СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

УДК 631.526.3/.527:633.11 «321» (477.41)

<https://doi.org/10.31548/agr2021.04.068>

СПЕКТРАЛЬНА ОЦІНКА СОРТІВ ТА СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ПЕРІОД ВІДНОВЛЕННЯ ВЕСНЯНОЇ ВЕГЕТАЦІЇ

Р. І. ТОПКО, аспірант 3 року навчання, E-mail: R.topko@gmail.com,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5918-2131>

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України

Г. М. КОВАЛИШИНА, доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри генетики, селекції і насінництва
ім. проф. М.О. Зеленського

E-mail: hkovalyshyna@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2715-7679>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Г. Б. ВОЛОГДИНА, кандидат сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник лабораторії селекції озимої пшениці
galinavologdina27@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4743-1784>

О. В. ГУМЕНЮК, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач
лабораторії селекції озимої пшениці

E-mail: AlexGymenyk@ukr.net,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України

Анотація. Розробка нових та впровадження наявних методів польової оцінки генотипів пшениці озимої є одним із ключових завдань сучасної селекції. Застосування сучасних методів скринінгу в селекції дає можливість селекціонеру дістати більш об'єктивну оцінку, а також у разі збільшити обсяги досліджуваних зразків. Час відновлення весняної вегетації (ЧВВВ) є одним із найважливіших етапів вегетаційного періоду пшениці озимої. Біометрична та спектральна оцінка пшениці озимої із настанням ЧВВВ дає змогу встановити, як перезимували рослини певного генотипу, а також стан їх росту та розвитку перед початком другого періоду вегетації. Метою дослідження було встановлення особливостей росту та розвитку рослин сучасних сортів і перспективних селекційних ліній пшениці озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (МІП) від сівби до

відновлення весняної вегетації. Гідротермічні умови періоду сходи-ЧВВВ по-різному впливали на репродукційний процес досліджуваних генотипів пшениці озимої. За результатами досліджень аномально посушливі умови періоду від сівби до часу припинення осінньої вегетації у 2019 р. негативно вплинули на стан рослин пшениці озимої, які знаходились у фазі 10-13 за міжнародною класифікацією BBCH, осіннього куціння не відбулось. Незалежно від генотипу більш розвинутими були рослини за першого строку сівби. На час відновлення весняної вегетації за біометричними та спектральними показниками кращими за сорт стандарт Подолянку ($NDVI = 0,52$) виявилися: сорти МІП Дніпрянка ($NDVI = 0,58$), МІП Лада ($NDVI = 0,56$), Балада миронівська ($NDVI = 0,56$) та лінії Лютесценс 37519 ($NDVI = 0,55$) й Еритроспермум 55023 ($NDVI = 0,58$). За другого строку сівби виділили сорт МІП Дніпрянка ($NDVI = 0,45$) та селекційні лінії Лютесценс 37519 ($NDVI = 0,44$) й Еритроспермум 55023 ($NDVI = 0,43$). Сорт стандарт Подолянка мав значення індексу $NDVI$ на рівні 0,43. Сорти МІП Лада та Балада миронівська більш чутливо реагують на строки сівби та потребують тривалішого періоду осінньої вегетації для накопичення більшої кількості сухих речовин і кращого проходження періоду зимового спокою.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорти, селекційні лінії, час відновлення весняної вегетації, індекс $NDVI$, біометричний аналіз, морфологічний аналіз

Актуальність.

Серед найважливіших зернових культур пшениця озима за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою. За останні три роки посівні площі цієї культури сягали приблизно 6,8-7 млн га, що становить четверту частину всієї ріллі України.

Одним із чинників інтенсифікації ведення сільського господарства в Україні є збір та оцінка спектральних даних дистанційного зондування. На сьогодні використання супутникового моніторингу в період вегетації сільськогосподарських культур дедалі стає нормою у виробничій діяльності більшості агропідприємств.

Впровадження останніх науково-технічних досягнень у селекційну практику дає можливість не тільки покращити якість оцінки вихідного матеріалу, а і збільшити обсяги досліджува-

них зразків. Спектральна оцінка рослин пшениці озимої в комплексі з урахуванням даних морфо-біологічного аналізу дає можливість визначити реакцію генотипу на умови довкілля, рівень якої залежить від таких властивостей як: холодо- морозостійкість, посухостійкість, стійкість проти збудників хвороб тощо.

