

УДК 330.15+502.37:66.094.941:661.16

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ НА ПРИКЛАДІ ПЕСТИЦИДУ ДИМЕТОАТ

*Р.В.Петрук,
А.П.Ранський, д-р хім. наук, проф.,
А.А. Шиян, канд.фіз.-мат.наук, доц.
(Вінницький національний технічний університет)*

У роботі досліджено економічну складову процесу реагентної переробки некондиційних фосфоровмісних пестицидних препаратів на прикладі пестициду диметоат. Враховані всі видивитрат на переробку пестициду та розраховано можливі прибутки від реалізації вторинних продуктів. Коефіцієнт ефективності реагентної переробки з отриманням в якості вторинного продукту присадки до мастильних матеріалів ДФ-11М складає 9, 48.

В работе исследован экономическая составляющая процесса реагентной переработки некондиционных фосфорсодержащих пестицидных препаратов на примере пестицида диметоат. Учтены все виды затрат на переработку пестицида и рассчитаны возможные прибыли от реализации вторичных продуктов. Коэффициент эффективности реагентной переработки с получением в качестве вторичного продукта присадки к смазочным материалам ДФ-11М составляет 9, 48.

The paper investigates the economic component for reagent processing substandard phosphorus containing pesticides on example pesticide dimethoat. Budgeted costs for all types of recycling pesticide and calculated the possible gains from the sale of secondary products. The coefficient of efficiency of processing reagent to obtain as a secondary product additive for lubricants ZnDTP is 9, 48.

Вступ. В Україні щороку накопичується значна кількість високотоксичних промислових органічних відходів, до складу яких належать також непридатні до використання і заборонені до застосування пестицидні препарати (ПП~20 тис. тонн.) [1,2].

Частина пестицидів зберігається відповідно до нормативів, але більша частка, як правило, зберігається на складах без охорони та відповідних умов, що

© Р.В. Петрук, А.П. Ранський, А.А. Шиян, 2012

призводить до їх неконтрольованого поширення в навколишньому середовищі. Таким чином, непридатні ПП суттєво впливають на здоров'я населення і якість навколишнього середовища, що викликано, перш за все, недосконаліми умовами їх зберігання та відсутністю фінансування на утилізацію.

Поки не існує адекватних науково-обґрунтованих моделей економічної оцінки впливу пестицидів на здоров'я людей в залежності від забруднень, проте науковцями встановлено пряму залежність між кількістю пестицидів, що потрапляють в організм людини, та хворобами, які вони викликають. Доведено виникнення лейкозів та лімфом, неходжкінської лімфоми, меланоми, множинної мієломи, погіршення роботи імунної системи та виникнення раку[3,4].

Відповідно до законодавства України та нормативних вимог непридатні ПП повинні перероблятися на хімічних підприємствах, що їх виробляють. Але більшість непридатних ПП вироблялись на території РФ (Республіка Башкортостан), тому законодавством їх переробка не передбачена.

На сучасному етапі проблему утилізації непридатних ПП в Україні вирішують шляхом вивезення їх до Польщі[5], Франції, Німеччини та Великобританії[6]. Проте якість виконання цих робіт може піддаватись сумнівам, оскільки часто ПП зникають, не потрапивши до місця призначення, і знаходяться в покинутих шахтах або біля лісополос та автошляхів[6]. Тому цю проблему необхідно вирішувати на державному рівні власними силами під наглядом громадськості з дотриманням усіх необхідних нормативних вимог.

У світовій практиці найбільш поширеним методом знешкодження є термічний, який у технологічному відношенні є найбільш простим та дослідженим[7-9]. Але первинна простота самого технологічного процесу термічного знешкодження ПП різко ускладнюється на декілька порядків при вирішенні питань очищення вторинних газових викидів, що при цьому утворюються. Вартість цієї операції сягає до 40% вартості всього технологічного процесу термічного знешкодження. Нами, враховуючи дефіцит органічної сировини в Україні, запропонована альтернативна термічному знешкодженню технологія реагентної переробки фосфоровмісних пестицидів (ФОП) із збереженням хімічної структури модифікованих діючих речовин та їх послідовним використанням[10].

