



Механізація, електрифікація

УДК 632.937:631.3

© 2015

В.В. Адамчук,
доктор
технічних
наук

В.Г. Мироненко,
доктор
технічних
наук

С.О. Маранда
Національний
науковий центр
«Інститут механізації
та електрифікації
сільського
господарства»

БЕЗПІЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ У РОСЛИНИЦТВІ

Мета. Створити передумови для широкого використання безпілотних літальних апаратів у новітніх технологіях землеробства в Україні. **Методи.** Аналіз завдань технічного забезпечення, синтез технічних рішень, лабораторні та польові дослідження з визначення раціональних параметрів безпілотного літального апарата. **Результати.** Розроблено структуру основних науково-технічних завдань реалізації органічного землеробства та внесення біопрепаратів у системі захисту рослин. **Визначено основні характеристики та раціональні параметри безпілотного літального апарата для моніторингу стану посівів і внесення біопрепаратів, а також ефективність його використання. Висновки.** Впровадження в агропромисловий комплекс України спеціалізованого безпілотного літального апарата з визначеними раціональними параметрами для повітряного моніторингу стану поля та внесення біопрепаратів із захисту рослин створює умови для переходу до промислового виробництва органічної продукції.

Ключові слова: рослинництво, безпілотні літальні апарати, моніторинг, внесення біопрепаратів, ефективність.

У сучасному землеробстві дедалі гостріше постають проблеми економічного та екологічного плану, і за останні 100 років коефіцієнт ефективності використання ґрунту за промислового ведення сільськогосподарського виробництва зменшився з 4 до 1,5–2 разів.

Розв'язання проблеми забезпечення людства якісними продуктами харчування в умовах погіршення екологічного стану навколишнього природного середовища потребує комплексної перебудови сільського господарства на біоенергетичній основі та переходу до органічного землеробства [1, 10].

Виробництво органічних продуктів харчування у світі постійно зростає. На сьогодні об'єм цього ринку оцінюється в понад 55 млрд євро і щороку зростає майже на 5%. Розширюється коло країн, які мають відповідне законодавство в галузі органічного аграрного виробництва — нині таких країн уже 84.

Мета досліджень — створення передумов для широкого використання безпілотних літальних апаратів у новітніх технологіях землеробства в Україні.

Результати досліджень. Реалізація системи органічного землеробства передбачає

вирішення широкого спектра науково-технічних завдань, зокрема моніторингу стану поля на всіх етапах виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечення локально-дозованого обробітку характерних ділянок поля, застосування високоєфективних органічних добрив, біологічних методів захисту рослин [4, 9], використання біологічних видів палива для виробничих та побутових потреб АПК.

Моніторинг стану поля за реалізацією можна поділити на контактний з ґрунтом та дистанційний. Дистанційний моніторинг, у свою чергу, може бути віддаленим — із застосуванням засобів космічного базування, та ближнім — із застосуванням засобів наземного або повітряного базування [2, 8].

Моніторинг поля за допомогою засобів повітряного базування, або, інакше кажучи, ближній аеромоніторинг здійснюється за допомогою літальних у повітряному просторі засобів з установленим на їх борту спеціалізованим обладнанням для реєстрації параметрів стану поля.

Радіокеровані моделі безпілотних літальних апаратів (БЛА) на сьогодні є оптимальними засобами повітряного базування для реєстрації місцевизначених параметрів стану поля [3].

Спеціалізоване обладнання встановлюється на борту літака і містить пристрій для здійснення зйомки поверхні поля (відеокамера, спектрометр), обладнання системи місцевизначення та обладнання запису інформації.

Під час виконання процесу моніторингу стану сільськогосподарського поля БЛА рухається над поверхнею поля на визначеній висоті і по заданій траєкторії, знімальний пристрій здійснює зйомку поверхні поля, а географічна система позиціонування (ГСП) фіксує координати траєкторії польоту літака (рис. 1). Після проведення моніторингу інформація з карти пам'яті передається на комп'ютер, де відбувається обробка отриманої інформації за допомогою спеціального програмного забезпечення. Якість знімка поверхні поля залежить переважно від параметрів знімального пристрою та від техніко-експлуатаційних можливостей літального апарата, тому є потреба у виборі оптимальних засобів та пристроїв для здійснення моніторингу сільськогосподарських угідь.

