

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ АДАПТИВНИХ АГРОБІОІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

В. Таргоня, д-р с-г наук
УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

Розглянуто альтернативний постіндустріальний напрям вирішення проблем сільськогосподарського виробництва за рахунок інтегрованого використання біотехнологічних альтернатив. Запропоновано визначення та методологічні основи конструювання адаптивних агробіоінженерних систем.

Ключові слова: *сільськогосподарські постіндустріальні технології, адаптивні агробіоінженерні системи, біотехнологічні процеси, системний підхід, алгоритм конструювання.*

Суть проблеми. В екстремальних умовах світової системної кризи, що склалися, надзвичайно загострилася проблема визначення і прогнозування подальшого розвитку агротехнологій і технічних засобів для їх забезпечення: чи йти й надалі традиційним шляхом еволюційного розвитку індустріальних агротехнологій, які мають потребу у все більших енерговитратах і створюють цілу низку еколого-економічних проблем, або використовувати альтернативний постіндустріальний напрямок, який базується на останніх досягненнях сільськогосподарської біотехнології.

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується невизначеністю у співвідношенні між сільськогосподарськими угіддями, незбалансованістю біохімічних речовин і енергії в агроландшафтах, недосконалістю системи охорони ґрунтів і моніторингу земельних ресурсів. Все це зумовлює не тільки зниження потенційної родючості ґрунтів, але й порушення екологічної стійкості навколишнього середовища, зниження продуктивності сільськогосподарських угідь [1, 2].

Вищезгадані причини зумовили те, що біологічний потенціал ґрунтів використовується лише на 20-30 %, а енерговитрати на отримання одиниці продукції рослинництва в 2-5 разів перевищують енерговитрати в розвинених країнах. При цьому енерговитрати на добриво і захист рослин в інтенсивних технологіях вирощування становлять 32-64 % від загальних залежно від вирощуваної культури [2, 3].

Повна відмова від індустріальних методів ведення сільськогосподарського виробництва призводить до різкого падіння врожайності, а перехід на біологічне землеробство збільшує енерговитрати. Все це обумовлює необхідність пошуку, розроблення і застосування

альтернативних екологічно безпечних енергозбережних механізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також відповідного устаткування для їх реалізації [4, 5].

Одним з перспективних напрямів виходу з ситуації, що склалася, є інтегроване використання в сільськогосподарському виробництві альтернативних біотехнологічних операцій як складових адаптивних агробіоінженерних систем [6, 7, 8, 9].

Визначення адаптивної агробіоінженерної системи. Адаптивна агробіоінженерна система являє собою біотехнічну систему або агротехноценоз, до складу якого входять біологічні та технічні складові.

Під біотехнічною системою розуміється особливий клас великих систем, який являє собою сукупність біологічних і технічних елементів, що пов'язані між собою єдиним контуром керування. В такій системі конструкційне рішення технічних елементів повинно бути таким, щоб максимально сприяти взаємодії з біологічними елементами [4].

У відповідності з класичним визначенням, яке було введено Б.І. Купріним, під техноценозом розуміється обмежена у просторі та часі взаємозв'язана сукупність надалі неподільних технічних виробів-особин, які об'єднані слабкими зв'язками. Зв'язки в техноценозі мають особливий характер, який обумовлено конструкційною, а в більшості випадків і технологічною незалежністю окремих технічних виробів і різноманітністю задач, що вирішуються. Взаємоув'язаність техноценозу визначається єдністю кінцевої мети, яка досягається за допомогою спільних систем управління, забезпечення тощо.

На відміну від промислових техноценозів, агротехноценози мають набагато міцніші зв'язки між технічними засобами, що обумовлено жорстким взаємозв'язком ланок агробіоценозу.

Адаптивна агробіоінженерна система являє собою біотехнічну систему, до складу якої входять:

- ґрунт, на якому вирощується агрокультура;
- основний біологічний об'єкт – агрокультура, яка вирощується з метою отримання високоліквідної натуральної рослинної сировини;
- технічні засоби для вирощування, збирання та переробки високоліквідної натуральної рослинної сировини;
- біологічні агенти, які забезпечують виконання сільськогосподарських біотехнологічних операцій (біоконверсії органічних відходів в біологічно активні, гуміномісткі добрива та поновлювані біопалива, виробництва мікробіологічних і ентомологічних препаратів захисту рослин тощо);
- технічні засоби для культивування, утримання та збереження біологічних об'єктів (культури або консорціуму мікроорганізмів, вермикюльтури, ентомоакариофагів тощо);
- технічні засоби транспортування та внесення отриманих біологічних агентів в агробіоценози;

- оператори, які забезпечують відповідність виконання агротехнічних, біотехнологічних та технічних операцій.

