

## СПЕЦІАЛІЗОВАНІ МАРКЕРНІ ІНДЕКСИ СТРЕСУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПШЕНИЦІ

Н.А. Пасічник<sup>1</sup>, В.П. Лисенко<sup>1</sup>, О.О. Опришко<sup>1</sup>, Н.О. Ясінська<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України  
(м. Київ, Україна)

e-mail: [n.pasichnyk@nubip.edu.ua](mailto:n.pasichnyk@nubip.edu.ua); ORCID: 0000-0002-2120-1552

e-mail: [lysenko@nubip.edu.ua](mailto:lysenko@nubip.edu.ua); ORCID: 0000-0002-5659-6806

e-mail: [ozon.kiev@nubip.edu.ua](mailto:ozon.kiev@nubip.edu.ua); ORCID: 0000-0001-6433-3566

<sup>2</sup> Апарат Президії Національної академії аграрних наук України  
(м. Київ, Україна)

e-mail: [nadiya.opryshko@gmail.com](mailto:nadiya.opryshko@gmail.com)

*Щоб мати уявлення про майбутній врожай аграрії зацікавлені якомога раніше отримати об'єктивну інформацію про стан рослин. Оцінка стану прапорцевого листка з допомогою безпілотного літального апарата (БПЛА) є перспективною для оцінки якості майбутнього врожаю пшениці озимої. Оптимальним знаряддям для моніторингу стану фітоценозів вважається БПЛА, що здатні надати аграріям цифрові знімки високої розподільчої здатності за прийнятну вартість. Аналіз літературних джерел засвідчив відсутність напрацювань щодо ідентифікації стану прапорцевого листка, придатних для БПЛА. В умовах дослідного стаціонару кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва НУБіП України в Київській обл. здійснено виміри інтенсивності складових кольору пшениці. Стан прапорцевого листка оцінювали візуально у наземних дослідженнях. Було зафіксовано, що добре розвинений прапорцевий листок був у посівах з рекомендованою та полторною до неї дозами мінеральних добрив. Повітряну фотозйомку здійснювали цифровою (RGB) камерою FC200 з висоти 100 м. Математичну обробку отриманих результатів формату jpeg проводили засобами MathCad. За результатами роботи було запропоновано маркерний індекс стресу, побудований на визначенні стану прапорцевого листка, що є індикатором формування врожайності зерна у колосі. Було продемонстровано, доцільність врахування під час моніторингу пшениці, окрім середнього значення інтенсивності, яскравості каналу кольору і величини половини ширини розподілу. Ця величина може слугувати як додатковий параметр за створення стресових індексів, а також свідчити про стан переходу між етапами росту і розвитку рослин. Експериментально доведено, що кольорові знімки пшениці мають створюватися під конкретні етапи органогенезу. З урахуванням того, що тривалість етапів становить кілька днів, саме БПЛА є оптимальним знаряддям для потреб точного землеробства, адже може використовуватись безпосередньо сільгоспвиробниками.*

**Ключові слова:** пшениця озима, дистанційне зондування, моніторинг стану рослин, прапорцевий листок, БПЛА.

### ВСТУП

З огляду на тенденції сьогодення, питання продовольчої безпеки є вкрай важливим. Тому, для управління майбутнім врожаєм аграрії зацікавлені якомога раніше отримати об'єктивну інформацію про його кількісні й якісні характеристики. Специфікою практичного застосування є обмежений термін прийняття рішення щодо

проведення технологічних операцій, а отже оптимальним знаряддям для здійснення моніторингу є безпілотні літальні апарати (БПЛА) [1]. Вибір саме БПЛА, порівняно з супутниками, обумовлено низкою чинників: принципово меншою залежністю від хмарності, високою здатністю розрізнення, нижчою вартістю знімків. Такі апарати дають можливість отримати знімки з розподільчою здатністю, необхідною, для досліджень навіть частин рослини. Оцінка стану прапорцевого і підпрапорцевого листків як

індикаторів стану рослин пшениці озимої є важливою у моніторингу формування врожаю зерна. За узагальненими результатами досліджень, близько половини від загальної маси зерна забезпечують асимілятивні сполуки, що утворились у прапорцевому листку, і близько третини — у підпрапорцевому. Отже, фіксація цих листків за допомогою БПЛА є перспективною для оцінки якості майбутнього врожаю.

