

УДК 910+631:659.78:  
528(075)  
© 2013

*М.О. Солоха,*  
кандидат  
географічних наук  
ННЦ «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського»

## АЕРОМОНІТОРИНГ СТАНУ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ

*Запропоновано застосування аерофотозйомки для оцінювання стану плодкових насаджень. Наведено показники оцінювання стану плодкових насаджень дистанційними методами з метою визначення стану захворювання дерев і визначення кадастрових елементів.*

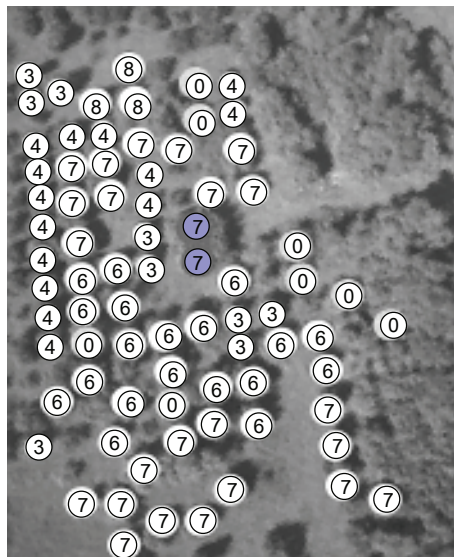
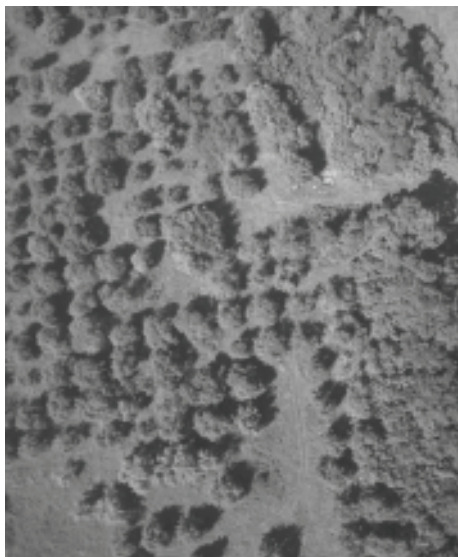
**Ключові слова:** аерофотозйомка, стан плодкових насаджень, спектральна обробка, безпілотний літальний апарат.

Розвиток садівництва базується на доброму врожаї, запорукою якому є своєчасні спостереження за станом саду. Ймовірність доброго врожаю збільшується у разі якнайшвидшого виявлення тієї чи іншої хвороби дерев. Для цього, як правило, здійснюють фітосанітарний моніторинг, який базується на візуальному спостереженні за станом саду. Проводити візуальні огляди за маршрутом або детальні візуальні огляди на стеблах, листі, квітках, плодах деякі автори рекомендують не менш як на 10% площі саду [2]. Головною метою проведення такого огляду є одержання потрібної інформації для складання прогнозів і сигналізації про розвиток шкідливих організмів, хвороб і ухвалення рішення щодо проведення захисних заходів.

Проте найкращих результатів можна досягти,

якщо проводити моніторинг на території всього саду (чагарнику), а не тільки на 10% його площі. Якщо не виявити хворобу на початковій стадії, коли час має вирішальне значення, то можна втратити врожай. Чим швидше буде оцінено стан садових насаджень та ухвалено управлінське рішення, тим краще.

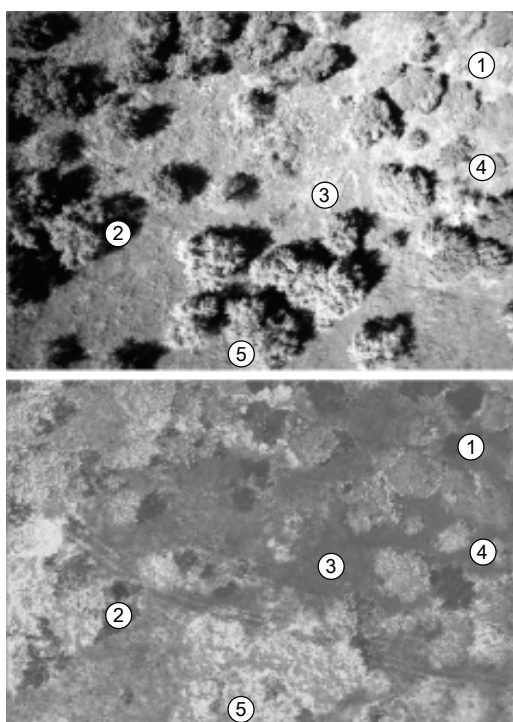
Вважаємо, що значно прискорити процес моніторингу саду та перевести аналіз на новий технічний рівень дає змогу аерофотозйомка садових насаджень за допомогою дистанційно пілотованих літальних апаратів (ДПЛА). Огляд дерев і чагарників з висоти людського зросту не дає змоги визначити стан усього дерева або чагарнику. Доволі часто трапляється так, що рятувати дерево вже не має сенсу, оскільки хворобу не виявили на початковій стадії,



