

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

УДК 631.526.3/.527:633.11 «324» (477.41) <https://doi.org/10.31548/agr2021.02.029>

СПЕКТРАЛЬНА ОЦІНКА СОРТІВ ТА СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ОСІННІЙ ПЕРІОД

Р. І. ТОПКО, аспірант 3 року навчання

E-mail: R.topko@gmail.com

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України

Г. Б. ВОЛОГДИНА, кандидат сільськогосподарських наук, старший

науковий співробітник лабораторії селекції озимої пшениці

E-mail: galinavologdina27@gmail.com

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України

О. В. ГУМЕНЮК, кандидат сільськогосподарських наук завідуючий

лабораторії селекції озимої пшениці

E-mail: AlexGymenyuk@ukr.net

Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України

Г. М. КОВАЛИШИНА, доктор сільськогосподарських наук, старший

науковий співробітник, професор кафедри генетики, селекції

і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського

E-mail: hkovalyshyna@gmail.com

ORSID: <https://orsid.org/0000-0002-2715-7679>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Впровадження сучасних методів польової оцінки генотипів пшениці озимої є невід'ємною частиною підвищення якості селекційного процесу. Створення, адаптування та використання інноваційних технологій скринінгу в селекції стає все більш популярним та дозволяє селекціонеру ширше та об'єктивніше оцінювати вихідні форми та новостворений матеріал. Важливим для озимини є осінній період, коли за сприятливих погодних умов (поступове зниження температурного режиму) відбувається уповільнення інтенсивності росту пшениці озимої, змінюються фізіологічні й біохімічні процеси в організмі рослини, які сприяють переходу її до стану зимового спокою. Стан посівів пшениці озимої (морфо-біометричні показники рослин) в осінній період значною мірою є визначальним у формуванні достатнього рівня зимостійкості, а відтак впливає на подальшу продуктивність культури. За результатами аналізу даних морфо-біологічного та спектрального аналізу встановлено, що перед перезимівлею кращим станом за першого строку сівби вирізнялися рослини сортів пшениці озимої: МІП Лада (NDVI=0,48), лінії Еритроспермум

55023 (NDVI=0,46), Лютесенс 60049 (NDVI=0,46), сорти МІП Відзнака (NDVI=0,46) МІП Ювілейна (NDVI=0,46), МІП Дніпрянка (NDVI=0,46) та лінія Лютесенс 55198 (МІП Дарунок) (NDVI=0,47). У стандартного сорту Подолянка значення індексу знаходилося на рівні 0,45. За другого строку сівби виокремили сорти: МІП Ассоль (NDVI=0,32), Балада миронівська (NDVI=0,32), Еритроспермум 55023 (NDVI=0,33), МІП Лада (NDVI=0,33), МІП Ювілейна (NDVI=0,32) та лінії Лютесенс 55198 (МІП Дарунок) (NDVI=0,32) і Лютесенс 60107 (NDVI=0,32). NDVI індекс сорту Подолянка перебував на рівні 0,32. .

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорти, селекційні зразки, лінії, час припинення осінньої вегетації, NDVI, морфо-фізіологічний аналіз, фенотипування

Актуальність.

Одним із чинників інтенсифікації ведення сільського господарства в Україні є використання даних дистанційного зондування. Впровадження сучасних методів оцінки вихідного матеріалу стає невід'ємною частиною прискорення селекційного процесу. Для покращення вивчення нових сортів і перспективних ліній необхідно аналізувати сучасні досягнення науки й техніки та навчитися користуватися ними. З кожним днем зростає актуальність використання БПЛП (безпілотний літальний пристрій), оснащених сучасними камерами високої роздільної здатності, що мають можливість проводити фотофіксацію рослин у видимих та близьких до інфрачервоного спектрах.

