

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВРОЖАЮ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОСТОРОВОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ ЗДАТНОСТІ НА ПРИКЛАДІ ПШЕНИЦІ

Н.А. Пасічник,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)

e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2120-1552>

Розроблено методику інтерпретації результатів дистанційного моніторингу у вигляді значень вегетаційних (стресових) індексів в очікувані обсяги врожаю. Дослідження проводили у 2019 р. у Київській області на виробничій ділянці посівів пшениці озимої у відокремленому підрозділі НУ-БіП України Агрономічна дослідна станція. Дистанційний моніторинг виконували 25.06.2019 р. з використанням мультиспектрального сенсорного комплексу SlantRange 3p, змонтованого на БПЛА. Висота польоту становила 100 м. Розраховували як стандартні індекси як варіації NDVI та Chlorophyll index, так і запропоновані компанією індекси стресу SlantRange: Vegetation fraction, Stress та Yield potential. Окремо розглядали вихідні дані безпосередньо за спектральним каналом, які отримували з вікна зніmkів програмного забезпечення Slantview. Розрахунки проводили у ПЗ MathCad, де зображення розглядали у вигляді матриці. Облік врожаю здійснювали з використанням комбайнів John Deere, які проводили моніторинг щосекунди із встановленням позиціонування за супутниковою системою навігації. З результатів наземного моніторингу було вилучено хибні результати, пов'язані з помилками сенсорного обладнання, неповним використанням ширини жатки. Встановлено, що зіставлення врожайності пшениці озимої та станів цих рослин за 2 міс. до обліку врожаю за результатами спектрального аналізу із використанням БПЛА дало змогу встановити зв'язок між кількісними характеристиками врожайності та розподілами стресових індексів. Із досліджених індексів найкращий результат лінійної апроксимації експериментальної залежності з коефіцієнтом детермінації 0,845 між врожайністю та числовим значенням спектральної характеристики показав індекс Stress, розроблений компанією SlantRange. Найкращу точність було отримано за результатами використання індексу Vegetation fraction, також запропонованого SlantRange, завдяки чому він також є перспективним для прогнозування врожаю.

Ключові слова: SlantRange, Stress індекс, БПЛА.

ВСТУП

Контактна методика моніторингу стану рослинних насаджень не пристосовано для масових досліджень у масштабах промислових полів. Висока вартість машинного часу збиральної техніки зумовлює доцільність керування його швидкісним режимом. Для цього можуть використовуватись додаткові бортові оптичні сенсори, що фіксують щільність врожаю, як показано у роботі Federico Pallottino та інші [1]. Такий підхід дає можливість зменшити тривалість збиральних робіт, проте не може оптимізувати вивіз готової продукції з поля автотранспортом.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Для здійснення планування потрібно заздалегідь мати об'єктивні дані, наприклад від супутників аграрного призначення. Проте супутниковий моніторинг створювався передусім для об'єктивної оцінювання перспектив отримання врожаю. Так, у роботі Y.R. Lai та

інші [2] супутникові дані використано для оцінювання втрат від повені. Упровадження БПЛА дали змогу певною мірою підвищити точність результатів щодо оцінки втрат, зумовлених градом та повінню, що доведено у роботі Geng Bai та інші [3]. У більшості випадків прогнозування засновано на стандартних стресових індексах таких як NDVI, що показано у роботі V.I. Zatserkovnyi та інші [4] для оцінки стану вологозабезпечення посівів. Проте створені та спеціалізовані індекси, придатні для визначення якості посівів, як це показано у роботі M.M. Saberioon та інші [5] і, зокрема стану азотного живлення, як показано у дослідженнях V. Lysenko та інші [6] і I. Korobichuk та інші [7]. Кращим може стати впровадження концепції Інтернету речей, огляд якої для потреб рослинництва представлено Jesús Martín Talavera та інші [8], коли поєднуються різномірні дані в технологіях big-data від різних джерел інформації. Аналіз таких геоінформаційних даних дасть змогу господарствам здійснювати планування збиральних робіт на новому рівні.