Розробка та впровадження комплексного методу польової оцінки генотипів пшениці озимої, що базуватиметься на спектральному та морфобіологічному аналізах, дасть змогу покращити якість підбору вихідних форм та всебічніше дослідити створені сорти та селекційні лінії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Час відновлення весняної вегетації відіграє помітну роль у житті зимуючих рослин, оскільки значний вплив на їхній ріст і розвиток має

інтенсивність і тривалість сонячної радіації (Мединець В. Д., 2014.; Мединець В. Д., 1974.; Мединець О. Є., 2014; Мединець В. Д., 2001).

Наростання середньодобової температури повітря сприяє поступовому відновленню всіх фізіологічних та біохімічних процесів у рослині. Екологічний ефект часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ) дає можливість з високою достовірністю прогнозувати онтогенез пшениці озимої у другій половині вегетації. Значною мірою на кінцеву продуктивність культури впливають не стартові умови ЧВВВ (характер і якість сонячної радіації), а більш стабільний показник – тривалість вегетації від її відновлення до колосіння. Чим довший цей період, тим краще рослини використовують енергію променів Сонця в процесі фотосинтезу.

Сутність цього природного явища пов'язана з радіаційним режимом, тривалістю, інтенсивністю та якісним складом сонячного проміння, його винятковою роллю в житті рослинного організму. У період раннього відновлення весняної вегетації інтенсивність синьо-фіолетових променів сонячного спектра є досить низькою, а в період пізнього відновлення – вона підвищується й переважає інтенсивність червоних променів. Чим пізніше відновлюється вегетація пшениці озимої, тим більше надходить на поверхню посівів сумарної радіації. Тому в роки з пізньою весною рослини ростуть і розвиваються в умовах вищої температури повітря та більшого надходження сонячної енергії. У разі ранньої весни вегетація пшениці озимої відбувається за нижчих температур і повільного їхнього наростання, що є сприятливішим для регенерації пошкоджених органів, відростання рослин, перебігу всіх ростових процесів

(Мединець В. Д., 1974; Мединець В. Д., 2001; Терещенко Ю. Ф., 2014).

Нині, методи фенотипування пшениці озимої є основними методами селекції даної 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 B.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., Chapman S.C., Guo Y., Zheng B., 2017).

З огляду на те, що операція збору зображень за допомогою БПЛА є менш трудомісткою, і завдяки вищій точності, ніж проксимальне зондування без зображення, що використовувалося до цього, очікується, що мультиспектральне зондування на основі повітряного БПЛА збільшить ефективність фенотипування з високою пропускну здатністю (Maimaitijiang, M., Ghulam, A., Sidike, P., Hartling, S., Maimaitiyiming, M., Peterson, K., Shavers, E., Fishman, J., Peterson, J., Kadam, S., et al., 2017; Tattaris, M., Reynolds, M.P., Chapman, S.C., 2016).

Мета досліджень – встановити особливості росту та розвитку рослин сучасних сортів і перспективних селекційних ліній пшениці озимої селекції МІП від сівби до часу відновлення весняної вегетації з використанням спектральної та біометричної оцінки.

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження виконані впродовж 2018/19 – 2020/21 вегетаційних років у селекційній сівозміні лабораторії се-

лекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Сівбу проводили після попередника соя у два строки: 2018 рік – 25 вересня та 5 жовтня; 2019 і 2020 роки – 5 і 15 жовтня. Розміщення ділянок систематичне, повторність чотириразова, облікова площа – 10 м². Норма висіву – 5 млн схожих насінин на 1 га. За стандарт використовували сорт Поділька. Агротехніка вирощування була загальноприйнята для зони Лісостепу. Дослідження проводили відповідно до «Методики польового досліду» (Доспехов Б. А., 1979), фенологічні спостереження та обліки – відповідно до «Методики Державного сортопробування» (Волкодав В. В., 2003). Основний метод досліджень – польовий, доповнений аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками та спостереженнями.

