

АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОГО ТРИКАЛЕ ЗА ОБРОБКИ ПО ТЕХНОЛОГІЇ ДР ГРІН

СТОРОЖУК Ю.В. – аспірант
orcid.org/0009-0000-6757-0057

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Тритикале (*Triticosecale*) – зернова культура, створена людиною шляхом гібридизації пшениці та жита. Тритикале має підвищену морозостійкість, стійкість до хвороб, не вимоглива до родючості ґрунту. Вирощування тритикале озимого сприяє отримання високої і стабільної врожайності зерна.

Посівні площі тритикале незначні, так за даними державної служби статистики України площа озимого і ярого тритикале в 2022 р. становила 11 тис. га, зібраний урожай – біля 40 тис. т [1].

Тритикале переважно використовують, як кормову культуру, що містить велику кількість поживних речовин, необхідних для годівлі сільськогосподарських тварин [2], але в останні роки за рахунок створення сучасних сортів тритикале в країнах світу досить широко використовують у різних напрямках переробки, зокрема у харчових цілях, виробництва біоетанолу тощо [3].

Зважаючи на високі адаптивні властивості до умов вирощування та генетичний потенціал тритикале може забезпечити вирішення проблеми нарощування виробництва зерна в умовах України. Подальше підвищення продуктивності цієї культури потребують постійного вдосконалення технології її вирощування з використанням новітніх наукових розробок [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтенсифікація технології вирощування тритикале озимого призвела до значного зростання продуктивності нових сортів, які не тільки високоврожайні, а й стійкі до несприятливих абіотичних факторів середовища, добре реагують на збалансоване живлення елементами, засоби захисту тощо [5, 6, 7]. Технологія вирощування культури має бути адаптивною. Її елементи диференціюють відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних, господарських і економічних умов та стану агрофітоценозу [8].

Система удобрення із внесенням їх перед посівом є головним напрямком підвищення продуктивності тритикале озимого. Підживлення має високу ефективність в умовах, коли доступність елементів живлення з ґрунту обмежена або коли погодні умови сприяють зниженню поглинання поживних речовин кореневою системою рослин. Застосування підживлень сприяє зростанню врожайності, оптимізує живлення рослин тритикале в період вегетації в конкретних погодно-кліматичних умов року. Використання підживлень у системі удобрення тритикале озимого сприяє поглинанню елементів живлення усіма надземними частинами, в тому числі листовою поверхнею та стеблом, особливо це важливо для критичних періодів росту та розвитку рослин, коли необхідно забезпечити оптимальне та збалансоване живлення рослин тритикале. Оптимальна

доза мінеральних добрив, що використовується для вирощування тритикале озимого має бути визначено з урахуванням особливостей сорту та запланованого рівня врожайності, погодних умов, родючості ґрунтів, технологічних особливостей вирощування культури. Важливим агротехнічним заходом забезпечення рослин макро- і мікроелементами впродовж вегетації є саме позакореневе підживлення.

Саме рівень живлення значною мірою впливає на наростання надземної біомаси, у тому числі кількості і площі листків у її складі. Це встановлено за вирощування багатьох сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої [9]. Дослідження можливості регулювання площі листової поверхні посіву тритикале озимого за рахунок оптимізації живлення рослин, які сприятимуть покращенню накопичення органічної речовини за рахунок фотосинтетичної активності рослин, є актуальними та необхідними.

Наразі на внутрішньому ринку є велика пропозиція вітчизняних і зарубіжних виробників добрив із вмістом мікроелементів, ефективність використання яких доведена науковими дослідженнями у різних ґрунтово-кліматичних зонах, як для допосівної обробки насіння, так і для позакореневого обприскування. Зокрема, в умовах Західного Лісостепу, урожайність і якість зерна тритикале озимого зростали за позакореневого підживлення рослин сечовиною на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ до сівби + N_{30} в II етапі органогенезу [10].

В науковій праці Білітюк А.П., відмічається, що найкращий ефект від застосування оптимальної дози азоту в нормі N_{90-120} на ґрунтах з вмістом гумусу 1,9–2,0% спостерігається за разового внесення на посівах озимого тритикале весною, що підвищує коефіцієнт використання азоту на 4–10% і забезпечує приріст урожайності зерна на 4–5% порівняно з внесенням на початку весняної вегетації рослин [11].