Статистичну інформацію щодо врожаю можна отримати за результатами використання сучасних комбайнів, обладнаних програмно-апаратним комплексом обліку врожаю, здатним здійснювати геолокацію. Карти стресових індексів, зокрема для маргінальних земель із фільтрацією сторонніх об'єктів, можна отримати за результатами використання БПЛА при каскадній фільтрації спектральних даних за методикою S.A. Shvoroov та інші [9]. Але результати аналізу великих обсягів інформації, що стосуються виробничих полів, можуть містити похибки різноманітної природи.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проте ці дослідження не дають інформації про кількісні показники врожаю, що потрібно господарствам для організації оптимальної логістики та використання збиральної техніки. Розробка методики інтерпретації результатів дистанційного моніторингу у вигляді значень вегетаційних (стресових) індексів в очікуванні обсяги врожаю і стало метою роботи.

МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Дослідження проводили у 2019 у Київській області на виробничій ділянці посівів пшениці озимої у відокремленому підрозділі НУБіП України «Агрономічна дослідна станція».

Наземне обладнання. Збір та облік врожаю пшениці у господарстві НУБіП України здійснювали з використанням комбайнів John Deere 9670STS. Дані було опрацьовано за допомогою програмного забезпечення Trimble (R) Farm Works (R) Office ver. 2018.05 та експортовано у вигляді табличних даних формату Microsoft Excel.

Система автоматизації комбайну зазвичай містить велику кількість різноманітних сенсорів, перетворювачів сигналів, обчислювальних блоків та програмних компонентів тощо, при роботі яких можуть виникнути помилки. При побудові залежності між даними від БПЛА та наданих комбайном доцільно вилучити з подальших розрахунків хибні результати від апаратно-програмної частини комбайну. Програмний продукт Trimble Farm Works Office окремо надає набори даних такі як вологість, потік зерна, колісна швидкість тощо, а також інші показники, які мають бути пов'язані між собою, наприклад:

- суха врожайність, т/га та сухий урожай;
- волога врожайність, т/га та вологий урожай.

Для відсіву помилкових даних експериментальні результати мають бути апроксимовані у вигляді лінійної залежності при нульо-

вому показнику ординати. Після визначення відповідного кутового коефіцієнта на базі значень вологої урожайності було обчислено значення модуля різниці між обчислювальними та експериментальними величинами вологого врожаю. З подальших досліджень було вилучено 3% ділянок із максимальною різницею між вимірним та обчисленим значеннями.

Спектральний моніторинг з використанням БПЛА. Для проведення досліджень було використано спеціалізовану спектральну систему Slanrange 3р, що було змонтовано на промисловій платформі DJI Matrice 600 Pro. Моніторинг проводили 25 червня 2019 за сонячної погоди. Висота польоту БПЛА становила 100 ± 2 м. Радіочастотну корекцію щодо змін освітлення система здійснювала завдяки штатному зенітному сенсору. Обчислення результатів та побудову карт стресових індексів здійснювали із використанням програмного забезпечення розробника системи SlantView.

На відміну від комбайна, що видає результати у вигляді таблиці, програма SlantView надає користувачу інформацію щодо розподілу стресових індексів передусім у графічному форматі, де стан стресу позначається із використанням відповідної палітри кольорів. Відмова розробником обладнання від табличного формату виведення даних зумовлено високою просторовою роздільною здатністю сенсорів SlantRange, яка при висоті польоту 100 м становить 4 см/пікс, і відповідно для виробничих масштабів таблиця мала б незручні для сприйняття обсяги даних. За потреби SlantView імпортує дані у графічному форматі GeoTIFF. Ці дані можуть бути конвертовано у таблицю, де кожному значенню пікселя зображення GeoTIFF відповідатимуть відповідні значення стресових індексів. Проте за збереження карти розподілу стресових індексів у форматі GeoTIFF дані загублюються і максимальну просторову розподільну здатність можна отримати в інтерфейсі «Вікно карти» SlantView, де при наведенні курсора відображається позиціонування GPS і величина стресового індексу для відповідної карти. Інтерфейс програми Slanview не передбачає можливість створення власних стресових індексів і відповідно не надає можливість виводу результатів моніторингу безпосередньо по спектральним каналам, проте такі дані можуть бути отримані в інтерфейсі «вікно знімків», де в ручному режимі також виводяться дані позиціонування для виділеної курсором ділянки.