Мега дослідження — оцінити за результатами дистанційного моніторингу, за допомогою БПЛА у фазі виходу у трубку, потенційну якість пшениці озимої.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Методичні питання щодо використання мобільних роботів розглянуто в багатьох роботах науковців [2; 3]. Проте підходи до вибору спектрального сенсорного обладнання для моніторингу залишаються дискусійними [4], зокрема щодо спеціалізованих та універсальних спектральних пристроїв для обстеження стану рослин пшениці. Обладнання від різних виробників із різними спектральними параметрами надає інформацію про стресові індекси під конкретні марки сенсорів, навіть якщо йдеться про моніторинг однієї культури. Також представлено методику калібрування спектральних даних [5], придатну для сенсорів БПЛА, проте її розраховано, насамперед, на оптичний діапазон, а для спеціалізованого обладнання можна використовувати інфрачервоне випромінювання (NIR) спектра.

Застосування стресових індексів для моніторингу станів рослинних насаджень із допомогою БПЛА здійснюється у спосіб:

- запозичення індексів від супутникових технологій, таких як NDVI;
- побудова власних індексів на основі використання регресійного аналізу.

Стресові індекси, побудовані на концепції «лінії ґрунту», такі як NDVI, SAVI тощо, наведені в низці робіт [6–8], є вразливими щодо точності, вибірковості та проблем, зумовлених зміною освітлення. Індекси, побудовані на базі регресійного аналізу

[7; 9] є зручнішими для технологій точного землеробства, проте пристосовані під конкретний сорт чи гібрид рослини та сенсорне обладнання.

Для вибору ділянок рослин оператору бажано мати граничний критерій, за яким можна розпізнати високоякісні посіви. Зважаючи на досвід використання стресових індексів, спектральний критерій має бути стійким до змін освітлення. Таким критерієм оцінки стану рослин, за моніторингу з борту БПЛА є ідентифікація прапорцевого листка, як це було показано на прикладі ячменю [14] та прапорцевого листка для пшениці озимої спектральними методами з борту наземної платформи [10].

*Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.* Аналіз літературних джерел дає змогу зробити висновок про потенційну можливість використання як граничного критерію індикаційної оцінки якості посівів пшениці озимої на стан прапорцевого листка, який може бути визначений за результатами спектрального аналізу із використанням БПЛА. Проте, аналіз опублікованих даних готових рішень, придатних для БПЛА, не показав.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

*Організація вимірів та дослідних ділянок.* Експериментальні дослідження проводили в 2018 р. на полях ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у тривалому польовому стаціонарі кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва (GPS координати: 50°4'28» N, 30°13'20» E.). Для моніторингу використовували RGB камеру PHANTOM VISION FC200, що є штатним обладнанням для БПЛА DGI Phantom 3+. Дослідження проводили за рівномірного освітлення в безхмарну погоду (налагодження Light Source в ручному режимі — Fine Weather). Висота польоту БПЛА становила 100 м. Перед початком досліджень посіви візуально перевіряли на відсутність крапель води на верхніх листках рослин.

Для досліду з пшеницею озимою сорту Colonia було використано такі варіанти внесення добрив (аміачна селітра, амофос

і калій хлористий): 1) без добрив (контроль); 2) P; 3) P:K; 4) N:P:K (рекомендована доза); 5) N:P:K (1,5 рекомендовані дози) (рис. 1).

