
ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ

УДК 502.5:573.6:631.51.82

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД БЕЗВІДХОДНОГО І СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Задорожня Г.П., Кваша Т.К.
Український інститут науково-технічної інформації
вул. Леонтовича, 180, 03150, м. Київ
uintei@uintei.kiev.ua

Досліджено стан та тенденції розвитку екологічно чистого сільського господарства, технології засобів захисту рослин та їх генетичне перетворення. Розглянуто нанобіотехнологічні технології очищення ґрунтів та води, схеми сертифікації органічної сільськогосподарської продукції з застосуванням конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю. *Ключові слова:* сільське господарство, екологічні технології, захист рослин, очищення ґрунтів, сертифікація органічної продукції.

Зарубежный опыт безотходного и устойчивого развития сельского хозяйства. Задорожная Г.П., Кваша Т.К. Исследовано состояние и тенденции развития экологически чистого сельского хозяйства, технологии средств защиты растений и их генетическое преобразование. Рассмотрены нанобиотехнологични технологии очистки почв и воды, схемы сертификации органической сельскохозяйственной продукции из применением конвергентных информационно-космических технологий дистанционного контроля. *Ключевые слова:* сельское хозяйство, экологические технологии, защита растений, очистки почв, сертификация органической продукции.

Foreign experience of non-waste and sustainable development of agriculture. Zadorozhnyia G., Kvasha T. The state and trends of the development of ecologically pure agriculture, technologies of plant protection means and their genetic transformation are investigated. Nanobiotechnological technologies of soil and water purification, schemes of certification of organic agricultural products using converged information-space technologies of remote control are considered. *Keywords:* agriculture, ecological technologies, plant protection, soil clearing, certification of organic products.

Сільське господарство світу в найближчі 50 років розвиватиметься в умовах істотних обмежень на глобальному рівні: відсутність доступних нових земель; зміна кліматичних умов (температурного режиму та режиму

опадів); деградація ґрунтів; зростаючий регіональний дефіцит прісної води; зниження темпів зростання врожайності навіть при збільшенні обсягу внесення добрив; відсутність нових рибних ресурсів; зростання

чисельності населення; використання екологічно чистої продукції у зв'язку з підвищенням добробуту населення.

У зв'язку з цим у найближчі десятиліття людство буде активно вирішувати ці проблеми. Наприклад, у Китаї основною проблемою сільського господарства буде перехід з переважно вегетаріанської дієти на дієту з великою часткою м'ясних продуктів, що вимагатиме збільшення в кілька разів використання поживних речовин, прісної води, ґрунтів. Значно зросте навантаження на сільське господарство, що сприятиме негативному впливу на навколишнє природне середовище. Для країн африканського континенту характерні інші проблеми – низька врожайність і негативний вплив розширення посівних площ на довкілля (вирубування лісів і опустелювання). Росія у близькій перспективі відчуватиме істотну залежність від імпорту продовольства (м'ясна продукція), розвитку міжнародних ринків. Можливо, що зберігатиметься нестійка ситуація у довгостроковому періоді.

Різке підвищення врожайності може одночасно посилити негативний вплив на навколишнє середовище через викиди парникових газів (особливо метану і закису азоту, які перевищують парниковий ефект CO_2), ерозії ґрунтів, виснаження горизонтів прісної води, посилення евтрофікації, знищення біорізноманіття через переведення земель у сільськогосподарське використання.

Для запобігання глобальних викликів у сфері продовольчої безпеки людство потребує сільського господарства нового типу, що відповідатиме моделі безвідходної економіки за принципами сталого розвитку. Саме цим питанням приділяють значну увагу провідні

міжнародні організації та національні уряди, особливо, розробці нових ресурсоощадних технологій [1; 2].

Великобританія є батьківщиною всесвітньо відомих результатів сільськогосподарських досліджень в галузі технологій і науки (селекція рослин і тварин, дистанційне зондування, метеорологічне прогнозування). Зокрема, технології Agri-Tech спрямовані на вирішення проблем харчування зростаючої кількості населення та збереження природного середовища [3].

Майбутнє сільського базується засновано на застосуванні автоматизованих систем у прийнятті рішень, комплексній автоматизації і роботизації виробництва, технологіях проектування і моделювання екосистем. Ця тенденція передбачає мінімізацію використання зовнішніх ресурсів (паливо, добрива і агрохімікати) за умов максимального залучення локальних факторів виробництва (поновлювані джерела енергії, біопалива, органічні добрив тощо).