До знімального обладнання, яке використовується на борту засобів повітряного базування для реєстрації місцевизначених параметрів стану сільськогосподарського поля, ставляться такі вимоги: мати високу

роздільну здатність, що дає змогу формувати якісні знімки поверхні досліджуваного поля; мати великий радіус дії для безперешкодної передачі сигналу до реєстраційного модуля; мати малу вагу, щоб мінімізувати проблеми балансування засобу повітряного базування.

Існує значна кількість аерофотообладнання, яке відповідає визначеним вимогам, наприклад відеокамера Mini DV 80: відеоформат — AVI; розширення — 720×480; частота кадрів — 30 с⁻¹; формат — 3:4.

Знімання поверхні поля може здійснюватися як у плані, коли оптична вісь знімального пристрою перебуває у перпендикулярному положенні відносно поверхні ґрунту, так і в перспективі, коли оптична вісь знімального пристрою перебуває під певним кутом до поверхні поля.

Знімки у плані досить якісно відтворюють картину густоти рослинності на поверхні досліджуваного поля, де чітко видно більшу і меншу загущеність рослинності на його ділянці. За інформацією такого знімка можна ставити питання про причини нерівномірності покриття рослинності по площі поля та визначити, під впливом яких факторів вона утворилася. Знімки, отримані у перспективі, охоплюють великі площі сільськогосподарського поля. За такими знінками досить зручно визначати загущеність посівів на великих територіях сільськогосподарських угідь та проводити дослідження за допомогою спектрального аналізу.

Ефективне використання місцевизначених параметрів сільськогосподарських культур, одержаних за допомогою фотовідеозйомки поверхні поля, передбачає створення електронної бази даних, до якої потрібно внести отриману інформацію про відповідність певного кольору ділянок поля певним фізичним та хімічним властивостям ґрунту і рослин, згідно з інформацією знімків класифікувати зони з різною густотою проростання рослин за причиною впливового фактора, що зумовлює нерівномірність рослинного покриву. З метою побудови електронної бази даних потрібно провести спектральне калібрування для порівняльної характеристики на ділянках поля з різними кольорами знімка. Зокрема, визначити варіації ділянок з різним умістом поживних елементів, висоту та густоту стеблової маси вирощуваних культур, а також реєструвати ділянки поля, уражені хворобами та шкідниками, штучними та природними факторами.

Біологічний метод захисту рослин є одним з основних чинників ефективного розвитку

