

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
БЕТА технологічний центр (Вік, Іспанія)
Чеський університет природничих наук (Прага, Чехія)

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОСИРОВИНИ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ
ЗЕМЛЯХ**

МАТЕРІАЛИ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ,
ПРИСВЯЧЕНОЇ 100-РІЧЧЮ ДНІПРОВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРАРНО-
ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (ДДАЕУ) ТА 60-РІЧЧЮ НАУКОВОЇ ШКОЛИ
З РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ ДДАЕУ

м. Дніпро, 23–24 червня 2022 року

УДК 57.084: 652.631

П 26

Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпро : ДДАЕУ, 2022. 235 с.

Висвітлено сучасні проблеми оптимізації ресурсного потенціалу маргінальних земель та фіторемедіації ґрунтів. Наведено новітні технологічні прийоми вирощування біоенергетичних культур, технології переробки біосировини на біопаливо та біоматеріали. Відмічено тенденції розвитку нових форм рекультивації порушених гірничорудними розробками земель та екологічні ризики техногенного забруднення довкілля, спричиненого російською військовою агресією.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

М.М. ХАРИТОНОВ, Ю.І. ГРИЦАН (наукові редактори); П.В. ВОЛОХ, Ю.І. ТКАЛІЧ, М.Я. ГУМЕНТИК, Л.А. ФРОЛОВА, О.В. ГЕЛЬМАН, Т.В. ТИМОЧКО, О.О. МИЦИК; Н.В. ГОНЧАР (відповідальний секретар)

© Дніпровський державний
аграрно-економічний
університет, 2022

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ҐРУНТІВ

Бузіна І.М. Фіторемедіаційні технології в агроландшафтних екосистемах	207
Галицька М.А., Кулик М.І. Фіторемедіаційні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах Лісостепу України.....	210
Клименко І.І., Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Довбаш Н.І. Вирощування кукурудзи для фіторемедіації сірого лісового ґрунту забрудненого свинцем.....	214
Климчик О.М. Біоремедіація ґрунтових систем від важких металів, пестицидів та нафтових забруднень.....	217
Мицик О.О., Гаврюшенко О.О. Зміна родючості розкритих гірських порід у процесі сільськогосподарського освоєння складними агрофітоценозами.....	220
Оліферчук В.П., Кендзьора Н.З., Самарська М.І. Фіторизоремедіація девастрованих земель (на прикладі території біля залізничних шляхів на ділянці колії Львів-Самбір).....	223
Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю. Очистка та відновлення техногенно забруднених ґрунтів біологічними методами.....	226
Varrah M., Alexiou-Ivanova T. A study of invasive plant <i>Andropogon Gayanus</i> and <i>Pennisetum Pedicellatum</i> for reclaiming Nigerian mined sites.....	230
Duque-Dussán, E., Rázková, Z., Banout, J. Using vetiver grass wetlands for improved coffee wet processing wastewater treatment.....	234

До теперішнього часу відомо близько 400 видів рослин-гіперакумуляторів, які ростуть на багатих металами територіях в тропіках і середніх широтах та належать до широкого спектру не пов'язаних між собою родин. Домінують рослини-гіперакумулятори нікелю (320 видів), які ростуть на ґрунтах, що утворилися з порід, збагачених металами (Mg, Fe, Ni).

ЛІТЕРАТУРА

1. Salt D.E., Smith R.D., Raskin I. Phytoremediation. Published By Chemistry Department, Northern Arizona University. 2012. 643-668.
2. Білецька В.А., Яцечко Н.Є., Павличенко А.В. Дослідження процесів трансформації водорозчинних форм важких металів при детоксикації промислових відходів природними сорбентами. *Науково-технічний збірник «Розробка родовищ»*. 2013. Режим доступу: <http://rr.nmu.org.ua/pdf/2013/20131016-52.pdf>.
3. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. За ред. Е.Г. Дегодюка. Київ: Урожай, 1992. 320 с.
4. Генік Я.В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19.2. Львів: Нац. лісотехн. ун-т України, 2009. С. 77-82.
5. Задніпровська А.В. Маловитратні технології для оздоровлення довкілля. *Коммун. хоз-во городів*: науч.-техн. сб. 2008. № 86. С. 159-166.
6. Петришина В.А. Агроекологічне обґрунтування фітореMediaційної спроможності дикорослих видів рослин: дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16 / Віталіна Анатоліївна Петришина. К., 2009. 143 с.

ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М.А. Галицька, М.І. Кулик

*Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна
maryna.galytska@pdaa.edu.ua*

Зростання цін на енергоносії, очищення земель від важких металів, зниження рівня використання непоновлюваних джерел енергії та залучення альтернативи до паливно-енергетичного комплексу України нині є нагальними питаннями, які потребують невідкладного вирішення [4]. Тому виникає потреба у всебічному вивченні найбільш поширених на території нашої країни таких енергетичних культур, як верба, міскантус, світчграс – фітореMediaнтів та рослинної енергетичної сировини [5]. В Україні є всі необхідні можливості, передусім ґрунтово-кліматичні, які сприяють отриманню високоврожайної

енергоємної біомаси енергетичних культур, та наявність значних площ, непридатних для вирощування сільськогосподарських культур (маргінальні землі). Сьогодні науковці інтенсивно вивчають і вдосконалюють технологію вирощування енергетичних культур. Серед дослідників вітчизняні вчені: М.В. Роїк, В.Л. Курило, Д.Б. Рахметов, В.А. Доронін, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко та ін. [1-3]. Поряд з агрономічно-обґрунтованим менеджментом вирощування енергетичних культур, актуальним та недостатньо вивченим питанням залишаються екологічні аспекти вирощування цих рослин на маргінальних землях [5]. У контексті тенденцій, що панують у сфері світової і державної енергетичної політики та безпеки використання енергетичних культур, міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*), просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.), енергетична верба (*Salix*) та ін., пропагуються як сировина для виробництва екологічно чистого, вуглецево-нейтрального та дешевого біопалива. Тому місце вирощування цих рослин та вид землекористування стають важливими критеріями для виробництва альтернативних видів палива.

Використання деградованих або забруднених земель сприяє частковому вирішенню проблеми використання сільськогосподарських угідь для отримання рослинної сировини на енергетичні цілі. Території з відсутнім або недостатнім рослинним покривом є регулярним додатковим джерелом забруднення через процеси вилуговування або ерозії ґрунту, що завдає шкоди природним ресурсам. Повторне використання таких територій для виробництва біоенергетичних культур може бути корисним рішенням з екологічної точки зору. Максимальний фітореMediaційний ефект на забруднених землях спостерігається у швидкорослих видів деревних рослин, при цьому дуже мало уваги приділяється використанню трав'яних енергетичних культур, і лише у кількох джерелах описано використання багаторічних культур другого покоління біопалива для фітореMediaції забруднених земель [4]. Наявне різноманіття енергетичних культур сприяє виробництву біопалива та очищенню забруднених ділянок. Для успішного впровадження та використання

багаторічних енергокультур необхідно зрозуміти і проаналізувати поточний стан проблеми та розробити ефективні стратегії використання багаторічних трав як фітореMediaційний засіб, уникаючи негативних наслідків для суспільства й навколишнього середовища. Не в повній мірі вивчено особливості використання енергетичних культур для фітореMediaції різних типів забруднених земель на фоні різних забруднювачів [5].

Відновлення функціональних та екосистемних властивостей забруднених земель дозволить повернути їх до сільськогосподарського використання [3-4]. Варіанти фізико-хімічної реабілітації забруднених ґрунтів зазнають критики через їх високу вартість та недостатню ефективність. Використання рослин і супутніх з ними мікроорганізмів може бути стійким та економічно вигідним засобом зменшення впливу забруднюючих речовин на ґрунтовий комплекс. Фітоменеджмент має бути спрямований на використання непродовольчих культур для пом'якшення екологічних і санітарних ризиків, спричинених забруднювачами, та відновлення властивостей екосистеми. Культури, що використовуються для відновлення ґрунтів, повинні бути толерантними до забруднюючих речовин, унеможливити їх перенесення в харчовий ланцюг і ефективно виробляти товарну біомасу [6]. Виходячи зі здатності енергетичних культур накопичувати неорганічні забруднювачі в кореневій системі та розкладати стійкі органічні забруднювачі в ґрунті, ці види рослин є оптимальними для фітостабілізації та фітодеструкції. Вирощування енергетичних культур на забруднених та деградованих ґрунтах вважаємо перспективним варіантом з метою уникнення використання орних земель сільськогосподарського призначення та зменшення конкуренції між продовольчим та біоенергетичним землекористуванням [2, 3].