У ручному режимі фіксувати дані складно, а компанія — розробник не забезпечує можливість конвертації даних з графічного формату. Тому для розпізнавання карти стресових

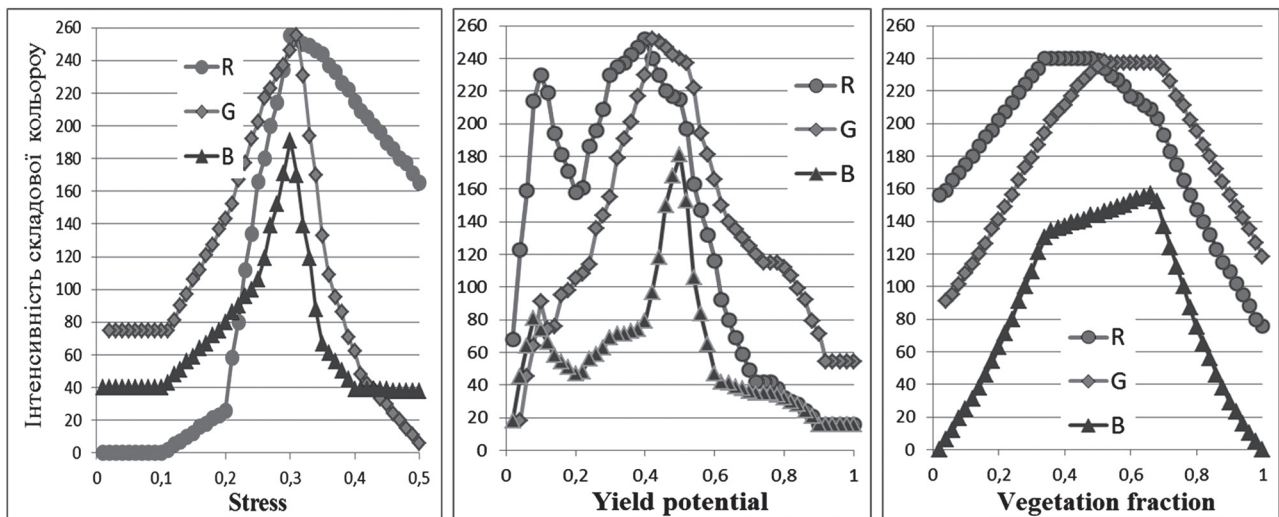


Рис. 1. Кольорові портрети індексів Stress, Yield potential та Vegetation fraction, представлених у ПЗ SlantView: R — red; G — green; B — blue

індексів можливе використання програмних продуктів для математичної обробки графічних даних (наприклад MathCad, як це показано в роботі N.A. Pasichnyk та інші [10]). Для візуалізації даних розробником надається кольорова палітра, яка передбачає тільки 50 градацій, проте на картах виводяться і проміжні значення індексів. Тому для відображення індексу за допомогою палітри, можуть використовуватись градувальні залежності або спеціальні класифікатори, які є індивідуальними для кожного з представлених в програмі SlantView стресових індексів. На рис. 1 представлено калібрувальні залежності експериментально отримані на базі представлених на картах SlantView палітр.

На базі представлених даних можна перевести кольорові зображення розрахованих ПЗ Slantview вегетаційних індексів у числовий формат, зручний для подальшої обробки. При роботі із Slantview враховували, що для полегшення орієнтації користувача, система як фон для зображення розподілу стресових індексів використовує супутниковий знімок місцевості, що вносить корективи до кольору пікселя зображення, і утворюються випадкові значення RGB-пікселів, що не відповідають наведеним на рис.1 залежностям. Тому при здійсненні конвертації зображення карти стресових індексів у табличні значення висвітлення супутникової карти має бути деактивовано.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При виборі індексів (спектральних каналів) для розрахунку кількісної характеристики врожаю потрібно використовувати залежності,

