

ВИРОБНИЦТВО БІОПАЛИВА ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Г. Черевко, д. е. н., професор

В. Шугало, аспірант

Львівський національний аграрний університет

© Г. Черевко, В. Шугало, 2018

<https://doi.org/10.31734/agrarecon2018.01.131>

Черевко Г., Шугало В. Виробництво біопалива як чинник підвищення еколого-економічної ефективності відновлення і використання пошкоджених територій

Обґрунтовано еколого-економічну ефективність вирощування енергетичних рослин для виробництва біогазу на пошкоджених територіях. Також описано стан територій, які найбільше потерпіли від радіаційного забруднення після Чорнобильської катастрофи, та проблеми, що виникли на радіаційно забруднених територіях, існуючі можливості їхнього вирішення. Наведено результати досліджень українських учених щодо впливу внесення добрив, їхнього складу та інших чинників на нагромадження радіонуклідів у рослинах. Представлено основні елементи інтенсивної технології вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених територіях. Визначено параметри задовільних умов вирощування ріпаку й доз внесення мінеральних добрив під заплановану врожайність. Проаналізовано можливості вирощування міскантусу на присадибних ділянках та в агропромислових масштабах. Проаналізовано явище збільшення площ видобування корисних копалин як відкритим, так і закритим способом, та наслідки, до яких призводить покидання напризволяще таких територій. Знайдено і представлено варіант рішення для зацікавлення інвесторів щодо вкладання коштів у проекти біологічної рекультивациі територій після закінчення там гірничодобувних робіт і територій, що опинилися в зоні радіаційного забруднення і є не надто привабливими з погляду еколого-економічної ефективності. Узагальнено досвід рекультивациі пошкоджених земель в Україні, реалізовані проекти та можливості запобігання «втраченій вигоді». Узагальнено можливості для раціонального використання територій та їхньої ефективноі рекультивациі. Оптимізовано склад рослин для біологічної рекультивациі пошкоджених територій.

Ключові слова: біоенергія, біопаливо, радіонукліди, біомаса, біогаз, біодобриво, ріпак, енерго-незалежність, еколого-економічна ефективність.

Cherevko G., Shugalo V. Production of biofuels as a factor in increasing of the ecological and economic efficiency of the restoration and use of damaged areas

The article substantiates the ecological and economic efficiency of cultivating energy plants for the production of biogas in damaged areas. Also described state areas that are most affected by radioactive contamination after the Chernobyl disaster and problems encountered in contaminated areas existing possibilities to solve them. The results of researches of Ukrainian scientists concerning influence of fertilization, their composition and other factors on accumulation of radionuclides in plant cultures are presented. The main elements of the intensive technology of rape growing in radioactive contaminated territories are presented. Parameters of satisfactory conditions for growing rape and doses of mineral fertilizers for planned yields are determined. The possibilities of growing the miscanthus in the small individual farms and also in the agro-industrial scale, with additional bonuses that accompany its cultivation, are analyzed. The phenomenon of increasing the area of extraction of minerals, both open and closed, and the consequences, which leads to the abandonment of the periphery of such territories, is analyzed. A variant of the solution was found and presented to interest investors in investing in the projects of biological remediation of the territories after the mining there and the territories that were in the zone of radiation pollution and are not very attractive in terms of ecological and economic efficiency. The results of generalization of existing experience of damaged land reclamation in Ukraine, implemented projects and opportunities for preventing «lost profits» are presented. The possibilities

for rational use of territories and of its effective remediation are generalized. The optimization of the composition of plants for biological reclamation of damaged areas has been carried out, its properties and possibilities during its cultivation have been described.

Key words: *bioenergy, biofuels, radionuclides, biomass, biogas, biofuel, rape, energy independence, ecological and economic efficiency.*

Постановка проблеми. Минуло вже понад три десятиліття після Чорнобильської катастрофи, яка змінила уявлення людства про безпечність атомної енергетики. Через підвищений рівень радіації частину території України вилучено з користування. На сьогодні реабілітації та повернення у виробництво потребують 130,6 тис. га сільськогосподарських угідь (25 років Чорнобильської катастрофи..., 2011). За період після страшної аварії було проведено значну кількість наукових досліджень та вивчено основні закономірності поведінки радіонуклідів у навколишньому природному середовищі і надано відповідні рекомендації щодо стратегії й практики сільськогосподарської діяльності за таких умов. Тому одним із пріоритетів Стратегії державної екологічної політики України на період до 2020 року є контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки. З огляду на це особливого значення набуває радіаційний моніторинг в аграрній сфері як основне джерело одержання інформації щодо просторового перерозподілу радіонуклідів, інтенсивності їхньої міграції трофічними ланцюгами. У віддалений післяаварійний період основна частка надходження радіонуклідів до організму людини формується саме внаслідок споживання забрудненої сільськогосподарської продукції (Чоботько та ін., 2011).

