

УДК 528.8:504.453

## ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВИХ РОСЛИННИХ НАСАДЖЕНЬ

**В. П. Лисенко, О. О. Опришко, Д. С. Комарчук,  
Н. А. Пасічник, Т. І. Лендел**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*dmitruyk@gmail.com*

Представлені результати польових досліджень коефіцієнтів яскравості рослин, на прикладі пшениці, у видимому спектрі при цифровій фотозйомці, з використанням безпілотного літального апарату класу мікро (дрон). Досліджувався вплив висоти польоту дрона на коефіцієнти яскравості рослинних насаджень. Отримані залежності між коефіцієнтами яскравості складових RGB і значенням Light Value, котре визначається параметрами зйомки фотоапарата і отримувались з exiff файлу.

*Ключові слова: дрон, моніторинг полів, висота польоту, коефіцієнт яскравості, Light Value.*

The results of the field research plant brightness ratios on the example of wheat, in the visible spectrum with digital photography, using the robot plane of “micro” class. Linear relations between the coefficients of brightness of RGB' components and Light Value meaning, which is determined by the camera shooting parameters have been obtained and taken from exiff file.

*Key words: drone, monitoring of fields, height of the flight, ratio of brightness, significance of the light.*

Представлены результаты полевых исследований коэффициентов яркости растений на примере пшеницы в видимом спектре при цифровой фотосъемке с использованием беспилотного летательного аппарата класса микро (дрон). Получены зависимости между коэффициентами яркости составляющих RGB и значением Light Value, которые определяются параметрами съемки фотоапарата и получались с exiff файла.

*Ключевые слова: дрон, мониторинг полей, высота полета, коэффициент яркости, Light Value.*

### **Вступ**

Раціональне використання мінеральних добрив в рослинництві стало особливо актуально в Україні в останні роки. Отримання високих врожаїв зернових з високою якістю продукції найчастіше неможливо без забезпечення своєчасної підживлення посівів. Але в агрофітоценозі потреба рослин в

елементах живлення, як правило, не є рівномірною для всього поля і часто носить випадковий характер. Внесення необхідних доз добрив відповідно до потреби рослин є невід'ємною складовою технологій точного землеробства. Але сьогодні технології вимагають нових експрес-методик агрохімічних досліджень. Класичні методи пов'язані з хімічними аналізами, не адаптовані до масових досліджень, оскільки трудомісткі і не завжди можуть застосовуватися. У той же час період внесення добрив для підживлення становить всього декілька днів. Альтернативою використання хімічних методів дослідження є листкова діагностика, при котрій за виглядом рослинних тканин визначаються проблеми в їх живленні. Листкова діагностика, зокрема визначення таких вегетаційних індексів як NDVI [5], активно використовувалася при космічних дослідженнях, що було актуально для великих аграрних виробників. Раніше для листової діагностики проводилися наукові дослідження з використанням спектрофотометрів [1], але складність обладнання і проблеми радіочастотної корекцією стали серйозною перешкодою для масового впровадження таких методик.

Поява на вітчизняному ринку відносно дешевих безпілотних літальних апаратів (дронів) з висотою польоту до декількох сотень метрів надає аграріям принципово новий інструмент досліджень з новими можливостями. Для використання дронів при проведенні листової діагностики необхідно вирішити ряд технічних завдань за методологією використання даного обладнання та вирішити ряд технічних завдань функціонування дронів. Одними з важливих є параметри функціонування фотокамери в процесі отримання зображення насаджень, такі як :

- висота отримання зображення;
- номінальний діапазон швидкостей переміщення дронів для отримання зображення;
- номінальні кути отримання зображення рослинних насаджень;
- час експозиції зображення;
- величина корекції експозиції зображення;
- значення чутливості матриці фото сенсору;
- номінальні значення «баланс білого»;

**Мета дослідження** – вивчення режимів роботи дронів при моніторингу стану рослин, забезпеченості їх елементами живлення, а саме дослідженню впливу висоти польоту на коефіцієнти яскравості RGB рослинних насаджень.

## **Матеріали та методика досліджень.**

Експериментальні дослідження проводилися з 20 по 24 травня 2016 року в Києво-Святошинському районі Київської області (GPS координати 50 deg 19 '49,00 "N, 30 deg 24' 40,00" E). Висота польоту визначалася за показниками пульта управління дроном і вручну фіксувалася в журналі проведення дослідів. Моніторинг проводився в період з 14,30 до 17,30 годин. Штучне освітлення ділянок, що досліджувались, не проводилося. Для проведення моніторингу використовувався квадрокоптер DJI Phantom 2+.

