

УДК 581.1:581.132.1

АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ОБРОБКИ ХЕЛАТОВАНИМ МІКРОДОБРИВОМ І СТИМУЛЯТОРОМ РОСТУ

О.Г. СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО¹, Г.О. ПРЯДКІНА¹, О.С. КАПІТАНСЬКА^{1, 2}

¹Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

²Український державний науково-дослідний інститут нанобіотехнологій та ресурсозбереження
03150 Київ, вул. Малевича, 84
e-mail: monitor@ifrg.kiev.ua

На рослинах двох сортів озимої пшениці Фаворитка і Смуглянка, вирощених в умовах дрібноділянкового досліду й оброблених хелатованим мікродобривом аватар і стимулятором росту енерген, вивчали: динаміку листового індексу посівів, масу сухої речовини надземної частини рослин, чисту продуктивність фотосинтезу, активність антиоксидантних ферментів хлоропластів прапорцевих листків у період колосіння—молочно-воскова стиглість, зернову продуктивність рослин. Встановлено, що обробка рослин мікроелементним комплексом позитивно впливала на листовий індекс посівів обох сортів в окремі фази вегетації, а обробка стимулятором росту — лише на індекс сорту Смуглянка. За дії обробок збільшувались маса сухої речовини надземної частини рослин на одиницю площі посіву у фазі молочної та молочно-воскової стиглості, чиста продуктивність фотосинтезу протягом періоду молочно—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 озимої пшениці стимулятором росту і мікродобривом 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 озимої пшениці в період наливання зерна.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., листовий індекс, чиста продуктивність фотосинтезу, супероксиддисмутаза, аскорбатпероксидаза, зернова продуктивність.

Зростання продуктивності посівів сільськогосподарських культур пов'язують із підвищенням активності та ефективності роботи асиміляційного апарату рослин. Останнім часом інтенсивно вивчають питання взаємозв'язку зернової продуктивності зі структурною організацією, ефективністю роботи й механізмами захисту (зокрема, антиоксидантними ферментами хлоропластів) фотосинтетичного апарату як на рівні первинних процесів фотосинтезу [3, 4, 18, 20], так і на рівні ценозу [6, 9, 13, 19]. Згідно з результатами досліджень, у сучасних сортах пшениці, які урожайніші за сорти попередньої селекції, ефективність роботи асиміляційного апарату також вища, тобто

однією з можливостей підвищення продуктивності є селекційне поліпшення генетичного потенціалу сортів.

Ще одним шляхом досягнення такого ефекту може бути розробка інноваційних технологій вирощування рослин у посівах. Важливу роль у цьому відведено новим препаратам: мікроелементним, бактеріальним добривам, рістстимулювальним комплексам тощо [1, 5]. Зокрема, біогенні метали можуть брати участь в окисно-відновних процесах, фотосинтезі, азотному й вуглеводному обміні, входять до складу активних центрів ферментів і вітамінів, підвищують стійкість рослин до хвороб, несприятливих умов зовнішнього середовища, подовжують тривалість життя рослин, здатні ініціювати низку метаболічних процесів, сприяти мобілізації резервів потенціалу продуктивності.

До складу створеного в Україні мікроелементного препарату аватар входять такі важливі мікроелементи, як цинк, магній, мідь, манган, залізо, кобальт, молібден (ТУ У 24.1-37033728-001:2010) [8]. Використання органічних кислот як лігандів поліпшує доступність мікроелементів для рослин, оскільки ці кислоти є природними метаболітами рослинних клітин. Для підтримання екологічної безпеки сталого розвитку рослинництва велике значення має впровадження в сільськогосподарське виробництво регуляторів росту, отриманих із природної сировини. Препарат енерген (Energen) виробництва ТОВ ЕГТ Систем (Чехія) виготовлений з органічної природної сировини, містить екстракти водоростей, біологічно активні речовини, гумінові й фульвокислоти, інші компоненти.

У зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення впливу обробки рослин озимої пшениці стимулятором росту енерген і хелатованим мікродобривом аватар на стан фотосинтетичного апарату, активність антиоксидантних ферментів хлоропластів та її врожайність.