Розвиток перспективних технологій захисту рослин

У більшості країн світу використання нових технологій забезпечує ефективні результати щодо боротьби зі шкідниками, відновленням і збереження корисних властивостей ґрунтів і ґрунтових вод. Здійснення дистанційного інтегрованого контролю сприяє дотриманню сертифікаційних вимог до органічного сільського господарства. Підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь і здешевлення продуктів харчування в другій половині XX століття пов'язані з розробкою широкого спектра отрутохімікатів, які забезпечують користування захисту врожаїв сіль-

ського господарських культур від шкідників. Дослідженнями виявлено, що лише рослиноїдні комахи знищують до чверті врожаю і така ситуація лише посилюватиметься у зв'язку з адаптаційною мінливістю живих організмів (під впливом пестицидів формуються стійкі до них популяції шкідників) [3].

У 2004 р. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі значно обмежила використання хімічних пестицидів і значну увагу приділяє розробці нових технологій боротьби з хворобами рослин.

Альтернативою традиційної хімізації є новітні досягнення біотехнології. Проблему захисту рослин від шкідливих організмів на сучасному етапі розвитку людства вирішується через створення і застосування біологічних засобів захисту рослин (біопрепарати, ентомофаги і біологічно активні речовини). Основу біологічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів становлять існуючі в природі мікроорганізми, комахи, кліщі та інші представники фауни, а також речовини, що продукуються ними. Їхнє застосування не завдає шкоди навколишньому середовищу і засвідчує не лише високу екологічну безпеку цих засобів, але й економічну ефективність, яка близька, а іноді й перевищує відповідні показники у разі використання хімічних пестицидів. Важливу роль відіграють також високоспецифічні біопестициди, що не мають побічних екологічних ефектів наприклад токсини, які шкідливі тільки для невеликої кількості видів живих організмів, що виробляються генно-модифікованими рослинами або мікробними спільнотами – симбіонтами рослин) [3].

Швидше за все, маючи на меті збільшення врожайності на обмеженій

площі одночасно зі стійкістю до змін клімату, людство буде активно використовувати генетичне перетворення рослин. На сьогодні генну модифікацію використовують в основному у виробництві сої (70% від усієї площі під культурою), бавовни (49%), кукурудзи (26%), ріпаку / канола (21%). Площа під ГМ-культурами становить 9% від світової площі під сільськогосподарськими культурами, переважно це США, Бразилія, Аргентина, Індія, Канада та Китай [4].

Світовий ринок ГМ-культур (фрукти, овочі, горіхи, сухофрукти та інші продукти садівництва і квітникарства, стійкі до шкідників) до 2020 р. сягатиме 781 млн дол. проти 436 млн дол. у 2015 р. Площі під посівами генно-модифікованих культур до 2030 року можуть скласти до 300–320 млн га. Ці культури стійкі до шкідників за рахунок генів, що експресують специфічні біотоксини (в тому числі на основі Bt) [3].

У цьому напрямку були розроблені в різні періоди дві технології: – технологія ряду трансгенних сільгоспкультур з генами Bt, токсичними для комах і нешкідливими для людини (період 1990–2014 рр.);

– інтеграція мікробних спільнот, які б виробляли ендотоксини безпосередньо в агроecosистемі (період до 2030 р). Використання цих технологій у виробництві сприятиме підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 25% за рахунок знищення рослиноядних комах в агроценозах, зниженню отруєнь і захворюваності працівників сільського господарства через застосування агрохімікатів, скороченню терміну до збору врожаю після обробки сільськогосподарських угідь отрутохімікатами.

Нанобіотехнологічні технології очищення ґрунтів та води

Використовувані в сільському господарстві агрохімікати, утворювані стоки і звалища, а також радіаційні відходи негативно впливають на ґрунти і ґрунтові води, піддаючи їх все більш інтенсивнішим кумулятивним забрудненням. Механічні та хімічні методи їх ремедіації надзвичайно дорогі при застосуванні на великих територіях, найчастіше пов'язані з видаленням і утилізацією родючого шару ґрунту і не дають достатнього очищення. Нанота біоремедіація, взяті окремо, також мають недоліки. Так, рівномірний розподіл наночастинок, що виконують адсорбційні й нейтралізуючі функції, по всій площі і товщі ґрунту який піддається ремедіації, надзвичайно важкий через тенденцію наночастинок до злипання. Біологічні методи не завжди можна застосовувати через високу універсальну токсичність окремих забруднювачів, неможливості знешкоджувати біологічними методами окремі прості токсини. У ряді випадків ці проблеми можуть вирішити конвергентні нанобіотехнологічні технології за рахунок доставки і розподілу реагуючих наночастинок мікроорганізмами, переробки мікроорганізмами результатів реагування наночастинок з контоменантами, або адгезії до наночастинок проміжних токсичних продуктів біопереробки небезпечних забруднювачів.

Для очищення ґрунтових вод і ґрунтів пропонуються дві технології: нуль-валентне залізо вперше використано в якості реагента для наноремедіації ґрунтів і ґрунтових вод (2000 р.) та використання конвергентних нанобіотехнологічних технологій (2020 р.).