*Обробка даних цифрової фотозйомки.* В оцінці кольорового простору рослин, з огляду на цифрові фотознімки, замість формату RGB може використовуватись модель зовнішнього вигляду кольору CIECAM02 [11; 12]. Модель CIECAM02 є зручнішою, оскільки замість трьох окремих каналів RGB використовується єдиний канал, що змінюється в діапазоні 0–360° і описує весь кольоровий простір. Для трансферу даних із RGB в CIECAM02 може використовуватись безкоштовне програмне забезпечення BreedPix (США) [13] щодо досліджень захворювань пшениці та [14] азотного стресу. Попри зручність сприйняття та легкість роботи лише з одним каналом замість трьох, трансфер з одного кольорового простору в інший потребує значних обчислювальних потужностей, що слід враховувати за переходу до промислового виробництва. Тому в дослідженнях опрацьовували експериментальні графічні дані формату RGB з використанням програмного забезпечення MathCAD, що придатне для опрацювання графічних даних формату JPEG. В обчисленні даних, відповідно до методики, що використовується у програмі BreedPix, розглядався розподіл кількості пікселів

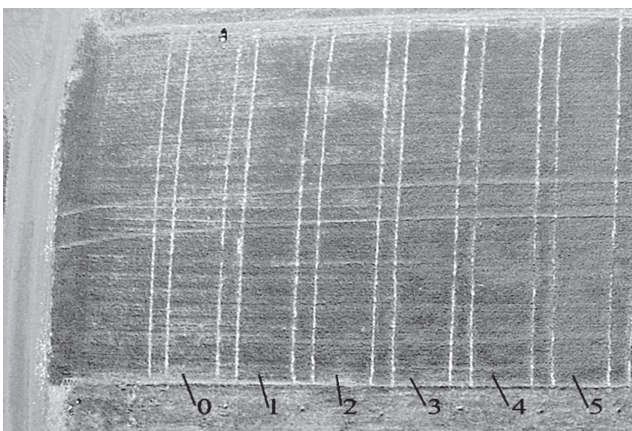
стосовно величин інтенсивності кожної з трьох складових кольору. Для цього було розроблено алгоритм та програму в середовищі MathCAD для обчислення кількості пікселів із відповідною інтенсивністю RGB кожної складової кольору для вибраної в ручному режимі ділянки фотознімка.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

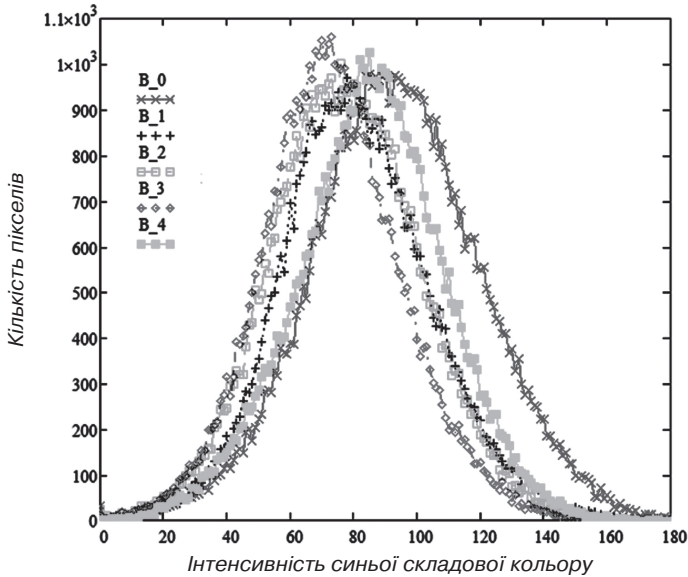
*Оцінка характеру розподілу та вибір рівняння для апроксимації експериментальних даних.* Під час досліджень було також обстежено і ділянку ґрунтової дороги для встановлення можливості впливу ґрунту на результати оцінки спектральних параметрів посівів. За результатами отриманих оцінок було зроблено висновок про відсутність потреби у попередній фільтрації даних, оскільки вплив пікселів, саме від ґрунту є незначним.