ФітореMediaційна технологія заснована на здатності рослин видаляти токсичні речовини з навколишнього середовища або перетворювати їх у безпечні сполуки – метаболіти. Літературних даних та наукових досліджень про ремедіаційну здатність енергетичних культур сьогодні бракує, але низка дослідників відмічає, що очищення ґрунтів від поллютантів ефективніше

відбувається шляхом фітостабілізації. Відзначимо, що експерименти здебільшого проводяться в лабораторних умовах, а не в польових. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що вказані культури є новими, інтродукованими до інших кліматичних умов, тому основні дослідження спрямовані на вивчення їх генетичних, адаптивних, агрономічних та фізіологічних властивостей на незабруднених землях [4]. Посилаючись на проведені переважно за кордоном окремі дослідження, констатуємо, що за високих концентрацій іонів важких металів пригнічується ріст і накопичення вегетативної біомаси в рослинах [5]. Дослідження європейських наукових інститутів [6] свідчать про те, що високі концентрації важких металів пригнічувально впливають на ріст та розвиток деяких видів енергетичних культур через пошкодження коренів та зниження мінерального живлення, особливо азоту і фосфору. На противагу цьому, в польових умовах (протягом двох сезонів) інших досліджень енергетичні культури формували потужну фітомасу та високу врожайність на промислово забруднених землях. Енергетичні рослини неоднаково взаємодіють з поживним середовищем, а рівні опору до стресових факторів залежать від умов вирощування і можуть відрізнятися в різних видів і популяції.

Отже, енергетичні культури мають високу здатність поглинати важкі метали і частково акумулюють їх у своїх підземній та надземній частинах. По завершенні вегетації надземна вегетативна маса рослин може підлягати відповідній переробці, є додатковим джерелом кольорових металів, біопаливом для енергетичних цілей. Найбільш поширеними забруднювачами ґрунтів в Лісостепу України є кобальт, молібден, у західній частині Лісостепу – мідь, показники вмісту яких перевищують не лише фонові значення, а й ГДК. Уміст цинку на більшості території країни відповідає регламентованим нормам. Інтенсивність переходу важких металів у системі «ґрунт–рослина» енергетичних культур має вигляд: $Cd \rightarrow Cu \rightarrow Zn \rightarrow Pb$. Вирощування енергетичних рослин як фіторемедіантів на забруднених землях дозволить не лише знизити рівень деградації, а й підвищити агрономічну цінність цих ґрунтів. Висока продуктивність біомаси енергетичних культур (до 30 т/га) може

перетворити технологію фітореMediaції в прибуткову галузь для біоенергетичної промисловості. Енергетичні культури накопичують органіку в ґрунті, збільшуючи вміст карбону в ньому, інтенсивно поглинають вуглекислий газ і зменшують наслідки глобального потепління

ЛІТЕРАТУРА

1. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. 1. 1-7. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.01>
2. Kulyk M.I., Galytska M.A., Samoylik M.S., Zhornyk I.I. Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*. 2019. 2. 65-73. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14020>.
3. Metwally M.S., Shaddad S.M., Liu M., Yao R.J., Abdo A.I., Li P., et al. Soil properties spatial variability and delineation of site-specific management zones based on soil fertility using fuzzy clustering in a hilly field in Jianyang, Sichuan, China. *Sustainability*. 2019. 11. 70-84. <https://doi.org/10.3390/su11247084>.
4. Pandey V.C., Bajpai O., Singh N. Energy crops in sustainable phytoremediation. *Renew Sustain Energy Rev*. 2016. 54. 58-73. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.078>.
5. Писаренко П.В. Сучасний стан родючості ґрунтів Полтавської області 2012.
6. Писаренко П.В., Диченко О.Ю. Одночасність (синхронність) зміни динаміки шкідників буряків цукрових у Центральному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 3. С. 33-35.
7. Yamori W., Nikosaka K., Way D.A. Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. *Photosynth Res*. 2014. 119. 101-117. <https://doi.org/10.1007/s11120-013-9874-6>.

ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗАБРУДНЕНОГО СВИНЦЕМ

І.І. Клименко, Г.В. Давидюк, Л.І. Шкарівська, Н.І. Довбаш
Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України»
смт. Чабани, Україна
Ira_Klimenko@i.ua

Стрімкий розвиток цивілізації спричиняє надходження в біосферу важких металів, у т.ч. свинцю, який не утилізується та не включається в біогеохімічні цикли, що призводить до накопичення його в агроландшафтах. Відновлення родючості техногенно забруднених ґрунтів – одна з найбільш складних проблем не лише в Україні, а й у світі.

Свинець характеризується складною і багатофакторною схемою розподілу за площею та рівномірним накопиченням. Виявлено, що гранично допустима концентрація (ГДК) цього поллютанта у ґрунтах України для валових форм становить 32,0 мг/кг, для рухомих – 6,0 мг/кг ґрунту [2]. За фонового