зручні для подальшої реалізації на наземному обладнанні, зокрема для керування швидкісним режимом. Як правило, найбільш зручною для здійснення керування є лінійний характер залежності. При оцінці придатності стресових індексів та спектральних каналів враховували величину чутливості, яку визначають як кутовий коефіцієнт між апроксимованою лінійною залежністю та віссю абсцис, і величину достовірності апроксимації (коефіцієнт детермінації R^2). Для вибору оптимальних індексів використали поєднаний критерій, що розраховувався як добуток модуля кутового коефіцієнта на величину коефіцієнту детермінації. Оскільки для індексу Stress діапазон становить 0–0,5, на відміну від решти індексів із діапазоном 0–1, то для нього у поєднаному критерії величину кутового коефіцієнта було збільшено вдвічі. У табл. 1 представлено дві групи індексів, а саме — три варіанти стандартного індексу NDVI (1–3, 7–8) та фірмові індекси розробника обладнання (4–6) рівняння розрахунку, для яких є комерційною таємницею розробника і користувачам не надаються, а також результати з окремих спектральних каналах (9–12), що також не мають рівнянь для розрахунків.

Виходячи з отриманих результатів, для розрахунку кількості врожаю найбільш придатні стресові індекси Stress, Vegetation fraction та Yield potential. При цьому найбільший коефіцієнт детермінації було отримано для стресового індексу Stress. Але, найбільшу чутливість серед стресових індексів було зафіксовано в індексу Vegetation fraction, для якого поєднаний критерій також мав максимальне значення. Тому його також можна

Результати апроксимації у вигляді лінійної залежності
для спектральних каналів та стресових індексів

| № з/п | Назва | Кутовий коефіцієнт | Коефіцієнт детермінації R ² | Посданий критерій |
|---------------------------|----------------------------|--------------------|--|-------------------|
| <i>Стресові індекси</i> | | | | |
| 1 | Green NDVI | 0,024 | 0,586 | 0,014 |
| 2 | Red NDVI | 0,033 | 0,605 | 0,020 |
| 3 | Red edge NDVI | 0,026 | 0,330 | 0,009 |
| 4 | Stress | -0,032 | 0,849 | 0,054 |
| 5 | Vegetation fraction | 0,165 | 0,627 | 0,103 |
| 6 | Yield potential | 0,134 | 0,600 | 0,080 |
| 7 | Green chlorophyll index | 0,060 | 0,665 | 0,039 |
| 8 | Red edge chlorophyll index | 0,040 | 0,719 | 0,029 |
| <i>Спектральні канали</i> | | | | |
| 9 | Green | 3,09 | 0,121 | 0,374 |
| 10 | Red | -2,28 | -0,005 | 0,011 |
| 11 | Red edge | 3,81 | -0,036 | 0,137 |
| 12 | IRed | 11,5 | 0,774 | 8,901 |

вважати перспективним для аналізу залежності між стресовими індексами та врожайністю.

Серед вихідних спектральних каналів найкращі показники у інфрачервоного каналу, відповідно саме він є перспективним для створення перспективних спеціалізованих індексів, призначених для прогнозування кількості врожаю.

ВИСНОВКИ

1. Зіставлення врожайності пшениці озимої та станів цих рослин за 2 міс. до збору врожаю за результатами спектрального аналізу із використанням БПЛА дав змогу встановити зв'язок між кількісними характеристиками врожайності та розподілами стресових індексів.

2. З досліджених індексів найкращий результат лінійної апроксимації експериментальної залежності з коефіцієнтом детермінації 0,845 між врожайністю та числовим значенням спектральної характеристики показав індекс Stress, розроблений компанією Slant Range.

3. Найкраще поєднання чутливості та достовірності апроксимації було отримано за результатами використання індекса Vegetation fraction, також запропонованого SlantRange, завдяки чому він також є перспективним для прогнозування врожаю.

ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТА ПОДЯКА

Попередні результати дослідження було викладено у вигляді тез «The method of determining the amount of yield based on the results of remote sensing obtained using UAV on the example of wheat» на міжнародній науковій конференції 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). Автори висловлюють свою вдячність фахівцям кафедри автоматичних та робототехнічних систем С.А. Шворову, В.П. Лисенку, О.О. Опришко, В.Є. Лукину, А.А. Руденському та директору «Агрономічної дослідної станції» НУБіП України Ю.О. Росамасі за надану підтримку та обладнання для здійснення польотів і наземного обладнання щодо обліку врожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Pallottino, F. Optoelectronic proximal sensing vehicle-mounted technologies in precision agriculture: A review Pallottino, F., Antonucci, F., Costa, C. et. al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2019. Vol. 162. Pp. 859–873.
2. Lai, Y.R. An empirical model for prediction of wheat yield, using time-integrated Landsat NDVI. Pringle, M.J., Kopittke, P.M. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2018. Vol.72. Pp. 99–108.