З наведених даних (рис. 2) видно, що за максимальної номенклатури та дози внесення добрив значення максимуму інтенсивності розподілу зросло і наблизилось до значень контрольної ділянки, як наслідок — добре розвинений прапорцевий листок.

Залежність кількості пікселів від значення інтенсивності складової кольору описується нормальним розподілом і може бути апроксимовано типовим рівнянням. Для апроксимації було вибрано рівняння Amplitude version of Gaussian peak function (Gauss Amp) та Lorentzian peak function (Lorentz). Водночас було зафіксовано й те, що подекуди характер розподілу інтенсивності складових кольору рослин відрізнявся від загального (рис. 3). Так, характер залежності для червоної складової кольору істотно відрізняється від зеленої та синьої — замість одного максимуму є два. Ймовірним поясненням цього є те, що фіксація відбулась саме для перехідного стану — під час переходу від однієї стадії органогенезу до іншої. Зважаючи на це, можна припустити, що величина половини ширини розподілу є

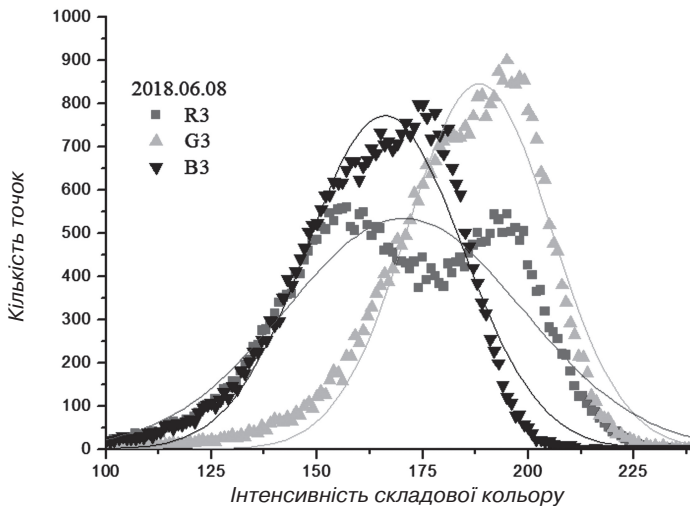


**Рис. 1.** Знімок посівів пшениці озимої сорт Colonia на дослідному стаціонарі (ділянки з різними дозами внесення добрив — зростають зліва направо, 03.05.2018)



**Рис. 2.** Розподіл кількості пікселів для синього каналу для дослідних ділянок з різними дозами внесення мінеральних добрив (дата зйомки — 11.05.2018)

*Примітка:* \*схема внесення добрив: B\_0 — контроль, B\_1 — P; B\_2 — P:K; B\_3 — N:P:K (рекомендована норма); 4) N:P:K (1,5 рекомендовані норми).



**Рис. 3.** Залежність кількості пікселів для відповідних каналів складових кольору від величини їх інтенсивності для третьої дослідної ділянки на етапі вегетації — початок появи суцвіття (08.06.2018)

своєрідним індикатором перехідної фази росту і розвитку рослин пшениці озимої. Цей індикатор може бути перспективним для побудови стресових індексів, оскільки було зафіксовано залежність між стана-

ми половини ширини розподілу та станом внесення добрив для розглянутих каналів (табл. 1).