Зростання продуктивності агроценозів тритикале озимого пов'язують із підвищенням активності та ефективності роботи асиміляційного апарату рослин. Останнім часом інтенсивно вивчають питання взаємозв'язку зернової продуктивності з ефективністю роботи фотосинтетичного апарату. Важливу роль у цьому відведено новим препаратами: які мають мікроелементи та амінокислоти і здатні брати участь в окисно-відновних процесах, фотосинтезі, азотному й вуглеводному обміні, подовжують тривалість життя рослин, сприяють мобілізації резервів потенціалу продуктивності [13].

Науковці Адамень Ф. Ф., Радченко Л. А., Женченко К. Г., стверджують, що площа листового апарату – це одна

з найважливіших умов для отримання високого врожаю сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим формується оптично біологічна структура посівів з відповідною площею асиміляційної поверхні рослин і визначається ефективність функціонування її стосовно використання сонячної енергії [14]. Для одержання високого врожаю оптимальна площа листової поверхні повинна бути не менше 40–50 тис. м²/га. Але останнім часом, із впровадженням нових сортів, а також підвищенням рівня культури землеробства більшість науковців схиляються до думки, що оптимальною площею листової поверхні пшениці озимої є 50–60 тис. м²/га. За результатами досліджень встановлено, що в середньому за три роки приріст площі листків пшениці озимої коливався в межах 0,6–5,5 тис. м²/га залежно від сорту, способу обробки та препарату [15].

Зважаючи на те, що для отримання високих і стабільних урожаїв зерна тритикале озимого досить важливим є комплексний підхід до вирощування культури, актуальним є питання дослідження впливу мікроелементів на ріст, розвиток і формування площі листової поверхні тритикале.

Мета досліджень передбачала вивчення впливу мінеральних добрив в тому числі мікродобрив на формування площі листової поверхні за вирощування на сірих лісових ґрунтах Правобережного лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження з вивчення реакції на мінеральне живлення сортів тритикале озимого оригіном, яких є Інститут кормів та сільськогосподарства Поділля НААН, розпочали у 2022 році у Вінницькому національному аграрному університеті.

Ґрунт на дослідній ділянці – типовий для даної зони – сірий лісовий середньо-суглинковий. Уміст гумусу в орному шарі становить 2,18%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 6,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 14,9 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Чиріковим) – 9,0 мг/100 г ґрунту. Гідролітична кислотність становить 1,15 мг-екв./100 г ґрунту. За обмінною кислотністю рН сол. 5,8 ґрунт слабо-кислий.

Технологія вирощування тритикале озиме, крім досліджуваних чинників, є загальноприйнятою для зони Правобережного Лісостепу.

В досліді висівали сорти тритикале озимого Богодарське та Божич. Норма висіву тритикале в одновидових посівах становила 4,0 млн/га схожих насінин. Мінеральні добрива вносили восени у передпосівну культувацію у вигляді Polifoska 8 – N₂₀ кг/га д.р. (зі співвідношенням елементів N₈P₂₄K₂₄S₉). Обробку насіння мікродобривом Dr Green PRIME проводили перед посівом. Навесні після відновлення вегетації проводили підживлення мінеральним добривом Saletrosan 26 + N₉₀ (N₂₆S_{32,5}). Позакореневе підживлення рослин в такій послідовності: Dr Green Старт+Dr Green Зернові – ВВСН код 30 (початок виходу в трубку); Dr Green Енергія+Dr Green Зернові – ВВСН код 37 (вихід в трубку); Dr Green Якість+Dr Green Зернові – ВВСН код 59 (перед цвітінням).

Схема досліді включала: контроль (без добрив); N₅₂S₆₅ (фон) – весняне підживлення; N₁₂P₃₆K₃₆S_{13,5} + Фон; Фон + обробка насіння; Фон + обробка насіння + перше

підживлення; Фон + обробка насіння + два підживлення; Фон + обробка насіння + три підживлення.

Посівна площа ділянки – 24,0 м², облікова – 20 м². Повторність досліді – триразова. Розміщення варіантів систематичне – послідовне.

Погодні умови відрізнялись від багаторічних показників та характеризувались сприятливими для сівби тритикале озимого. Восени 2022 р. у жовтні випало 22,6 мм за середньомісячної температури повітря 9,9 °С, що було достатньо для одержання рівномірних та дружніх сходів. Погодні умови весни 2023 року за показниками середньомісячної температури повітря 8,5 °С та достатньої кількості вологи у квітні 93 мм, з підвищення температури у травні до 12,5 °С сприяли інтенсивному росту і розвитку рослин у агрофітосеннозах.

