

8. Дубодєлова А.В. Організаційно-економічні механізми екологізації виробництва на вітчизняних підприємствах / А.В. Дубодєлова, О.В. Юринець, М.М. Федорів // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Проблеми економіки та управління. — 2011. — № 698. — С. 156–162.
9. Тарасенко С.В. Теоретичні засади механізму екологізації розвитку підприємств на основі формування попиту на екологічні товари / О.І. Карінцева, С.В. Тарасенко // Механізм регулювання економіки. — 2010. — № 4. — С. 94–100.

УДК 631.95 : 632.95 : 330.15

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПЕСТИЦИДАМИ КОМПОНЕНТІВ АГРОЕКОСИСТЕМИ

В.В. Монарх
здобувач

Інститут агроекології і природокористування НААН

Проведено детальну екотоксикологічну оцінку асортименту пестицидів, що використовуються у практиці хімічного захисту рослин. Здійснено аналіз стану колишніх складів отрутохімікатів. Проведено скрінінгові дослідження ступеня забруднення непридатними пестицидами ґрунтів санітарних зон складів отрутохімікатів та сільськогосподарської продукції, вирощеної на забруднених сільгоспугіддях. Побудовано математичну модель для оцінки екологічних ризиків, спричинених впливом колишніх складів отрутохімікатів на навколишнє природне середовище.

Ключові слова: пестициди, забруднення, ґрунт, ризик, математична модель.

Сучасне ведення сільськогосподарської практики невід’ємно пов’язане з використанням хімічних засобів захисту рослин. За останнє десятиріччя видовий склад пестицидів різко збільшився, а обсяги щорічного використання небезпечних отрутохімікатів у світовій практиці нині досягає понад 2 млн. т.

Застосування пестицидів є невід’ємною складовою частиною сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, адже потенційні щорічні збитки від шкідливих організмів, якщо не вести з ними боротьби, досить масштабні. Однак, захищаючи врожаї, слід думати і про наслідки. Особливе навантаження пестицидів проявляється при впровадженні інтенсивних технологій, причому досить часто не враховують головні регламенти застосування хімічних препаратів. Пестицидне навантаження при вирощуванні культур у ряді випадків досягає значних обсягів, що неодмінно призводить до забруднення навколишнього середовища та продукції рослинництва токсичними речовинами. І, хоч у числі забруднювачів

природи на пестициди припадає лише 20%, неграмотне їх використання призводить до непередбачуваних наслідків.

Широке впровадження у сільськогосподарську практику стійких хлорорганічних пестицидів (ХОП) у першій половині ХХ століття призвело до глобального забруднення ними довкілля. За офіційними даними на території України залишилось більше 20 тис. т застарілих, непридатних для використання та заборонених до застосування хімічних засобів захисту рослин, значна частина яких належить до ХОП. Зберігаються отрутохімікати у 4271 складському приміщенні, які за техніко-експлуатаційним станом вже давно не відповідають вимогам. Результатом тривалого використання та безгосподарського поводження з пестицидами стало забруднення об’єктів екосистем у місцях розташування складів отрутохімікатів високими концентраціями даних сполук.

Вивченню такої галузі науки, як ризикологія довкілля, присвячені праці російських вчених І.В. Сутанская, В.Н. Башкін, Н.В. Князівська, В.С. Князівський тощо [1–3],

які при вивченні екологічних ризиків приділяють увагу оцінці впливу факторів навколишнього природного середовища на здоров'я людей. Так більшість визначень вітчизняних науковців зводяться до того, що *екологічний ризик* — це загроза (можливість) несприятливих змін навколишнього природного середовища внаслідок (під впливом) соціально-економічної діяльності людини [4, 5]. Система оцінки ризику має на меті встановлення об'єктивної картини ризику на певній території (включаючи класифікацію факторів небезпеки і можливі наслідки їх дії), кількісних оцінок ризику і збитків стосовно здоров'я населення і навколишнього середовища.