3. Bai, G. A multi-sensor system for high throughput field phenotyping in soybean and wheat breeding. Ge, Y., Hussain, W. et. al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Vol. 128. Pp. 181–192.
4. Зацерковний В.І. Моніторинг стану поверхневих вод за допомогою інтегрованого індикатора. За ред. Плічко Л. В., Малик Т.М. та ін. 13-та міжнародна конференція з моніторингу геологічних процесів та екологічного стану навколишнього середовища. Київський національний університет імені Тараса Шевченка (12 листопада 2019 року). DOI: 10.3997/2214-4609.201903239
5. Saberioona, M.M. Assessment of rice leaf chlorophyll content using visible bands at different growth stages at both the leaf and canopy scale // Amina, M.S.M., Anuarb, A.R. et. al. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2014. Vol.32. Pp. 35–45.
6. Лисенко В. Використання літаючих роботів для моніторингу азоту в посівах пшениці. За ред. Опришко О., Комарчук Д. та ін. 'Дев'ята міжнародна конференція IEEE з інтелектуального збору даних та сучасних обчислювальних систем: технології та програми. 2017. В. 1. С. 30–34.
7. Коробійчук І. Моніторинг врожаю рівня живлення азотом цифровою камерою. Лисенко В., Опришко О. та ін. Автоматизація 2018. *Успіхи інтелектуальних систем та обчислень*. 2018. Вип. 743. Спрингер, Чам. С. 595–603.
8. Talavera, J.M. Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. Tobón, L.E., Gómez, J.A. et. al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol.142 (A). Pp. 283–297.
9. Шворов С. А. Система навігації та управління БПЛА, заснована на спектральному портреті місцевості. Комарчук Д. С., Пасічник Н. А. та ін. 2018 IEEE 5 Міжнародна конференція з методів та систем навігації та контролю руху. MSNMC 2018 — Праці. 2018. С. 68–71.
10. Пасічник, Н. А. Досвід використання математики для аналізу даних БПЛА для дистанційного зондування сільськогосподарських культур. Опришко О. О., Комарчук Д. С. та ін. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. 2019. С. 244–250.

THE METHOD OF FORECASTING YIELDS ON THE BASIS OF REMOTE SENSING DATA OF HIGH RESOLUTION ON THE EXAMPLE OF WHEAT HAS BEEN SUGGESTED

N. Pasichnyk,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2120-1552>

Developed a method of interpreting the results of remote monitoring in the form of values of vegetation (stress) indices in the expected yields has been developed. The studies were carried out in 2019 in the Kiev region at the production site of winter wheat crops in the separate division of the National Research and Training Institute of Ukraine "Agronomic Experimental Station". Remote monitoring was performed on 06/25/2019 using the SlantRange 3p multispectral sensor complex mounted on a UAV. The flight altitude was 100 m. Both standard indices such as the NDVI and Chlorophyll index variations as well as the stresses of own production proposed by Slantrange were calculated: Stress, Vegetation fraction, Yield potential. Separately, we examined the output directly from the spectral channels, which were obtained from a wreath of images of SlantView's proprietary software. The calculations were performed in MathCad software, where the image was considered in the form of a matrix. Harvest accounting was carried out using John Deere combines, which monitored every second with the establishment of positioning by satellite navigation system. False results were removed from the results of ground monitoring due to errors in the sensor equipment, incomplete use of the header width. It was found that a comparison of the yield of winter wheat and the conditions of these plants 2 months before the indicated procedure according to the results of spectral analysis using UAVs made it possible to establish a relationship between the quantitative characteristics of yield and divisions of stress indices. Of the indices studied, the best result of a linear approximation of the experimental dependence with a determination coefficient of 0.845 between yield and the numerical value of the spectral characteristic was shown by the Stress index developed by SlantRange. The best sensitivity was obtained using the Vegetation index. Fraction, also proposed by SlantRange, making it also promising for crop forecasting.