Після відновлення весняної вегетації проходження мікростадій у рослин залежало від гідротермічних ресурсів весняного періоду. Збільшення середньодобової температури в період вегетації сприяло прискоренню проходження фаз росту і розвитку тритикале озимого. За погодних умов 2023 року сорти тритикале озимого Божич та Богодарське фази повного колосіння досягали через 67–69 діб.

Кількість пагонів, відібраних для аналізів, у пробі становила 45 шт. по п'ятнадцять у кожній із трьох повторень. Визначення проводили у фазі прапорцевого листка, колосіння. Датою настання фенологічної фази вважали день, коли її спостерігали у 75% головних пагонів рослин. Площу асиміляційної поверхні визначали методом висічок.

Добрива ДР ГРІН мають свою високу ефективність завдяки новаторським формулам MicroActive™ та MacroActive™. Вміщені в них певним чином вибрані та взаємодоповнюючі органічні речовини трансформують поживні компоненти в форми, що успішно споживає рослина. Сучасні активуючі формули MicroActive™ та MacroActive™ це також склад амінокислот та вітамінів застосованих у відповідній кількості мають вплив на ряд важливих процесів та функцій в рослині. Додатково, завдяки стабілізатору рН (біля 4,3), що входить до складу, добрива ДР ГРІН характеризуються високою засвоюваністю та змішуванням. Використовуючи технологію листового підживлення ДР ГРІН, взявши до уваги мікро та макроелементний склад добрива, рослина отримує склад амінокислот та вітамінів, що виконують функції стимуляторів та антистресантів.

Застосування технології ДР ГРІН на початкових стадіях розвитку інтенсифікує процеси формування кореневої системи; підвищує рівень використання поживних складових, що знаходяться в ґрунті. Стимулюють рослини до правильного росту та розвитку, активізують більшість процесів метаболізму в рослині, інтенсифікують процеси цвітіння та формування плодів/насіння, підвищують біологічну цінність с/г продукції, підвищують стійкість рослин до стресових факторів (посуха, надлишок вологи в ґрунті, низькі температури, шкідники), якісно покращують мікрофлору ґрунту, підвищують вміст хлорофілу в рослинах, інтенсифікують процеси фотосинтезу.

Методи дослідження: польовий – для визначення реакції рослин тритикале озиме на чинники, що

досліджувалися; морфологічний – для одержання біометричних параметрів рослин; площу асиміляційної поверхні листків визначали розрахунковим методом – множенням довжини листкової пластинки на її ширину і коефіцієнт 0,67; математично-статистичний – з'ясування вірогідності результатів польових дослідів.

Результати досліджень. Визначення площі листкової поверхні протягом вегетації у різні фази розвитку тритикале озиме показало високу залежність даного показника від сортових особливостей і від рівня мінерального живлення. Аналізуючи вплив досліджуваних факторів, зазначимо, що на початку вегетації площа листкової поверхні зростала досить повільно і досягала свого максимуму наприкінці виходу рослин в трубку, після чого знову зменшувалася за рахунок відмирання листків та відтоку з них поживних речовин до генеративних органів. Виявлено, що мінеральні добрива та мікродобрива значно впливали на формування площі листкової поверхні рослин тритикале озиме в усі фази їх розвитку.

Площа асиміляційної поверхні листків озимих зернових визначаються умовами вирощування адже розміри сформованої листкової поверхні та тривалість її активної діяльності безпосередньо впливають на кількість та інтенсивність накопичення рослинами органічної сухої речовини [16].

На час вегетації рослин тритикале озимого необхідно створити найсприятливіші умови живлення, щоб рослини мали можливість сформувати оптимальну площу листкової поверхні для подальшої ефективної фотосинтетичної діяльності агроценозу. Важливе питання у формування високопродуктивних посівів є визначення можливості максимального накопичення рослинами органічної речовини в процесі фотосинтезу. Створення таких умов для росту і розвитку рослин, за яких листковий апарат міг би функціонувати з найвищою продуктивністю.

Застосування позакоренових підживлень макро- та мікродобривами позитивно впливало на площу листкової поверхні рослин тритикале озимого. В середньому за 2022–2023 рр. більшою площею листкової

поверхні у фазу колосіння характеризувались рослини Застосування позакоренових підживлень сприяло поступовому підвищенню площі листкової поверхні рослин тритикале озимого.