Спектральну оцінку сортів і селекційних ліній пшениці озимої проводили за допомогою БПЛА Mavic zoom 2 з використанням мультиспектральної камери Parrot Sequoia. Для формування ортофотоплану використовували програмне забезпечення Pix4Dcapture та Pix4Dmapper. Фотофіксацію проводили мультиспектральною камерою на висоті 30 м над рівнем досліджуваного об'єкта для підвищення якості ортофотоплану, з перекриттям знімків 80 % і з проміжком часу у дві секунди. NDVI індекс (нормалізований відносний індекс рослинності) розраховували за формулою («Measuring Vegetation». NASA Earth Observatory. 2000-08-30.):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

де NIR – відображення у ближній інфрачервоній зоні спектра;

RED – відображення у червоній області спектра.

Роки дослідження були контрастними за гідротермічним режимом, з нерівномірним розподілом опадів за місяцями, що дало можливість одержати об'єктивні дані. Метеорологічні умови аналізували за даними приватної стаціонарної метеостанції, підключеної до глобальної системи Meteoblue (Базель, Швейцарія), що перебуває в радіусі 6 км від полів, на яких проводили дослідження.

Біометричний аналіз проводили згідно з методикою Куперман Ф. М. (Куперман Ф. М., 1977), а також за науковим виданням МІП (Колючий В. Т., Власенко В. А., Борсук Г. Ю., 2007).

Результати досліджень та їх обговорення.

Відомо, що швидкий ріст і розвиток рослин пшениці озимої восени несумісні з високою зимостійкістю (Волкодав В. В., 2003). Рослини відрізняються широким листям, прискорено розвиваються на всіх етапах розвитку, особливо в період кушіння, що негативно позначається на перебігу процесів загартування до дії низьких температур. Вони характеризуються швидкими темпами розвитку з часу відновлення весняної вегетації, мають великий колос і велике зерно й за умов сприятливої зими можуть сформувати високу врожайність.

У природних умовах ріст і розвиток рослин залежать від комплексу чинників: ґрунту, поживних речовин, світла, вологи, тепла тощо. Сприятливе поєднання цих чинників посилює ростові процеси, а в разі їхньої нестачі або надлишку – відмічається послаблення розвитку рослин (Черенков А. В., Гирка А. Д., Педаш О. О., Дубовий О. І., 2009). Багато-річні спостереження та практика

доводять, що в роки, коли вчасно одержані повноцінні сходи, посіви восени добре розвиваються та мають міцну кореневу систему й, як правило, забезпечують високу урожайність зерна навіть за несприятливих погодних умов у літні місяці. А слабо розвинуті та зріджені з осені посіви – майже завжди низькопродуктивні (<https://propozitsiya.com/sroki-poseva-ozimoy-pshenicy>).

Осінній період 2018 року був надмірно вологим (ГТК = 1,76), решта – посушливими (ГТК = 0,005-0,27). Температурний режим вегетаційного періоду за роки дослідження був дещо вищим за середньобагаторічний показник (за останні 30 років).

Несприятливими для сходів були погодні умови 2019 року: сума опадів від серпня до кінця жовтня становила 28,7 мм (середнє багаторічне – 163,2 мм). Температура повітря за період серпень-жовтень 2019 року перевищувала середні багаторічні значення на 0,4-2,7 °С. Підвищений температурний режим спостерігали в грудні 2019 року та лютому 2020 року – 8,1 °С за середнього багаторічного значення за останні 30 років 5,9 °С. Різкі перепади температури повітря не сприяли рослинам озимини пройти необхідні для перезимівлі фази загартування та накопичити у вузлах кушіння достатню кількість цукрів. Їхня величина перебувала на рівні 20 % і нижче, що є недостатнім для протидії негативним чинникам *зимівлі*. Такий уміст цукрів та відсутність снігового покриву впродовж зими призвели до повної або часткової загибелі рослин озимини, особливо на ділянках за другого строку сівби. Такі погодні умови створили природний фон для добору форм із високою адаптивною здатністю.

За погодними умовами найбільш сприятливим для росту та розвитку рослин пшениці озимої виявився 2018/2019 вегетаційний рік. Так, за кількістю добових опадів упродовж осінньо-зимового періоду до часу відновлення вегетації (4 березня) навесні, рік був досить вологим, з неодноразовими опадами понад 5 мм, що мали продуктивний характер (рис. 1).