Keywords: *SlantRange, Stress index, UAV.*

REFERENCES

1. Pallottino, F. (2019). Optoelectronic proximal sensing vehicle-mounted technologies in precision agriculture: A review Pallottino, F., Antonucci, F., Costa, C. et. al. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 162. Pp. 859–873 [In English].
2. Lai, Y.R. (2018). An empirical model for prediction of wheat yield, using time-integrated Landsat NDVI. Pringle, M.J., Kopittke, P.M. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol. 72. Pp. 99–108 [In English].

3. Bai, G. (2016). A multi-sensor system for high throughput field phenotyping in soybean and wheat breeding. Ge, Y., Hussain, W. et. al. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 128. Pp. 181–192 [In English].
4. Zatserkovnyi, V.I. (2019). Monitoring surface water status using an integrated indicator. Plichko, L.V., Malik, T.M. et. al. *13th International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. Taras Schevchenko National University of Kyiv (12 November 2019). DOI: 10.3997/2214-4609.201903239. [In Ukrainian].
5. Saberioona, M.M. (2014). Assessment of rice leaf chlorophyll content using visible bands at different growth stages at both the leaf and canopy scale // Amina, M.S.M., Anuarb, A.R. et. al. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol.32. Pp. 35–45 [In English].
6. Lysenko, V. (2017). Usage of Flying Robots for Monitoring Nitrogen in Wheat Crops. Opryshko, O., Komarchuk, D. et. al. *The 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications*. Vol.1. Pp. 30–34 [In Ukrainian].
7. Korobiichuk, I. (2018). Crop monitoring for nitrogen nutrition level by digital camera. Lysenko, V., Opryshko, O., et. al. *Automation 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 743. Springer, Cham. Pp. 595–603 [In Ukrainian].
8. Talavera, J.M. (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. Tobón, L. E., Gómez, J.A. et. al. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol.142 (A). Pp. 283–297 [In English].
9. Shvorov, S.A. (2018). UAV Navigation and Management System Based on the Spectral Portrait of Terrain. Komarchuk, D.S., Pasichnyk, N.A. et. al. *2018 IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control. MSNMC 2018 — Proceedings*. Pp. 68–71 [In Ukrainian].
10. Pasichnyk, N.A. (2019). Experience in using mathcad to analyze data from UAVS for remote sensing of crops. Opryshko, O.O., Komarchuk, D.S. et. al. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Agronomy*. Pp. 244–250 [In Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Пасічник Наталія Анатоліївна — кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна; e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2120-1552>.

УДК 631.95:632.937

<https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208826>

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА ФІТОПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ВІДПОВІДНО ДО БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СОРТУ

Л.П. Теличко,
здобувач

**Скви́рська дослідна станція органічного виробництва
Інституту агроєкології і природокористування НААН (м. Сквиря, Україна)
e-mail: tsztexrid@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4583-4979>**

У статті наведено результати трирічних досліджень застосування екологічно безпечної технології вирощування кукурудзи цукрової в зоні Лісостепу України. Дослідження проводили у польових умовах на спеціально виділеній ділянці для встановлення різниці між дослідними та контрольними варіантами оцінки дії чинників на фітопродуктивність рослин з метою оптимізації агротехнологічних заходів боротьби зі шкідниками кукурудзи цукрової на екологічній основі. На основі проведених польових досліджень встановлено взаємний вплив досліджуваних чинників та їх варіантів. Так, обробка насіння кукурудзи перед сівою біологічними засобами захисту рослин, а саме — комплекс препаратів захисної дії — біологічний фунгіцид + біологічний інсектицид, забезпечила рослинам гібрида Барселона F1, за підсумком трирічних досліджень, найкращу густоту стояння, рослинам сорту Русалка, максимальну масу качана з усіх варіантів досліду. Досліджувані гібриди кукурудзи цукрової, відповідно до особливостей сорту та впливу біологічних засобів захисту рослин формують високий урожай, придатні до механізованого збору качанів, стійкі проти основних хвороб та шкідників, а також мають високі технологічні якості. Проведені дослідження рослин кукурудзи цукрової свідчать, що передпосівне оброблення насіння біопрепаратами захисної дії сприяли розвитку рослин. Наведені результати досліджень свідчать, що в технології вирощування