Оскільки мікродобрива за технологією ДР ГРІН можуть впливати на розмір листків рослин, ми порівняли вплив обробок цими препаратами на динаміку двох сортів озимого тритикале в репродуктивний період їх розвитку. В результаті досліджень відмічено, що облистяність тритикале озимого сортів Божич і Богодарське на ділянках за мінерального живлення (N_{90}) була на рівні 15,75%. Найкращі показники облистяності тритикале озимого були відмічені на ділянках (Фон + обробка насіння + 2 підживлення) сорту Божич – 19,83%, а сорту Богодарське на ділянках (Фон + обробка насіння + 3 підживлення) – 18,95% (табл. 1).

Виявлено, що рослини тритикале озимого сорту Богодарське та Божич у фазі повного колосіння мали площу листя 34,23–46,67 м²/га на мінеральному фоні живлення (N_{90}). На ділянках на мінеральному фоні живлення ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) площі листя сортів тритикале озимого збільшилась і становила 39,08–47,22 м²/га. Додаткове проведення передпосівної обробки насіння тритикале та проведення першого позакоренового підживлення практично не вплинули на збільшення площі листя в сорту Божич, а от в сорту Богодарське спостерігалось збільшення площі листя на 3,23 м²/га до показнику 37,46 м²/га. У сорту тритикале озимого Богодарське відмічено збільшення площі листя рослин за другого-третього підживлення на 10,33 м²/га відповідно до 41,44–44,56 м²/га. У сорту Божич за другого-третього підживлення показники площі листя більші на 3,42 м²/га до фону (N_{90}), але майже однакові між собою і становили 50,09–49,48 м²/га (табл. 1).

Таким чином, внесення мінеральних добрив та позакоренове підживлення мікродобривами суттєво впливають на показники площі листя тритикале озимого, а в подальшому сприяють підвищенню врожайності та якості зерна тритикале.

Таблиця 1

Площа листя тритикале озимого залежно від удобрення та позакоренового підживлення, (середнє 2022–2023 рр.)

Сорт	Удобрення	Облистяність, %	Площа листя, тис м ² /га
Божич	Контроль (без добрив)	12,74	31,06
	$N_{52}S_{65}$ (Фон)	15,75	46,67
	$N_{12}P_{36}K_{36}S_{13,5}$ + Фон	15,69	47,22
	Фон + обробка насіння	16,98	46,08
	Фон + обробка насіння + перше підживлення	17,39	44,90
	Фон + обробка насіння + два підживлення	19,83	50,09
	Фон + обробка насіння + три підживлення	17,27	49,48
Богодарське	Контроль (без добрив)	11,32	30,29
	$N_{52}S_{65}$ (Фон)	16,09	34,23
	$N_{12}P_{36}K_{36}S_{13,5}$ + Фон	15,00	39,08
	Фон + обробка насіння	17,35	37,46
	Фон + обробка насіння + перше підживлення	16,00	36,98
	Фон + обробка насіння + два підживлення	18,18	41,44
	Фон + обробка насіння + три підживлення	18,95	44,56

Висновки. Встановлено, що на сірих лісових ґрунтах мінеральні добрива та мікродобрива позитивно впливали на формування облистяності та площу листя тритикале озиме. Найбільша площа листової поверхні (29,42 тис. м²/га) сформувалася у фазу прапорцевого листка за використання мінерального живлення (P₃₆K₃₆+N₉₀) не значно збільшило площу листя у сорті Божич на 1,2% по відношенню до фону. А от в сорті Богодарське спостерігалось значне збільшення площі листя на 14% до фону що говорить про те, що сорт більш інтенсивний.

Дві позакореневі обробки по технології ДР ГРІН у сорті Божич збільшили показники площі листя на 7,3%, а в сорті Богодарське на 21% по відношенню до фону. Третя позакоренева обробка в сорті Божич була більша на 6% до фону, а от в сорті Богодарське збільшення площі листя було максимальним 30% до фону.