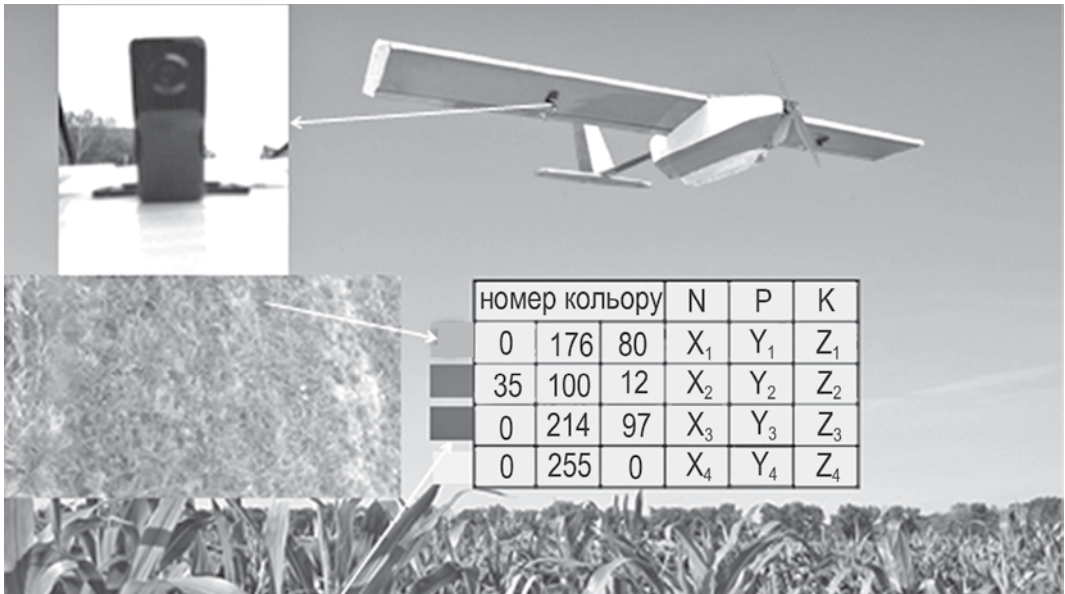


Рис. 1. Авіаційний моніторинг сільськогосподарських угідь

органічного землеробства. При цьому енергетичний еквівалент затрат для захисту рослин ентомологічним препаратом в 5–7 разів менший порівняно з хімічними пестицидами.

Одним з найскладніших науково-технічних завдань, що потребують вирішення за промислового використання біологічних засобів

захисту рослин, є забезпечення їх ефективного внесення (рис. 2).

Нині в умовах України основним засобом біологічного способу боротьби зі шкідниками як на полях, так і в садах, є трихограма, яка забезпечує стримування шкідочинності комплексу небезпечних шкідників, таких як:

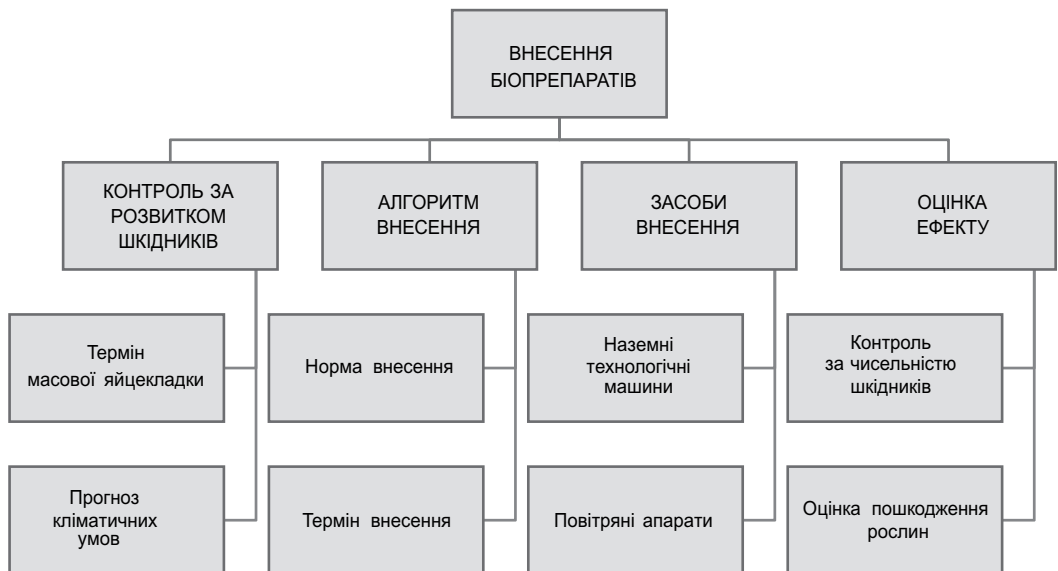


Рис. 2. Структура основних науково-технічних завдань внесення біопрепаратів

підгризаючі і листогризучі совки, вогнівки, білани, молі, садові листокутки тощо.

Собівартість обробленого трихограмою гектара сільськогосподарських угідь значною мірою залежить від носія, на якому монтується пристрій розселення. Використання традиційної наземної та авіаційної техніки — тракторів класу-1,4, літаків АН-2, вертольотів МІ-2, вантажопідйомність яких в сотні разів перевищує власну масу пристрою розселення разом з потрібним запасом біологічного матеріалу в ньому, призводить до значного недозавантаження цих засобів (приблизно на 95–98%).

