

УДК 631.1:631.5

Особливості використання БПЛА для моніторингу сільськогосподарських культур

Присяжнюк О. І.^{1*}, Качура Є. В.², Марків М. В.¹, Слободянюк В. В.¹, Буюн Є. В.¹¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: ollpris@gmail.com²Інститут агроекології і природокористування НААН України, вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна

Мета. Визначити особливості застосування супутникового моніторингу для встановлення стану рослин та урожайності високорослих сільськогосподарських культур. **Методи.** Польові та лабораторні дослідження проводили в 2021–2023 рр. в умовах Київської області в господарствах різних форм власності. Дослідження з вивчення вегетаційних індексів виконувались за допомогою дрона DJI Mavic 3M Multispectral, що має мультиспектральну камеру, здатну вести зйомку в діапазонах Near infrared (NIR) 860 nm, Red edge (RE) 730 nm, Red (R) 650 nm, Green (G) 560 nm а також RGB камеру видимого спектру. **Результати.** Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дозволяє здійснювати економічно ефективний моніторинг посівів за високої просторової, часової та спектральної роздільних здатностей в будь-який зручний час на відміну від супутникової зйомки. Датчики БПЛА можуть бути як мультиспектральними, так і гіперспектральними камерами, здатними здійснювати моніторинг індексу листової поверхні, оцінювати біомасу та навіть прогнозувати врожайність у поєднанні з використанням моделей росту сільськогосподарських культур. Важливо, що комбіновані зображення отримані за допомогою БПЛА з RGB та цифрові фотографіметричні методи здатні забезпечити хмари точок з високою щільністю й точністю. Крім того, поєднання даних БПЛА з супутниковими знімками може підвищити точність оцінок характеристик насаджень. Проте, питання поєднання супутників і БПЛА для моніторингу сільськогосподарських угідь недостатньо вивчене, особливо в аспекті поєднання багаті спектральної супутникової інформації зі структурними характеристиками рослинного покриву високої роздільної здатності зі знімками БПЛА.

Одним з найбільш використовуваних вегетаційних індексів є нормалізований вегета-

ційний індекс (NDVI), який реагує на зміни поглинання хлорофілу в червоних спектрах та мультирозсіювання в ближніх інфрачервоних спектрах, що спричиняє високе відбивання. NDVI прямо пропорційний щільності рослинності: чим вище значення NDVI, тим більший рослинний покрив. Значення NDVI менш як 0 вказує на відсутність рослинного покриву, а понад 0,1 вказує на наявність рослинного покриву. Завдяки сильній кореляції між вегетаційними індексами й біофізичними параметрами, вони засовуються для визначення стану живлення сільськогосподарських культур (здебільшого азотного), для класифікації сільськогосподарських культур та для корекції управління сільськогосподарськими культурами. Однак, на точність використовуваних вегетаційних індексів сильно впливає фенологічна стадія оцінюваної культури, що ускладнює їх використання.

Зв'язок між вегетаційними індексами і врожайністю, полягає в тому, що врожайність є функцією характеристик рослинного покриву, включаючи архітектуру покриву (наприклад, індекс листової поверхні), біомасу та концентрацію хлорофілу. Дистанційне зондування фіксує загальну реакцію відбиття (відбиття, передача та поглинання) на рівні рослинного покриву, яка може бути пов'язана з біохімічними, фізіологічними й морфологічними параметрами рослинного покриву. Для архітектури покриву найчастіше застосовується нормалізований вегетаційний індекс NDVI, простий коефіцієнт SR, удосконалений вегетаційний індекс (EVI) та оптимізований ґрунтовий вегетаційний індекс (OSAVI). Для прогнозування біомаси рекомендується використання декількох вегетаційних індексів, оскільки різні типи індексів мають різну чутливість залежно від кількості біомаси та фенологічної стадії культури. Наприклад, NDVI, вегетаційний індекс зеленості GNDVI, ґрунтовий вегетаційний індекс SAVI та зелено-червоний G-R є більш точними для оцінки біомаси на ранніх стадіях розвитку культури, тоді як трикутний вегетаційний індекс TVI є корисним для прогнозування кількості біомаси на більш пізніх стадіях. Важливо, що одна і та ж культура в різних середовищах демонструватиме різні фізичні властивості; отже, для точного прогнозування врожайності біомаси одного алгоритму може бути недостатньо. Комбінація сенсорів, індексів, включення ряду характеристик, не пов'язаних безпосеред-

