	2,5 ^{±0,1}	0,6 ^{±0,03}
	BN9	11,3 ^{±2,2}	2,2 ^{±0,5}
	A91	13,9 ^{±0,8}	2,5 ^{±0,8}

Із даних табл. 1 видно, що найвищі показники схожості у нафтозабрудненому (5 і 7 %) ґрунті має насіння конюшини, інокульоване штамми BN9 та А91. Використання, наприклад штаму BN9, дало змогу збільшити показник схожості насіння у ґрунті з 5 % нафти на 13 % і на 9 % – у ґрунті, забрудненому 7 % нафти. Поряд з тим, що інокуляція насіння конюшини лучної культурою *R. leguminosarum* *bv. trifolii* забезпечувала підвищення його схожості у нафтозабрудненому ґрунті, проростки, отримані з бактеризованого насіння, характеризувалися швидшими темпами росту й формували більшу площу асиміляційної поверхні (табл. 1).

Аналізуючи нодуляційну здатність рослин конюшини, встановлено, що під впливом нафтового забруднення кількість утворених бульбочок на коренях рослин конюшини зменшувалася, а бактеризація насіння *T. pratense* L. бульбоч-

ковими бактеріями позитивно впливала на формування бобово-ризобіальних симбіозів у забрудненому ґрунті (табл. 2).

Табл. 2. Формування бобово-ризобіального симбіозу рослинами *T. pratense* L. у нафтозабрудненому ґрунті за умови бактеризації *Rh. leguminosarum* bv. *trifolii*

Умови ви-рошування	Штам <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	Кількість бульбочок, шт. / рослину	Довжина бульбочок, мм	Маса 10 бульбочок, мг
Контроль, ґрунт без нафти	–	79 ^{±9,0}	1,35	1,7 ^{±0,23}
	348 а	98 ^{±8,8}	1,55	1,4 ^{±0,12}
	BN9	194 ^{±11,5}	1,72	1,6 ^{±0,14}
	A91	138 ^{±14,7}	1,45	2,4 ^{±0,25}
5 % нафти у ґрунті	–	43 ^{±3,8}	0,93	1,8 ^{±0,19}
	348 а	80 ^{±6,5}	1,82	3,4 ^{±0,27}
	BN9	88 ^{±8,6}	2,12	2,8 ^{±0,31}
	A91	112 ^{±13,0}	1,75	3,6 ^{±0,41}
7 % нафти у ґрунті	–	–	–	–
	348 а	–	–	–
	BN9	–	–	–
	A91	25 ^{±2,7}	0,85	1,6 ^{±0,22}

Як видно з табл. 2, якщо ґрунт було забруднено 5 % нафти й інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями не здійснювали, то на коренях рослин *T. pratense* L. утворювалося майже наполовину бульбочок менше, ніж на коренях рослин з ґрунту, що не містив нафти. Відомо про інгібування процесів формування бобово-ризобіального симбіотичного партнерства за умов посухи [9], засолення [15], кислої реакції ґрунту [9], наявності у ґрунті токсичних елементів й сполук [13], гербіцидів, інсектицидів [10, 14] тощо. Імовірними причинами інгібування процесу формування симбіотичних систем конюшини з ризобіями у нафтозабрудненому ґрунті є, як мінімум, його токсичність і недостатня зволоженість.

Бактеризація насіння штамми 348 а та BN9 *Rh. leguminosarum* bv. *trifolii* дала змогу досягти збільшення показника нодуляційної здатності конюшини у забрудненому 5 % нафти ґрунті в середньому вдвічі (табл. 2). Найефективнішою виявилася інокуляція насіння штамом A91: у цьому випадку максимальними були і кількість, і маса утворених кореневих бульбочок. Забруднення ґрунту 7 % нафти чинило істотнішу інгібуючу дію на процеси формування бобово-ризобіальних симбіозів. Так, порівняно з кількістю бульбочок, що утворювалися за дії 5 % нафти й інтродукції штаму A91, дія 7 % нафти виражалася у зменшенні цього значення більше ніж у 4 рази (табл. 2). Крім цього, здатність коренів конюшини лучної утворювати кореневі бульбочки з ризобіями у ґрунті, що містив 7 % нафти, виявлено лише у разі бактеризації насіння конюшини штамом A91.