Аналіз відомих технологій і технічних засобів моніторингу стану поля та промислового розселення трихограми дав змогу зробити висновок про перспективність використання безпілотних літальних апаратів, оснащених сучасними засобами дистанційного керування. У співпраці НУБіП України, НТТУ «КПІ» та ННЦ «ІМЕСГ» створено і підготовлено до широких виробничих випробувань радіокерований безпілотний літальний апарат БЛА «А-1» (рис. 3) для аеромоніторингу поля та розселення трихограми в стадії імаго, тобто трихограми, яка міститься

Технічні характеристики та параметри БЛА «А-1»

Характеристика	Значення
Потужність електродвигуна, кВт	1,0
Маса цільового навантаження, кг	до 1,5
Швидкість літального апарата, км/год	80
Доцільна робоча висота польоту, м	5
Об'єм робочого бункера, см ³	500
Місткість біологічного матеріалу, г	200
Продуктивність розселення трихограми, га/год	60

в яйцях зернової молі. Безпілотний літальний апарат «А-1» належить до легких БЛА з максимальною злітною масою 5 кг. Для поліпшення транспортування на місце виконання робіт конструкція літака виконана розбірною — демонтуються крила. Запуск літака відбувається з руки. Посадка літака здійснюється за допомогою опорної лижі на поверхню поля [5, 6].

Основні технічні характеристики та раціональні параметри БЛА «А-1» наведено в таблиці.

При цьому можуть використовуватися

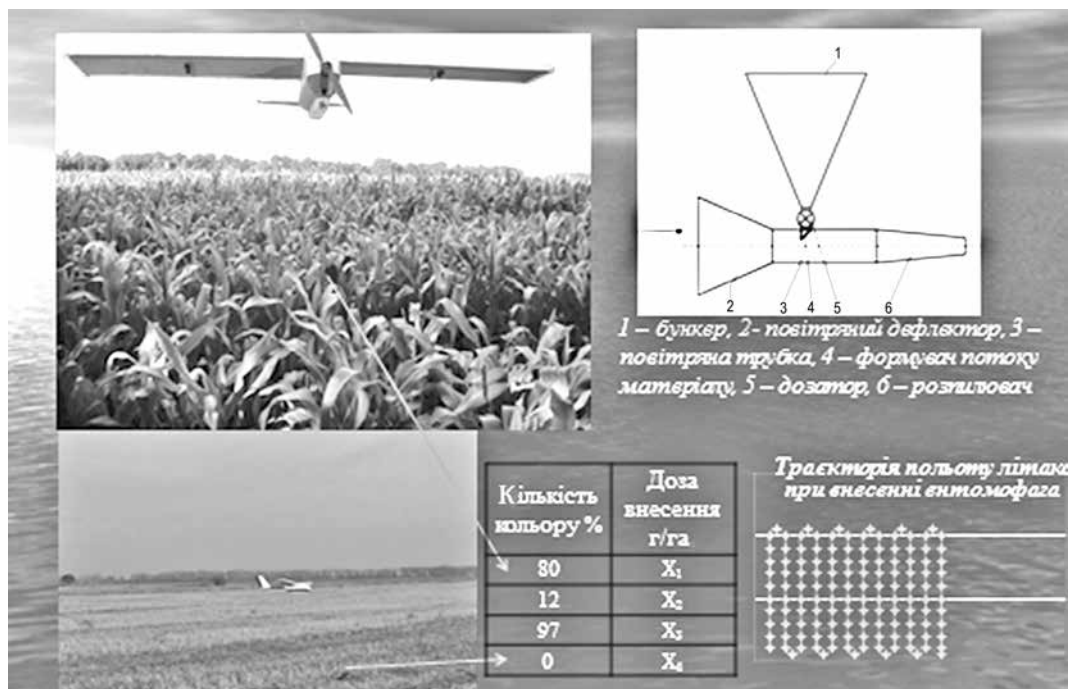


Рис. 3. Безпілотний літальний апарат «А-1» зі змінними нормами внесення біопрепаратів для захисту рослин

технології суцільного або локального розселення трихограми. Суцільне розселення трихограми виконується в режимі автопілота зі встановленням заданої ширини оброблюваної ділянки, висоти польоту, зони розвороту та заданої норми. У разі необхідності локального розселення трихограми застосовується система оперативного керування змінними нормами внесення технологічного матеріалу з використанням обладнання для оцінки інтенсивності рослинного покриву на певній ділянці поля. Густота стеблової маси вирощуваних культур, а також ділянки поля, уражені хворобами та шкідниками, реєструються відповідними первинними перетворювачами (ультрафіолетові, інфрачервоні та ін.) за попереднього прольоту. З метою

побудови електронної бази даних проводиться спектральне калібрування для отримання порівняльної характеристики на ділянках поля з різними кольорами знімка.