У зазначений період 2019/2020 рр. переважна більшість опадів не перевищувала 5 мм, тому для зони Лісостепу України його можна вважати аномально сухим. Під час відновлення весняної вегетації у 2020 році (2 березня) було зафіксовано два дощі з кількістю опадів приблизно 8 та 18 мм, але цього було недостатньо для успішного формування кореневої системи, кількості листків і продуктивних пагонів.

Восени 2020 року спостерігали чотири випадки продуктивних (понад 7 мм) опадів, а також істотну кількість опадів за період зимового спокою. Загалом вологонакопичення в ґрунті було більш, ніж достатнім для проведення якісного підживлення рослин та успішного відновлення весняної вегетації (26 березня).

Середня температура повітря у період осінь – ЧВВВ 2018/2019 вегетаційного року виявилася більш, ніж оптимальною для нормального росту та розвитку рослин пшениці озимої. Плавне зниження показника температури повітря до мінусового значення стовпчика термометра позитивно вплинуло на біохімічні та фізіологічні процеси в процесі загартування рослин. Саме такий температурний режим позитивно впливає на загартування рослин (Пірич А.В., Булавка Н.В., Ковалишина Г.М., Дергачев О.Л., Гуменюк О.В., 2018).

Рис. 1 Кліматограма періоду осінь - ЧВВВ за 2018 – 2021 рр., МП

Листопад 2019 року був порівняно теплим і сухим, але з різкими зниженнями температури повітря до мінус 5-7 °C. Середнє значення показника в зимовий період 2019/2020 вегетаційного року переважно знаходилось у діапазоні від 0 °C до плюс 3 °C і тільки деколи переходило до від'ємного значення, що свідчить про практично повну відсутність зимового спокою в рослин пшениці озимої.

Осінній період 2020 року для розвитку та росту рослин пшениці озимої був задовільним. У передпосівний період відмічали два дощові дні з кількістю опадів 18 мм (із сумарних 24,1 мм за увесь період), що дало можливість провести сівбу у вологий ґрунт. Загальна сума опадів восени становила 68,6 мм, що забезпечило одержання хороших сходів та нормальне протікання ростових процесів.

Потреба рослин у теплі характеризується сумою середніх за добу температур після переходу їх через біологіч-

ний мінімум за певний період вегетації. Відомо, що під час осінньої вегетації рослини пшениці озимої від сівби до стійкого переходу через +5 °C повинні пройти другий етап органогенезу, сформувати два-чотири стебла й загартуватися. Для цього їм необхідно набрати суму ефективних температур 450-550 °C за умови достатнього вологозабезпечення (Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Моторний В. А., 2014). За таких умов у рослинах накопичується достатня на період перезимівлі кількість пластичних речовин, що дасть можливість краще протистояти жорстким умовам як зимового, так і весняно-літнього періодів вегетації. Восени 2020 року рослини пшениці озимої другого строку сівби за період від сівби до стійкого переходу через +5 °C набрали мінімальну суму активних температур (табл. 1).

Було зафіксовано значення 418,5 °C для першого та 256,1 °C для другого строку сівби. У відсотковому значенні різниця в сумі середньодо-

1. Характеристика погодних умов передпосівного періоду, осінньої вегетації та періоду ЧПОВ – ЧВВВ, (2018/19 – 2020/2021 рр., МП)

Рік	Міжфазний період	Дата	Кількість опадів, мм		Сума активних температур, °С	
			строк сівби		строк сівби	
			I	II	I	II
2018/2019	Передпосівний	01.09.18–24.09/04.10.18	71,0	101,7	439,1	537,9
	Сівба – ЧПОВ*	25.09/05.10.18–05.11.18	37,7	7,0	427,3	328,5
	ЧПОВ - ЧВВВ**	06.11.18–04.03.19	160,4		-234,8	
2019/2020	Передпосівний	01.09.19–04/14.10.19	14,8	16,5	533,2	639,5
	Сівба - ЧПОВ	05/15.10.19–19.11.19	15,2	13,5	443,0	336,7
	ЧПОВ - ЧВВВ	20.11.19–02.03.20	115,9		175,1	
2020/2021	Передпосівний	01.09.20–04/14.10.20	24,1	41,0	617,9	780,3
	Сівба - ЧПОВ	05/15.10.20–10.11.20	44,5	27,6	418,5	256,1
	ЧПОВ - ЧВВВ	11.11.20–26.03.21	190,8		-142,0	

Примітка: * – час припинення осінньої вегетації, ** – час відновлення весняної вегетації

бової температури між строками сівби становила 38,8 %, а у 2018, 2019 роках – відповідно 23,1 % і 25,0 %.