В якості об'єктів моніторингу вибиралися ділянки поля з посівами пшениці озимої в стадії вегетації «колосіння» і ґрунтової дороги з візуально чіткими кордонами, розташування котрих фіксувалося за характерними візуальними орієнтирами. Дрон у процесі досліджень позиціонувався між ділянками поля та дороги.

Дослідження проводилися із висоти до 200 м. з кроком у 40 м. Фіксація значень RGB здійснювалася штатною фотокамерою PHANTOM VISION FC200 з роздільною здатністю  $10,8 \times 10^6$  пікселів. При цьому для підвищення точності отриманих результатів в ручному режимі змінювали час експозиції фотокамери, що автоматично фіксувалося в exiff файлі. Враховувалося також наявність тіні від хмар на відповідній ділянці поля.

Ґрунт в зоні моніторингу знаходився в сухому стані, а ділянки польової дороги не мав яскраво виражених горбів і западин, слідів вологи або рослинності.

Обробка результатів проводилася в лабораторних умовах за допомогою програмного забезпечення власної розробки Land damage expert, описаної в [2, 3, 4] функція цифрового збільшення фотокамери не використовувалася, ділянку для досліджень обиралась в ручному режимі із загального зображення. Службові дані зображення, автоматично внесені в exiff файл, зчитувалися за допомогою on-line сервісу [6].

## **Результати досліджень.**

На рис. 1 приведені результати залежності R коефіцієнта яскравості поля пшениці від величини Light Value при різній висоті польоту дрона.

Як видно з представлених даних, залежність коефіцієнта яскравості червоної складової від величини Light Value має лінійний характер (значення adjusted r-squared  $\geq 0,992$ ). За G і B складовим залежність так само має лінійний

характер. Зі збільшенням висоти польоту дрона над ділянкою пшеничного поля, що досліджувалась, значення коефіцієнтів яскравості знижується, чого не спостерігається для ділянки ґрунтової дороги. Зазначене дозволяє зробити висновок, що коефіцієнти яскравості однорідного об'єкта стабільні в діапазоні висот до 200 метрів як найбільш прийнятних для дистанційно керованих дронів класу мікро.

При значеннях Light Value  $\leq 10,5$  R величина коефіцієнт яскравості, що має 8-ми бітну розрядність, досягла граничних значень і перестала змінюватися, чим і пояснюється стабілізація на рівні 253-255.

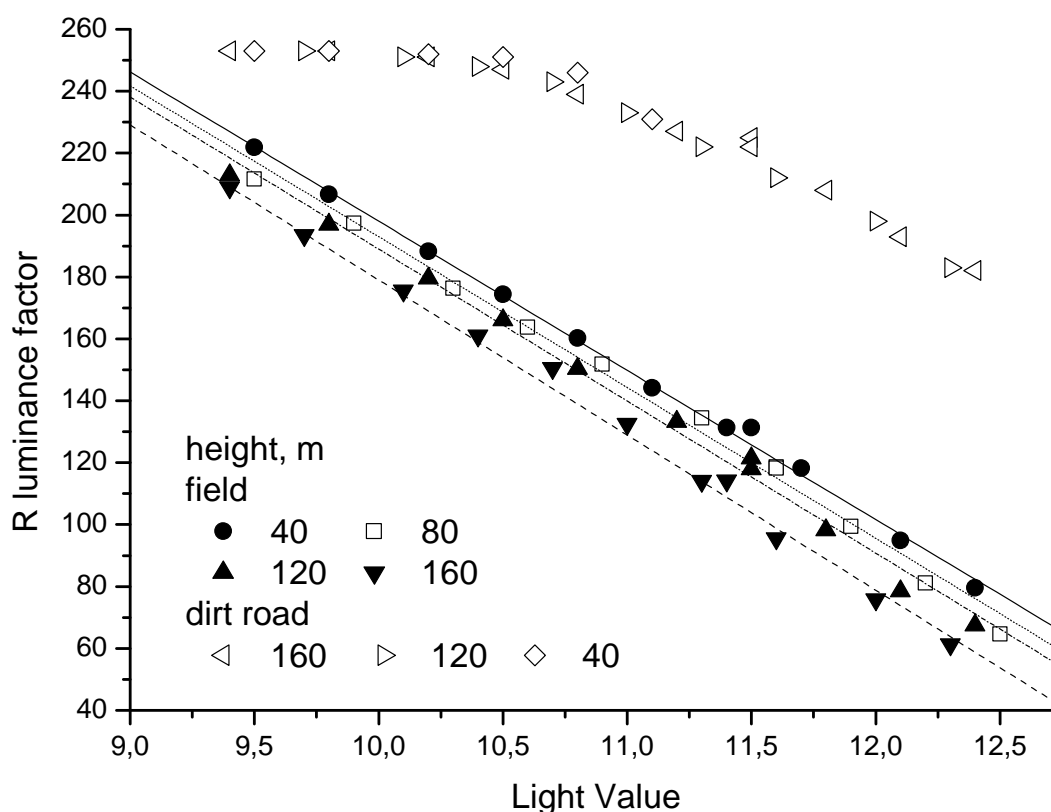


Рис. 1 Залежність R luminance factor від значення Light Value для ділянки на полі пшениці