Постіндустріальне виробництво є наступним етапом розвитку систем виробництва і характеризується гнучким характером організації, «налаштуванням» системи на зовнішні умови, відсутністю жорсткої стандартизації і перенесенням основного значення з виробництва на розробку. Система управління є динамічною і формалізація здійснюється на кожному етапі, так що можна сказати, що система управління працює саме з конкретними ресурсами.

За постіндустріального виробництва замість технологій реалізуються метатехнології, тобто способи виробництва технологій [1, 2].

На відміну від біотехнологічних процесів виробництва харчової і фармакологічної продукції, в яких використовуються монокультури і стерильні живильні середовища, що дозволяє розробити більш-менш прийнятну ідеальну модель процесу, для розроблення більшості сільськогосподарських біоконверсних процесів використовують переважно евристичні методи.

Все це обумовлює необхідність розробки системного підходу до створення і оцінювання сільськогосподарських технологій взагалі і агробіоінженерних систем зокрема.

Системний підхід – це загальнонауковий методологічний напрям, в рамках якого розробляються методи і засоби теоретичного дослідження складно організованих об'єктів (систем), що спрямований (на відміну від системного аналізу) на теоретичне розгортання знання, формування і розвиток специфічних предметів наукового дослідження. Системний аналіз – це науковий напрям, пов'язаний з розробленням методології розв'язування проблем прикладного характеру [10]. Єдиної методики системного підходу і системного аналізу в наукових дослідженнях поки що немає. У практиці досліджень системний підхід застосовується з використанням таких методик: процедур теорії дослідження операцій, яка дає можливість дати кількісну оцінку об'єктам дослідження; аналізу систем дослідження об'єктів в умовах невизначеності; системотехніки, яка включає проектування і синтез складних систем в процесі дослідження їх функціонування [11].

Враховуючи вищевикладене, в розрізі проблеми, яка розглядається, під системним підходом розуміється використання для вирішення біотехнологічних завдань системи (а точніше – комплексу) взаємопов'язаних між собою методів наукових досліджень в межах функціонування єдиної системи “природознавство – технічні науки – виробництво”.

Мета дослідження – розробити методологічні основи конструювання агробіоінженерних систем на основі використання системного підходу.

Результати досліджень. Аналіз вітчизняних і зарубіжних агробіоінженерних систем, що діють, показує, що базовими

біотехнологічними операціями повинна бути, як мінімум, взаємопов'язана з реальним агробіоценозом сукупність наступних біотехнологічних процесів:

- мікробіологічна ферментація (компостування, аерування, метанове зброджування);
- вермикомпостування, культивування безхребетних;
- виробництво і застосування ентомологічних і мікробіологічних препаратів захисту рослин.

З метою дослідження агробіоінженерних систем проведено оцінювання відповідно до їх класифікації.

Тип системи:

- за походженням – змішана (природно-штучна);
- за характером зв'язку із зовнішнім середовищем – відкрита із значним впливом на довкілля;
- за складністю – складна комбінована система живих і технічних (неживих) складових елементів, з яких технічні складові є простими динамічними підсистемами із заданим законом поведінки, а живі складові мають системи саморегуляції (гомеостазу) з частково відомими або досліджуваними законами поведінки (у складі агробіоценозу або техноценозу) і закономірностями, які знаходяться поза нашою свідомістю;
- за принципом поведінки – гомеостатична з частковим передбаченням;
- за ступенем організованості – комбіновані з технічною регуляцією і біологічною саморегуляцією;
- за ступенем ресурсної забезпеченості управління – складні, енергокритичні;
- за описом змінних – змішані;
- за способом управління – комбіновані з управлінням ззовні і біологічними системами саморегуляції;
- за кількістю операторів системи – непараметричний клас (оператори відомі частково).

Запропонований варіант системного підходу для розроблення біотехнологічних процесів і устаткування для їх реалізації у складі агробіоінженерної системи (рис. 1).