Осінній період 2018 року був найбільш вологим та теплим, що стало передумовою гарного розвитку рослин пшениці озимої за обох строків сівби: понад 107 мм опадів (шоста частина від середнього багаторічного показника для цієї зони); 18 діб із середньою температурою повітря +10 °С для рослин першого строку сівби та 14 днів – для другого.

За вказаний вище період у 2019 році випало 30 мм опадів, з яких можна виділити лише два продуктивних дощі, що випали майже під кінець (03.11.19 та 11.11.19, відповідно до строків) осінньої вегетації (4,0 та 2,4 мм). За таких умов рослини пшениці озимої на момент припинення вегетації перебували у фазі розвитку, яка варіювала в межах 10-13 за міжнародною класифікацією BBCH, осіннього куціння не відбулось. Варто зазначити, що період зимового спокою до моменту відновлення весняної вегетації

був аномально теплим: середньодобова температура повітря коливалась у межах від 0 °С до плюс 1,6 °С, відмічали її неодноразове перевищення позначки плюс 5 °С. Середнє значення показника для зимового спокою у 2019/2020 вегетаційному році становило 1,68 °С, у той час, як у 2018/201, 2020/2021 рр. – відповідно мінус 1,97 °С та мінус 1,04 °С.

Отже, гідротермічні умови періоду сходи-ЧПОВ-ЧВВВ по-різному впливали на репродукційний процес досліджуваних генотипів пшениці озимої. Незалежно від генотипу більш розвинутими були рослини за першого строку сівби. Показники фітоценозу: кількість стебел і листків, висота рослини та її маса наведені в таблиці 2.

Дані біометричного аналізу, у поєднанні з NDVI індексом, дають можливість більш об'єктивно оцінити стан рослин після перезимівлі та зрозуміти як вони розвиваються, змоделювати відносну врожайність певного генотипу. Впровадження обліку NDVI індексу в селекційний процес дає

можливість підвищити ефективність проведення обліків стану рослин пшениці озимої впродовж вегетації: скорочується час на огляд посівів у 5-6 разів і зниження залежності від погодних умов; збільшується кількість досліджуваних зразків та суттєво покращується якість отримуваних результатів. У селекціонера є час для інтерпретації даних. Відомо, що хлорофіл поглинає червоні хвилі: внаслідок цього відбувається фотосинтез, тобто рослина добре росте та розвивається, а клітинна структура відбиває ближнє інфрачервоне світло. Тому спостерігається залежність між значенням NDVI індексу та біометричними показниками надземної біомаси. Використання обох методів визначення стану рослин пшениці озимої в певний період

вегетації дає можливість встановити достовірність відмінностей, що спостерігаються, та дістати необхідну інформацію щодо цінного вихідного матеріалу для селекції на високу продуктивність і адаптивність.

Сортові особливості позначилися на рівні розвитку рослин пшениці озимої впродовж вегетації. До кращих сортів і селекційних ліній пшениці озимої за основними біометричними показниками відносились: МПП Дніпрянка, МПП Лада, Балада миронівська, Лютесценс 37519 і Еритроспермум 55023. Вони також відрізнялися найвищим значенням NDVI індексу.

За другого строку сівби виокремили сорт МПП Дніпрянка та селекційні лінії Лютесценс 37519 і Еритроспермум 55023. Сорти МПП Лада та Ба-

2. Біометричні та спектральні показники рослин пшениці озимої першого строку сівби на час відновлення весняної вегетації (середнє за 2018/2019 – 2020/2021 вегетаційні роки, МПП)