Нами досліджено, що ПП диметоат можна переробляти реагентним методом з утворенням вторинних продуктів, що мають певну цінність для промисловості та сільського господарства.

Метою даної роботи є визначення економічної доцільності різних способів переробки ФОП на прикладі ПП диметоат (Бі-58, перфектрон, рогор, роксидон, фострон ММ, фосфамід, хематоат, цигон) з отриманих продуктів переробки в різних галузях промисловості та сільського господарства.

Основна частина. У попередніх дослідженнях[10] нами був досліджений процес повного та часткового лужного гідролізу пестициду Бі-58. У результаті при

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

проведенні часткового гідролізу (Бі-58:NaOH=1:1) і дотриманні певних технологічних умов утворюється хімічна сполука, ідентична до поширеної в промисловості присадки до індустриальних олив ДФ-11. При проведенні повного гідролізу (Бі-58:NaOH=1:9) утворюється ортофосфат натрію, який ми перетворювали в подвійні солі типу MeNH_4PO_4 і використовували в якості мікродобрив[13].

Доходи від переробки пестицидів класу ФОС. Дохід від підприємницької діяльності переробки 1 т ПП Бі-58 можна розрахувати за таким рівнянням:

$$D_{\text{т}} = V_{\text{р}} - C_{\text{об}}, \quad (1)$$

де $V_{\text{р}}$ – виручка від реалізації вторинних продуктів на ринку; $C_{\text{об}}$ – затрати при переробці, які розраховуються за наступним рівнянням:

$$C_{\text{об}} = C + E + П + А + \text{Страh} + \text{Шк} + \text{Оренда} + T, \quad (2)$$

де C – вартість всієї сировини, необхідної для переробки(реагенти); E – енергетичні затрати при переробці, включають енергію на підгрів, енергію на перемішування, ректифікацію; $П$ – заробітна плата робітникам; $А$ – відрахування на амортизацію обладнання, може входити до орендної плати; Страh – відрахування настрахування(близько 3% від вартості затрат); Шк – виплати робітникам за шкідливість; Оренда – відрахування на оренду приміщень та обладнання; T – транспортування.

У рівнянні (2) незмінними є лише показники $C, E, П$, а решта затрат є динамічними та змінюються в залежності від безпосереднього вибраного підприємства для переробки.

Витрати на переробку. У вартість сировини, необхідної на утилізацію 1 т ПП Бі-58, входить вартість каустичної соди з масою 71,74 кг при переробці 1:1 та 645,74 кг при переробці 1:9. Ринкова вартість 1 тонни каустичної соди - 5000 грн. Відповідно – вартість каустичної соди при переробці 1:1 складає 358,7 грн, а при переробці 1:9 складає 3228,7 грн.

У вартість сировини також входить вартість реагентів для утворення вторинних компонентів. Для переробки з отриманням присадки ДФ-11 необхідний оксид цинку масою 72,9 кг, що при ринковій ціні 25 грн/кг буде коштувати 1824,37 грн.

У випадку переробки з отриманням подвійних мікродобрив необхідно додатково рідкий аміак масою 63 кг та вартістю 21,3 грн/кг і суміш хлоридів металів Mg, Zn, Fe, Co, Mn вагою 171 кг та вартістю 4300 грн/тонну. Загалом вартість додаткових реагентів для даного методу складає 1341,9 та 734 грн відповідно.

Також у вартість сировини входить вартість водопостачання та водовідведення. При середній вартості 1 куб. м для підприємств 12 грн та потребі при переробці 1:1 в об'ємі 300 л і при переробці 1:9 в об'ємі 2,5 куб. м вартість відповідно складе 3,6 грн та 30 грн.