Розробка та впровадження польового спектрального аналізу як одного із методів фенотипування рослин може збільшити обсяг досліджуваних селекційних зразків та паралельно покращити якість проведення морфологічного аналізу. Впровадження подібних методів діагностики в селекційний процес, дає можливість селекціонеру комплексно оцінити стан розвитку кожного окремого генотипу у відносно короткий проміжок часу, а також об'єктивно оцінити їхню стій-

кість проти тих чи інших чинників (посухостійкість, морозо-зимостійкість, стійкість проти фітопатогенів). Оцифровування отриманих даних стає на заміну застарілим виключно окомірним облікам і нівелює вплив суб'єктивної оцінки селекціонера під час проведення обліків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Генетичний потенціал сучасних сортів пшениці озимої, за умови створення сприятливих умов вирощування, здатний забезпечувати урожайність на рівні 11,0–12,0 т/га (Різник О. І. та ін., 1994; Kovalyshyna H. M. et al., 2020). Водночас сучасним сортам пшениці озимої притаманні підвищені вимоги до умов вирощування впродовж осіннього періоду вегетації (Бугай С. М., 1965; Булавка Н. В. та ін., 2018).

В умовах недостатнього та нестійкого зволоження важливого значення набуває вивчення розвитку рослин в осінній період вегетації, коли формуються стійкість озимини до несприятливих умов зимового періоду та розмір майбутнього врожаю, особливо за вирощування після непарових попередників (Сайка В. Ф. та ін., 2002; Pirysh et al., Пірич А. В. та ін., 2018).

Нині, методи фенотипування пшениці озимої є основними методами селекції цієї культури в провідних селекційних установах розвинених країн світу. Усі спектральні дослідження проводяться за допомогою основного, базового в оцінці біомаси індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index. Rouse V. J. et al., 1973). Останні дослідження демонструють тісні кореляційні зв'язки між показниками NDVI індексу, отриманого під час цвітіння пшениці озимої, та результатами врожайності (Duan T. et al., 2017).

Враховуючи те, що операція збору зображень за допомогою БПЛА є менш трудомісткою, і завдяки більш високій точності, ніж проксимальне зондування без зображення, що використовувалось до цього, очікується, що мультиспектральне зондування на основі повітряного БПЛА збільшить ефективність фенотипування з високою пропускну здатністю (Maimaitijiang M. et al., 2017; Tattaris M. et al., 2016).

Спектральна оцінка сортів пшениці озимої, з паралельним морфо-фізіологічним аналізом під час припинення осінньої вегетації (ЧПОВ), дає можливість повною мірою оцінити стан осіннього розвитку кожного окремого генотипу.

Мета дослідження – провести спектральну польову та морфо-фізіологічну оцінку сортів та ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України, оцінити стан осіннього розвитку досліджуваних генотипів.

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження проведені впродовж 2018–2020 рр. у селекційній сівозміні лабораторії селекції озимої пшениці

Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Сівбу проводили після попередника соя у два строки: 2018 р. – 25 вересня та 5 жовтня; 2019 і 2020 р. – 5 і 15 жовтня.

Спектральну оцінку сортів та ліній проводили за допомогою БПЛА Mavic zoom 2 з використанням мультиспектральної камери Parrot Sequoia. Для формування ортофотоплану, використовували програмне забезпечення Pix4Dcapture та Pix4Dmapper. Для якісного формування ортофотоплану, фотофіксацію мультиспектральною камерою проводили на висоті 30 м над рівнем досліджуваного об'єкту з перекриттям знімків 80 % із проміжком часу у 2 секунди.

Морфо-біологічний аналіз проводили згідно з методикою Ф. М. Куперман (Куперман Ф. М., 1977), а також за науковим виданням Миронівського інституту пшениці (Колючий В. Т., 1977).

Результати досліджень та їх обговорення.

Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. у селекційній сівозміні лабораторії селекції озимої пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Сівбу проводили після попередника соя у два строки сіви: 2018 р. – 25 вересня та 5 жовтня; 2019 і 2020 р. – 5 і 15 жовтня. Контрастні погодні умови в період досліджень дали змогу одержати об'єктивні результати. Осінній період 2018 р. був надмірно вологий (ГТК = 1,76), а за температурним режимом у вересні-жовтні – дуже теплим: середня температура повітря становила 16,6 і 10,6 °С, відповідно (середній багаторічний показник – 14,2 і 8,3 °С). У листопаді середня місячна температура була нижчою від кліматичної

норми на 1,1 °С. Стан посівів оцінювали як добрий, рослини нормально розвивалися, що сприяло їх успішній перезимівлі. Погодні умови в передпосівний та посівний період 2019 р. були досить посушливими: сума опадів у серпні-жовтні становила 28,7 мм (середнє багаторічне значення – 163,2 мм). Рослини не отримали достатньої кількості вологи для нормального росту та розвитку і для укорінення та формування повноцінної надземної маси. Сумарна кількість опадів у серпні-вересні 2020/21 вегетаційного року досягла лише 10–20 % від норми. Погодні умови в жовтні виявилися цілком сприятливими для осіннього розвитку пшениці озимої, зазначали швидкий ріст та розвиток рослин.

За вихідний матеріал використовували сім нових сортів і чотири селекційні лінії пшениці озимої: МПП Ассоль, Балада Миронівська, Грація Миронівська, Еритроспермум 55023 (Аврора Миронівська), МПП Ювілейна, МПП Лада, МПП Дніпрянка, Лютесенс 55198 (МПП Дарунок), Лютесенс 37519 (МПП Відзнака), Лютесенс 60049, Лютесенс 60107 та сорт стандарт Подолянка.

Дати проведення морфо-біометричного аналізу рослин пшениці озимої та спектральної зйомки посівів – 21.XI 2018 р., 29.XI 2019 р. і 10.XI 2020 р. За три роки досліджень встановлено, що величина біометричних показників рослин сортів і селекційних ліній перед зимівлею залежала від гідротермічного режиму в передпосівний і посівний пе-

1. Середньозважені морфо-фізіологічні та спектральні характеристики сортів та ліній пшениці озимої за 1 строку сівби (МПП, 2018 – 2020 рр.)

Сорт, лінія	К-ть стебел, шт.	К-ть листків, шт.	Висота рослини, см	Маса 1 рослини, г	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г	NDVI індекс
МПП Ассоль	1,72	4,41	16,75	0,58	14,74	2,69	0,45
Балада миронівська	1,94	5,24	15,63	0,70	17,14	2,89	0,44
Грація миронівська	1,63	4,06	15,87	0,55	14,62	2,68	0,45
Еритроспермум 55023	1,88	5,28	15,07	0,62	14,92	2,70	0,46
МПП Ювілейна	1,30	3,85	16,38	0,54	12,98	2,37	0,46
МПП Лада	1,72	4,61	16,11	0,65	15,17	2,63	0,48
МПП Дніпрянка	1,82	5,04	16,30	0,58	14,08	2,56	0,46
Лютесенс 55198 (МПП Дарунок)	1,95	5,17	16,97	0,65	16,75	3,03	0,47
Лютесенс 37519 (МПП Відзнака)	1,75	4,56	15,81	0,58	14,55	2,49	0,46
Лютесенс 60049	1,87	4,96	13,32	0,53	12,94	2,37	0,46
Лютесенс 60107	1,71	4,65	16,62	0,52	13,03	2,37	0,45
Подолянка St	1,72	4,64	13,07	0,47	11,28	2,04	0,45

ріоди та впродовж осінньої вегетації: кількість опадів та рівномірність їхнього розподілу, запаси вологи в ґрунті, температура повітря та її перепади.