Сорт, селекційна лінія	Кількість на 1 рослину, шт.		Висота рослини, см	Маса однієї рослини, г	NDVI індекс
	стебел	листіків			
МПП Ассоль	2,49	8,06	19,24	0,86	0,54
Балада МИР*	2,66	8,88	17,45	0,99	0,56
Грація МИР	2,47	8,03	16,31	0,92	0,54
МПП Ювілейна	2,37	8,21	17,31	1,00	0,53
МПП Лада	2,62	7,89	19,65	1,08	0,56
МПП Дніпрянка	3,10	9,12	18,69	1,04	0,58
Еритроспермум 55023	2,50	8,35	16,84	1,07	0,58
Лютесценс 55198	2,43	8,28	17,13	0,93	0,52
Лютесценс 37519	4,09	8,37	17,77	1,02	0,55
Лютесценс 60049	2,24	7,79	16,23	0,81	0,53
Лютесценс 60107	2,87	8,12	17,99	0,95	0,52
Подольнка St	2,62	8,14	16,98	0,77	0,52

Примітка: * МИР – миронівська.

3. Біометричні та спектральні показники рослин пшениці озимої другого строку сівби на час відновлення весняної вегетації (середнє за 2018/2019 – 2020/2021 рр., МП)

Сорт, селекційна лінія	Кількість на 1 рослину, шт.		Висота рослини, см	Маса однієї рослини, г	NDVI індекс
	стебел	листіків			
МП Ассоль	2,10	6,53	15,98	0,59	0,43
Балада МИР	2,18	6,20	15,58	0,54	0,44
Грация МИР	2,01	5,87	12,99	0,55	0,43
МП Ювілейна	2,27	6,28	13,88	0,51	0,42
МП Лада	1,86	5,69	14,37	0,55	0,43
МП Дніпрянка	2,53	6,94	16,74	0,67	0,45
Еритроспермум 55023	1,96	5,98	16,00	0,64	0,43
Лютесценс 55198	1,96	5,87	14,89	0,54	0,42
Лютесценс 37519	3,29	6,75	13,18	0,51	0,44
Лютесценс 60049	2,22	6,27	13,99	0,58	0,43
Лютесценс 60107	2,23	6,47	14,48	0,49	0,43
Подольська St	2,34	6,63	15,01	0,57	0,43

Примітка: * МИР – миронівська

лада миронівська були на рівні або переважали за деякими морфологічними та спектральними показниками сорт-стандарт Подольську (табл. 3).

Ці сорти більш чутливо реагують на строки сівби та потребують довшого періоду осінньої вегетації для накопичення більшої кількості сухих речовин і кращого проходження періоду зимового спокою.

Отже, проведені дослідження дали можливість встановити особливості росту та розвитку рослин сучасних сортів і перспективних селекційних ліній пшениці озимої селекції МП від сівби до часу відновлення весняної вегетації з використанням спектральної та біометричної оцінки. Виділені генотипи мають добре розвинену надземну масу, стійкі проти несприятливих умов для росту та розвитку, здатні формувати високу продуктивність.

Висновки і перспективи.

Гідротермічні умови періоду сходів ЧПОВ-ЧВВВ по-різному впливали на репродукційний процес досліджуваних генотипів пшениці озимої. За результатами досліджень аномально посушливі умови періоду від сівби до часу припинення осінньої вегетації у 2019 році негативно вплинули на стан рослин пшениці озимої, які перебували у фазі 11-13 за міжнародною класифікацією BBCH, осіннього купіння не відбувалось.

Незалежно від генотипу більш розвинутими були рослини за першого строку сівби. На час відновлення весняної вегетації за біометричними та спектральними показниками кращими за стандарт виявилися сорти та лінії: МП Дніпрянка (NDVI = 0,58), МП Лада (NDVI = 0,56), Балада миронівська (NDVI = 0,56), Лютесценс 37519 (NDVI = 0,55) та Еритроспермум

55023 (NDVI = 0,58). За другого строку сівби виділили сорт МП Дніпрянка (NDVI = 0,45) та селекційні лінії Лютеценс 37519 (NDVI = 0,44) й Еритроспермум 55023 (NDVI = 0,43). Сорти МП Лада та Балада миронівська більш чутливо реагують на строки сівби та потребують тривалішого періоду осінньої вегетації для накопичення більшої кількості сухих речовин і кращого проходження періоду зимового спокою.