Дослідження здійснювались впродовж 2010–2012 рр. на території господарства ЗАТ ПК «Поділля», філія «Крижопіль» Крижопільського району Вінницької області. Екотоксикологічну характеристику асортименту пестицидів здійснювали на основі аналізу відомостей щодо щорічного використання засобів захисту рослин (форма 76). Аналіз стану складів отрутохімікатів проводили на основі матеріалів Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області та за результатами власних спостережень. Визначення залишкових кількостей пестицидів у ґрунті та сільськогосподарській продукції у межах впливу колишніх складів зберігання непридатних та заборонених пестицидів проводили методами ГРХ-МС та ВЕРХ-МС/МС із застосуванням QuEChERS-методу з використанням екстракції, перерозподілу в ацетонітрилі та очистки десперсійною ТФЕ. Для математичних обчислень використовували систему Wolfram Mathematica 8.

За результатами проведеної *екотоксикологічної оцінки асортименту пестицидів*, що було використано у господарстві протягом 2008–2012 рр., встановлено, що основна частина пестицидів (78%) належить до IV та III класів токсичності. Однак, занепокоєння викликає щорічне використання препаратів I класу токсичності (Фосфіт, Форс, Роденфос, Алфос) та II класу токсичності (Центуріон, Фуфанон, Реглон супер) (рис. 1). Використання таких препаратів, з огляду на їх токсичність, не рекомендовано

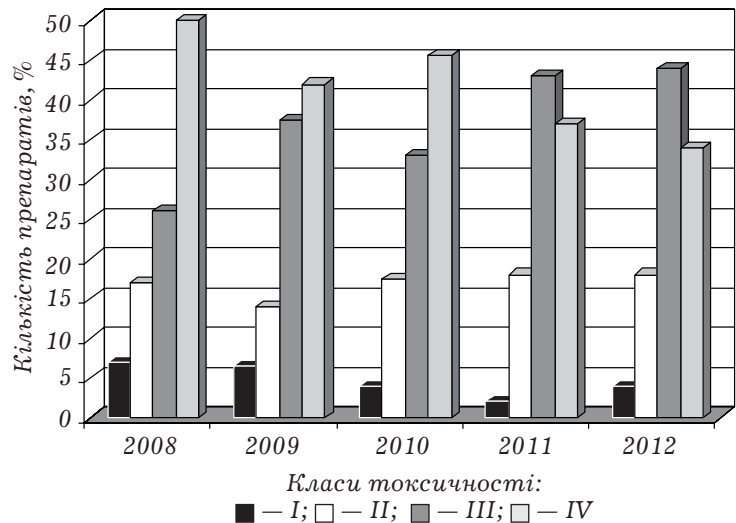


Рис. 1. Розподіл пестицидів за класами токсичності (2008–2012 рр.)

до широкого вжитку у сільськогосподарській практиці. Пестициди I класу токсичності дозволено застосовувати виключно представникам санітарно-епідеміологічних станцій з суворим дотриманням нормативів.

Екотоксикологічна оцінка асортименту пестицидів показала, що при проведенні хімічного захисту рослин у дослідному господарстві було використано пестициди, що дозволені до використання в Україні [6], але заборонені у країнах Європейського Союзу (табл. 1).

Слід зауважити, що зазначені пестициди віднесені Європейським Союзом до заборонених, адже заявник при перереєстрації пестицидів не довів, що діюча речовина при застосуванні відповідає таким критеріям як: людське здоров'я, довкілля, екотоксичність і залишки у харчовому ланцюзі. Так, наприклад, препарат Дуал Голд з діючою речовиною S-металохлор, який використовували у господарстві 5 років поспіль, є досить токсичним для водних організмів і може справляти віддалену негативну дію на водне середовище. Поряд з тим препарат Дан-S, вносили на сільськогосподарські поля ще через 5 років після закінчення його граничного терміну (2007 р.) використання.

Екотоксикологічний вплив складів отрутохімікатів на оточуюче середовище. Згідно з даними Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області станом на 01.01.2012 р. нараховується 1923,74 т непридатних пест-

Таблиця 1

Пестициди дозволені до використання в Україні, але не дозволені в країнах ЄС

| Назва пестициду | Діюча речовина | Рік використання у господарстві |
|-----------------|-----------------------|---------------------------------|
| Бродвіт | Бродіфакум | 2011 |
| Дан-S | Металохлор + ад'ювант | 2009, 2010, 2011, 2012 |
| Дуал Голд | S-метолахлор | 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 |
| Примекстра Голд | Атразин | 2008 |
| Фуфанон | Малатіон | 2008, 2009 |
| Шторм | Флокумафен | 2008, 2010 |
| Трифлурекс | Трифлуралін | 2009 |

тицидів, які знаходяться у 246 складських приміщень. У 10 складах Крижопільського району станом на 01.01.2012р зберігається 40,2 т небезпечних отрутохімікатів. Необхідно підкреслити, що всі речовини та матеріали, які зберігаються у складах, віднесено до групи «В» — невідомі суміші, внаслідок втрати маркування та перемішування пестицидів протягом багатьох років, а складські приміщення знаходяться у незадовільному техніко-експлуатаційному стані (в деяких випадках склади є повністю зруйнованими).