Також є проблема з покинутими територіями, які опинилися в пошкодженому стані внаслідок проведення гірничо-добувних робіт. Вони піддаються ерозійним процесам, природне відновлення відбувається дуже повільно, а залучати їх у господарську діяльність означає провести рекультивуацію. І цей процес є досить затратний. При цьому ті підприємства, які проводили видобуток, гальмують проведення рекультивації, бо або збанкрутували, або

припинили існування. У такій ситуації держава не може раціонально використовувати земельні ресурси, а залишені «місячні ландшафти» нерідко становлять небезпеку для сусідніх населених пунктів. Кошти регіонального бюджету часто виявляються недостатніми для вирішення окреслених проблем. Одним зі способів відновлення пошкоджених територій та їхнього раціонального використання є вирощування енергетичних культур, переробка яких не пов'язана з харчуванням, тому не становить загрози для людей, що особливо важливо для територій, котрі зазнали радіоактивного ураження. За відносно мінімальних затрат такий шлях дає змогу уникнути негативного сценарію та запобігти втраченій вигоді, що об'єктивно вимагає здійснення відповідних наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематикою раціонального господарювання на відновлених територіях через їхнє використання для вирощування енергетичних культур активно займаються вітчизняні вчені. Такі науковці, як Г. Чоботько, Л. Райчук, Ю. Пісковий, І. Ясковець (2011), проаналізували стан і пріоритети Стратегії державної екологічної політики України до 2020 року. Вони вказують на те, що у післяаварійний період основним джерелом радіаційної небезпеки для населення є внутрішнє опромінення, ступінь якого залежить від споживання забрудненої продукції, котру вирощували на радіоактивно забруднених територіях. У дослідженнях О. Фурдичка (2011; 2014; 2016) визначено показники граничної щільності забруднення радіонуклідами для певних видів культур і навіть сортів, на конкретних типах ґрунту. Дослідник Г. Калетнік (2010) зазначає, що в зоні радіоактивного забруднення саме олійні культури мають відповідний комплекс

цінних господарських ознак, тому, враховуючи високий попит на них та високобілкові корми, на уражених територіях потрібно розширювати вирощування олійних культур; Є. Данкевич (2016) описує радіаційне забруднення території північних районів Житомирської області. Науковці В. Кашпаров, В. Йощенко, Ю. Бондар, Е. Танкач (2009) описують рівень забруднення радіацією прилеглих до ЧАЕС територій; О. Дутов, В. Дутов, В. Ландін (2015) та Б. Прістер (2007) аналізують радіоекологічну ситуацію, яка склалася у забруднених агро-екосистемах унаслідок припинення комплексних контрзаходів, і констатують, що вона змінюється дуже повільно й повністю визначається фізичним розпадом радіонуклідів ^{137}Cs та підвищенням рухомості ^{90}Sr . Також автори описують оптимальне ведення сільського господарства на радіаційно забруднених територіях. Дослідник В. Ландін (2016) роз'яснює, що тягар контрзаходів повністю лягає на плечі підприємців і місцевого населення і зазвичай є непосильним. Окрім того, учений наголошує, що потрібно враховувати розміщення культури, родючість ґрунту, наявність контрзаходів, щільність поверхневого забруднення та відповідно проводити моніторинг навколишнього середовища, тому що все це впливає на накопичування радіонуклідів понад встановлені допустимі рівні. Дослідник О. Скидан (2016) обґрунтував, що відродження радіоактивно забруднених територій унаслідок аварії на ЧАЕС та їхній подальший розвиток можливі у разі реалізації заходів, спрямованих на стимулювання економічно активної діяльності. Автор підсумував проведені дослідження та накопичений досвід і засвідчив, що найперспективнішим напрямом розвитку потерпілих регіонів є реалізація проектів із виробництва та переробки енергетичних культур, що також сприятиме розвитку економічного потенціалу цих територій. Науковці В. Писаренко, П. Писаренко і В. Писаренко (2008) зазначають, що розширення видобування корисних копалин, особливо відкритим способом, призвело до утворення великих

площ порушених земель і завдало навколишньому середовищу значних втрат. Дослідник Є. Іванов (2007) констатує факт існування ситуації, в якій опинилась Україна. Вона успадкувала від СРСР здебільшого виснажені гірничодобувні регіони зі застарілими технологіями та зношеним обладнанням підприємств. Екологічний стан природно-господарських систем у більшості гірничодобувних регіонів є критичним. Науковці Є. Іванов (2017) та Р. Панас (2005) описують технологічні процеси, у ході яких відбувається порушення земель, можливі наслідки, до яких воно призводить, а також небезпеку, яку несуть ці процеси та шкідливі речовини, котрі утворюються від них. Дослідники М. Сивий, І. Паранько та Є. Іванов (2013) обґрунтували види рекультивації, можливості й напрями подальшого використання рекультивованих земель, навели приклади доцільності проведення того чи іншого виду рекультивації. У навчальному посібнику за редакцією П. Надточія і Т. Мисливої (2007) описано різні види ресурсів пошкоджених територій, їхні властивості, стан, можливі напрями рекультивації порушених земель, їхнього використання і правові аспекти використання та охорони разом із надрами.

