

УДК 502.55:579.6

Ласло О. О., к.с.-г.н., доцент (Полтавська державна аграрна академія)

ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОРЕМЕДІАЦІЇ

В статті наведено комплексну методику біоремедіації порушених земель сільськогосподарського призначення Полтавської області. Ключові слова: біоремедіація, порушені землі, ґрунтові мікроорганізми, адаптовані мікробні асоціації, біологічна активність ґрунтів.

Не зважаючи на значний земельний фонд, Полтавська область, як і Україна у цілому, потерпає від негативного антропогенного впливу, що супроводжує інтенсивні деградаційні процеси ґрунтового середовища. Причиною деградації ґрунтів є екстенсивне ведення землеробської діяльності та значна їх розораність. Динаміка зниження родючості ґрунтів Полтавщини прослідковується починаючи з 80-х років ХХ століття. Нині парадоксом землеробської діяльності є те, що деградаційні процеси поширюються на тих землях, яким людина приділяє найбільше уваги і вносить вагомий капіталовкладення. Саме катастрофічний стан ґрунтів, значне зниження його родючості зумовлює пошук оптимальних, дієвих, а головне безпечних для навколишнього середовища методів рекультивації та відновлення.

Як зазначає Дегодюк Е.Г. та інші науковці, незбалансоване ведення сільського господарства в минулому, що призвело до погіршення фізичних, фізико-хімічних і хімічних властивостей ґрунту, масово порушило природний біоценоз ґрунтової мікрофлори. Проведені дослідження в умовах полігонного і агроландшафтного моніторингу вказують, що залежно від обставин, в орному шарі ґрунтів повільно зникають вільноживучі фіксатори атмосферного азоту, порушуються процеси синтезу і деструкції органічної речовини унаслідок пригнічення діяльності амоніфікаторів, нітрифікаторів і денітрифікаторів та фосфобілізуючих бактерій, часто спостерігається переважний розвиток патогенних грибів і актиноміцетів [2, 3, 5].

На думку Е.Г. Дегодюка, концептуальною моделлю відновлювальної системи землеробства має бути комплекс організаційних і агротехнічних заходів по екологічно збалансованому і ощадливому веденню господарства з максимальним залученням і оптимальним використан-

ням природних місцевих органічних і мінеральних ресурсів у вигляді відходів тваринництва, вторинної продукції рослинництва, агроруд та виготовлення на їх основі нового покоління орґано-мінеральних біоактивних добрив, впровадження в галузь рослинництва тонких технологій – біопрепаратів симбіотичної асоціативної і захисної дії та природних і синтетичних стимуляторів росту [2, 5].

Найбільшої шкоди діяльності ґрунтових мікроорґанізмів завдають пестициди та продукти їх розкладу, адже це призводить до накопичення проміжних продуктів у навколишньому середовищі, зокрема у ґрунтовому, перевищується рівень персистентності і токсичності вихідних речовин.

Іутинська Г.О. зазначає, що продукти деструкції характеризуються незначною гербіцидною дією, але є високотоксичними для мікроорґанізмів і можуть зовсім перервати процеси самоочищення ґрунту від ксенобіотиків [1, 6].

Мікроорґанізми ґрунту чітко реагують на присутність в середовищі існування ксенобіотиків, тому колективом науковців [1, 6] вивчалися зміни у мікробних угрупованнях ґрунту при використанні біоремедіації. Як основа біоремедіації була використана селекціонована мікробна асоціація Мікрос.

У модельних дослідах на зразках ґрунту, відібраних із забруднених територій, прилеглих до складів – місць зберігання некондиційних пестицидів була вивчена здатність мікробних угруповань відновлювати свою структуру і функції за присутності асоціації Мікрос.

Перебіг процесу біоремедіації контролювали за мікробіологічними показниками, які характеризують зміни у чисельності ґрунтових мікроорґанізмів: аутохтонних бактерій, грибів, стрептоміцетів, азотофіксуювальних, фосфатмобілізувальних, целюлозоруйнівних мікроорґанізмів.

Застосування заходів біоремедіації підвищує загальну біологічну активність забрудненого ґрунту у 15–17 разів на 15-у добу і у 1,5–2,0 рази на 25-у добу культивування.

Таким чином, адаптована мікробна асоціація Мікрос виявилась ефективною для підвищення біологічної активності ґрунтів, забруднених пестицидами, що непрямо вказує на інтенсифікацію процесів їх оздоровлення [1, 6].

Відмінна риса відновлюваної системи землеробства полягає в тому, що до розширеного відтворення ґрунту залучається переважна кількість відновлюваних природних джерел, якими здатна забезпечити лише жива природа. Проте вироблений стереотип землекористування, що замикається лише на землях в обробітку і був виправданим в умо-

вах екстенсивного ведення сільського господарства лише на зручних для цього землях, зараз є хибним і шкочочинним в цілому для біосфери, що пов'язано з посиленням антропогенної діяльності на всю природу [7, 8].

