

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ

УДК 631.8.022.3

Лисенко В.П.

Доктор технічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Пасічник Н.А.

к.с-г.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

Комарчук, Д.С.

к.т.н. Національний університет біоресурсів і природокористування України

Опришко, О.О.

к.т.н. Національний університет біоресурсів і природокористування України

МОНІТОРИНГ СТАНУ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ З ДОПОМОГОЮ БПЛА

Анотація: Розглянуто особливості дистанційного моніторингу азотного живлення рослин із використанням безпілотних літальних апаратів. Показано доцільність розробки вегетаційних індексів під сенсорне обладнання в оптичному діапазоні. Приведено розрахунок економії витрат за рахунок диференційованого внесення добрив.

Ключові слова: БПЛА, азотне живлення, рентабельність

Вступ

Моніторинг сільськогосподарських насаджень із використанням безпілотних літальних апаратів (далі БПЛА) широко рекламується як у засобах масової інформації, так і в спеціалізованих виданнях і подається як універсальний засіб для сільгоспвиробників. На відміну від супутників, БПЛА здатні не лише оцінити очікуваний врожай, а і надати інформацію про стан мінерального живлення, так потрібну для програмування врожаю. Тобто сприяти отриманню максимального прибутку шляхом вибору оптимального дозування добрив. Проте на практиці спостерігається певна недовіра до цих технологій і навіть розчарування, оскільки отриману інформацію потрібно ще й інтерпретувати та реалізувати. Розпізнання стану рослин за його спектральними характеристиками, так звана листкова діагностика, вимагає спеціалізованих алгоритмів та відповідного програмного забезпечення із простим і зрозумілим інтерфейсом. Обладнання, що здатне оперативно здійснити листкову діагностику та забезпечувати диференційне внесення добрив, також

потребує відповідних капіталовкладень, а тому впливає на рентабельність виробництва. Тому оцінка економічних перспектив сільгоспвиробників при моніторингу рослинних насаджень із використанням БПЛА для диференційного внесення добрив і є *метою* нашої роботи.

Стан питання

Починаючи із 70-х років попереднього століття були відпрацьовані технології супутникового моніторингу рослинних насаджень, в основі котрих було використання так званих вегетаційних індексів (VI), що і давало можливість оцінювати ті чи інші параметри насаджень. Вдалий досвід цих технологій було реалізовано в серійному наземному обладнанні на базі таких сенсорів як Greenseeker (США), CropSpec (Японія), N-sensor (Норвегія) [1], що використовуються для диференційного внесення добрив. Слід відзначити, що використання такого обладнання поряд із перевагами щодо раціонального використання добрив, обмежується його значною вартістю та можливістю забезпечити лише такий критерій оптимальності як максимальна врожайність, оскільки до початку робіт невідомо, в якому стані знаходяться посіви. Наявне наземне обладнання для оцінки стану азотного живлення використовує такі VI як NDVI, NDRE, котрі визначаються за інтенсивністю випромінювання для каналів NIR, RED, rededge. Фіксація випромінювання у ближньому інфрачервоному діапазоні обумовлює використання спеціалізованого сенсорного обладнання, що також обмежує впровадження технологій.

Перспективні рішення

БПЛА почали масово впроваджуватись у аграрну сферу починаючи з 2008 року після появи потужних та малогабаритних літій-полімерних акумуляторів, котрі забезпечили можливість відносно легкого керування в ручному та автоматичному режимах. Такий малий термін виробничої експлуатації, у певній мірі, пояснює відносно обмежене розповсюдження зазначених технологій на вітчизняному ринку. У порівнянні із супутниковими платформами БПЛА є новітнім обладнанням із принципово новими можливостями, що дозволяє використовувати його для вирішення оперативних задач. Сучасні БПЛА здатні оперативно отримати спектральну інформацію про стан як усього поля, так і його окремих ділянок із відповідним позиціонуванням. Це дає можливість використовувати для внесення добрив техніку, оснащену лише засобами позиціонування, яка є принципово дешевшою, ніж додаткове сенсорне обладнання для листової діагностики. На ринку України присутні фірми, що пропонують модернізацію наявного обладнання для внесення добрив засобами позиціонування із відповідним комп'ютерним обладнанням вартістю порядку 1000-2000 USD. Також на відміну від Greenseeker засоби позиціонування можуть використовуватись постійно для тих чи інших потреб в господарстві.

Створення VI для супутникових платформ було пов'язано із певними фізичними обмеженнями такими як: наявність вікон прозорості атмосфери, складністю радіочастотної корекції, що вплинуло на будову VI. Найбільш розповсюджений індекс NDVI було побудовано виходячи з того, що випромінювання в червоній області спектру добре поглинається рослинами та добре відбивається у ближній інфрачервоній області спектру. Слід відзначити, що оптичний діапазон спектру, який завдяки хмарам обмежено використовується у супутниковому моніторингу, також є інформативним щодо стану

азотного живлення [2,3]. Відповідно при розміщенні сенсорів на платформі БПЛА моніторинг стану азотного живлення може здійснюватись в тому числі і штатними оптичними сенсорами. Найбільш розповсюдженні сенсори для БПЛА використовують оптичний діапазон, а саме адитивні моделі кольору утворення RGB. З наявних в RGB моделі каналів для більшості зернових культур найбільше відбиття випромінювання відбувається для зеленого каналу. На рис.1 показано графік залежності вегетаційного індексу, побудованого для оптичної області спектру за аналогією із NDVI від кількості азоту.