Постановка завдання. Метою нашого дослідження було визначення еколого-економічної ефективності вирощування енергетичних культур на пошкоджених територіях із пролонгованим рекреаційним ефектом та з дотриманням безпечних умов для населення. Під цим розуміється можливість впродовж тривалого часового періоду отримувати рекреаційний ефект та елімінація ймовірності завдання шкоди населенню в процесі здійснення господарської діяльності в цих регіонах.

Методика дослідження та матеріали. Методика проведеного дослідження охоплювала як відомі загальнонаукові методи (наукової абстракції, аналізу і синтезу, індукції і дедукції, наукового узагальнення), застосування яких допомагало опрацювати існуючу інформацію стосовно госпо-

дарського використання порушених земель через вирощування на них енергетичних культур, так і не менш відомі методи суто економічного дослідження (економіко-статистичні, аналізу рядів динаміки, розрахунково-конструктивний) для всебічного обґрунтування існуючих переваг та недоліків такого напрямку розвитку сільського господарства. Основний методичний підхід полягає в аналітичній інтерпретації результатів наукового пошуку вчених, котрі займаються проблемою раціонального господарювання на відновлених територіях. Загалом дослідження здійснено з дотриманням діалектичного принципу у вивченні економічних явищ. З метою вивчення окремих аспектів використано монографічний метод дослідження. Застосування описаної методики дало змогу ґрунтовно вивчити й опрацювати матеріали статистичних джерел та доробок відповідних учених, що в сукупності становило основу інформаційної бази для написання статті.

Виклад основного матеріалу. Від забруднення аварійними викидами Чорнобильської АЕС найбільше постраждали північні райони Українського Полісся. Унаслідок високих коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту (дерново-підзолисті, торфоболотні) в продукцію рослинництва та з урахуванням екологічних особливостей умов життєдіяльності населення регіону, його органічного зв'язку з навколишніми лісами, луками та болотами актуальною залишається проблема формування напруженої радіоекологічної ситуації, навіть за низької щільності радіонуклідного забруднення сільськогосподарських угідь (25 років Чорнобильської катастрофи..., 2011; Фурдичко, Кучма і Паньковська, 2011; Фурдичко, 2014).

На забруднених територіях як індикатор радіаційної ситуації прийнято використовувати коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини. Дослідженнями українських учених (Прістер, 2007; Кашпаров, 2009 та ін.) підтверджено, що значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів у рослини не залежать від щільності забруднення

ґрунту для всіх видів сільськогосподарських культур на всіх типах ґрунтів, а рівень забруднення продукції, як і доза опромінення населення, є функцією не лише щільності забруднення ґрунту, а й екологічних особливостей території.

У зоні радіоактивного забруднення саме олійні культури мають відповідний комплекс цінних господарських ознак. З огляду на зростаючий попит на рослинну олію та концентровані високобілкові корми задовольнити ці потреби найближчими роками в Україні лише за вирощування соняшнику як традиційної олійної культури буде неможливо (Калетник, 2010). Виникає необхідність активнішого впровадження у сільськогосподарське виробництво нових апробованих світовою та вітчизняною наукою і практикою культур, серед яких основне місце може зайняти ріпак. Вагомий внесок у дослідження проблеми підвищення економічної ефективності виробництва, у тому числі й вирощування ріпаку, зробили такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як В. Андрійчук, С. Бойко, П. Вишнівський, О. Гауе, В. Галушко, Ю. Губені, С. Дем'яненко, В. Іванишин, В. Месель-Веселяк, А. Побережна, І. Топіха, В. Топіха, В. Уланчук, І. Червен, А. Фаїзов, В. Яценко та ін. Науковці вивчали низку питань, пов'язаних зі зростанням результативності виробничої діяльності на радіоактивно забруднених територіях. Водночас деякі проблеми, що стосуються підвищення економічної ефективності вирощування ріпаку в зоні радіоактивного забруднення, в економічній літературі висвітлено недостатньо. Сучасні умови господарювання потребують подальшого поглибленого опрацювання питань одержання екологічно чистої продукції в зоні радіоактивного забруднення з урахуванням кон'юнктури ринку.