Енергетичні затрати при переробці можна розглядати як суму затрат на підігрів реакційної маси, перемішування та ректифікацію протягом 30 хв для переробки 1:1 та 3,5 год при переробці 1:9. Собівартість 1 кВт станом на 12.03.2012р. для підприємств складає 0,80 грн.

Кількість теплоти, що витрачається на нагрівання, розраховується як[11]:

$$Q=cm(t_2 -t_1), \text{ Дж} \quad (3)$$

де c – питома теплоємність; m – маса речовини, що нагрівається; t_2-t_1 – зміна температури.

Модифікована формула розрахунку витраченої енергії для процесу нагрівання наведена нижче:

$$P= \frac{cm80T}{\eta 36}, \text{ Вт/год} \quad (4)$$

де c - питома теплоємність [Дж/(кг·°C)], c для Бі-58 = 2095[Дж/(кг·°C)], c для суміші ксилол- циклогексанол 1720[Дж/(кг·°C)]; T – час нагрівання, год; $\eta=30$, відповідає середньому значенню ККД для процесів нагрівання.

Для реакційної маси значення питомої теплоємності було взято 4216 Дж/(кг·°C), що відповідає теплоємності води за 100°С.

Для розрахунку енергії, витраченої на ректифікацію органічних розчинників, використовують формулу питомої теплоти випаровування[6,14]:

$$Q = mL, \text{ Дж} \quad (5)$$

де L – питома теплота випаровування. Для суміші ксилол-циклогексанол – складає 338.9кДж/кг і знаходиться за табличними даними.

Модифікована формула розрахунку енергії,витраченої на ректифікацію органічних розчинників,наведена нижче:

$$P= \frac{mL}{36\eta}, \text{ Вт/год} \quad (6)$$

Плата робітникам умовно складає 2338 грн/тонну пестициду для двох працівників 5-го тарифного розряду для Вінницької області. Визначається за тарифною сіткою відповідно до категорії працівника та затрат часу. Може

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

змінюватись в залежності від регіону. При великих обсягах переробки ця цифра може значно зменшитися. Існують і додаткові шляхи зменшення заробітної плати, наприклад, при залученні до певних видів робіт студентів та практикантів хімічних та екологічних спеціальностей.

Таблиця 1

Розрахункові дані енергетичних затрат на переробку пестициду Бі-58

№ п/п	Маса реакційної суміші, час затрачений на реакцію	Енергія, кВт/год	Вартість, грн
1	Лужний гідроліз 1 до 1; 1,4 т, 1 год	436	349,6
2	Лужний гідроліз 1 до 9; 4 т, 3,5 год	4372	3498
3	Ректифікація 530 л суміші ксилол-циклогексанол	166	132,2

Загальні доходи від продажу вторинних продуктів на ринку при переробці 1:1 та отриманні як вторинного продукту присадки ДФ-11М складає 180 грн/кг. Вартість вторинного продукту суміші подвійних солей при оптовій закупівлі складає 40 грн/кг. Максимально-можливий вихід при переробці 1:1 складає 340 кг, а при переробці 1:9 – 319 кг, що фінансово складає 61,200 тис. грн та 12,760 тис. грн відповідно.

Окрім вартості за присадку чи мікродобриво, в обох випадках при ректифікації реакційної маси отримуються розчинники циклогексанол та ксилол об'ємом 480,4 л та 4,7 л. Ринкова оптова вартість технічного циклогексанолу складає 1 грн/л, а ксилолу - 8,5 грн/л. Загалом, оптова вартість розчинників після ректифікації складе 480 грн за циклогексан та 40 грн за ксилол, що в сумі складає 520 грн.

Підставивши загальні затрати від продажу вторинних продуктів на ринку та затрати при переробці у рівняння (1), отримаємо дані, наведені у таблиці 2:

Таблиця 2

Сумарні прибутки переробки ПП Бі-58 реагентними методами

Метод	Доходи від реалізації продукції, грн	Затрати на виробництво і переробку, грн	Прибуток без податків, грн
Лужний гідроліз 1:1, з отриманням присадки ДФ11М	61720	4906,37	46526,96
Лужний гідроліз 1:9, з отриманням мікродобриг	13280	11302,8	13280 - 2213,33 – 11302,8 = -236,13

Таким чином, навіть без врахування можливих інших затрат метод гідролізу 1:9 є не прибутковим, а затратним. Але при врахуванні можливої екологічної вигоди від переробки (наприклад, внаслідок відсутності штрафів екологічного

характеру), він все ж може бути доцільним для підприємства.