Небезпечним для Крижопільського району є розташування складів отрутохімікатів поблизу населених пунктів (відстань не перевищує 1 км) та незначне віддалення

складів отрутохімікатів від свердловин питної води. Тому суміші пестицидів, які й досі наявні у складах, становлять надзвичайну небезпеку для оточуючого середовища через можливі міграційні процеси та незадовільний техніко-експлуатаційний стан будівель.

Результати аналітичних досліджень щодо вмісту залишкових кількостей стійких хлорорганічних пестицидів (ХОП) у ґрунтах санітарних зон складів отрутохімікатів показали значне перевищення гігієнічних нормативів за вмістом даних сполук (табл. 2).

Так, вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ у забруднених ґрунтах коливається від 6 ГДК у с. Леонівка до 550 ГДК у с. Зеленянка. Основну частину складають мета-

Таблиця 2

Результати скрінінгових досліджень на вміст у ґрунті залишків ХОП

| Місце відбору зразку | Компонент | Вміст, мг/кг | ГДК, мг/кг |
|----------------------|----------------------------------|--------------|------------|
| с. Голубече | 4,4'-ДДЕ | Ідентиф | |
| с. Гарячківка | α-ГХЦГ | 0,32±0,1 | |
| | β-ГХЦГ | 12,00±2,5 | |
| | Сума ізомерів ГХЦГ | 12,32±2,5 | 0,1 |
| | 4,4'-ДДЕ | 2,40±0,3 | |
| | 4,4'-ДДД | 6,40±1,1 | |
| | 4,4'-ДДТ | 5,10±0,4 | |
| | 4,4'-ДДД | 6,40±1,1 | |
| | Сума ізомерів та метаболітів ДДТ | 13,9±1,1 | 0,1 |
| с. Кісниця | 4,4'-ДДЕ | 0,12±0,05 | |
| | 4,4'-ДДД | 0,01±0,01 | |
| | Сума ізомерів та метаболітів ДДТ | 0,13±0,05 | 0,1 |

Закінчення таблиці 2

| Місце відбору зразку | Компонент | Вміст, мг/кг | ГДК, мг/кг |
|----------------------|----------------------------------|--------------|------------|
| с. Леонівка | 2,4'-ДДЕ | 0,04±0,01 | |
| | 4,4'-ДДЕ | 0,43±0,2 | |
| | 2,4'-ДДД | 0,05±0,01 | |
| | 4,4'-ДДД | 0,08±0,01 | |
| | Сума ізомерів та метаболітів ДДТ | 0,6±0,3 | 0,1 |
| с. Куниче | α-ГХЦГ | 0,03±0,01 | |
| | β-ГХЦГ | 0,50±0,1 | |
| | Сума ізомерів ГХЦГ | 0,53±0,1 | 0,1 |
| | 2,4'-ДДЕ | 0,50±0,1 | |
| | 4,4'-ДДЕ | 9,90±1,3 | |
| | 2,4'-ДДД | 5,20 0,4 | |
| | 4,4'-ДДД | 20,30±2,9 | |
| | 2,4'-ДДТ | Ідентиф | |
| | 4,4'-ДДТ | 1,50±0,2 | |
| | Сума ізомерів та метаболітів ДДТ | 37,4±2,9 | 0,1 |
| с. Зеленянка | 2,4'-ДДЕ | 0,90±0,1 | |
| | 4,4'-ДДЕ | 21,01±3,2 | |
| | 2,4'-ДДД | 10,00±1,3 | |
| | 4,4'-ДДД | 22,10±3,4 | |
| | 2,4'-ДДТ | Ідентиф | |
| | 4,4'-ДДТ | 1,02±0,2 | |
| | Сума ізомерів та метаболітів ДДТ | 55,03±3,4 | 0,1 |