Комплексна методика біоремедіації порушених земель сільськогосподарського призначення передбачає:

- дослідження ґрунтів на рівень забруднення пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими речовинами-забрудниками, що спричиняють деградацію;
- дослідження агрохімічних показників та оцінку біоценозу;
- визначення наявності вертикальної і горизонтальної міграції та рівнів забруднення горизонтів речовинами-забрудниками;
- підбір адаптивних технологій, що враховують специфіку місцевості, сегетальні і рудеральні види;
- проведення технологічних заходів (біоремедіація), строк яких має бути не менш як 5 років;
- контролювання ступеня очищення території;
- моніторинг вмісту речовин-забруднювачів ґрунту і стан біоценозу.

Біоремедіація передбачає не тільки використання асоціацій мікроорганізмів для відновлення порушених земель. Є способи очищення на основі використання вищих рослин, серед яких:

- різьфільтрація – коріння всмоктують воду і хімічні елементи необхідні для життєдіяльності рослин;
- фітоекстракція – накопичення в організмі рослини небезпечних забруднень (наприклад, важких металів);
- фітоволатілізація – випаровування води і летючих хімічних елементів (As, Se) листям рослин;
- фітостабілізація – переклад хімічних сполук у менш рухому і активну форму (знижує ризик поширення забруднень);
- фітодеградація – деградація рослинами і симбіотичними мікроорганізмами органічної частини забруднень;
- фітостимуляція – стимуляція розвитку симбіотичних мікроорганізмів, які беруть участь в процесі очищення.

Аналіз досліджень науковців з питання відновлення забруднених й порушених ґрунтів методами біоремедіації зумовили постановку наступних завдань:

- визначити оптимальний підхід до біоремедіації порушених земель сільськогосподарського призначення на території Полтавської області;

- визначити доцільність зонального використання методів *in situ* та *ex situ* на територіях з різним рівнем забруднення;
- подати схему очищення ґрунту на гідроізольованому рекультивційному майданчику.

Дослідження стану земельних ресурсів Полтавської області, порушених та деградованих ґрунтів у їх складі, дають змогу виділити райони, де необхідно впроваджувати методи біоремедіації.

Вирішено було провести класифікацію об'єктів дослідження за 3-бальною шкалою:

1. Території з слабким ступенем деградації, що потребують **фітостимуляції**.

2. Території з середнім ступенем деградації, що потребують **біостимуляції**.

3. Території з високим ступенем деградації, що потребують **біодоповнення**.

Для територій, які мають слабкий тип деградації, рекомендується використовувати *фітостимуляцію*, що передбачає використання рослин для стимуляції розвитку ризосферних мікроорганізмів (Глобинський, Диканський, Кобеляцький, Козельщинський, Котелевський, Миргородський, Полтавський, Решетилівський, Семенівський, Хорольський, Чорнухинський, Чутівський, Шишацький райони).

Територіям, що віднесені до середнього типу деградації, рекомендується *біостимуляція*, що передбачає стимулювання розвитку місцевої (аборигенної) мікрофлори (Великобагачанський, Гребінківський, Зіньківський, Карлівський, Кременчуцький, Оржицький райони).

Третя категорія земель, що має високий тип деградації, потребує *біодоповнення*, тобто внесення у ґрунт біопрепаратів на основі мікроорганізмів здатних до деградації забруднювача (Гадяцький, Лохвицький, Машівський, Лубенський, Новосанжарський, і Пирятинський райони).

Проведене зонування дозволило визначити, на яких територіях області доцільно використати метод *in situ* (рис.1), а які потребують відновлення за методом *ex situ* [4].

Райони із слабким та середнім типом деградації можна відновити методом *in situ*, а території з високим типом потребують використання методу *ex situ*.

Біоремедіація забруднених ґрунтів

Методи in situ

Коли використовується Біоремедіація in situ, забруднений ґрунт з району забруднення не видаляється. Ці технології дешевші, оскільки не вимагають землерийних робіт, а так само від них менше запылення повітря. За допомогою спеціального обладнання в забруднену ділянку ґрунту вводиться кисень, яким стимулюється аеробна біодеградація поліюгантів, а також зростання кількості мікроорганізмів. Також для стимуляції біодеградації в ґрунт можуть вводитися поживні речовини, наприклад, азотовмісні добрива, що викликають прискорене зростання кількості мікроорганізмів і прискорюють їх метаболізм.

Методи ex situ

Коли використовується Біоремедіація ex situ забруднений шар ґрунту знімається, і його очищення від поліюгантів відбувається за межею місць забруднення, що значно здорожує технологію. Але у цих методах є її переваги: потрібно менше часу, і процес очищення знаходиться під повним контролем. Однією з технологій ex situ є застосування біореакторів. Спочатку з ґрунту витягуються камені, потім її перемішують для однорідності, додають воду, і відбувається утворення глинистої суспензії, у яку, в свою чергу, вводяться мікроорганізми, що очищують ґрунт від поліюгантів. Для мікроорганізмів в реакторі створюють оптимальні умови. Після очищення і висушування ґрунт повертають в навколишнє середовище.