Попередньо виявлено, що застосування технології ДР ГРІН для позакореневого підживлення за основними фазами росту і розвитку спрямовано на збільшення площі листя рослини озимого тритикале при другому та третьому обробітку. А ось додаткове проведення передпосівної обробки насіння та проведення першого позакореневого підживлення є мало ефективним для впливу на збільшення листової поверхні та площі листя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державна служба статистики України. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах. Архів 2022. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvXu.htm (дата звернення 25.07.2024 р.).
2. Habtamu A., Tadele T. K., Twain J. B., XueFeng M. Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States. *Front Plant Sci.* 2018. № 9. P. 1130. DOI : 10.3389/fpls.2018.01130
3. Левченко О. С., Голик Л. М., Штакал М. І., Березовський О. В. Створення сортів тритикале озимого різного цільового призначення. *Вісник аграрної науки.* 2023. № 12 (849). С. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-08>
4. Савчук О. І., Мельничук А. О., Дребот О. В. Вплив системи удобрення на продуктивність тритикале озимого (*Triticosecale witt.*) в умовах осушеного дерново-підзолистого ґрунту Полісся. *Зернові культури.* Том 6. № 1. 2022. С. 116–123. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0214>
5. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Ковальчук О. І. Сортівні ресурси, як фактор збільшення об'ємів виробництва високоякісного насіння тритикале озимого. *Збалансоване природокористування.* 2017. № 4. С. 53–58.
6. Пірич А. В., Федоренко М. В., Федоренко І. В., Кузьменко Є. А., Близняк Р. М. Адаптивний потенціал селекційних ліній тритикале озимого (*×Triticosecale Wittmack*) в умовах Лісостепу України. *Зернові культури.* 2023. Том 7. № 1 С. 28–36. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0255>
7. Єгупова Т. В., Романюк П. В. Сучасні технології вирощування тритикале озимого в Правобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки.* 2020. № 7 (808). С. 31–37. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-04>.
8. Юла В. М. Адаптивні технології вирощування зернових культур в Лісостепу. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів; за ред. В. Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2013. С. 255–267.
9. Hyrka, A. D., Tkalich, I. D., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V., Iliencko, O. V., & Mamiedova, E. I. The spring barley yield and grain quality formation in dependence of growth regulators and fertilizers use. *Grain Crops.* 2017. 1(1). С. 59–65.
10. Ювчик Н. О. Фотосинтетична діяльність пшениці озимої залежно від удобрення та вапнування на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся. *Зернові культури.* Том 7. № 1. 2023. С. 184–189. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0275>
11. Білітюк А. П. Ріст і розвиток рослин тритикале залежно від впливу мінеральних добрив. *Вісник аграрних наук.* 2002. № 8. С. 23–27.
12. Свідерко М. Є., Шувар А. М., Беген Л. Л. Ефективність позакореневого підживлення тритикале озимого. *Агротехнічні основи підвищення ефективності виробництва зерна тритикале у різних зонах України* : матеріали наук.-прак. конф., 16–17 черв. 2010 р. Рокині : 2010. С. 119–124.
13. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Вміст білка і клейковини у зерні тритикале озимого за використання біологічно активних речовин. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2013. Вип. 82. С. 14–18.
14. Адамень Ф. Ф., Радченко Л. А, Женченко К. Г. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин пшениці різних біотипів. *Вісник аграрної науки.* № 6. (698). 2011. С. 16–20.
15. Шейко Д.В. Фотосинтетичний потенціал сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. *Аграрні інновації.* 2023. № 19. С. 115-119. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.18>
16. Солодушко М. М., Безсусідня Ю. В. Фотосинтетична діяльність рослин жита озимого (*Secale cereale L.*) залежно від умов вирощування в Північному Степу України. *Зернові культури.* 2023. Том 7. № 1. С. 138-145. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0269>

REFERENCES:

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny. (2022). Ploshchi, valovi zbory ta urozhaynist silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy ta po rehionakh. Arkhiv. [State Statistics Service of Ukraine. Areas, gross harvests, and yields of agricultural crops by their types and regions]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvXu.htm. (data zvernennia 25.07.2024 r.). [in Ukrainian].
2. Habtamu, A., Tadele, T.K., Twain, J.B., XueFeng, M. (2018). Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States: *Front Plant Sci.* 9. R. 1130. DOI: 10.3389/fpls.2018.01130
3. Levchenko, O.S., Holyk, L.M., Shtakal, M.I., Berезovskyy, O.V. (2023). Stvorennia sortiv trytykale