боліти ДДТ: ДДД та ДДЕ та їх ізомери, що свідчить про процес трансформації пестициду та про давнє забруднення ґрунту ХОП. Встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій за вмістом суми ізомерів ГХЦГ у 53 рази (с. Куниче) та 123 рази (с. Гарячківка). Причому вміст β-ГХЦГ у зразках ґрунту становить 94–97% від загального вмісту ізомерів ГХЦГ, що свідчить про виражену трансформацію даного ксенобіотика. Проте, у зразках ґрунту, відібраних навколо складів отрутохімікатів у с. Куниче та с. Зеленянка ідентифіковано 2,4'-ДДТ та знайдено значні кількості 4,4'-ДДТ (1,5 та 1,02 мг/кг), що може свідчити про токсичну дію високих концентрацій пестициду на мікрофлору ґрунту та дещо пригнічений

процес мікробіологічного розкладання токсичних речовин.

Враховуючи значне забруднення ґрунтів дослідних територій залишками пестицидів проведено визначення залишкових кількостей пестицидів у зразках рослин вирощених на сільськогосподарських угіддях, що розташовані поблизу складів отрутохімікатів (табл. 3). Слід зазначити, що на приватній ділянці у (с. Зеленянка), яка знаходиться на території колишнього складу зберігання засобів захисту рослин, у зразків буряку столового зафіксовано перевищення гігієнічних нормативів суми ізомерів та метаболітів ДДТ у 4 рази. Не виключено, що пестициди з різними сільськогосподарськими культурами упродовж багатьох ро-

Вміст залишків пестицидів у сільськогосподарській продукції

| Місце відбору зразків с/г культур | Назва с/г культури | Компонент | Вміст, мг/кг | ГДК, мг/кг |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|--------------|------------|
| с. Зеленянка | Буряк столовий | 4,4'-ДДЕ | 0,34 | 0,1 |
| | | 4,4'-ДДД | 0,04 | 0,1 |
| | | 2,4'-ДДТ | 0,04 | 0,1 |
| | | Σ ДДТ | 0,42 | 0,1 |
| с. Куниче | Соя | 4,4'-ДДЕ | 0,18 | 0,1 |
| с. Гарячківка | Кукурудза | — | — | — |

ків неодноразово потрапляли харчовими ланцюгами до організму людини. У зразках сої, відібраних на сільськогосподарських угіддях с. Куниче у безпосередній близькості до складу отрутохімікатів, спостерігали перевищення ГДК вмісту ДДЕ майже удвічі. Але, так як зразки сої було відібрано на сільськогосподарському полі, що має значну площу порівняно із забрудненою ділянкою, то в результаті «біологічного розбавлення» пестициду в біомасі сільськогосподарської культури, загальне забруднення пестицидами товарної продукції, ймовірно, буде незначним. Незважаючи на попередньо отримані результати досліджень вмісту пестицидів у зразках ґрунту (с. Гарячківка), залишків пестицидів у зразках кукурудзи, вирощеної на забрудненому ґрунті, не виявлено. Це можна пояснити слабкою здатністю зернових культур до накопичення хлороорганічних пестицидів. При вирощуванні ж на цьому ґрунті коренеплодів, сільськогосподарських культур родини гарбузових, бобових можливе значне забруднення біомаси токсичними речовинами через виражену здатність до біокумуляції хлороорганічних пестицидів.

З огляду на досить високий рівень забруднення залишками пестицидів різних класів та потенційний екологічний ризик негативного впливу забруднених територій на навколишнє природне середовище обов'язковою умовою для подальшого дослідження ґрунтів є розрахунок моделі ситуаційного ризику.

Розрахунок величини ризику проведено за допомогою 2 різних методів оцінки ризику [7]. Перший метод — модель CalTOX, розроблена Відділом небезпечних речовин Університету штату Каліфорнія. Другий

метод — модель ситуаційного ризику, розроблена нами і описана в [8], що є модифікацією моделі Інституту екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя (Київ, Україна).

CalTOX автоматизована система оцінки ризиків, яка обчислює розподіл ризиків від контакту з забруднювачами протягом багатьох років відносно початкових їхніх концентрацій у ґрунті, інтегруючи концентрацію забруднювача у ґрунті, враховуючи моделі його розповсюдження в природі.