Методика

Об'єктами досліджень слугували сорти озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) Фаворитка і Смуглянка. Рослини вирощували в умовах дрібноділянкового досліду, площа облікової ділянки становила 1,9 м². Протягом вегетаційного періоду було внесено по 125 кг/га (за діючою речовиною) азоту, фосфору й калію. Перший дослідний варіант обробляли комплексом препаратів енерген. Передпосівну обробку насіння та обприскування у фазу кушіння здійснювали препаратом Energen Fulhum Plus у дозі 0,5 л/га, у фазу кінець виходу в трубку — препаратом Energen Cleanstorm у такій же дозі. Другий дослідний варіант обприскували хелатованим мікродобривом аватар, лігандом мікроелементів в якому була лимонна кислота, двічі: у фазу виходу в трубку та на початку колосіння дозами 2 л/га. Рослини контрольного варіанта обприскували відстояною водопровідною водою. Кількість пагонів, відібраних для аналізів, у пробі становила 20 шт. — по п'ять у кожній із чотирьох повторностей. Визначення проводили у фази колосіння, цвітіння, молочної та молочно-воскової стиглості. Датою настання фенологічної фази вважали день, коли її спостерігали у 75 % головних пагонів рослин. Площу асиміляційної поверхні визначали методом висічок, накопичення сухої речовини в надземній частині рослин — ваговим методом [2]. Листковий індекс (ЛІ) посівів обчислювали як добуток площі листків пагонів на їх кількість на одиниці площі ділянки [7]. Активність фотосинтетичного апарату оціню-

вали за чистою продуктивністю фотосинтезу [17], яку розраховували як відношення приросту сухої речовини надземної біомаси з одиниці площі посіву за певний період вегетації до середньої за цей самий період площі листкової поверхні [2].

Активність антиоксидантних ферментів визначали у хлоропластах прапорцевих листків. Хлоропласти виділяли механічним способом за температури 0—4 °С. Середню наважку (2 г) прапорцевих листків гомогенізували в семиразовому об'ємі буферного розчину такого складу: 0,33 М сорбітол, 5 мМ MgCl₂, 0,1 % БСА, 4 мМ аскорбінова кислота, 50 мМ *трис*-HCl (рН 7,5). Гомогенат фільтрували крізь 2 шари капронової тканини й центрифугували на центрифугі К-24 D за 80 g і температури 0—4 °С протягом 5 хв для осадження важких часточок. Надосадову рідину зливали в інші попередньо охолоджені центрифужні пробірки й центрифугували за 2000 g протягом 10 хв для отримання фракції хлоропластів. Осад хлоропластів ресуспендували в ізотонічному середовищі з 4 мМ аскорбінової кислоти, 50 мМ *трис*-HCl (рН 7,5) об'ємом 2 мл і в подальшому використовували для визначення активності супероксиддисмутази (СОД) та аскорбатпероксидази (АПО) в хлоропластах.

Активність СОД вимірювали за допомогою нітротетразолієвого блакитного за довжини хвилі 560 нм [15], активність АПО — в ультрафіолетовій ділянці спектра за 290 нм методом Чена й Асади [12]. Аналітична повторність дослідів — триразова. Вміст хлорофілу в суспензії хлоропластів визначали методом Арнона [10], у прапорцевих листках — методом [16]. Результати оброблено статистично. На рисунках наведено усереднені значення та їх стандартні похибки.

Результати та обговорення

Біологічна продуктивність посівів залежить від здатності їх фотосинтетичного апарату поглинати сонячну радіацію і перетворювати її на хімічну енергію для подальшого використання в метаболічних процесах. Кількість поглиненої посівами сільськогосподарських культур фотосинтетично активної радіації (ФАР) великою мірою визначається розміром асиміляційного апарату рослин. Важливою його характеристикою є листковий індекс, тобто площа зелених листків рослин на одиниці площі підстильного ґрунту.

Оскільки як стимулятори росту, так і мікродобрива можуть впливати на розмір листків рослин, ми порівняли вплив обробок цими препаратами на динаміку ЛІ двох сортів озимої пшениці в репродуктивний період їх розвитку. Для всіх варіантів він характеризувався одновершинною кривою з початковим збільшенням значень від 2,4—3,2 у фазу колосіння до 3,2—4,0 м²/м² у фазу цвітіння для сорту Фаворитка й відповідно від 1,8—2,2 до 2,4—3,0 м²/м² для сорту Смуглянка та з подальшим їх зменшенням до фази молочно-воскової стиглості до 1,1—1,9 для сорту Фаворитка і 0,6—1,0 для сорту Смуглянка (рис. 1). ЛІ посіву сорту Фаворитка з обробкою рослин мікроелементним комплексом істотно перевищував відповідні його значення контрольного варіанта протягом досліджуваного періоду (на 10—30 %), а з обробкою комплексом енерген — різниця з контролем була недостовірною, у фазу МВС — навіть із меншими значеннями, ніж у контролі. ЛІ посіву сорту Смуглянка у варіанті з обробкою рослин мікроелементним комплексом був вірогідно більшим за відповідні значення контрольного варіанта у фазі