Отримані результати таким чином засвідчили, що завдяки інокуляції насіння вдалося істотно підвищити нодуляційну здатність конюшини лучної у ґрунті з 5 % нафти. Також встановлено, що без інокуляції формування бобово-ризобіальних симбіозів у ґрунті з 7 % нафти не відбувалося. Передпосівна бактеризація насіння бобових культур біопрепаратами на основі селекціонованих активних штамів *Rhizobium* на сьогодні є заходом, що широко застосовується в рослинництві з метою утворення великої кількості кореневих бульбочок, здат-

них до енергійного процесу фіксації атмосферного азоту [7]. У наших дослідженнях встановлено, що інокуляцією насіння можна домогтися формування симбіотичного партнерства у несприятливих ґрунтових умовах, а зокрема – у нафтозабрудненому ґрунті. Ця можливість є цінною, бо відкриває перспективи оптимізації азотного режиму нафтозабрудненого ґрунту біотичним способом: унаслідок надходження з рослинними рештками конюшини органічного матеріалу, багатого азотом, зростатиме біологічний потенціал ґрунту та інтенсивність в ньому процесів перетворення органічної речовини і формування гумусу.

Висновки. Отриманими експериментами встановлено, що із зростанням рівня забруднення нафтою можливість формування бобово-ризобіального симбіотичного партнерства у ґрунті зменшується. Інокуляція насіння активними штамми бульбочкової бактерії *Rh. leguminosarum* bv. *trifolii* сприяє підвищенню нодуляційної здатності конюшини лучної у ґрунті, забрудненому 5 % нафти, а інокуляція штамом A91 є умовою формування симбіотичного партнерства у ґрунті з 7 % нафти.

Література

1. Величко О.І. Ефективність функціонування симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – рослини сої у нафтозабрудненому ґрунті / О.І. Величко // Вісник Львівського національного університету ім. Івана Франка. – Сер.: Біологічна. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка. – 2012. – Вип. 58. – С. 150-157.
2. Величко О.І. Морфологічна будова коренів люцерни та здатність до формування симбіозів з бульбочковими бактеріями у нафтозабрудненому ґрунті / О.І. Величко // Науковий вісник Чернівецького університету: зб. наук. праць. – Сер.: Біологія (Біологічні системи). – 2011. – Т. 3, вип. 4. – С. 45-49.
3. Величко О.І. Всисна сила клітин коренів рослин сої за екстремальних водних умов нафтозабрудненого ґрунту / О.І. Величко, О.В. Сокол, О.І. Терек // Вісник Львівського національного університету ім. Івана Франка. – Сер.: Біологічна. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка. – 2009. – Вип. 49. – С. 203-207.
4. Величко О. Вплив нафтового забруднення ґрунту на вміст аскорбінової кислоти та активність аскорбатоксидази в органах рослин люцерни округлої / О. Величко, О. Терек // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. – Ч. 2. – Львів: Вид-во ЛНАВМтаБ ім. С.З. Гжицького. – 2008. – Т. 10, № 3. – С. 144-148.
5. Примак І.Д. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей, В.А. Мазур, В.І. Горшар, О.В. Конопльов, С.П. Паламарчук, О.І. Примак / за ред. І.Д. Примака. – К.: Вид-во "Центр навч. літ-ри", 2010. – 456 с.
6. Киреева Н.А. Детоксикация нефтезагрязненных почв под посевами люцерны (*Medicago sativa* L.) / Н.А. Киреева, Е.М. Тарасенко, М.Д. Бакаева // Агрохимия: журнал. – 2004. – № 10. – С. 68-72.
7. Киреева Н.А. Рост и развитие растений яровой пшеницы на нефтезагрязненных почвах и при биоремедиации / Н.А. Киреева, А.М. Мифтахова, Г.М. Салахова // Агрохимия: журнал. – 2006. – № 1. – С. 85-90.
8. Коць С.Я. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов / С.Я. Коць, С.К. Береговенко, Е.В. Кириченко, Н.Н. Мельникова. – К.: Вид-во "Наук. думка", 2007. – С. 107-108.
9. Мишустин Е.Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. – М.: Изд-во "Наука", 1973. – 240 с.
10. Мошук П.А. Применение гербицидов в посевах люцерны / П.А. Мошук, Е.Г. Артемчук, О.И. Бебега // Биологические ритмы: мат. Междунар. науч.-практ. конф. Беловежская пуца, 26-28 апр., 1999. – Брест, 1999. – С. 202-203.
11. Оборин А.А. Нефтяное загрязнение почв и способы рекультивации / А.А. Оборин, И.Г. Калачникова, Т.А. Масливец и др. // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – М.: Изд-во "Наука", 1987. – С. 284-290.