При апроксимації отриманих результатів у вигляді експоненціальної залежності коефіцієнт детермінації складає 0,94. Як видно з представлених даних, при кількості азоту менш ніж 2,5% (ділянки, що вимагають підживлення) запропонований ВІ може використовуватись із високою точністю для прийняття рішення щодо диференційного внесення азотних добрив.

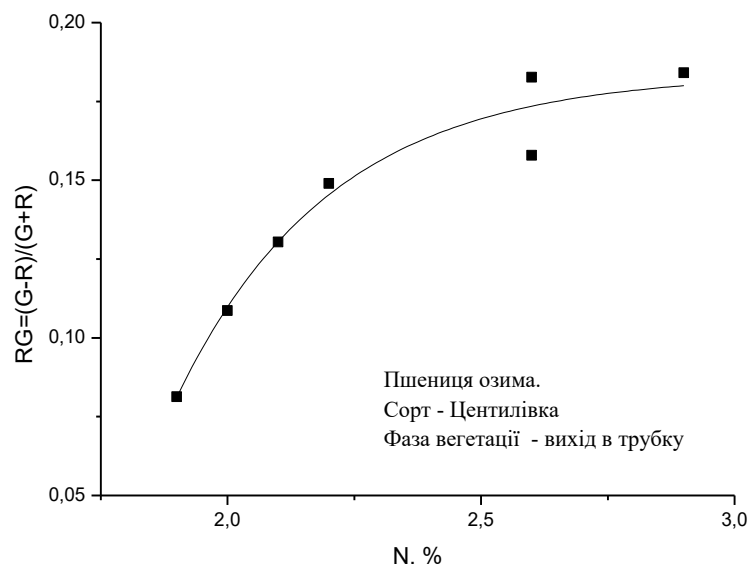


Рис.1 Залежність ВІ, створеного на базі R та G каналів від кількості азоту

Економічна складова за рахунок раціонального використання добрив

У таблиці 1 приведено розрахунки щодо весняного підживлення зернових колосових карбамідом.

Таблиця 1

Весняне підживлення зернових колосових	
Підживлення у фазу початку кущення	
Норма внесення добрива на 1 га	22 кг д.р. (N) / 48 кг добрива 16 % розчин, 300 л роб. р-ну
Кількість / вартість добрива на 100 га	4 800 кг / 51 360 грн.
Економія добрив	10-40 % / 5 136 – 20 544 грн.
Підживлення у фазу виходу в трубку	

Норма внесення добрива на 1 га	11 кг д.р. (N) / 24 кг добрива 8 % розчин, 300 л роб. р-ну
Кількість / вартість добрива на 100 га	2 400 кг / 25 680 грн.
Економія добрив	10-40 % / 2 568 – 10 272 грн.

Отже навіть за 1 рік на полі площею в 100 Га лише за диференційованого внесення добрив можна зекономити (8-30) тис. гривень. Тобто, використовуючи зазначену технологію, можна протягом одного сезону окупити модернізацію обладнання для диференційованого внесення добрив.

Окрім оперативних переваг щодо економії добрив при підживленні, поява електронних карт поля в перспективі допоможе застосовувати диференційовані технологічні прийоми підвищення родючості ґрунту (обробіток, меліорація, внесення добрив).

Висновки

1. Використання БПЛА в рослинництві для підживлення рослин можливе при використанні сільськогосподарського обладнання, оснащеного системами позиціонування.
2. Для БПЛА доцільно розробляти вегетаційні індекси, адаптовані саме під таке обладнання.
3. Для моніторингу стану азотного живлення можливо використовувати червоний та зелені складові видимого спектру, як приклад $VI_{RG} = (G-R)/(R+G)$, що можна забезпечити на неспеціалізованому сенсорному обладнанні БПЛА

Список використаних джерел

1. Лысенко В.Ф., Опышко А.А., Комарчук Д.С., Пасичник Н.А. Дистанционное зондирование посевов для программирования урожая. // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. №3(18) – С.89-96.
2. Т.М.Shadchina Elaboration of theoretical bases and methods of the remote sensing of winter wheat crops using the high resolution spectrometry.-Manuscript. Thesis for Dr.Sci (Biol.) by speciality 03.00.12-Plant Physiology.-Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 1999.
3. Лисенко В.П., Опришко О.О., Комарчук Д.С., Пасічник Н.А. Використання БПЛА для дистанційного зондування посівів під час програмування врожаю // Науковий вісник НУБіП. - 2016. - №256.- С. 146-151.