Використання методів біометричного аналізу в поєднанні з NDVI індексом для визначення стану рослин пшениці озимої в певний період вегетації дає можливість встановити достовірність відмінностей, що спостерігаються, та дістати необхідну інформацію щодо цінного вихідного матеріалу для селекції на високу продуктивність і адаптивність.

References

1. Medynets V. D. (2014). Rol chasu vidnovlennya vesnyanoi vehetatsiyi v ontogenezi, filogenezi ta selektsiyi zymuyuchykh roslyn. [The role of time of restoration of spring vegetation in ontogenesis, phylogeny and selection of wintering plants]. Abstracts of scientific practice. conference dedicated to the 90th anniversary of Dr. s.-g. Sciences Medinets Vasily Dmitrovich. Poltava, 2014. 4–6.
2. Medynets V. D. (1974) Vlyyanye ékologicheskikh uslovyy u vremeny vozobnovlenyya vesenney vehetatsyy rastenyy na sootnoshenye orhanov u produktyvnost ozymoy pshenytsy, ykh znachenye dlya sortovoy ahrotekhniki y selektsyy : avtoref. dys. ... doktora s.-kh. nauk. [Influence of ecological conditions and time of resumption of spring vegetation of plants on a ratio of bodies and productivity of winter wheat, their value for varietal agrotechnics and selection: votref. dis. ... Doctor of agricultural sciences Sciences]. Kharkov, 1974. 48.
3. Medynets O. YE. (2014). Enerhetychni chynnyky rozvytku khvorob pshenytsi ozymoi. [Energy factors for the development of winter wheat diseases]. Abstracts of scientific practice. conference dedicated to the 90th anniversary of Dr. s.-g. Sciences Medinets Vasily Dmitrovich. Poltava, 2014. 9–72.
4. Medynets V. D. (2001) Upravlinnya ontogenezom roslyn (ahroekologichnyy napryamok. [Management of plant ontogenesis (agroecological direction)]. Poltava : Verstka, 2001. 86.
5. Tereshchenko YU. F. (2014). Vysvitlennya ekolohichnoho efektu CHVVV v pidruchnykakh dlya ahrarykh VYSHIV. [Elucidation of the ecological effect of CHVVV in textbooks for agricultural universities]. Abstracts of scientific practice. conference dedicated to the 90th anniversary of Dr. s.-g. Sciences Medinets Vasily Dmitrovich. Poltava, 2014. P. 35–37.
6. Riznyk O.I., Sayko V.F., Lobas M.H. (1994). Zernovi, zernobobovi, krup"yani kul'tury i kukurudza v ahroekosystemakh. Naukovi osnovy vedennya zernovoho hospodarstva. [Cereals, legumes, cereals and corn in agroecosystems] K. : Urozhay, 1994.. 41-54.
7. 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. 15 August 2017. Pages 71-80.
8. 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. 2017. 134. 43–58.
9. Tattaris, M.; Reynolds, M.P.; Chapman, S.C. (2016). A Direct Comparison of Remote Sensing Approaches for High-Throughput Phenotyping in Plant Breeding. Front. Plant Sci. 2016, 7, 61.