Такий підхід базується на використанні в першу чергу аналітичних і лабораторно-виробничих досліджень, а також ґносеологічних прийомів інженерно-технічних досліджень (конструювання, проектування і випробування). Використання системного аналізу має свої певні особливості, які обумовлені специфікою використання біотехнологічних альтернатив у сільськогосподарському виробництві.

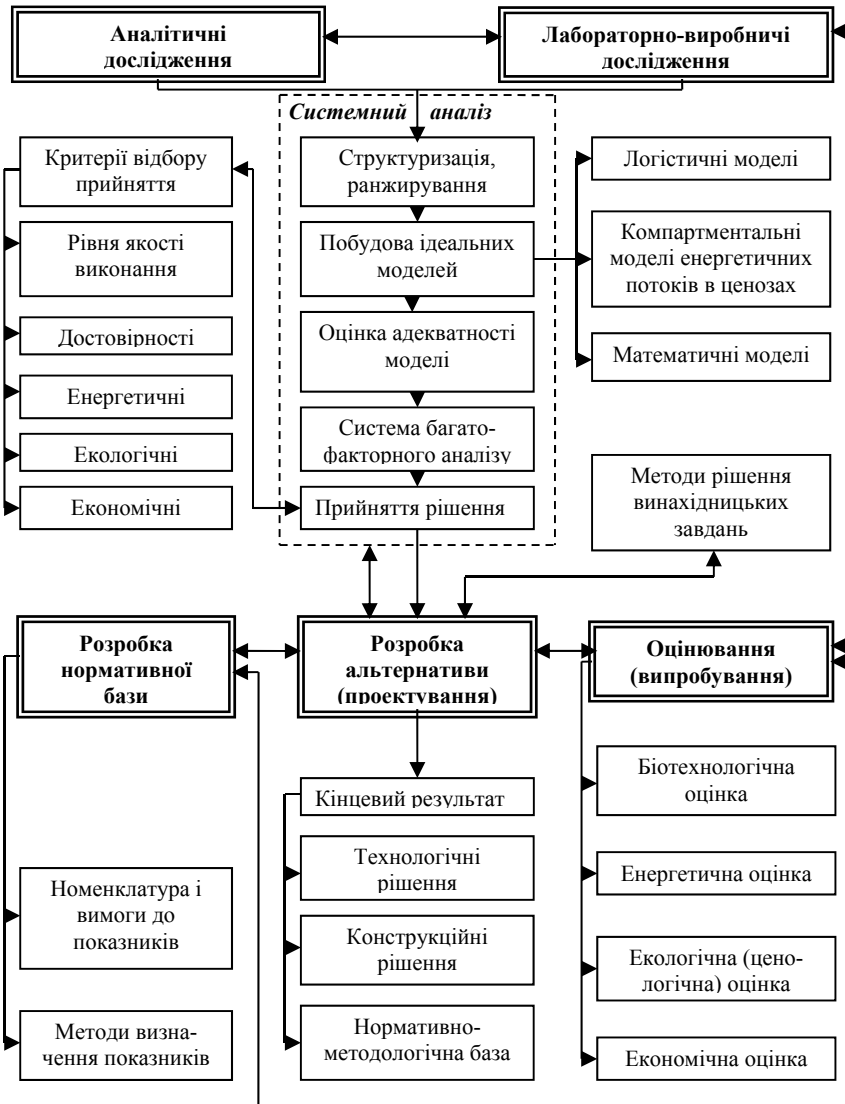


Рисунок 1 – Структурна схема системного підходу для розроблення біотехнологічних процесів і устаткування для їх реалізації у складі адаптивних агробіоінженерних систем

Для побудови ідеальної моделі біотехнологічного процесу на основі експериментальних даних, на наш погляд, доцільно використовувати метод синтезу регресійних моделей, які не потребують апіорного знання структури моделі. Застосування цього методу, як показала практика, дозволяє отримати адекватну модель процесу, яка досить для проектування біотехнологічних процесів і устаткування для їх реалізації [12].

Для побудови логістичних і компартментальних моделей потоків енергії і речовин використовується ценологічний підхід. Такий же підхід використаний і для вирішення винахідницьких завдань з метою усунення біотехнологічних і технічних суперечностей під час проектування біотехнологічних процесів.