У результаті проведених досліджень встановлено, що висота рослин після припинення осінньої вегетації в середньому по досліді становила 10,24 см (перший строк сівби) і 8,11 см (другий), кількість пагонів на одну рослину варіювала в межах 3,35 - 3,10 шт., відповідно, кількість листків – 7,34 і 3,59 шт., маса однієї рослини – 4,59 і 2,76 г, вегетативна маса після взяття проб і абсолютно сухих 25 рослин – відповідно 14,35 і 6,22 г та 2,50 і 1,19 г. Найбільшу вегетативну масу перед початком зими розвинули рослини пшениці озимої за першого строку сівби у 2018/19 вегетаційному

році. Залежно від генотипу та погодних умов висота рослин перебувала у межах 6,10 см (Лютесценс 60107) і 9,10 см (Грація миронівська) у 2019/20 в.р.; 13,63 см (стандарт Подолянка) і 21,28 см (МПП Ассоль) у 2020/21 в.р.; 19,91 см (Лютесценс 55198) і 25,63 см (МПП Ювілейна) у 2018/19 в.р. У 2019/20 в.р. перед зимівлею рослини першого строку сівби сформували незначну вегетативну масу – 6,92 і 2,35 г (Лютесценс 55198) і 3,65 і 6,92 г (Еритроспермум 55023). Найнижчі показники надземної маси по досліді виявлено в рослин за другого строку сівби 2019/20 р., що негативно вплинуло на їхню стійкість до несприятливих умов холодного періоду (низькі температури повітря за відсутності снігового покриву) (табл.1 і 2).

2. Середньозважені морфо-фізіологічні та спектральні характеристики сортів та ліній пшениці озимої за 2 строку сівби (МПП, 2018 – 2020 рр.)

Сорт, лінія	К-ть стебел, шт.	К-ть листків, шт.	Висота рослини, см	Маса 1 рослини, г	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г	NDVI індекс
МПП Ассоль	1,04	2,32	11,46	0,23	5,77	1,06	0,32
Балада миронівська	1,24	2,59	11,49	0,31	6,68	1,31	0,32
Грація миронівська	1,00	2,15	10,46	0,27	5,77	1,14	0,31
Еритроспермум 55023	1,08	2,41	10,62	0,28	5,86	1,12	0,33
МПП Ювілейна	1,20	2,58	11,82	0,30	6,42	1,14	0,32
МПП Лада	1,07	2,43	11,37	0,29	6,42	1,31	0,33
МПП Дніпрянка	1,24	2,84	11,37	0,31	6,80	1,28	0,30
Лютесценс 55198 (МПП Дарунок)	1,13	2,55	11,59	0,33	6,83	1,32	0,32
Лютесценс 37519 (МПП Відзнака)	1,00	2,21	11,71	0,31	6,39	1,29	0,31
Лютесценс 60049	1,31	2,77	9,98	0,29	5,79	1,07	0,30
Лютесценс 60107	1,39	3,04	11,21	0,30	6,00	1,14	0,32
Подолянка St	1,23	2,55	10,93	0,26	5,87	1,15	0,32

За результатами аналізу даних морфо-біологічного та спектрального аналізу в середньому за три роки, перед перезимівлею кращими сортами пшениці озимої за першого строку сівби виявилися: МПП Лада (NDVI = 0,48), МПП Ювілейна, МПП Дніпрянка (NDVI = 0,46), та лінії Еритроспермум 55023 (Аврора миронівська), Лютесценс 37519 (МПП Відзнака), Лютесценс 60049 (NDVI = 0,46) та лінія Лютесценс 55198 (МПП Дарунок) (NDVI = 0,47). У сорту стандарту Подолянка значення індексу було нижчим (NDVI = 0,45). Дані сорти переважали стандарт за декількома біометричними показниками (табл.1).

За другого строку сівби виокремили сорт МПП Лада та лінію Еритроспермум 55023 (Аврора миронівська) (NDVI = 0,33). Сорти МПП Ассоль, Балада Миронівська, МПП Ювілейна, а також лінії Лютесценс 55198 (МПП Дарунок) та Лютесценс 60107 мали значення індексу на рівні сорту стандарту Подолянка (NDVI = 0,32) (табл. 2).