Незважаючи на існуючі обмеження щодо вирощування низки сільськогосподарських культур у зоні радіоактивного забруднення, у тому числі й Житомирського Полісся, у регіоні склалися сприятливі умови для розвитку ріпаківництва, як і для інших енергетичних культур. Крім того, врожайність ріпаку залежить від матеріально-технічного

забезпечення господарств та вміння використувати біологічні властивості цієї культури. Потенційні можливості України з вирощування ріпаку становлять 5–6 млн т за середньої врожайності 25–28 ц/га. Цього достатньо для забезпечення вітчизняних переробних потужностей та формування експортного потенціалу. З іншого боку, як свідчать результати досліджень (Лазар та ін., 2006), ріпакова олія має мінімальні показники забруднення радіонуклідами. Вміст їх становить менше 0,1 Бк/кг за ДР-91 – 600 Бк/кг, а забрудненість соломи – 1–3 Бк/кг. Отже, ріпак – найпридатніша культура для вирощування в зоні радіоактивного забруднення. Проведена незалежна експертиза (консалтинговою компанією «Урумофф», «Тадіс» Україна, СП «Агрос») свідчить про можливість беззаперечного використання ріпакової олії для споживання людьми (Данкевич, 2016). Однією з основних переваг цієї культури є низький коефіцієнт переходу радіонуклідів у рослину. У процесі дослідження встановлено, що рівні забруднення врожаю сільськогосподарських культур значною мірою залежать від біологічних особливостей певних видів та сортів.

За даними досліджень, на угіддях із високим рівнем забруднення радіонуклідами, де вжиття агромеліоративних заходів не гарантує отримання придатної для використання продукції, необхідно здійснити перепрофілювання господарств, змінити структуру посівних площ (Данкевич, 2016).

Розширення площ ріпаку на технічні та кормові цілі є особливо актуальним завданням для районів Житомирської області, що постраждали від наслідків аварії на ЧАЕС. Найсприятливіші ґрунтово-кліматичні умови й особливості поєднання в структурі посівних площ з іншими сільськогосподарськими культурами сприяли тому, що в області у 2015 році обсяги вирощування ріпаку та валове виробництво насіння становили відповідно 40,0 та 95 тис. тонн.

Зауважимо, що для вирощування ріпаку на територіях, забруднених радіонуклідами, розроблено і вдосконалено технології з урахуванням різних ґрунтово-кліматичних

умов, що спрямовано на збереження вологи та раціональне використання добрив, а також визначено оптимальні терміни сівби та норми висіву насіння. Крім того, розроблено інтегровану систему захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Такі напрацювання дають змогу вітчизняним товаровиробникам ефективно вести господарську діяльність з урахуванням специфіки регіону.

Серед основних складових інтенсивної технології вирощування культури ріпаку слід вказати такі:

- створення регіональних зон концентрованого вирощування озимого та ярого ріпаку – від 10–15 до 30–35 тис. га;

- вирощування районованих високопродуктивних безерукових і низькоглюкозинолатних сортів і гібридів озимого та ярого ріпаку, які характеризуються групою стійкістю до найпоширеніших хвороб і шкідників;

- проведення сівби лише високоякісним насінням високих репродукцій районованих безерукових і низькоглюкозинолатних сортів озимого та ярого ріпаку в оптимальні терміни для кожної конкретної ґрунтово-кліматичної зони;

- агробіологічне обґрунтування розміщення ріпаку в сівозмінах після оптимальних попередників, а також термінів щодо його повернення на попереднє поле;

- дотримання просторової ізоляції між окремими сортами, між посівами озимого і ярого ріпаку та іншими капустяними культурами;

- застосування обґрунтованих зональних систем основного і передпосівного обробітку ґрунту залежно від його стану та забур'яненості;

- забезпечення рослин елементами мінерального живлення під запрограмований урожай;

- використання спеціалізованого комплексу сучасних сільськогосподарських машин для якісного виконання всіх робіт в оптимальні терміни;

- впровадження інтегрованої системи захисту ріпаку від шкідників, хвороб і бур'янів;

➤ суворе дотримання технологічних правил під час вирощування озимого та ярого ріпаку (Данкевич, 2016).

Для визначення доз мінеральних добрив під заплановану врожайність ріпаку можна використати балансово-розрахункові методи з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті на кожному конкретному полі господарства. У досліджах Інституту сільськогосподарства Полісся врожайність насіння ріпаку ярого від застосування добрив на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті у дозах $N_{60}P_{60}K_{60}-N_{120}P_{90}K_{90}$ у середньому за три роки підвищувалася на 27–30%, а на фоні вапнування – на 41% порівняно з неудобренним варіантом. За результатами досліджень встановлено, що незалежно від фону удобрення на радіаційно забруднених землях активність ^{137}Cs , вміст важких металів, ерукової кислоти і глюकोзинолатів у насінні ріпаку не перевищує ГДК і ДР-2006. Забезпечення оптимальних умов під час вирощування ріпаку дає змогу отримувати близько 4 т/га насіння, про що свідчить досвід передових господарств Житомирської області. Отже, виробництво насіння ріпаку за врожайності 2,0–3,0 т/га є цілком конкурентоспроможним, високорентабельним і прибутковим бізнесом (Данкевич, 2016).