Враховуючи те, що сільськогосподарська біотехнологія є мультидисциплінарною галуззю знань, яка інтенсивно розвивається через наявність соціальних потреб, до складу системного підходу також включена розробка нормативної бази (номенклатури і вимог до показників якості виконання біотехнологічного процесу).

На основі аналізу структурної схеми системного підходу і показників функціонування існуючих агробіоінженерних систем був запропонований алгоритм розробки біотехнологічної складової агробіоінженерної системи, в основу якого покладено ценологічний підхід до визначення переліку основних (базових) біотехнологічних операцій і їх основних параметрів, а також до підбору або розроблення необхідного технологічного устаткування. Основна мета конструювання агробіоінженерної системи – підвищити ефективність біологічного виробництва сільськогосподарської продукції шляхом комплексного використання біотехнологічних операцій для досягнення синергетичного ефекту за рахунок відновлення малого коловороту речовин в агробіоценозі.

Слід зазначити, що на відміну від прийнятого поняття біологічного виробництва, яке базується на мінімізації техногенного впливу на агробіоценоз для забезпечення умов його самовідновлення, агробіоінженерна система передбачає науково обґрунтоване інтенсивне використання механізованих біотехнологічних альтернатив для відновлення порушеної природної рівноваги. В агробіоінженерній системі забезпечується дотримання всіх вимог біологічного виробництва до біотехнологічних операцій і їх біологічних агентів.

Основною особливістю конструювання агробіоінженерної системи, як і будь-яких складних біотехнічних систем, є наявність значної кількості чинників впливу. Лише незначна частина (до 10 %) таких чинників є детермінованою, тобто такими, які мають чітку певну залежність і можуть бути розраховані. Більшість же залежностей мають стохастичний характер з високим ступенем невизначеності.

Тому в даний час розробка складних біотехнологічних систем як у нас в країні, так і за кордоном носить переважно евристичний характер. Внаслідок

цього більшість розробок сільськогосподарських біотехнологічних процесів потребують значного доопрацювання, а, як мінімум, над кожної третьої з них роботи припиняються через непрацездатність процесу або негативних наслідків його використання.

Обумовлюючи загальні вимоги до конструювання агробіоінженерних систем, слід врахувати, що:

- необхідно дотримуватися екологічних законів існування агроландшафтів як категорії екосистем;
- збільшення структурованості виробничої системи призводить до підвищення її стійкості;
- виробничою системою агробіоінженерної системи є не окреме сільськогосподарське виробництво, а цілий агроландшафт, який включає комплекс виробництв;
- у виробничу частину агробіоінженерної системи повинні бути включені, як додаткові ланки агробіоценозу, біотехнічні підсистеми з високою концентрацією біологічних агентів (ферментативні установки переробки біомаси на біогумус, бокси культивації для вермикомпостування, устаткування для виробництва ентомологічних і мікробіологічних препаратів і тому подібне);
- агробіоценоз агробіоінженерної системи повинен мати в своєму складі відповідні автотрофні і гетеротрофні ланки для локалізації і виведення з малого коловороту речовин метаболітів, токсинів і зовнішніх полютантів.

Загальний алгоритм розробки біотехнологічної складової агробіоінженерної системи.

Етап 1. Збір і аналіз початкових характеристик:

- існуючі технології виробництва сільськогосподарської продукції;
- стан ґрунтів, передісторія їх використання;
- реальний потенціал органічних відходів (вторинної сировини, придатної для біоконверсної переробки);
- визначення реально можливих розмірів і напрямку виробництва агробіоінженерної системи, яка конструюється.

Етап 2. Розроблення технологічного проекту агробіоінженерної системи:

- побудова і аналіз ценологічних, компартментальних і біоенергетичних моделей конкретного виробництва;
- вибір базових біотехнологічних операцій;
- визначення об'ємів виробництва і основних параметрів базових біотехнологічних операцій;
- розробка варіанту техноценоза біотехнологічної складової з використанням експертної системи багатофакторного аналізу для вибору технологій і устаткування для використання біотехнологічних альтернатив в сільськогосподарському виробництві.

Етап 3. Аналіз результатів впровадження агробіоінженерної системи в початковий перехідний період і внесення коректив в базові біотехнологічні процеси:

- визначення реальних показників функціонування агробіоінженерної системи ;
- визначення реальних виробничих показників реалізації біотехнологічних процесів;
- внесення технологічних і технічних коректив до біотехнологічних процесів (у разі необхідності).