12. Пиковский Ю.И. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Ю.И. Пиковский, А.Н. Геннадиев, С.С. Чернянский, Г.Н. Сахаров // Почвоведение : сб. науч. тр. – 2003. – № 9. – С. 1132-1140.

13. Самохвалова В.Л. Симбиотична азотфіксація у рослин *Vicia villosa* за умов забруднення ґрунту важкими металами / В.Л. Самохвалова // Науковий вісник Волинського національного ун-ту ім. Лесі Українки. – Розд. III. Ботаніка. – Луцьк : РВВ "Вежа" ВДУ ім. Лесі Українки. – 2010. – С. 131-138.

14. Seidel S. Using omethoate insecticide and legume inoculant on seed / S. Seidel, G.E. O'Connor, J. Watt, M. Sutherland // Austral. J. Exp. Agric. – 1991. – Vol. 31, № 1. – Pp. 71-76.

15. Semaj R. Effects of salinity and nitrogen source on growth and nitrogen fixation in alfalfa / R. Semaj, J. Devron // J. Plant Nutr. – 1998. – Vol. 21, № 9. – Pt. 1805-1818.

Величко О.И. Влияние бактериализации семян активными штаммами *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* на нодуляционную способность растительного клевера лугового в нефтезагрязненной почве

Исследована целесообразность инокуляции семян клевера лугового активными штаммами *Rh. leguminosarum* bv. *trifolii* с целью формирования бобово-ризобияльных симбиозов в нефтезагрязненной почве. Установлено, что загрязнение нефтью угнетало нодуляционную способность растений клевера, а бактериализация семян способствовала формированию корневых клубеньков в нефтезагрязненной почве. Активность формирования симбиозов в нефтезагрязненной почве зависела от уровня загрязнения почвы и от использованного штамма клубеньковой бактерии.

Ключевые слова: нефтезагрязненная почва, симбиоз, *Trifolium pratense* L.

Velychko O.I. The influence of the seed bacterization with the active stain *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* on the nodulation ability of the red clover plants in the oil

There has been studied the expediency of clover seed inoculation with active stains *Rh. leguminosarum* bv. *trifolii* to form the legume-rhizobial symbiosis in the oil polluted soil. It was set that the soil contamination by oil oppressed the nodulation ability of red clover plants, however the seed bacterization promoted the formation of root nodules in the oil polluted soil. The effectiveness of the symbiotic partnership formation in the oil polluted soil depended on the degree of soil contamination and used strain of nodule bacteria.

Keywords: oil polluted soil, symbiosis, *Trifolium pratense* L.

УДК 631.466

Аспір. У.М. Тарас; доц. С.Б. Марутяк, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ У ЗОНІ ДІЯЛЬНОСТІ ЯВОРІВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ГІРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА "СІРКА"

Проаналізовано стан геологічної будови району та передумови створення техногенного ландшафту. Згідно з методиками, здійснено лабораторне дослідження поверхневого шару ґрунту. Описано основні фізико-хімічні показники ґрунтового покриву та встановлено середні концентрації мікроелементів в ньому. Визначено рівень засолення території та кількість сульфатів у ґрунті.