Перевага такої технології внесення полягає у технологічності та своєчасному і рівномірному розселенні біопрепарату за будь-якого стану поверхні поля, зокрема з урахуванням конфігурації поля, густоти рослинності, осередків підвищеної чисельності шкідника.

Проведені обліки пошкодження рослин кукурудзи метеликом показали значні переваги на ділянках з внесенням трихограми. На дослідних ділянках пошкодження стебел та качанів кукурудзи становило від 20 до 13%, а на контрольній ділянці — понад 70% рослин (46% стебел і 26% качанів) [7].

Висновки

Україна має сприятливі природно-кліматичні умови та науково-технічне забезпечення для ефективного виробництва екологічно чистої продукції рослинництва в системі органічного землеробства.

Впровадження в агропромисловий комплекс України спеціалізованого безпілотного літального апарата для повітряного моніторингу стану поля та внесення біопрепаратів із захисту рослин створює умови

для переходу до промислового виробництва органічної продукції.

Раціональні параметри розробленого безпілотного літального апарата: злітна маса — до 5 кг, потужність електродвигуна — 1 кВт, цільове навантаження — до 1,5 кг, об'єм бункера — 500 см³. За виконання технологічного процесу: швидкість — не більше 80 км/год, доцільна робоча висота польоту — 5 м, продуктивність — понад 60 га/год.

Бібліографія

1. Адамчук В. Перспективи розвитку механізованого рослинництва/В.В. Адамчук, В.Г. Мироненко, О.І. Григорович, П.О. Косик//Механізація та електрифікація сільського господарства. — Вип. 98. — Т. 1. — 2013. — С. 60–67.
2. Квонтік Х.Р. Справочник пілота сільськогосподарської авіації: пер. с англ. — М.: Транспорт, 1991. — 225 с.
3. Кобець М. Потенціал безпілотників//The Ukrainian Farmer. — 2011. — № 3.
4. Мельничук М. Основи технології біологічного захисту рослин у сучасному землеробстві/М.Д. Мельничук, І.П. Григорюк, В.О. Дубровін та ін.//Біоресурси і природокористування. — К.: НУБіП, 2010. — Т. 2. — № 1–2. — С. 5–11.
5. Мироненко В.Г. Перспективи використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві України/В.Г. Мироненко, С.О. Маранда//Lublin: MOTROL Motorization and power industry in agriculture. — Т. 13В. — 2011. — С. 25–35.
6. Мироненко В. Безпілотний літальний апарат «А-1» для біологічного захисту рослин з одночасним моніторингом стану поля/В. Мироненко, С. Маранда, Р. Карнаушенко//Техніка і технології АПК. — 2012. — № 8 (35). С. 11–14.
7. Мироненко В.Г. Біологічний захист рослин в органічному землеробстві/В.Г. Мироненко, Л.П. Ющенко//Наук. вісн. нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. — 2009. — № 134. — Ч. 3. — С. 33–39.
8. Шумилин В.М. Авіація в сільському і лесному господарстві/В.М.Шумилин, В.М. Агарков, В.В. Белозеров і др. — М.: Колос, 1995. — 208 с.
9. Ehlers R.U. Mass production of entomopathogenic nematodes for plant production//Appl. Microbiol. Biotechnonol 56: 623–633, 2001.
10. Mironenko V. Operative working process control of agricultural machines/IV. Mironenko//Proceedings of the 5th Research and Development Conference of Central – and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering Part 1. — Kiev, 2007. — P. 82–87.

Надійшла 16.06.2015.