При конструюванні агробіоінженерних систем необхідно брати до уваги такі стратегічні принципи:

- підбір і розроблення відповідних машин, агрегатів і устаткування не за окремими технологічними операціями, а в системі, як складнику науково обґрунтованих технологій вирощування культур;
- створення інтегрованої біотехнологічної системи мобілізації і відновлення біологічного потенціалу ґрунтів шляхом впровадження комплексів машин для моніторингу і реалізації ефективної агробіотехнології на основі використання нетоварної частини урожаю, виробництва і використання біогумусу, органомінеральних сумішей і біопрепаратів;
- індустріалізація технологій виробництва альтернативних добрив і біопрепаратів для забезпечення їх багатотоннажного виробництва і зниження собівартості;
- застосування технологічного прийому винесення мікробіологічних процесів гуміфікації і накопичення гумусу в ґрунтах, які здійснюються протягом десятків і сотень років, на промислові майданчики, де аналогічні процеси протікають у ферментативних системах протягом 5-40 діб, з подальшим внесенням до ґрунту отриманого біогумусу для прискореного відновлення родючості.

Висновки.

Таким чином, запропоновано варіант системного підходу до розроблення біотехнологічних процесів для їх реалізації як складової адаптивних агробіоінженерних систем базується на використанні ценологічного підходу, аналітичних і лабораторно-виробничих досліджень, а також гносеологічних прийомів інженерно-технічних досліджень (конструювання, проектування і випробування). Вказані методологічні основи дозволяють формалізувати процес розроблення і використання біотехнологічних операцій, а також усунути можливі помилки існуючого евристичного підходу.

Література

1. Mason John Sustainable agriculture. 2nd ed. / John Mason – Landlinks Press, 2003. – 212 p.
2. Дринча В.М. Концептуальные и методические аспекты стратегии развития механизации сельского хозяйства. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 60 с.

3. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с. – (Серія: Економія і бережливість).

4. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б.Блюм, Г.Г.Гелетуха, І.П.Григорюк, В.О.Дубровін, А.І.Ємець, Г.М.Забарний, Г.М.Калетнік, М.Д.Мельничук, В.Г.Мироненко, Д.Б.Рахметов, С.П.Циганков – К: "Аграр Медіа Груп", 2010. – 360 с.

5. Дубровин В. Производство энтомологического препарата трихограммы / В.Дубровин, Г.Голуб, О.Марус. – Motrol, 2012, 14. – №3. – с. 9–20.

6. Мельничук М.Д. Биотехнология растений / М.Д. Мельничук, Т.В. Новак, В.А. Кунах. – К.: Полиграфконсалтинг, 2003. – 520 с.

7. Сельскохозяйственная биотехнология. Учеб. / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова. С.В. Дегтярев и др.: Под ред. В.С. Шевелухи. – М.: Высш. Школа, 1998. – 416 с.

8. Encyclopedia of Physical Science and Technology, 3rd Edition, Biotechnology / Editor Robert A. Meyers – Academic Press Edition: 3rd, 2001. – 911 p.

9. Engineering and Manufacturing for Biotechnology Series: Focus on Biotechnology, Vol. 4 / Hofman, M.; Thonart, P. (Eds.) – Springer, 2001. – 496 p.

10. Лемец В.И. Системный анализ. Вводный курс / В.И.Лемец, А.Д. Тевящев – Харків. держ. техн. ун-т радіоелект. – Х.: 1998. – 252 с.

11. Ладанюк А.П. Основы системного анализа / А.П. Ладанюк – Вінниця: Нова книга, 2004. – 176 с.

12. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А.Г. Ивахненко. – К.: Техника, 1975. – 310 с.

Аннотация

Рассмотрено альтернативное постиндустриальное направление решения проблем сельскохозяйственного производства за счет интегрированного использования биотехнологических альтернатив. Предложено определение и методологические основы конструирования адаптивных агробиоинженерных систем.

Summary

The alternative is considered post industrial direction of decision of problems of agricultural production due to the computer-integrated use of biotechnological alternatives. Determination and methodological bases of constructing of the adaptive agrobioengineering systems is offered.