Основна формула моделі CalTOX має вигляд (1):

$$\begin{aligned}
 H(ED) &= C_S(0) \times \\
 &\times \sum_{(j \text{ шляхи роз-} \\ &\text{повсюдження})} \sum_{(k \text{ середо-} \\ &\text{вище})} \sum_{(i \text{ шлях} \\ &\text{впливу})} [Q_j(ADD_{ijk}) \times \\
 &\times \left(\frac{ADD_{ijk}}{ED \times C_k} \right) \times \int_0^E D\Phi [C_S(0) \rightarrow C_k, t] dx]. \quad (1)
 \end{aligned}$$

У даному виразі $\Phi[C_S(0) \rightarrow C_k, t]$ — функція дисперсії, яка перетворює початкову концентрацію забруднювача $C_S(0)$, мг/кг, у C_k , концентрацію забруднювача в час t у середовищі k . (ADD_{ijk}/C_k) — середня денна потенційна доза від контакту шляхом впливу i шляхом розповсюдження j в середовищі k , розділена на C_k , середню концентрацію за весь час ED . Всі фактори впливу сумуються. $Q_j(ADD_{ijk})$ — функція яка співвідносить потенційну дозу ADD_{ijk} , отриману шляхом розповсюдження j з тривалістю життя індивіда [8].

Модель, розроблена Інститутом екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя, при оцінці ризиків від застосування пестицидів не враховує наявність локальних джерел

Вихідні дані моделі ситуаційного ризику, од.

| Населений пункт | Забрудник | A _o | B _o | D _o | D _m | Абсолютне значення ризику |
|-----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|
| Гарячківка | ∑ ГХЦГ | 28,4936 | 1,99315 | 93,1018 | 0,005 | 203,604 |
| | ∑ ДДТ | 15,71 | 1,72344 | 44,3875 | 0,005 | 101,343 |
| | Загалом | 44,2036 | 3,71659 | 137,4893 | | 304,947 |
| Кісниця | ∑ ГХЦГ | – | – | – | – | – |
| | ∑ ДДТ | 1,0059 | 0,9088 | 1,49864 | 0,005 | 5,5956 |
| Леонівка | ∑ ГХЦГ | – | – | – | – | – |
| | ∑ ДДТ | 25,704 | 2,23759 | 94,287 | 0,005 | 200,375 |
| Зеленянка | ∑ ГХЦГ | – | – | – | – | – |
| | ∑ ДДТ | 426,538 | 3,522885 | 2463,354 | 0,005 | 4650,505 |

забруднення пестицидами (наприклад, санітарних зон складів отрутохімкатів), а використовується для умов рівномірного внесення діючої речовини (д.р.) пестициду у ґрунт сільськогосподарських угідь. За наявності на території поля складу отрутохімкатів, концентрація діючої речовини на полі не є сталою та залежить від багатьох чинників. Саме тому виникла необхідність вдосконалити даний метод, врахувавши нерівномірність концентрації діючої речовини.

Загальна формула для моделі ситуаційного ризику (2) має вигляд:

$$R = \frac{1}{2Isc} \sum_{\substack{i \text{ діюча} \\ \text{речовина}}} [A_i + B_i + D_i], \quad (2)$$

де Isc — індекс самоочищення ґрунтів, що залежить від місцевості, A_i — навантаження i -го забрудника за впливом на людину, тобто як певний забрудник вплине на людину під час прямого контакту, B_i — навантаження i -го забрудника по ГДК, тобто вплив забрудненої ділянки на оточуюче середовище в плані ризику, D_i — навантаження i -го забрудника за оцінкою епідконтактності населення, тобто як вплине споживання продукції, вирощеної на забрудненій ділянці, на населення.

Враховуючи густину місцевого ґрунту (1,650 т/м³) та індекс самоочищення області території (для Вінницької області $Isc = 0,61$) [3], було розраховано компоненти моделі ситуаційного ризику. Результати обчислень наведено у таблиці 4.

Згідно з градацією величини моделі ситуаційного ризику [9] абсолютне значення ризику для сільськогосподарських угідь таких населених пунктів як: Зеленянка (4650), Гарячківка (304) та Леонівка (200) є високонебезпечним У селі Кісниця показник абсолютного значення ризику є малонебезпечним (5).