Ключові слова: фізико-хімічні показники, техногенний ландшафт, мікроелементи, засолення ґрунтів, сірчана кислота.

Вступ. Сучасний ландшафт Яворівщини сформувався внаслідок відкриття в 1956-1957 рр. родовищ самородної сірки. Освоєння сірчаних родовищ вплинуло не лише на розвиток району, але й стимулювало науковий і соціально-культурний прогрес на Львівщині [2].

Яворівське державне гірничо-хімічне підприємство "Сірка" та утворений внаслідок припинення його діяльності сірчаний кар'єр знаходяться у Львівській області, в межах Яворівського гірничопромислового району. З точки зору фізичної географії, він знаходиться на головному Європейському вододілі, де межують басейни Балтійського та Чорного морів. З геологічного погляду, район розташований на сполученні Східноєвропейської платформи з Передкарпатським крайовим прогином. З гідрогеологічного погляду родовища сірки приурочені до артезіанського схилу, основним водоносним горизонтом якого слугують барановські пісковики, або літотамнієві вапняки [4].

В основі геологічного перерізу тут залягають теригенні відклади крейди, а на них налягає карбонатно-сульфатна товща. Частина її заміщена сірчаною рудою, що утворює витягнені вздовж краю платформи поклади товщиною до 30 м, шириною до 4-5 км, а довжиною до 20 км. Над сірчаними рудами залягають неогенові глини і мергелі товщиною від 30 до 250 м. У них проміті долини древніх річок, заповнені алювіальними та озерними піщано-глинистими відкладами. Сульфатно-карбонатна товща і сірчана руда різного ступеня закарстованості містять сірководневу воду з мінералізацією 3-5 г/л. Обводнені також четвертинні відклади. Основні породи, розроблені методом гідромеханізації, закладовані в гідровідвалі. Переважно це флювіогляціальні та алювіальні відклади, представлені пісками, супісками, суглинками та глинами. Гідровідвал складається з трьох частин: піщаної, глинистої та вапнякової. У його центральній частині нагромаджено близько 70 млн мілких фракцій гідророзкриву, представлених супісками та суглинками, а також розсіяною органікою з торфу. Ці утвори відрізняються високою вологістю та низькою вологовіддачею, тому їх осушення практично неможливе. Вони десятками років залишаються в текучій або м'якопластичній консистенції. Оскільки в період експлуатації в гідровідвалі часом потрапляли води з зворотної системи збагачувальної фабрики, вода там була сульфатна, слабо мінералізована. Поступово вона витіснилася дощовими водами і станом на 2007 р. в озері гідровідвала вода має загальну мінералізацію 506 мг/л, зокрема сульфатів 247 мг/л [1-3, 5]. Навколо кар'єру розміщено три штучні пагорби – зовнішні відвали. Відвали №1 і №2 складені неогеновими мергелями і глинами, всипані переважно відвалоутворюючими роторних комплексів. Поверхня відвалів, за винятком технологічних доріг, має гребенистий або горбистий рельєф, залежно від способу відсіпки. Відвал №3 складений неогеновими та четвертинними породами під час проходження розрізаної траншеї. Він відсіпаний автотранспортом [4].

Актуальність теми. Під час відроблення Яворівського родовища сірки ландшафт району зазнав докорінних змін. На місці історичного ландшафту, сформованого внаслідок сільськогосподарського освоєння земель, вирубування лісів, розширення орних угідь, заселення району, сформувався новий, техногенний ландшафт. Цей ландшафт є результатом взаємодії технологічного комплексу з видобутку та перероблення корисних копалин з природною системою, специфічним елементом якої є родовище [1, 4].

З метою запобігання екологічного лиха, науково-дослідним інститутом ВАТ "ГРХІМПРОМ" розроблено проект, що передбачає відновлення екологіч-