**Рис. 1.** Результат інвентаризації плодкових дерев (яблунь). Цифрами позначено висоту дерева, м: 0 – сухі; 3, 4 – молоді; 6–8 – дорослі; 7 (блакитним кольором) – підозра на захворювання

**Фенотипічні ознаки (індикатори) ураження дерев**

Захворювання [5, 7]	Місце ураження	Колір ураження плодів, пагонів, листя
Бактеріальний опік плодових дерев	Пагони, квіти, зав'язі	Почорніння
Плодова гниль	Плід	Бура пляма
Парша яблуні	Листя, плід	Сірувато-темний колір, світлий обідок
Фіlostиктоз листя (бура плямистість)	Листя	Буруватий, сірий
Чорний рак	Листя, бруньки	Червонуватий колір
Цитоспороз	Кора	Червонувато-коричневий колір
Кореневий рак (зобуватість коренів)	Коріння	—
Хлороз	Верхівки пагонів, листя	Блідо-жовтий колір
Молочний блиск	Листя	Білуватий колір
Борошниста роса	Суцвіття, листя, пагони	Білий наліт
Клястероспоріоз (дірчаста плямистість листя)	Листя, квітки, бруньки, плоди і молоді пагони	Червонувато-бурий колір
Кучерявість листя кісточкових культур	Листя, пагони	Жовтуватий наліт
Кокомікоз	Листя, пагони	Коричнево-червоні цятки



**Рис. 2.** Результат спектрального аналізу плодового саду: 1 — дерево без крони (листя немає); 2 — тінь дерев; 3 — трав'яниста рослинність; 4 (справа від цифри) — пошкоджене дерево, підозра на цитоспороз; 5 — підозра на хлороз листя

ї вона вже прогресує. Захворювання на початковій стадії має невелику площу на кроні дерева, тому його виявлення є проблематичним.

Розвиток деяких захворювань, як правило, починається з верхньої частини дерева, що, в свою чергу, ускладнює їх ідентифікацію.

**Мета проведення аерофотозйомки за допомогою ДПЛА [1, 3]** — оперативний аналіз стану саду. Ідентифікували різні захворювання дерев за їх фенотипічними індикаторами, визначили ефективну площу саду, кількість молодих і дорослих дерев, їхню висоту.

**Об'єкт досліджень** — сад площею 6,4 га (геопр. координати центру саду: 30,094843 п. ш.; 50,013870 сх. д.). За своєю віковою структурою він є дуже неоднорідним: молоді (до 3 років), дорослі (10—25 років), старі і відмерлі дерева. Переважний сорт яблунь — білий налив. Методика досліджень — аерофотозйомка та картографічний метод, наземні спостереження за хворобами дерев саду.

**Результати досліджень.** Визначено висоту окремого дерева та їх групи, кількість молодих і дорослих дерев, ефективну площу саду.

Обчислення висоти дерева, в якому дешифрувальною ознакою є його висота, визначали за довжиною тіні цього дерева. Спосіб порівняння є одним зі способів вимірювання тіні (якщо видно основу і вершину тіні). Для цього потрібно знати справжню висоту ( $h_1$ ) хоча б одного з високих дерев, зображених на знімку (яблуня, зображена на рис. 3 під № 5, має висоту 6 м). Довжина тіні на фото — 4 м. Висота сусідньої яблуні в цьому разі обчислюється так:  $h_2 = (d_2/d_1) \cdot h_1 = 4,8$  м. Якщо відомі час дня та дата аерофотозйомки, то можна за астрономічними таблицями визначити кут падіння променів сонця і знайти  $h$  за формулою:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$