Економічна ефективність переробки. Ефект може вимірюватися в матеріальному, соціальному, грошовому та інших визначеннях. У випадку, коли результати отримують грошову оцінку, мова йде про економічний ефект.

Економічний ефект – виражений у вартісній формі результат будь-яких дій. Коли зміни стосуються природоохоронної сфери, тоді це еколого-економічний ефект:

$$E_T = P_T - D_T \quad (7)$$

де P_T – вартісна оцінка результату, а D_T – вартісна оцінка затрат.

За формулою 7 можна оцінити ефективність та доцільність проведення переробки пестицидів з урахуванням соціального аспекту.

Коефіцієнт ефективності E_p розраховується за такою формулою [12, 15]:

$$E_p = \frac{P_T}{C_{\text{соб}}} \quad (8)$$

Термін окупності інвестицій T_p

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (9)$$

Результати розрахунку представлених вище показників наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Економічні показники переробки пестицидів

Показник	Позначення	Значення	
		Метод 1:9	Метод 1:1
Виручка від реалізації, грн	V_p	13280	61720
Податок на додаткову вартість, грн	ПДВ	2213,33	10286,67
Податок на прибуток, грн	Н	49,588	9770,66
Об'єм інвестицій на обладнання та матеріали, грн	$C_{\text{соб}}$	11302,8	4906,37
Вартісна оцінка результату, грн	P_T	13280	61720
Вартісна оцінка затрат, грн	D_T	$11302,8 + 2213,33 + 49,588 = 13564,918$	$4906,37 + 10286,67 + 9770,66 = 24963,7$
Економічний ефект, грн	E_T	$13280 - 13564,918 = -284,918$	$61720 - 24963,7 = 36756,3$
Коефіцієнт ефективності	E_p	$-236,13 / 11302,8 = -0,02$	$46526,96 / 4906,37 = 9,48$
Термін окупності інвестицій	T_p	-50	0,105

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

Вартісна оцінка результату (P_T) дорівнює шкоді від забруднення земель, повітря, вод, ґрунтів, впливу на здоров'я людей, що можна уникнути. Немає економічного механізму розрахунку, оскільки важко оцінити здоров'я людей та вплив на нього безпосередньо вибраної групи пестицидів.

Як видно із табл. 3, варіант переробки пестицидів за методом гідролізу 1:9 з отриманням мікродобрих не є в умовах системи оподаткування України економічно вигідним (від'ємність прибутку означає, що цей метод є збитковим). Проте він може застосовуватися лише за умов, коли підприємству-переробнику будуть надаватися податкові пільги, а економічно вигідним цей метод може бути лише за умови врахування штрафів екологічного характеру для підприємства за забруднення довкілля.

Натомість варіант переробки пестицидів за методом гідролізу 1:1 з отриманням присадки ДФ-11М є економічно вигідним в умовах оподаткування України. Більш того, його економічні характеристики є настільки економічно вигідними (коефіцієнт ефективності 9,48 та термін окупності в межах 1 місяця і 10 днів), що отримати інвестиції для здійснення цього варіанту не буде складати ніякої проблеми (навіть за існуючою на сьогодні кредитною ставкою).

Підвищити економічні характеристики методу гідролізу 1:9 з отриманням мікродобрих можна за умови, коли суттєво зменшити собівартість переробки. Наприклад, залучення студентів-практикантів старших курсів, які будуть працювати під керівництвом викладача, може зекономити не менше 1000-2000 грн/тонну пестицидів. Цього буде достатньо, щоб цей метод гідролізу перейшов до розряду економічно вигідних. Але рівень його ефективності буде, все ж, занадто малим для того, щоб його широко застосовувати в умовах податкового поля сьогоденної України.