- ozymoho riznogo tsilovoho pryznachennia: Visnyk ahraryoi nauky. [Creation of winter triticale varieties for different purposes.]. 12 (849). 58–63. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-08>
4. Savchuk, O. I., Melnychuk, A. O., Drebot, O. V. (2022). Vplyv systemy udobrennia na produktyvnist trytykale ozymoho (Triticosecale witt.) v umovakh osushvanoho dernovo-pidzolistoho gruntu Polissia: Zernovi kultury. [The impact of fertilization systems on the productivity of winter triticale (Triticosecale Witt.) under conditions of drained sod-podzolic soil in the Polissya region]. Zhytomyr: 6, 1, 116–123. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0214>
 5. Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., Kovalchuk, O. I. (2017). Sortovi resursy, yak faktor zbilshennia obiemiv vyrobnytstva vysokoiakisnoho nasinnia trytykale ozymoho: Zbalansovane pryrodokorystuvannya. [Varietal resources as a factor in increasing the volume of high-quality winter triticale seed production]. 4, 53–58. [in Ukrainian].
 6. Pirysh, A.V., Fedorenko, M.V., Fedorenko, I.V., Kuzmenko, Ye.A., Blyznyiuk, R.M. (2023). Adaptivnyi potentsial selektsiinykh liniy trytykale ozymoho (×Triticosecale Wittmack) v umovakh Lisostepu Ukrainy: Zernovi kultury. [Adaptive potential of winter triticale (×Triticosecale Wittmack) breeding lines under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine]. 7, 1, 28–36. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0255>
 7. Yehupova, T.V., Romanyuk, P.V. (2020). Suchasni tekhnologii vyroshchuvannia trytykale ozymoho v Pravoberezhnomu Lisostepu: Visnyk ahraryoi nauky. [Modern technologies for growing winter triticale in the Right-Bank Forest-Steppe]. 7, 808, 31–37. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-04>
 8. Yula, V.M., za red. Kaminskoho, V.F. (2013). Adaptivni tekhnologii vyroshchuvannia zernovykh kultur v Lisostepu. Adaptivni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnologii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannia, zberezhenntia i vidtvorenntia rodiuchosti gruntiv: vydavnyche pidpriemstvo EDELVEIS [Adaptive technologies for growing grain crops in the Forest-Steppe. Adaptive farming systems and modern agricultural technologies – the basis of rational land use, conservation and reproduction of soil fertility], Kyiv. 255–267. [in Ukrainian].
 9. Hyrka, A.D., Tkalych, I.D., Sydorenko, Yu.Ya., Bochevar O.V., Iliencko, O.V., & Mamiedova, E.I. (2017). Formuvannia vrozhaivosti ta yakosti zerna yachmeniu yaroho zalezno vid rehuliatoriv rostu i udobrennia: Zernovi kultury. [The spring barley yield and grain quality formation in dependence of growth regulators and fertilizers use]. Vinnytsia: 1(1), 59–65. [in Ukrainian].
 10. Yuvchik, N. O. (2023). Fotosyntetychna diialnist psheynytsi ozymoi zalezno vid udobrennia ta vapnuvannia na dernovo-pidzolistomu gruntu v umovakh Zakhidnoho Polissia: Zernovi kultury. [Photosynthetic activity of winter wheat depending on fertilization and liming on sod-podzolic soil under the conditions of Western Polissya]. 7, 1, 184–189. [in Ukrainian] DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0275>
 11. Bilyiuk, A.P. (2002). Rist i rozvytok roslyn trytykale zalezno vid vplyvu mineralnykh dobrovy: Visnyk ahrarykh nauk. [Growth and development of triticale plants depending on the influence of mineral fertilizers]. 8, 23–27. [in Ukrainian].
 12. Sviderko, M.Ye., Shuvar, A.M., Behen, L.L. (2010). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia trytykale ozymoho. Ahrotekhnichni osnovy pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva zerna trytykale u riznykh zonakh Ukrainy: materialy nauk.-prak. konf. [Effectiveness of foliar nutrition in winter triticale. Agronomic foundations for increasing the efficiency of triticale grain production in different regions of Ukraine]. 16–17 cherv. 2010 r. Rokyni: [B. v.], 119–124. [in Ukrainian].
 13. Karpenko, V.P., Prytulyak, R.M., Cherneha, A.O. (2013). Vmist bilka i kleikovyiny u zerni trytykale ozymoho za vykorystannia biolohichno aktyvnykh rechovyn: Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. [Protein and gluten content in winter triticale grain with the use of biologically active substances], 82, 14–18. [in Ukrainian].
 14. Adamen, F.F., Radchenko, L.A, Zhenchenko, K.H. (2011). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti roslyn psheynytsi riznykh biotypiv: Visnyk ahraryoi nauky. [Features of photosynthetic activity in wheat plants of different biotypes]. 6, 698, 16–20. [in Ukrainian].
 15. Sheyko, D.V. (2023). Fotosyntetychni potentsial sortiv psheynytsi ozymoi zalezno vid sposobiv zastosuвання biolohichno aktyvnykh preparativ v umovakh Zakhidnoho Lisostepu: Ahraryi innovatsii. [Photosynthetic potential of winter wheat varieties depending on methods of applying biologically active substances under the conditions of the Western Forest-Steppe]. 19, 115-119. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2023.19.18>
 16. Solodushko, M.M., Bezsusidnya, Yu.V. (2023). Fotosyntetychna diialnist roslyn zhyta ozymoho (Secale cereale L.) zalezno vid umov vyroshchuvannia v Pivnichnomu Stepu Ukrainy: Zernovi kultury. [Photosynthetic activity of winter rye plants (Secale cereale L.) depending on growing conditions in the Northern Steppe of Ukraine]. 7, 1, 138-145. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0269>