ВИСНОВКИ

З метою зменшення негативних наслідків для довкілля та здоров'я людей від застосування пестицидів, ще на етапі планування системи хімічного захисту сільськогосподарських рослин слід проводити ретельну екотоксикологічну оцінку асортименту пестицидів, представленого на ринку країни, віддавати перевагу застосуванню засобів захисту рослин, що мають незначну токсичність (препарати III–IV класів токсичності), ширше використовувати біологічні препарати.

Перед введенням в загальне землекористування територій санітарних зон колишніх складів по зберіганню пестицидів обов'язковим є проведення комплексного обстеження ґрунтів на предмет забруднення токсикантами. Визначення вмісту пестицидів та розрахунок абсолютного значення ризику дадуть змогу встановити межі зони впливу колишніх складів отрутохімкатів.

З метою запобігання забруднення об'єктів навколишнього середовища та надходження пестицидів у трофічні ланцюги слід ізолювати забруднені ділянки, та згодом

впроваджувати агротехнічні та біологічні методи очищення ґрунтів. Ділянки земель, де величини моделі ситуаційного ризику є — малонебезпечними (R_1 , 1–20) та помірно-безпечними (R_2 , 20–40) можуть вводитися у загальне землекористування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Сутонская И.В.* О риске, связаном с неблагоприятным воздействием факторов окружающей среды и ее восприятие населением (зарубежный опыт) / И.В. Сутонская, М.М. Авхищенко // Гигиена и санитария. — 1993. — № 4. — С. 60–62.
2. *Князевская Н.В.* Принятие рискованных ситуаций в экономике и бизнесе [монография] / Н.В. Князевская, В.С. Князевский. — М.: Контур, 1998. — 160 с.
3. *Башкин В.Н.* Управление экологическими рисками [монография] / В.Н. Башкин. — М.: Научный мир, 2005. — 368 с.
4. *Барановський В.* Територіальна модель дослідження стійкого екологічного розвитку України / В. Барановський // Экономика Украины. — 1998. — № 8. — С. 76–82.
5. *Олейник К.* Экологические риски хозяйственной (предпринимательской) деятельности: сущность, основные виды / К. Олейник // Управление риском. — 2000. — № 3. — С. 42–45.
6. *Середа О.В.* Статус діючих речовин в Україні пестицидів відповідно до норм Європейського Союзу / О.В. Середа, Н.І. Дзюбаненко, М.В. Козловська // Агроекологічний журнал. — 2008. — № 2. — С. 29–36.
7. *Городиська І.М.* Екологічні ризики забруднення сільськогосподарської продукції непридатними пестицидами / І. М. Городиська, В.В. Монарх, Т.О. Моклячук, О.А. Слободенюк, Ю.С. Баранов, А.О. Білоус // Збалансоване природокористування. — 2013. — № 4. — С. 17–22.
8. *Моклячук О.* Модель екологічного ризику забруднення ґрунтів стійкими хлорорганічними пестицидами / О. Моклячук, Т. Моклячук, В. Монарх // Тези міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». — 2013 — С. 115–117.
9. *Проданчук М.Г.* Методологічні підходи до оперативної екогігієнічної оцінки асортименту та обсягів застосування пестицидів в сільському господарстві України / М.Г. Проданчук, В.І. Великий, Ю.А. Кучак // Довкілля та здоров'я. — 2003. — № 1. — С. 75–78.

Новини
Новини

Новини • Новини • Новини

МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ПРОДУКТІВ І ТЕХНОЛОГІЙ «ORGANIC-2014»

Одним із пріоритетних напрямків діяльності Міністерства аграрної політики та продовольства України є розвиток екологічно безпечних технологій сільськогосподарського товаровиробництва і форсований розвиток ринку екологічно чистої продукції. Враховуючи стрімке зростання попиту на еко-продукцію та з метою широкої демонстрації екологічно чистих продуктів і технологій, Міністерство аграрної політики та продовольства України, ТОВ «ПромФінІнвест-Груп» та Федерація органічного руху України проведуть, в рамках виставки «АГРО-2014», яка буде проходити з **4 по 7 червня 2014 року** на території Національного Комплексу Експоцентр України (м. Київ, проспект Ак. Глушкова, 1) спеціалізовану виставку «ORGANIC-2014», яка буде супроводжуватися дегустаційним шоу «СМАК ОРГАНІКУ» (дегустація органічних страв та продуктів, кулінарні майстер-класи, розважальні заходи).