Висновки. Розглянуто варіанти переробки пестициду диметоат(Бі-58). Виділено два найбільш технологічно ефективні методи переробки. Досліджено економічну ефективність кожного з методів. Показано, що метод гідролізу 1:9 з отриманням мікродобрих є економічно не вигідним в умовах податкового поля України. Цей метод може бути використаний лише за умови врахування штрафів екологічного характеру (які будуть вищими за втрати підприємства на переробку) або за умови залучення студентів-практикантів старших курсів ВНЗ (під керівництвом викладача) для технологічного процесу (в рамках виробничої практики). Натомість метод гідролізу 1:1 з отриманням присадки ДФ-11М має надзвичайно високі економічні показники і зумовлює високу економічну ефективність. Внаслідок цього він може застосовуватися в якості інвестиційного проекту навіть за умов високого рівня кредитної ставки.

* * *

1. Національна доповідь про стан навколишнього середовища України за 2010 рік.

2. Програма поводження з токсичними відходами у Вінницькій області затверджена рішенням 9 сесії 4 скликання Вінницької обласної Ради № 428 від 22 жовтня 2003 року.

3. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / А.Б. Качинський. – К. : НІСД, 2001. – 312 с.

4. Качинський А.Б. Антропогенні навантаження та екологічна безпека в системі «Пестициди – навколишнє середовище – здоров'я населення на основі аналізу ризику» / А.Б. Качинський. – К., 1994. – 30 с. – (Препринт / Національний Інститут стратегічних досліджень; № 26).

5. Міністр Віктор Балога ініціюватиме створення в Україні підприємств для утилізації відходів. Офіційний інформаційний портал міністерства надзвичайних ситуацій України. Режим доступу до матеріалу: <http://www.mns.gov.ua/news/19447.html>

6. У Полтавській області на узбіччі автошляху Київ–Харків знайдені отрутохімікати. Офіційний інформаційний портал міністерства надзвичайних ситуацій України. Режим доступу до матеріалу: <http://www.mns.gov.ua/news/3278.html>.

7. Богушевская К. К. Термические методы обезвреживания отходов/ К. К. Богушевская, Г. П. Беспамятный. – Л.: Химия, 1975.–176 с.

8. Ранский А.П. Термическое обезвреживание непригодных пестицидных препаратов/ Ранский А.П., Герасименко М.В., Петрук Р.В.//Химия ксенобионтиков. Сообщение III. Вопросы химии и химической технологи, 2008.– №2, – С.65-71.

9. Сучасні екологічно чисті технології знезараження непридатних пестицидів. / Під ред. Петрука В.Г.- Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 2003. – 254с.

10 Ранський А.П. Повний лужний гідроліз некондиційного пестицидного препарату диметоат з отриманням екологічно безпечних продуктів/ Ранський А.П., Петрук Р.В./ Вісник НАУ, 2012. – №1. – С. 258-265.

11. Білей П.В. Аналіз використання джерел теплової енергії в процесах сушіння деревини / П.В. Білей , Б.І. Приставський // Науковий вісник НЛТУ України, 2011. – Вип. 21.7. – С.86-89.

12. Васюкова Г.Т. Екологія: підручник / Г.Т.Васюкова, О.І.Ярошева. – К.: Кондор, 2009. – 524с.

13. Хареба О.В. Вплив комплексного мікродобрива «міком» на врожайність та якість огірка за вирощування в плівкових теплицях/ Хареба О.В.// Наукові доповіді НУБіП України. – 2011. – Вип 2.

14. Семиноженко В.П. Промышленные отходы: проблемы и пути решения / Семиноженко В.П., Сталинский Д.В., Касимов А.М. – Х.: Индустрия, 2011.–509с.

15. Бойчик І.М. Економіка підприємства. – К.:Атака, 2008. – 480с.

Отримано: 29.06.2012 р.