Для оцінки накопичення радіонуклідів у врожаї за різної щільності забруднення ґрунту використовували коефіцієнт переходу (КП) та коефіцієнт накопичення (КН) ^{137}Cs і ^{90}Sr із ґрунту в рослини. Винесення радіонуклідів з урожаєм сільськогосподарських культур визначали розрахунковим методом за показниками врожайності культур (т/га) і питомої активності радіонукліда у продукції або в біомасі (кБк/га). Унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС територія Українського Полісся зазнала інтенсивного забруднення радіонуклідами. За даними радіаційного обстеження, площа сільськогосподарських угідь зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту радіоізотопами цезію понад 37 кБк/м² на Поліссі становить 1172 тис. га, з яких 774,3 – орні землі та 423,0 тис. га – сінокоси і пасовища. Сільськогосподарські угіддя з високими рівнями радіоактивного забруднення на площі 130,6 тис. га були виведені з господарського

використання і нині потребують реабілітації (Кашпаров, Йоценко, Бондарь і Танкач, 2009).

Радіоекологічна ситуація, яка склалася у забруднених агроекосистемах унаслідок припинення комплексних контрзаходів, змінюється дуже повільно і повністю визначається фізичним розпадом радіонуклідів ^{137}Cs та підвищенням рухомості ^{90}Sr у системі «ґрунт – рослина». Тому така ситуація збережеться впродовж ще не одного десятиліття і цілком визначатиметься процесами автореабілітації ґрунтів (Прістер, 2007; Дутов та ін., 2015; Ландін, 2016).

Однак останніми роками кошти на проведення будь-яких контрзаходів у сільськогосподарському виробництві, які забезпечують одержання безпечної продукції і недопущення опромінення населення понад встановлені норми, в тому числі удобрення, не виділяють. Цей тягар повністю лягає на плечі підприємців і місцевого населення та зазвичай є непосильним. Окрім того, культури з низькими КП ^{137}Cs і ^{90}Sr за розміщення на малородючих ґрунтах і відсутності контрзаходів можуть накопичувати радіонукліди понад встановлені допустимі рівні. Тому необхідно володіти даними стосовно властивостей ґрунтів та щільності поверхневого забруднення, щоб забезпечити оптимальне розміщення сільськогосподарських культур і вибір оптимальних контрзаходів та умов їхнього проведення. З огляду на це вкрай необхідними є проведення радіаційного моніторингу забруднених територій і сільгосппродукції та науковий супровід планування й здійснення контрзаходів (Ландін, 2016).

Цим фактом підтверджується гіпотеза щодо актуальності використання у рекреації радіаційно забруднених територій енергетичних культур, маючи у запасі низку переваг від їхньої переробки на біогаз, біодизель чи біоетанол.

Правильність цієї позиції обґрунтована положеннями Концепції реалізації державної політики у сфері розвитку діяльності в деяких зонах радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 липня 2012 р. за

№ 535-р. Концепція передбачає необхідність: реалізації екологічних та природоохоронних проектів, вирощування енергетичних культур та розміщення виробництва з їхньої переробки; реабілітації земель зони відчуження із застосуванням методів фіксації радіонуклідів на місцевості; проведення наукових досліджень щодо радіаційного моніторингу довкілля, довгострокового прогнозування й оцінювання ризиків від міграції радіонуклідів у природних і техногенних екосистемах зони забруднення; аналізу можливих напрямів реабілітаційної діяльності на території зони відчуження з урахуванням радіаційних чинників, екологічного, фіто- та зоосанітарного стану, стану рослинного покриву тощо (Скидан, 2016).

Є чимало прикладів вирощування рослин міскантусу на присадибних ділянках. Так, черкащанин В. Луговський вирощує його уже кілька років. Рослини використовують для опалення одного з мікрорайонів міста. Урожайність у господаря, за вологості 8–15%, сягає 65–70 т/га. Урожайність біомаси близько 30 т еквівалентна 15 тис. м³ газу. Щоб обігріти міскантусом усе місто, потрібно до 5 тис. га землі.

Проблему стрімкого здорожчання природного газу вирішив для себе М. Кікоть, засадивши міскантусом 25 арів. Тепер збирає майже по 30 т у перерахунку на 1 га біомаси. Такого урожаю з 1 га достатньо, щоб отримати кількість тепла, еквівалентного спалюванню 15–22 тис. м³ газу. Рослину подрібнює на саморобній установці та спалює у котлі. Із додаткових плюсів називає властивість міскантусу очищати ґрунт від пестицидів і радіонуклідів, а за 25 років вирощування на одному місці накопичується органічне добриво.