Сторожук Ю.В. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимого тритикале за обробки по технології ДР ГРІН

Мета досліджень передбачала вивчення впливу мінеральних добрив в тому числі мікродобрив на формування площі листової поверхні за вирощування на сірих лісових ґрунтах Правобережного лісостепу України. **Матеріали та методика досліджень.** В дослідках висівали сорти тритикале озимого Богодарське та Божич. Норма висіву тритикале в одновидових посівах становила 4,0 млн/га схожих насінин. Мінеральні добрива вносили восени у передпосівну культивуацію у вигляді Polifoska 8 – N₂₀ кг/га д.р. (зі співвідношенням елементів N₈P₂₄K₂₄S₉). Обробку насіння мікродобривом Dr Green PRIME проводили перед посівом. Навесні після відновлення вегетації проводили підживлення мінеральним добривом Saletosan 26 + N₉₀ (N₂₆S_{32,5}). Позакоренеve підживлення рослин в такій послідовності: Dr Green Старт+Dr Green Зернові – ВВСН код 30 (початок виходу в трубку); Dr Green Енергія+Dr Green Зернові – ВВСН код 37 (вихід в трубку); Dr Green Якість+Dr Green Зернові – ВВСН код 59 (перед цвітінням). Схема досліду включала: контроль (без добрив); N₅₂S₆₅ (фон) – весняне підживлення; N₁₂P₃₆K₃₆S_{13,5} + Фон;

Фон + обробка насіння; Фон + обробка насіння + перше підживлення; Фон + обробка насіння + два підживлення; Фон + обробка насіння + три підживлення. **Результати досліджень.** Обробка рослин мікроелементним комплексом ДР ГРІН позитивно впливала на листовий індекс посівів обох сортів тритикале озимого в окремі фази вегетації. За дії обробок збільшувались маса сухої речовини надземної частини рослин на одиницю площі посіву у фазі прапорцевого листка та молочно-воскової стиглості, чиста продуктивність фотосинтезу протягом періоду прапорцевого листка молочно-воскова стиглість зерна, активність антиоксидантних ферментів хлоропластів порівняно з відповідними показниками рослин контрольних варіантів. Збільшення добового продукування біомаси одиницею листової поверхні посіву підтвердило, що обробка рослин озимого тритикале мікродобривом ДР ГРІН сприяла підвищенню активності їх фотосинтетичного апарату. Доведено, що зростання зернової продуктивності зумовлене оптимізацією площі асиміляційної поверхні на початку репродуктивного періоду та вищою активністю фотосинтетичного апарату озимого тритикале в період наливання зерна. В результаті досліджень відмічено, що облистяність тритикале озимого сортів Божич і Богодарське на ділянках за мінерального живлення (N_{90}) була на рівні 15,75%. Найкращі показники облистяності тритикале озимого були відмічені на ділянках (Фон + обробка насіння + 2 підживлення) сорту Божич – 19,83%, а сорту Богодарське на ділянках (Фон + обробка насіння + 3 підживлення) – 18,95%. У сорту тритикале озимого Богодарське відмічено збільшення площі листя рослин за другого-третього підживлення на 10,33 м²/га відповідно до 41,44-44,56 м²/га. У сорту Божич за другого-третього підживлення показники площі листя більші на 3,42 м²/га до фону (N_{90}), але майже однакові між собою і становили 50,09-49,48 м²/га.

Висновки. Встановлено, що на сірих лісових ґрунтах мінеральні добрива та мікродобрива позитивно впливали на формування облистяності та площу листя тритикале озиме. Найбільша площа листової поверхні (29,42 тис. м²/га) сформувалася у фазу прапорцевого листка за використання мінерального живлення ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) не значно збільшило площу листя у сорті Божич на 1,2% по відношенню до фону. А от в сорті Богодарське спостерігалось значне збільшення площі листя на 14% до фону що говорить про те, що сорт більш інтенсивний. Дві позакореневі обробки по технології ДР ГРІН у сорті Божич збільшили показники площі листя на 7,3%, а в сорті Богодарське на 21% по відношенню до фону. Третя позакоренева обробка в сорті Божич була більша на 6% до фону, а от в сорті Богодарське збільшення площі листя було максимальним 30% до фону.