Застосування цих технологій сприяло значному скороченню витрат на ре

медіації великомасштабних забруднених об'єктів порівняно із застосуванням традиційних механічних і хімічних методів, скороченню часу, необхідного для повного очищення ґрунтів і ґрунтових вод, можливості відмови від видалення та утилізації родючого шару ґрунту, що дасть змогу зберегти очищені території для сільськогосподарського використання, одночасного очищення і біологічної активації ґрунтів (комплексне харчування рослин, підвищення інтенсивності фотосинтезу за рахунок удобрювальних властивостей деяких препаратів-біодеструкторів).

Здійснено структурний аналіз використовуваних наночастинок для ремедіації ґрунтів і ґрунтових вод, %: нанорозмірне нуль-валентне залізо (60%), біметалічні частинки (29%), емульговане нуль-валентне залізо (9%), наноксиди (2%).

Обсяг глобального ринку нанотехнологій для охорони навколишнього середовища в 2020 р. при прогнозованому щорічному темпі приросту 10,2% може становити 41,8 млрд дол., причому чверть цього ринку припадатиме на наноремедіацію [3]. Наведені технології сприятимуть одержанню екологічно чистої органічної продукції. Структура роздрібної торгівлі органічними продуктами харчування у світі становить у млн євро: у США (27), Німеччині (7), Франції (4,8), Китаї (3,7) Канаді (2,5), Великобританії (2,3), Італії (2,1), Швейцарії (1,8), інших країнах (9,9).

У розвинених країнах (США, Німеччина, Китай, Франція, Канада, Великобританія, Італія, Швейцарія) та в Росії діють схеми добровільної сертифікації екологічної відповідальності та схеми сертифікації органічної сільськогосподарської продукції, побудовані на періодичній перевірці виробни-

ків акредитованими аудиторами. Дуже часто трапляються випадки одержання недостовірних результатів, а тому використовуються більш досконалі методи дослідження, які базуються на конвергентних інформаційно-космічних технологіях дистанційного контролю. Цілодобовий багатопараметричний моніторинг сільгоспугідь можна реалізовувати за рахунок конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю на основі угруповань нано- та пікосупутників, флотів беспілотних літальних апаратів (БПЛА), сенсорних мереж та інфраструктур розподілених обчислень БПЛА, що літають по заданих маршрутах на висоті до 100–150 м і здійснюють спектральну зйомку місцевості навіть при сильній хмарності. Сенсорні мережі відстежують лише незначні зміни концентрації небезпечних речовин у навколишньому середовищі. Інтеграція моніторингових даних та застосування алгоритмів

їхнього інтелектуального аналізу дозволяють ідентифікувати додаткові ризики екологічних порушень [5; 6].

Застосування конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю дозволить обмежити недобросовісну конкуренцію на ринку органічної сільгосппродукції, підвищити довіру споживачів до органічної продукції, якість і безпеку органічної сільгосппродукції за рахунок проведеного в режимі реального часу багатопараметричного моніторингу земель, які використовуються для органічного землеробства.

Для вирішення проблем у сфері продовольчої безпеки людства необхідне сільське господарство нового типу, що відповідає моделі безвідходного виробництва та принципам сталого розвитку, а тому досвід та тенденції світового наукового, технологічного та інноваційного розвитку доцільно взяти до уваги спеціалістам державної сфери та науковцям.

Література

1. Федоренко В.П. Достижения и перспективы биологического метода защиты растений в Украине / В.П. Федоренко, А.Н. Ткаленко, В.П. Конверская // Информ. бюл. ВПРС МОББ. – 2009. – № 39. – С. 5–11.
2. Білітюк А.П., Скуратовська О.В., Писаренко П.В. Біологізація технології – засіб підвищення урожаїв і якості зерна/ А.П. Білітюк, О.В Скуратовська, П.В. Писаренко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2007. – № 3. – С. 92–98.
3. Стратегія для сільськогосподарських технологій. – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/227259/9643-BIS-UK_Agri_Tech_Strategy_Accessible.pdf. – 2013. – 52 с.
4. Рациональное природопользование / Глобальные технологические тренды. – 2016. – № 7. – С. 1–4. [Електронний ресурс]. / Режим доступу : <https://issek.hse.ru/trendletter/news/187434013.html>
5. Біомаса – найшвидший спосіб скорочення викидів викопного вуглецю [Електронний ресурс]. / Режим доступу : https://docviewer.yandex.ua/?url=https%3A%2F%2Fcorporate.vattenfall.com%2Fglobalassets%2Fcorporate%2Fabout_vattenfall%2Fresearch_and_development%2Fr-d_magazine_december_2010.pdf&name=g-.
6. Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция. под ред. Д.И. Дубровского. М.: ООО «Издательство МБА», 2013. – 272 с.
7. Инновационная цивилизация XXI века: конвергенция и синергия – технологий. Тенденции и прогнозы на 2015–2030 гг. [Електронний ресурс]. / Режим доступу : http://www.vixri.ru/wp-content/uploads/2011/08/inf3_2010.pdf