Низькі експлуатаційні витрати на вирощування міскантусу гігантського відкривають широкі можливості використання цієї культури. У Біоенергетичній асоціації України стверджують: щоб енергетичну рослину було доцільно транспортувати як біомасу, відстань від поля до підприємства з переробки чи котла не повинна перевищувати 50 км.

Зниження собівартості за отримання врожаю щонайменше 18 т/га обґрунтовує вирощування міскантусу гігантського тільки

у великих обсягах, зазначають в проекті «Міскантус». Прибутковість може бути підвищена через субсидії та зниження податків на вирощування енергетичних рослин, а також, якщо використовувати частину посівів для подальшого розмноження культури та реалізації розсади (Аналітика..., 2017).

Розширення видобування корисних копалин, особливо відкритим способом, призвело до утворення великих площ порушених земель. Порушення природних ландшафтів гірничорудної промисловості пов'язується із завданням навколишньому середовищу дуже великих втрат. У багатьох випадках відпрацьовані ділянки перетворюються на покинуті землі, а хаотична поверхня часто нагадує індустріальні пустелі (Писаренко, 2008).

В Україні є багато територій, покинутих після гірничодобувних робіт, на яких не проводили рекультивування. Ці території простоюють. Якщо не провести рекультивування (реабілітацію), то природний процес відновлення буде набагато довшим і це можна розцінювати як втрачену вигоду. Зрозуміло, що після гірничодобувних робіт рекультивування повинна займатися компанія, яка видобувала ресурси, а радіаційно забруднених територій – держава. Але частина таких компаній стала банкрутом або просто затягуватиме процес, доки він не наблизиться до природного.

Щодо реабілітації територій, які мають радіоактивне забруднення, держава повинна проводити додаткові відповідні роботи, що у свою чергу вимагає збільшення фінансування, яке в теперішній економічній ситуації є неможливим з низки причин. Тому потрібно ринково зацікавити інвесторів у вкладанні коштів в реабілітацію таких територій. І це можна зробити на основі ідеї вирощування енергетичних культур на пошкоджених чи забруднених територіях з подальшою переробкою на біопаливо, що у свою чергу сприятиме відновленню територій, приносить дохід інвесторам і наповнюватиме бюджет держави. Чудовим стимулом для цього є податкові канікули на певний (3–7 років) термін.

Можна вважати, що для радіаційно забруднених територій отримання біогазу або біодизелю – оптимальний варіант у

використанні ґрунтового покриву, при цьому без небезпеки перенесення радіонуклідів у повітряне середовище. Адже за переробки енергетичних культур на біогаз весь вміст радіонуклідів перейде у рідкі добрива, а біогаз буде «чистим» (не забрудненим радіонуклідами). Хоча, якщо біогаз міститиме багато води, він може нести невеликі концентрації радіонуклідів, але в такому разі його можна додатково пропускати крізь паперові фільтри після рекуперації.

Якщо ж переробляти ріпак на біодизель, кількість радіонуклідів в олії буде мізерною, більша частка їх залишиться у жмиху, який можна використовувати як сировину для біореактора та виробництва біогазу. За переробки зеленої маси міскантусу чи шроту ріпаку разом із залишками силосу на біогаз можна отримувати біодобрива з низьким вмістом радіоактивних речовин. Їх можна використовувати на цій території чи більш забрудненій радіонуклідами, при цьому вирощувати енергетичні культури, переробляти на енергію та отримувати послуги з біологічної рекультивациі, ще й забезпечувати себе добривами. Звичайно, це потрібно робити з додатковою системою моніторингу сировини, біодобрива, біопалива та ґрунту для чіткого розуміння фактичного стану територій, процесу рекультивациі та ефективності зниження радіаційного фону.

Процеси рекультивациі порушених земель зазвичай поділяють на два основні етапи: гірничотехнічний і біологічний. Проте, з практичної точки зору, виправданим вважають виокремлення трьох етапів: підготовчого, гірничотехнічного і біологічного (Іванов, 2007; 2017; Панас, 2005). Обґрунтувати вид рекультивациі і подальше використання рекультивованих земель належить для кожного окремого випадку на основі сукупного врахування комплексу природних та економічних чинників: географічного розташування, кліматичних умов, агрохімічного складу розкривних порід, вартості землі та її господарського призначення, соціально-економічних чинників і перспективи розвитку району розроблення родовища корисних копалин.