Ключові слова: агроценоз, тритикале, мінеральні добрива, позакореневе обприскування, облистяність, площа листя.

Storozhuk Yu.V. Photosynthetic apparatus activity and productivity of winter triticale under treatment with DR GRIN technology

The purpose of the research was to study the effect of mineral fertilizers, including microfertilizers, on the formation of leaf area when grown on gray forest soils of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Materials and methods of research. In the experiments, winter triticale varieties Bogodarske and Bozhych were sown. The seeding rate of triticale in single-species crops was 4.0 million/ha

of germinating seeds. Mineral fertilizers were applied in the fall in the pre-sowing cultivation in the form of Polifoska 8 – N_{20} kg/ha d.p. (with a ratio of elements $N_8P_{24}K_{24}S_9$). Seeds were treated with Dr Green PRIME microfertilizer before sowing. In the spring, after the vegetation recovery, fertilizing with Saletrosan 26 + N_{90} ($N_{26}S_{32.5}$) mineral fertilizer was carried out. Foliar fertilization of plants in the following sequence: Dr Green Start+Dr Green Cereals – BBCH code 30 (beginning of the tube); Dr Green Energy+Dr Green Cereals – BBCH code 37 (tube); Dr Green Quality+Dr Green Cereals – BBCH code 59 (before flowering). The scheme of the experiment included: control (no fertilizers); $N_{52}S_{65}$ (background) – spring fertilization; $N_{12}P_{36}K_{36}S_{13.5}$ + Background; Background + seed treatment; Background + seed treatment + first fertilization; Background + seed treatment + two fertilizations; Background + seed treatment + three fertilizations. **Research results.** The treatment of plants with the microelement complex DR GRIN had a positive effect on the leaf index of both varieties of winter triticale in certain phases of vegetation. Under the influence of treatments, the weight of dry matter of the aerial part of plants per unit area of sowing increased in the phase of flag leaf and milk-wax ripeness, net productivity of photosynthesis during the period of flag leaf and milk-wax ripeness of grain, activity of antioxidant enzymes of chloroplasts compared to the corresponding indicators of plants of control variants. The increase in daily biomass production per unit of leaf surface of the crop confirmed that the treatment of winter triticale plants with DR GRIN microfertilizer contributed to the increase in the activity of their photosynthetic apparatus. It was proved that the increase in grain productivity was due to the optimization of the assimilation surface area at the beginning of the reproductive period and the higher activity of the photosynthetic apparatus of winter triticale during grain filling. As a result of the research, it was noted that the leaf area of winter triticale of Bozhych and Bogodarske varieties in the plots with mineral nutrition (N_{90}) was at the level of 15.75%. The best indicators of winter triticale foliage were noted in the plots (Background + seed treatment + 2 fertilizers) of Bozhych variety – 19.83%, and Bogodarske variety in the plots (Background + seed treatment + 3 fertilizers) – 18.95%. In the winter triticale variety Bogodarske, an increase in the leaf area of plants with the second or third fertilization by 10.33 м²/ha was noted, respectively, to 41.44-44.56 м²/ha. In the variety Bozhych, at the second or third fertilization, the leaf area was 3.42 м²/ha higher than in the background (N_{90}), but almost the same and amounted to 50.09-49.48 м²/ha.

Conclusions. It was found that on gray forest soils mineral fertilizers and micronutrient fertilizers had a positive effect on the formation of foliage and leaf area of winter triticale. The largest leaf surface area (29.42 thousand м²/ha) was formed in the flag leaf phase when using mineral nutrition ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) did not significantly increase the leaf area in the Bozhych variety by 1.2% compared to the background. But in Bogodarske variety there was a significant increase in leaf area by 14% compared to the background, which indicates that the variety is more intensive. Two foliar treatments using DR GRIN technology in Bozhych increased the leaf area by 7.3%, and in Bogodarske by 21% compared to the background. The third foliar treatment in the Bozhych variety was 6% higher than in the background, but in the Bogodarske variety the increase in leaf area was 30% higher than in the background.

Key words: agroecology, triticale, mineral fertilizers, foliar spraying, leaf area, leaf area.