Аналізуючи залежності спектральних каналів рослин від забезпечення їх елемен-

**Таблиця 1. Залежність величини напівширини розподілу дослідними каналами в оптичному діапазоні від дати моніторингу та стану внесення добрив для пшениці озимої**

	R*				G**				B***			
	5.03	5.11	5.18	6.08	5.03	5.11	5.18	6.08	5.03	5.11	5.18	6.08
N:P:K×1,5	12,3	22,0	11,0	23,0	11,9	22,0	11,2	17,1	11,8	22,3	12,3	17,2
N:P:K	13,8	20,0	10,7	20,8	13,4	21,0	10,5	15,2	13,1	21,8	11,8	15,1
P:K	15,4	18,0	11,3	28,0	14,4	18,9	10,6	16,9	14,0	18,9	11,1	18,4
P	18,1	17,2	12,7	21,0	16,0	17,5	10,8	14,3	14,2	17,2	9,8	17,0
Контроль	17,5	17,8	11,5	18,4	15,4	17,0	9,8	14,3	13,9	17,7	9,0	14,8

Примітка: \*R – червоний; \*\*G – зелений та \*\*\*B – синій канали.

тами живлення, нами виявлено, що такі залежності повинні будуватися під конкретні фази вегетації чи етапи органогенезу. Так, зелений 05.11, 05.18 та 06.08 було зафіксовано для червоного та зеленого, а 05.29 – для зелено та синього каналів. З огляду на це, пропонується використовувати маркерний індекс для прапорцевого листка:

$$F = \frac{G \times B}{R^2}, \quad (1)$$

де  $F$  – стресовий індекс для індикації прапорцевого листка;  $R, G, B$  – червоний, зелений та синій канали.

Такий маркерний індекс дає змогу оперативні оцінювати посіви щодо потенціалу отримання якісного врожаю.

Проведені дослідження засвідчили доцільність застосування дистанційної оцінки стадії вегетації, можливість і актуальність створення специфічних стресових індексів під відповідні етапи органогенезу чи фази вегетації пшениці озимої. Можливим рішенням може стати використання

додаткової інформації від господарств про сорти культури і реальні терміни сівби, а також дані метеостанцій, що уможливить з певною точністю прорахувати фазу вегетації й етап органогенезу.

## ВИСНОВКИ

Запропоновано маркерний індекс стресу, побудований на визначенні стану прапорцевого листка, що є індикатором формування врожаю зерна пшениці.

Експериментально доведено, що кольорові знімки пшениці мають створюватися під конкретні етапи органогенезу.

Висвітлено доцільність врахування під час моніторингу пшениці, окрім середнього значення інтенсивності, показники яскравості каналу кольору і величини половини ширини розподілу. Ця величина може враховуватись як додатковий параметр для створення стресових індексів, а також свідчити про стан переходу між етапами росту і розвитку рослин.

## ЛІТЕРАТУРА

- Lysenko, V., Opryshko, O., Komarchuk, D. et al. Usage of Flying Robots for Monitoring Nitrogen in Wheat Crops. *The 9<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (21–23 Septem. 2017)*. Bucharest, Romania. 2017. Vol. 1. P. 30–34.
- Nevlyudov, I., Ponomaryova, G., Bortnikova, V. et al. S MEMS Accelerometer in Hexapod Intellectual Control. 2018 *14<sup>th</sup> International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design*. 2018. P. 146–155.
- Ponomaryova, G., Nevlyudov, I., Filipenko, O., Volkova, M. Mems-based inertial sensor signal and machine learning methods for classifying robot motion. *2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing*. 2018. P. 13–16.
- Green, D.R., Hagon, J.J., Gómez, C., Gregory, B.J. Chapter 21: Using Low-Cost UAVs for Environmen-