Нині в Україні загальна площа порушених земель становить понад 265 тис. га, у тому числі понад 82 тис. га зайнято торфозробками. Щороку для потреб гірничодобувної промисловості виділяють 7–8 тис. га, що належали переважно сільському або лісовому господарству. За відкритого способу видобування корисних копалин на 1 млн т мінеральної сировини втрати земель складають: для марганцевої руди – 76–600 га, для залізної руди – 14–640 га, для вугілля – 2,6–43,0 га, для нерудної сировини – 1,5–583 га. У разі видобування вугілля відкритим способом на 1 тис. т переміщується 3,6 тис. т породи, тоді як за шахтного способу видобування – лише 110–150 т. При цьому площа кар'єрів сягає значних розмірів: середня їхня площа для видобування будівельних матеріалів складає 300–500 га, вугілля – 1000–1500 га, залізної руди – 2000–3000 га (Сивий, Паранько та Іванов, 2013). Особливості технології виробництва за відкритого видобування мінеральної сировини призводять до накопичення значних об'ємів відвалів, які займають великі площі. Враховуючи те, що високоякісні руди вичерпуються, а вміст корисних компонентів у них знижується, частка відходів і порожніх порід у подальшому постійно зростатиме (Надточій та Мислива ред., 2007).

Порушення земель через видобування корисних копалин значні як за площею, так і за глибиною. При цьому на поверхню виносяться малопродуктивні або безплідні гірські породи. В Україні поступово вирішують складні проблеми рекультивациі гірничодобувних територій та об'єктів, сформованих унаслідок екстенсивного розвитку промислових галузей і ресурсомістких технологій. Наприклад, проведено значний обсяг рекультивацийних робіт у межах Передкарпатського сірконосного басейну, зокрема завершено заповнення Яворівської і Роздільських водойм, які виникли на місці найбільших сірчаних кар'єрів. Однак темпи рекультивациі земель в окремих регіонах України з різних причин залишаються недостатніми для відтворення, що не дає змоги повернути їх колишнім чи новим землевласникам і землекористувачам для подаль-

шого використання за призначенням. Але в державі існують й приклади вдало проведеної рекультивациі земель. У вугільній промисловості набуто найбільший досвід щодо рекультивациі гірничопромислових територій та об'єктів в Україні. Так, у процесі відновлення земель у Дніпровському буровугільному басейні наносять шар родючого ґрунту товщиною 0,5–1,1 м, вносять вапно і буровугільну золу з подальшим вирощуванням багаторічних трав. У межах вугільних кар'єрів основну увагу присвячено створенню водойм, пасовищ і лісів. Досвід вдалого проведення рекультивациі земель є в межах Донбасу і Львівсько-Волинського басейну.

На підприємствах чорної металургії рекультивациі підлягають землі, що порушені під час відкритих розробок родовищ залізних і марганцевих руд. Серед залізрудних підприємств найбільшим досвідом рекультивациі земель володіє Комиш-Бурунський металургійний комбінат, на території якого порушено понад 4300 га земель сільськогосподарського призначення. На відпрацьованих відвалах проведено планування поверхні з ухилами до 5° і нанесено шар родючого ґрунту товщиною 30–35 см, попередньо знятого на фронтальному виступі кар'єру. Комбінат передав для сільськогосподарського використання понад 600 га відновлених площ, на яких отримали 17 ц/га пшениці і 280 ц/га зеленої маси кукурудзи. Повчальним також є проект відновлення поверхні відвалів Анківського кар'єру у Кривбасі. Він передбачав виїмку чорнозему, розміщення його у спеціальні склади з подальшим використанням для покриття підготовлених для рекультивациі відвалів. Посаджені на відвалах клен, акація, тополя та інші дерева добре прижилися. Середній приріст дерев становив 0,36–0,60 м/рік (Іванов, 2016).

Висновки. В Україні є пошкоджені території, на яких можна здійснювати певним чином обмежене господарювання. Радіаційно забруднені території несуть небезпеку накопичення у сільськогосподарських продуктах радіонуклідів, а відтак

після споживання людиною чи твариною – ураження їхнього організму. Для реабілітації таких територій рекомендоване вирощування енергетичних культур з метою переробки на біопаливо (біогаз, біодизель, біоетанол). Оптимальними можна вважати біодизель та біогаз. У послідовності – спершу вирощування ріпаку на біодизель, а потім перехід на міскантус та виготовлення біогазу. Хоча жом від ріпаку після чавлення можна ефективно переробляти на біогаз. Внаслідок цього отримуємо біодобрива, які вносимо на цю саму територію та енергоносій (умовно чистий продукт). Також потрібно не забувати вносити необхідну кількість добрив для зменшення переходу радіонуклідів у рослини й збільшення урожаю.