10. Dospekhov B. A. (1979). *Metodyka polevoho opyta: (S osnovamy statystycheskoy obrabotky rezul'tatov yssledovannyi)*. [Text-books and textbooks for higher agricultural educational institutions]. Yzd. 4-oe, pererab. y dop. Moskva : Kolos, 1979. 416 s., yl. (Uchebnyky y ucheb. posobyia dlya vyssh s.-kh. ucheb. zavedenyy). [in Russian]
11. Volkodav V. V. (2003). *Metodyka provedennya ekspertyzy ta derzhavnoho sortovyprobuivannya sortiv roslyn zernovykh, krup"yanykh ta zernobobovykh kul'tur. Okhorona prav na sorty roslyn*. [Methodology for the examination of the sovereign varieties and the testing of varieties of cereal roslin, cereals and leguminous crops]. Kyiv : Alefa, 2003. V. 2. CH. 3. 241 s. [in Ukrainian]
12. "Measuring Vegetation". NASA Earth Observatory. 2000-08-30.
13. Kuperman F. M. (1977). *Morfofyziologiya rastenyy. (Morfofyziologicheskyy analiz etapov orhanoheneza razlychnykh zhyznennykh form pokrytosemennykh rastenyy. [Breeding, seed production and technologies for growing grain crops in the forest-steppe of Ukraine]. 3-e yzd. Moskva : Vysshaya shkola, 1977. 287 s.*
14. Kolyuchuy V. T., Vlasenko V. A., Borsuk H. YU. (2007). *Selektsiya, nasinnytstvo i tekhnolohiyi vyroshchuvannya zernovykh kolosovykh kul'tur u Lisostepu Ukrainy. [Influence of sowing dates and nitrogen fertilization on the growth and development of winter wheat plants during the spring-summer growing season]. Kyiv : Ahrarna nauka, 2007. 800.*
15. Cherenkov A. V., Hyrka A. D., Pedash O. O., Dubovyy O. I. (2009). *Vplyv strokiv sivby ta azotnykh pidzhyvlen' na rist i rozvytok roslyn ozymoyi pshenytsi vprodovzh vesnyano-litn'oho periodu vechetatsiyi. Byuleten' Instytutu zernovoho hospodarstva, 2009. № 37. S. 86-93. [in Ukrainian]*
16. Pirykh A.V., Bulavka N.V., Kovalyshyna H.M., Derhachov O.L., Humenyuk O.V. (2018). *Osoblyvosti rostu ta rozvytku roslyn na rannikh etapakh u ryadu myroniv's'kykh sortiv pshenytsi m'yakoyi ozymoyi 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]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. 2018. 5 (75). Rezhym dostupu: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2018.05.013/>.*
17. Tanchyk S. P., Mokriyenko V. A., Motornyy V. A. (2014). *Produktyvnist' pshenytsi ozymoyi zalezho vid strokiv sivby. [Productivity of winter wheat depending on sowing dates]. Naukovi dopovidi Natsional'noho universytetu biorekursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy, 2014. № 2. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_2_9. [in Ukrainian]*

Topko R.I., Kovalyshyna H.M., Vologdina G.B., Gyumenyk O.V. (2021). SPECTRAL EVALUATION OF WINTER WHEAT VARIETIES AND BREEDING LINES DURING THE RESTORATION OF SPRING VEGETATION. PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(4):68–79. <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.068>

Abstract. Development of new and introduction of existing methods of field estimation of genotypes of winter wheat is one of the key tasks of modern selection. The use of modern screening methods in breeding allows the breeder to obtain a more objective assessment, as well as to increase the volume of the studied samples. The time of restoration of spring vegetation (TRSV) is one of the most important stages of the vegetation period of winter wheat. Biometric and spectral evaluation of winter wheat with the onset of TRSV makes it possible to establish how plants of a certain genotype overwintered, as well as the state of their growth and development before the second growing season.

The aim of the study was to establish the peculiarities of growth and development of plants of modern varieties and promising selection lines of winter wheat of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat from sowing to the restoration of spring vegetation.

Hydrothermal conditions of the period of germination-TRSV differently affected the reproductive process of the studied genotypes of winter wheat. According to research, abnormally arid conditions from sowing to the end of autumn vegetation in 2019 had a negative impact on the condition of winter wheat plants, which were in phase 10-13 according to the international classification of BBCH, autumn tillering did not occur. Regardless of the genotype, the plants of the first sowing period were more developed. At the time of resumption of spring vegetation in terms of biometric and spectral indicators better than the standard Podolyanka (NDVI = 0.52) were: varieties MIP Dnipyryanka (NDVI = 0.58), MIP Lada (NDVI = 0.56), Balada Myronivska (NDVI = 0.56) and lines Lutescens 37519 (NDVI = 0.55) and Erythrospermum 55023 (NDVI = 0.58). During the second sowing period, the MIP Dnipyryanka variety (NDVI = 0.45) and the selection lines Lutescens 37519 (NDVI = 0.44) and Erythrospermum 55023 (NDVI = 0.43) were isolated. The Podolyanka standard variety had an NDVI index value of 0.43. Varieties MIP Lada and Balada Myronivska are more sensitive to sowing dates and require a longer period of autumn vegetation to accumulate more dry matter and better winter dormancy.

Keywords: *soft winter wheat, varieties, breeding lines, recovery time of spring vegetation, NDVI index, biometric analysis, morpho-physiological analysis*