У подальшому буде проведений аналіз даних біометричних показників рослин пшениці озимої та спектральної оцінки під час відновлення весняної вегетації та цвітіння з подальшим встановленням їхнього зв'язку з урожайністю зерна.

Висновки і перспективи.

На основі отриманих даних можна зробити такі висновки: перед входом у зиму кращими за розвитком рослин виявилися сорти та лінії пшениці озимої за першого строку сівби – МПП Лада (NDVI = 0,48), МПП Ювілейна, МПП Дніпрянка (NDVI = 0,46), Еритроспермум 55023 (Аврора миронів-

ська), Лютесценс 37519 (МПП Відзнака), Лютесценс 60049 (NDVI = 0,46) та лінія Лютесценс 55198 (МПП Дарунок) (NDVI = 0,47); за другого – МПП Лада та лінія Еритроспермум 55023 (Аврора миронівська) (NDVI = 0,33), водночас для сорту стандарту Подолянка визначено NDVI індекс на рівні відповідно 0,45 та 0,32.

Наведені результати досліджень допоможуть нам сформуванати методичні рекомендації спектральної діагностики пшениці озимої.

References

1. Riznyk O.I., Sayko V.F., Lobas M.H. [ta in.]. (1994) Zernovi, zernobobovi, krup"yani kul'tury i kukurudza v ahroekosystemakh. Naukovi osnovy vedennya zernovoho hospodarstva [Cereales, legumbres, cereales y maíz en agroecosistemas. Bases científicas del cultivo de cereales]. K. : Urozhay, 41-54.
2. Buhay S.M. (1965) Sortova ahrotehnika ozymoyi pshenytsi. Ozyrna pshenytsya na Ukraini. [Varietal agricultural techniques of winter wheat. Winter wheat in Ukraine] K., 136.
3. Sayko V.F., Boyko P.I. and other. (2002) Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy [Crop rotation in agriculture of Ukraine]. K.: Ah-rar. nauka. 2002. 428.
4. Posibnyk ukraiyins'koho khliboroba. Rekomendatsiyi z posivu ozymykh kul'tur pid urozhay 2011 roku v konteksti klimatychnykh zmin (Krym, Step, Lisostep, Polissya). (2010) [Handbook of Ukrainian farmers. Recommendations for sowing winter crops for the 2011 harvest in the context of climate change (Crimea, Steppe, Forest-Steppe, Polissya).]Research and production yearbook. 2010. Vip. № 2. 162 p.
5. . Duan T., Chapman S.C., Guo Y., Zheng B. (2017) Dynamic monitoring of NDVI in wheat agronomy and breeding trials using an unmanned aerial vehicle. Field Crops Research, Volume 210, Pages 71-80.