Радіоекологічну ситуацію, яка нині склалася у забруднених агроєкосистемах унаслідок припинення комплексних контрзаходів, потрібно стимулювати рентабельними проектами для інвесторів. Вирощування та переробка енергетичних культур можуть докорінно змінити її на краще.

Що ж до територій, які залишилися без рекультивациі після гірничодобувних робіт, то тут виникає інша проблема і полягає вона в еколого-економічній ефективності рекультивациі. Тобто, звичайно, можна завезти на територію з оптимальними кліматичними умовами для ведення сільськогосподарської діяльності глину, пісок і чорнозем, нагромадити їх відповідним шаром, але це досить вартісна операція. Доцільніше нанести невеликий шар родючого ґрунту й висадити енергетичні культури: міскантус, вербу енергетичну, ріпак. Фаворитом буде міскантус, який не тільки очищує ґрунт від токсичних речовин і радіонуклідів, а й з часом нагромаджує органічне добриво. Також його можна переробляти на біогаз. Тому потрібно залучати інвесторів, ринково зацікавлювати, обговорювати зменшення податкового навантаження у перші 3–7 років для нарощування інвестиційної активності. Це сприятиме подвійній вигоді, як інвестору, так і державі загалом, та раціоналізуватиме використання територій, на яких не вели жодну діяльність.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: національна доповідь України, 2011. Київ: КІМ.

Аналітика. Міскантус гігантський: гаряча пропозиція, 2017. [online]. Доступно: <<http://propozitsiya.com/ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie>> [Дата звернення 17 квітня 2018].

Данкевич, Є.М., 2016. Агроекологічні умови одержання екологічно безпечної продукції за вирощування ріпаку. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 44–50.

Дутов, О. І., Дутов, В. П., Ландін, В. П. та ін., 2015. Радіаційно-екологічні аспекти використання забруднених земель у віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 115–120.

Іванов, Є., 2007. Ландшафти гірничопромислових територій. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка.

Іванов, Є. А. 2017. *Проблеми рекультивції і ревіталізації*. [online] Доступно: <https://www.researchgate.net/publication/321390028_Problemi_rekultivacii_i_revitalizacii_zemel_porusenih_girnicimi_robotami_The_problems_of_recultivation_and_revitalization_of_destroyed_by_mining_works_lands> [Дата звернення 15 квітня 2018].

Іванов, Є. А., 2000. Еколого-ландшафтознавчі основи рекультивції гірничопромислових територій. *Проблеми ландшафтного різноманіття України: матеріали міжнарод. наук. конф.* Київ.

Калетнік, Г. М. 2010. *Біопаливо. Продовольча, енергетична та економічна безпека України*. Київ: Хай-Тек Прес.

Кашпаров, В. А., Йощенко, В. И., Бондарь, Ю. О. и Танкач, Э. С., 2009. Радиологическая обстановка в Украине после Чернобыльской аварии и оптимизация применения контрмер на современном этапе. *Радиационная гигиена*, 2 (1), с. 15–19.

Лазар, Т. І., Лапа, О. М., Чехов, А. В. та ін. 2006. *Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні*. Київ: Універсал Друк.

Ландін, В. П., 2016. Радіаційно-екологічні проблеми відновлення сільськогосподарського виробництва в Українському Поліссі. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 88–93.

Надточій, П. П. і Мислива, Т. М. ред., 2007. *Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивация земель: навч. посіб.* Житомир.

Панас, Р. М. 2005. *Рекультивация земель: навч. посіб.* Львів: Новий світ.

Писаренко, В. Н., Писаренко, П. В., Писаренко, В. В. 2008. *Агроекологія: електронний підручник*. Полтава. [online] Доступно: <http://www.agromage.com/stat_id.php?id=543> [Дата звернення 19 квітня 2018].

Прістер, Б.С. ред. 2007. *Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської аварії, у віддалений період*. Київ: Атіка-Н.

Сивий, М., Паранько, І. та Іванов, Є. 2013. *Географія мінеральних ресурсів України*. Львів: Простір М.

Скидан, О. В., 2016. Шляхи реабілітації радіоактивно забруднених територій за вирощування енергетичних фітокультур. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 136–139.

Фурдичко, О. І., 2016. Радіоекологічна безпека аграрних і лісових екосистем у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 6–13.

Фурдичко, О. І. 2014. *Агроекологія: монографія*. Київ: Аграрна наука.

Фурдичко, О. І., Кучма, М. Д. та Паньковська, Г. П., 2011. Пріоритетні напрями наукового забезпечення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 21–26.

Чоботько, Г. М., Райчук, Л. А., Пісковий, Ю. М. та Ясковець, І. І., 2011. Формування дози внутрішнього опромінення населення Українського Полісся внаслідок споживання харчових продуктів лісового походження. *Агроекологічний журнал*, 1, с. 37–42.

Стаття надійшла 12.04.2018.