На нашу думку, наявність залежності між коефіцієнтами яскравості і висотою польоту дрона пояснюється тим, що поле неоднорідне і в кадр, окрім рослин і створеної ними тіні, потрапив освітлений ґрунт. У такому випадку, сухий ґрунт значно світліше, ніж рослини. Зі збільшенням дистанції між дроном і полем роздільна здатність камери знижується, внаслідок чого ґрунт фіксується в меншій мірі та, відповідно, змінюється середнє значення коефіцієнта яскравості. Також варто відзначити що вологий ґрунт істотно

темніший, ніж рослина і, відповідно, після дощу буде спостерігатися зворотна залежність. Виходячи з цього, для забезпечення точності результатів вимірювання коефіцієнтів яскравості при листовій діагностиці потрібно фільтрувати зображення на котрих ділянки, що досліджуються, включають ґрунт.

Дослідження проводилися як при ясному небі, так і значній хмарності. В обох випадках значення Light Source вказувалося в ручному режимі як Cloudy, так і Fine Weather. За червоною (R) і зеленою (G) складовою не було зафіксовано суттєвої різниці, за блакитною (B) складовою в разі значення Light Source - Cloudy значення B коефіцієнта яскравості було істотно нижче, що є небажаним з метеорологічних міркувань, що є наслідком алгоритмів перерахунку вихідної інформації в формат JPEG заданих виробником фотокамери.

## **Висновки**

За попередніми розрахунками застосування системи дистанційного моніторингу стану посівів, в процесі формування врожаю, дозволить істотно скоротити витрати на діагностику стану рослин, та внесення мінеральних добрив для відповідних культур.

Проведені дослідження режимів роботи дронів, як засобу моніторингу стану рослин на предмет забезпеченості їх елементами живлення, виявили наступне:

1. Залежність коефіцієнтів яскравості в адитивній моделі утворення кольору RGB від величини параметра Light Value в діапазоні висот до 200 метрів має лінійний характер.

2. При визначенні коефіцієнтів яскравості рослин для здійснення листової діагностики потрібно враховувати наявність ґрунту на отриманому зображенні.

3. Зі збільшенням висоти моніторингу вплив кольору ґрунту на значення коефіцієнт яскравості знижується.

## **Література**

1. Шадчина Т. М. Розробка теоретичних основ та методів дистанційного моніторингу стану посівів озимої пшениці за допомогою спектрометрії з високим спектральним розділенням : Автореф. дис. д-ра біол. наук : 03.00.12 / НАН України. Ін-т фізіології рослин і генетики. – К., 1999. – 34 с.
2. Андріїшина М. В. Удосконалена методика визначення вмісту гумусу в чорноземних ґрунтах на базі цифрової фотометрії [Текст] / М. В. Андріїшина, С. Ю. Булигін, О. О. Опришко // Аграрна наука і освіта. – 2007. – Т.8. – №5-6. – С. 80-84.
3. Лысенко В. Ф. Оперативное зондирование посевов как инструмент для программирования урожая /В. Ф. Лысенко, А. А. Опришко, Д. С. Комарчук, Н. А. Пасичник. – М: ВИЭСХ. – 2016. – сс. 89 - 96.
4. Опришко О. О. Методичні підходи для керування вибіркоким внесенням добрив / О. О. Опришко, І. М. Болбот, М. В. Андріїшина, Н. А. Пасічник // Аграрна наука і освіта. – 2008. – Том. 9, N3. – С. 100 - 104.
5. Опришко О. О. Перспективи використання безпілотних роботизованих літальних апаратів для раціонального використання добрив /О. О. Опришко, Д. С. Комарчук, Н. А. Пасічник. – матеріали МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ "Сучасні проблеми землеробської механіки". – :НУБіП України. – 2015. – сс. 23-25.
6. IMGonline.com.ua [Електронний ресурс] : Web-сайт. – Обработка JPEG фотографий онлайн. – Режим доступа: <http://www.imgonline.com.ua/exif-info-result.php>. – Назва з екрану.