- tal Monitoring, Mapping, and Modelling: Examples From the Coastal Zone. *Coastal Management*. 2019. P. 465–501.
5. Lysenko, V., Opryshko, O., Komarchyk, D., Pasichnyk, N. Drones camera calibration for the leaf research. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2016. Vol. 252. P. 61–65.
  6. Rodriguez-Moreno, F., Zemek, F., Kren, J. et al. Spectral monitoring of wheat canopy under uncontrolled conditions for decision making purposes. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Vol. 125. P. 81–88.
  7. Cao, Q., Miao, Y., Feng, G. et al. Active canopy sensing of winter wheat nitrogen status: An evaluation of two sensor systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2014.08.012>.
  8. Hassan, M.A., Yang, M., Rasheed, A. et al. A rapid monitoring of NDVI across the wheat growth cycle for grain yield prediction using a multi-spectral UAV platform. *Plant Science*. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.10.022>.
  9. Saberioona, M., Amina, M., Anuarb A., et al. Assessment of rice leaf chlorophyll content using visible bands at different growth stages at both the leaf and canopy scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2014. Vol. 32. P. 35–45.
  10. Kipp, S., Mistele, B., Schmidhalter, U. Identification of stay-green and early senescence phenotypes in high-yielding winter wheat, and their relationship to grain yield and grain protein concentration using high-throughput phenotyping techniques. *Functional Plant Biology*. 2014. Vol. 41. P. 227–235.
  11. Ali, H., Lali, M., Nawaz, M., Sharif, M., Saleem, B. Symptom based automated detection of citrus diseases using color histogram and textural descriptors. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 138. P. 92–104.
  12. Asim Kumar Roy Choudhury. Principles of Colour and Appearance Measurement. Object Appearance. *Colour Perception and Instrumental Measurement*. 2014. P. 1–52.
  13. Zhou, B., Elazab, A., Bort, J. et al. Low-cost assessment of wheat resistance to yellow rust through conventional RGB images. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2015. Vol. 116. P. 20–29.
  14. Vicente, R., Vergara-Díaz, O., Kerfal, S. et al. Identification of traits associated with barley yield performance using contrasting nitrogen fertilizations and genotypes. *Plant Science*. Available online. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.10.002>.

## REFERENCES

1. Lysenko, V., Opryshko, O. & Komarchuk, D. et al. (2017). Usage of Flying Robots for Monitoring Nitrogen in Wheat Crops. *The 9<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications* (pp. 30–34). Bucharest [in English].
2. Nevliudov, I., Ponomaryova, G. & Bortnikova, V. et al. (2018). S MEMS Accelerometer in Hexapod Intellectual Control. *2018 14th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design*. (pp. 146–155) [in English].
3. Ponomaryova, G., Nevlydov, I., Filipenko, O. & Volkova, M. (2017). MemS-based inertial sensor signal and machine learning methods for classifying robot motion. *2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing*. (pp. 13–16) [in English].
4. Green, D. R., Hagon, J.J., Gómez, C. & Gregory, B.J. (2019). Chapter 21: Using Low-Cost UAVs for Environmental Monitoring, Mapping, and Modelling: Examples From the Coastal Zone. *Coastal Management*. (pp. 465–501) [in English].
5. Lysenko, V., Opryshko, O., Komarchyk, D. & Pasichnyk, N. (2016). Drones camera calibration for the leaf research. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 252, 61–65 [in English].
6. Rodriguez-Moreno, F., Zemek, F. & Kren, J. et al. (2016). Spectral monitoring of wheat canopy under uncontrolled conditions for decision making purposes. *Computers and Electronics in Agriculture*, 125, 81–88 [in English].
7. Cao, Q., Miao, Y. & Feng, G. et al. (2014). Active canopy sensing of winter wheat nitrogen status: An evaluation of two sensor systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2014.08.012> [in English].
8. Hassan, M.A., Yang, M. & Rasheed, A. et al. (2018). A rapid monitoring of NDVI across the wheat growth cycle for grain yield prediction using a multi-spectral UAV platform. *Plant Science*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.10.022> [in English].
9. Saberioona, M., Amina, M. & Anuarb A., et al. (2014). Assessment of rice leaf chlorophyll content using visible bands at different growth stages at both the leaf and canopy scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 32, 35–45 [in English].
10. Kipp, S., Mistele, B. & Schmidhalter, U. (2014). Identification of stay-green and early senescence phenotypes in high-yielding winter wheat, and their relationship to grain yield and grain protein concentration using high-throughput phenotyping techniques. *Functional Plant Biology*, 41, 227–235 [in English].
11. Ali, H., Lali, M., Nawaz, M., Sharif, M. & Saleem, B. (2017). Symptom based automated detection of citrus diseases using color histogram and textural descriptors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 92–104 [in English].