Oleh Prysiazhniuk

<http://orcid.org/0000-0002-4639-424X>

Yevhen Kachura

<http://orcid.org/0009-0002-9051-5755>

Mykhailo Markiv

<https://orcid.org/0009-0000-0906-1019>

Vadim Slobodianiuk

<http://orcid.org/0009-0004-8217-1790>

Yevhenii Boiun

<http://orcid.org/0009-0004-9272-0300>

ньо з моніторингом біомаси культур та використання складних алгоритмів є дієвими способами підвищення точності прогнозів врожайності біомаси. **Висновки.** Встановлено що за кращого вмісту в ґрунті загального азоту отримано вищі показники індексу NDVI на посівах сільськогосподарських культур. А застосування методу оцінювання вегетаційних індексів в другій половині вегетації (формування та наливання

зерна) дозволяє визначити стан полів, оскільки традиційні культури в цей період мають меншу площу листового апарату і проблемні ділянки легко визначити програмно. Що в подальшому сприятиме напрацюванню моделей прогнозування урожайності сільськогосподарських культур.

Ключові слова: моніторинг стану рослин; БІЛІА; NDVI; GNDVI; SAVI; SAVI; TVI.

УДК 633.9:631.54

Вплив елементів технології вирощування на урожайність біомаси та якість врожаю міскантусу гігантського

Присяжнюк О. І.^{1*}, Гончарук О. М.¹, Носенко В. Г.², Музика О. В.³, Половинчук О. Ю.¹, Шевченко О. П.¹

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: ollpris@gmail.com

²Національний університет біоресурсів та природокористування, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041

³Київська спеціалізована філія Українського інституту експертизи сортів рослин, вул. Ставищанська, б.108-А, м. Біла Церква, Київська обл., 09111

Мета. Розробити елементи технології вирощування міскантусу гігантського за умови вирощування їх на маргінальних землях. **Методи.** Польові дослідження проводили у 2019–2022 рр. на Білоцерківській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ. Схема досліду передбачала інокуляцію рослин Азофосфорином, застосування вологоутримувача та позакореневе підживлення Гуміфілдом 50 г/га та АміноСтаром, 1,0 л/га. **Результати.** Кращий збір твердого біопалива та енергії в досліді в усі роки забезпечили варіанти застосування АЗОФОСФОРИНУ, адсорбенту та позакореневого підживлення Гумат калію (Гуміфілд) 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га. Так, в умовах 2022 року, за дефіциту факторів вологозабезпечення, отримано 21,1 т/га та 344,4 ГДж, у той самий час на чистому контролі отримано 14,1 т/га та 231,3 ГДж.

Якісні показники міскантусу гігантського суттєво залежали від умов вегетаційного періоду. Так, у 2020 році в середньому по досліді отримано вміст сухої речовини в біомасі 48,3%, целюлози 35,0%, лігніну 9,9% та золи 1,8%. А в умовах 2021 року в біомасі містилось 48,8% сухої речовини, целюлози 40,0%, лігніну 10,3% та золи 1,3%, тоді як в 2022 році в середньому по досліді отримано вміст сухої речовини в біомасі 47,0%, целюлози 42,0%, лігніну 10,5% та золи 1,2%. Тоді як в умовах усіх років досліджень вміст золи в рослинах міскантусу мав незначні відхилення від середнього показника та закономірностей впливу на ознаку досліджуваних факторів не було виявлено. **Висновки.** В умовах 2020 та 2021 років досліджень гарний рівень вологозабезпечення рослин міскантусу гігантського сприяв більшому впливу на зміну показників продуктивності посівів саме інокуляції – як способу забезпечити краще мінеральне живлення. При цьому за інокуляції АЗОФОСФОРИНОМ отримано на 1,0 т/га та 2,9 т/га більше сухої речовини, тоді як за застосування МахіМарін гранульованого на 0,8 т/га та 2,4 т/га відповідно. А от в умовах 2022 року дефіцит опадів під час вегетаційного періоду сприяв актуалізації впливу власне застосування адсорбенту МахіМарін гранульований і прибавка збору сухої речовини порівняно з варіантами, на яких не застосовували адсорбент, становила 2,9 т/га, тоді як варіанти інокуляції забезпечили всього лиш 2,6 т/га.

Ключові слова: міскантус гігантський; маргінальні ґрунти; обробіток ґрунту; вологоутримувач; позакореневе підживлення.

Oleh Prysiazhniuk

<http://orcid.org/0000-0002-4639-424X>

Oleksandr Honcharuk

<https://orcid.org/0000-0002-7740-1334>

Valerii Nosenko

<https://orcid.org/0000-0002-4917-3514>

Olha Muzyka

<https://orcid.org/0000-0002-7039-8283>

Oleksandr Polovynchuk

<https://orcid.org/0000-0002-7830-7534>

Olena Shevchenko

<https://orcid.org/0000-0001-5980-7536>