**Рис. 3.** Яблуня (на попередньому рисунку цифра 5), після огляду якої діагноз захворювання підтвердився

де  $d$  — виміряна довжина тіні. Площу саду вимірюють за стандартними картографічними методами ГІС-систем [4]. Після географічної прив'язки було проведено трасування кожного дерева занесенням його параметрів у базу даних [6]. Перед цим проведено спектральну обробку знімка з метою виявлення хворих дерев (рис. 1). Для ідентифікації різних захворювань дерев за їх фенотипічним станом крони одночасно аналізували отриманий знімок і таблицю індикаторів ураження дерев (таблиця).

Для кращої ідентифікації захворювань ви-

значення стану плодового саду використовували планові і перспективні знімки з різних кутів і експозицій для визначення найліпшого з кутів та часу зйомки. Зйомку проводили з різної висоти (25–100 м). Установлено, що найкращі для аналізу знімки було зроблено з висоти 25–50 м, найоптимальніший час зйомки — з 11<sup>00</sup> до 15<sup>00</sup> за неясного сонця. Отримано понад 100 знімків.

У результаті аналізу таблиці встановлено, що ідентифікувати захворювання можна, якщо колір крони дерева відрізнятиметься від зеленого кольору видимого діапазону електромагнітних хвиль. Розміри ушкоджених пагонів, листків і плодів мають сантиметрові розмірності, що дає змогу їх ідентифікувати за допомогою аерофотоапарата з роздільною здатністю 10 м пікс. (роздільна здатність знімка до 5 см) (рис. 2).

Більшість хвороб можна ідентифікувати у видимому діапазоні, якщо знати стан крони і пагонів дерев. Однак кожне дерево на території саду можна реально оглянути, тільки якщо сад невеликих розмірів.

У результаті аналізу знімків і їх зіставлення з візуальним дослідженням повністю підтвердилися підозри щодо захворювань досліджуваних дерев.

## Висновки

За підсумками використання ДГЛА під час моніторингу плодового саду визначено можливість застосування аерофотозйомки для оцінювання його стану. З'ясовано, що аерофотозйомка дає змогу визначати захворювання дерев у верхній частині крони (викори-

стання планових фотознімків) і середнього ярусу дерев (перспективний знімок) за допомогою фенотипічних індикаторів. Можливо, встановлення потужнішої оптики дасть змогу визначати ширший спектр різних захворювань плодових дерев і чагарників.

## Бібліографія

1. Балюк С.А., Солоха М.О. Проблеми та перспективи аеромоніторингу ґрунтів//Вісн. Харків. НАУ імені В.В.Докучаєва. — 2009. — № 3. — С. 29–34.
2. Писаренко В.Н., Писаренко П.В. Фитосанитарний моніторинг, методи захисту рослин//Інтегрована захиста рослин/В.Н. Писаренко, П.В. Писаренко. — Полтава, 2007. — Режим доступу до журн.: [http://agromage.com/stat\\_id.php?id=406](http://agromage.com/stat_id.php?id=406) — 2013 р.
3. Солоха М.О. Аеромоніторинг за допомогою ДГЛА//Посіб. укр. хлібороба. Наук.-практ. щорічник. — 2012. — С. 81–82.
4. Солоха М.О., Бабушкіна Р.А. Методика імпорту даних(суміщення) в картографічному пакеті mapinfo//Таврійський наук. вісн.: наук. журн. —

- Вип. 75. — Херсон: Грін Д.С., 2012. — С. 124–128.
5. Урманцев Ю.А. Системный подход и проблемы устойчивости растений//Физиол. растений. — 1989. — Т. 26. — Вып. 6. — С. 1233–1244. — Режим доступу до журн.: <http://kvitnykarstvo.org.ua> — 2013 р.
6. Условные знаки сельскохозяйственные для межевания и кадастра. — М.: Геополлюс, 2010. — Режим доступу до журн.: <http://stud24.ru/i/stud24.ru/css/main.css> — 2013 р.
7. Хвороби та шкідники яблунь [Електронний ресурс]. — Полтава, 2008. — Режим доступу: [http://porada-poltava.narod.ru/inform/04\\_jablonja.pdf](http://porada-poltava.narod.ru/inform/04_jablonja.pdf) — 2013 р.

Надійшла 8.05.2013.