12. Asim Kumar Roy Choudhury. (2014). Principles of Colour and Appearance Measurement. Object Appearance, *Colour Perception and Instrumental Measurement*, 1–52 [in English].
13. Zhou, B., Elazab, A. & Bort, J. et al. (2015). Low-cost assessment of wheat resistance to yellow rust through conventional RGB images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 116, 20–29 [in English].
14. Vicente, R., Vergara-Díaz, O. & Kerfal, S. et al. (2018). Identification of traits associated with barley yield performance using contrasting nitrogen fertilizations and genotypes. *Plant Science. Available online*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.10.002> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 19.05.2020

УДК 631.461.631.8

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211531>

## ЕКОЛОГО-МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НОВИХ БІОДОБРИВ НА ОСНОВІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД ОЧИСНИХ СПОРУД М. ОДЕСА

Н.В. Пиляк<sup>1</sup>, В.І. Крутякова<sup>1</sup>, В.Є. Дишлюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААНУ  
(смт Хлібодарське, Біляївський р-н, Одеська обл., Україна)

e-mail: [nceb2017@gmail.com](mailto:nceb2017@gmail.com); ORCID: 0000-0002-5074-4011

e-mail: [valentyna.krutyakova@gmail.com](mailto:valentyna.krutyakova@gmail.com); ORCID: 0000-0002-6578-952X

<sup>2</sup> Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського» (м. Харків, Україна)

e-mail: [dyshlyuk\\_ve@ukr.net](mailto:dyshlyuk_ve@ukr.net); ORCID: 0000-0003-3499-3736

Представлено результати досліджень чисельності мікроорганізмів — представників різних еколого-трофічних груп у нових біодобривах на основі осадів стічних вод (далі — ОСВ) станцій біологічної очистки (СБО) «Північна» та «Південна» м. Одеса для з'ясування їх придатності за мікробіологічними показниками для використання як добрив у землеробстві. Встановлено, що в нових біодобривах на основі ОСВ СБО «Північна» та «Південна» м. Одеса активно розвиваються мікроорганізми-амоніфікатори і бактерії, які утилізують мінеральний азот. Разом із тим, у нових біодобривах відмічено посилений розвиток представників інших груп мікроорганізмів, таких як стрептоміцети та споріві мікроорганізми, які оптимізують мінеральне живлення рослин. Параметри коефіцієнта мінералізації—імобілізації (0,0009–0,01) свідчать про переважання процесів синтезу над деструкцією органічної речовини у всіх варіантах дослідів. Індекс оліготрофності (ІО) (показник забезпеченості нових біодобрив легкозасвоюваними поживними речовинами) вказує на високу їх забезпеченість елементами живлення (ІО = 0,0009–0,1). Це свідчить про те, що нові біодобрива на основі осадів стічних вод, придатні за мікробіологічними показниками для використання їх в землеробстві. За отриманими даними, які характеризують переваги нових добрив — активний розвиток мікроорганізмів різної специфічності дії, специфіки функціональної спрямованості мікробіоти можна прогнозувати, що застосування біодобрив на основі осадів стічних вод матиме позитивний вплив на функціонування агроценозів.

**Ключові слова:** агроценози, нетрадиційне органічне добриво, станції біологічної очистки, компостування, мікробне угруповання, сільськогосподарське виробництво.

### ВСТУП

Для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур необхідно створити сприятливі умови в ґрунті для росту

та розвитку рослин, що можливо при застосуванні органічних та мінеральних добрив. Органічні добрива покращують фізико-хімічні, хімічні та біологічні властивості ґрунту: підвищується вбирна здатність, буферність ґрунту, вміст гумусу, в результаті