Рис. 1. Методи біоремедіації порушених земель

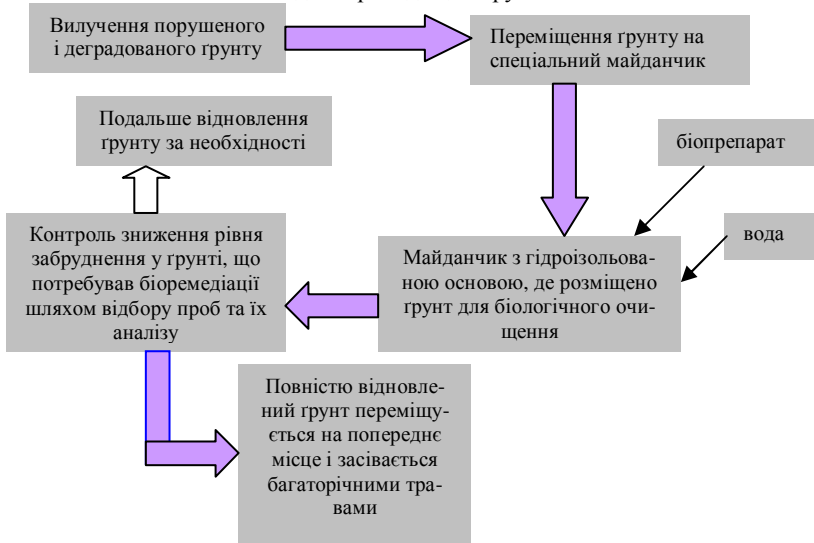


Рис. 2. Схема очищення ґрунту на гідроізолюваному рекультиваційному майданчику

Для відновлення порушених земель сільськогосподарського призначення, що мають високий тип деградації методом *ex situ* пропонується схема очищення ґрунту на гідроізолюваному рекультивацийному майданчику (рис. 2).

На основі проведених досліджень було визначено оптимальний підхід до біоремедіації порушених земель сільськогосподарського призначення на території Полтавської області шляхом їх групування згідно ступеня деградації.

1. Біоремедіація ґрунтів, забруднених пестицидами / Іутинська Г. О., Лоханська В. Й., Піндрус А. А., Ямборко Н. А. // І-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф., 4–7 жовтня 2006 р.: тези допов. – Вінниця, 2006. – С. 134.
2. Ідентифікація нового виду небезпеки хімічних речовин: інгібування процесів екологічної ремедіації // ДАН. 2002. – Т. 385. № 4. – С. 571–573.
3. Плешакова Є. В. Порівняння ефективності інтродукції нафтоокислюючих штаму *Dietzia maris* і стимуляції природних мікробних спільнот для ремедіації забрудненого ґрунту / Плешакова Є. В., Дубровська Є. В., Турківська О. В. // Прикладна біохімія та мікробіологія, 44 (2008), 4 (липень), – С. 430–437.
4. Obed Schacht, Kenneth Ajibo. Soil Bioremediation: In-Situ vs. Ex-situ. (Costs, Benefits, and Effects). – WSP and Göteborg Energy, 2002. – P. 77.
5. Мельничук С. Д. Антропогенне забруднення агроєкосистем та методи їх ремедіації. – Планета без стійких органічних забруднювачів (СОЗ) / Мельничук С. Д., Лоханська В. Й., Самкова О. П. // Збірник наукових матеріалів науково-практичного семінару в рамках Всесвітнього дня дій проти СОЗ (22 квітня 2005 р., Київ) – К. : ВГЛ Обрії, 2005. – 188 с.
6. Іутинська Г. О. Визначення еколого-токсикологічного впливу деяких пестицидів на мікробний ценоз та біологічну активність ґрунту / Іутинська Г. О., Лоханська В. Й., Дульгерів О. М., Нудьга А. Ю. // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К., 2005. – Вип. 87. – 300 с.
7. Wagner F. Strategies for biosurfactant production / Wagner F. // Fat. Sci. Technol., 1987. – P. 586–591.
8. Kolwzan B. Bioremediacja gleb skazonych produktami naftowymi wraz z ocean ekotoksykologiczna / Kolwzan B. – Wroclaw : OWPW, 2005. – 212 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Писаренко П. В. (Полтавська державна аграрна академія)

Laslo O. O., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor
(Poltava State Agrarian Academy)

RESTORATION OF DAMAGED AGRICULTURAL LAND THROUGH BIOREMEDIATION

The complex method of bioremediation of the degraded soil of the agricultural setting of the Poltava area is resulted in the article.

Keywords: bioremediation, degraded soil, ground microorganisms, adapted microbial association, biological activity of soils.

Ласло А. А., к.с.-х.н., доцент (Полтавская государственная аграрная академия)

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ
БИОРЕМЕДИАЦИИ**

В статье приведена комплексная методика биоремедиации деградированных почв сельскохозяйственного назначения Полтавской области.

Ключевые слова: биоремедиация, деградированные почвы, почвенные микроорганизмы, адаптированные микробные ассоциации, биологическая активность почв.