6. Maimaitijiang, M.; Ghulam, A.; Sidike, P.; Hartling, S.; Maimaitiyiming, M.; Peterson, K.; Shavers, E.; Fishman, J.; Peterson, J.; Kadam, S.; et al. (2017) Unmanned Aerial System (UAS)-based phenotyping of soybean using multi-sensor data fusion and extreme learning machine. *ISPRS J. Photogramm. Remote. Sens.*, 134, 43–58.
7. Tattaris, M.; Reynolds, M.P.; Chapman, S.C. A Direct (2016) Comparison of Remote Sensing Approaches for High-Throughput Phenotyping in Plant Breeding. *Front. Plant Sci.*, 7, 61.
8. Куперман Ф. М. «Морфофизиология растений» (Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. 3-е изд. Москва: Высшая школа, 1977. 287 с.
9. Kolyuchuy V. T., Vlasenko V. A., Borsuk H. YU. (2007) Seleksiya, nasinnytstvo i tekhnolohiyi vyroshchuvannya zernovykh kolosovykh kul'tur u Lisostepu Ukrainy. [Breeding, seed production and technologies for growing grain crops in the Forest-Steppe of Ukraine]. K.: Ahrarna nauka, 800 s.
10. Kovalyshyna H.M, Y.M Dmytrenko, A.O Butenko, T.I Mukha, O.S Makarchuk, O.L. Tonkha, V.P. Kovalenko, V.M. Zavgorodniy, T.O. Onychko, O.V. Bakumenko (2020) Screening of winter wheat varieties of Myronovskiy institute of wheat breeding on leaf diseases resistance. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (5), 287-290, doi: 10,15421/2020_245 (Web of science).
11. Bulavka N. V., Yurchenko T. V., Kucherenko O. M., Piryach A. V. (2018) Sorty pshenytsi m'yakoyi ozymoyi, stiyki do vplyvu nehatyvnykh faktoriv dovkillya. [Varieties of soft winter wheat, resistant to negative environmental factors]. *Plant Varieties Studying and Protection*. V. 14, No. 3, P. 255–261 DOI : <http://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145285>
12. Piryach A.V., T.V. Yurchenko, V.M. Hudzenko, O.A. Demydov, H.M. Kovalyshyna, O.V. Humeniuk, V.V. Kyrylenko (2021) Features of modern winter wheat varieties in terms of winter hardiness components under conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(1), p. 153-159, doi:10.1542/022123 (Web of science)
13. Piryach, A., Bulavka, N., Kovalyshyna, H., Dergachev, O., & Gumenyk, O. (2018). Osoblyvosti rostu ta rozvytku roslyn na rannikh etapakh u ryadu myroniv's'kykh sortiv pshenytsi ozymoyi m'yakoyi ta yikhniy zv'yazok iz morozostyikystyu ta urozhaynistyu. [Peculiarities of plant growth and development in the early stages in a number of Myronov varieties of soft winter wheat and their connection with frost resistance and yield]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 0 (5 (75)). doi:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.013>

Topko R.I., Vologdina G.B., Gumenyk A.V., Kovalyshyna H.M. (2021). SPECTRAL ASSESSMENTS OF WINTER WHEAT VARIETIES AND BREEDING LINES IN THE AUTUMN PERIOD. PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(2): 29–36.

<https://doi.org/10.31548/agr2021.02.029>

Abstract. *The introduction of modern methods for field assessment of winter wheat genotypes is an integral part of improving the quality of the breeding process. The creation, adaptation and use of innovative screening technologies in breeding is becoming increasingly popular and allows the breeder to more widely and objectively evaluate the original forms and newly created material. Important for winter is the autumn period, when under favorable weather conditions (gradual decrease in temperature) there is a slowdown in the growth rate of winter wheat, changing physiological and biochemical processes in*

the plant, which contribute to its transition to hibernation. The state of winter wheat crops (morpho-biometric indicators of plants) in the autumn is largely decisive in the formation of a sufficient level of winter hardiness, and thus affects the further productivity of the crop. According to the results of analysis of morpho-biological and spectral analysis data, it was established that before overwintering the best condition for the first sowing period was winter wheat plants: MIP Lada (NDVI = 0.48), erythrospermum line 55023 (NDVI = 0.46), Lutesens 60049 (NDVI = 0.46), varieties MIP Distinction (NDVI = 0.46) MIP Jubilee (NDVI = 0.46), MIP Dnipyryanka (NDVI = 0.46) and line Lutesens 55198 (MIP Gift) (NDVI = 0, 47). In the standard variety Podolyanka, the index value was at the level of 0.45. During the second sowing period, the following varieties were identified: MIP Assol (NDVI = 0.32), Ballad Myronivska (NDVI = 0.32), Erythrospermum 55023 (NDVI = 0.33), MIP Lada (NDVI = 0.33), MIP Jubilejna (NDVI = 0.32) and Lutesens 55198 (MIP Gift) (NDVI = 0.32) and Lutesens 60107 (NDVI = 0.32). NDVI index of Podolyanka variety was at the level of 0.32.

Keywords: *soft winter wheat, selection samples, lines, time of cessation of autumn vegetation, NDVI, morpho-physiological analysis, phenotyping*