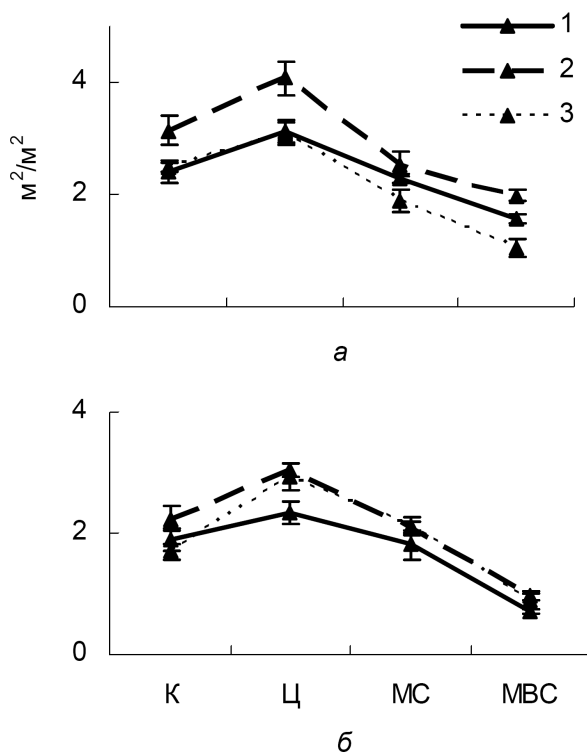


Рис. 1. Вплив обробки рослин озимої пшениці сортів Фаворитка (а) і Смуглянка (б) препаратами аватар та енерген на листковий індекс посівів (m^2/m^2). Тут і на рис. 2, 4, 5:

1 — контрольні варіанти; 2 — варіанти обробки рослин мікродобрином; 3 — варіанти обробки рослин регулятором росту; фази розвитку: К — колосіння; Ц — цвітіння; МС — молочна стиглість; МВС — молочно-воскова стиглість

ми контрольного варіанта, починаючи з фази цвітіння (на 26–35 %), за обробки препаратом енерген — з фази молочної стиглості (на 31–36 %).

Збільшення ЛІ у фази колосіння і цвітіння у варіанті з обробкою рослин препаратом аватар (сорт Фаворитка) та у фазу цвітіння з обробкою препаратами аватар і енерген (сорт Смуглянка) порівняно з відповідними контрольними значеннями сприяло наростанню маси сухої речовини в надземній частині рослин на одиниці площі в період наливання зерна (див. рис. 2). Утворення більшої кількості метаболітів і структурних речовин у цей період може бути пов'язане зі збільшенням поглиненої фотосинтетичним апаратом сонячної енергії на початку репродуктивного періоду. Це підтверджує також ріст чистої продуктивності фотосинтезу в період наливання зерна (рис. 3). Чиста продуктивність фотосинтезу дослідних варіантів обох сортів озимої пшениці протягом періоду від молочної до молочно-воскової стиглості на 68–70 % перевищувала відповідні значення контрольних варіантів за обробки мікродобрином і на 20–66 % — за дії регулятора росту. Збільшення кількості біомаси, продукуюваної за добу одиницею листової поверхні посіву, може свідчити про збереження вищої активності фотосинтетичного апарату впродовж періоду наливання зерна за дії обробок.

цвітіння й молочно-воскової стиглості (МВС) (відповідно на 15 і 37 %), а з обробкою препаратом енерген — лише у фазу цвітіння (на 25 %).

Маса сухої речовини надземної частини рослин протягом періоду від колосіння до молочно-воскової стиглості поступово збільшувалась в усіх варіантах дослідження (рис. 2). Як і ЛІ, вона перевищувала відповідні значення контрольного варіанта в посіві сорту Фаворитка за обробки рослин мікроеlementним комплексом протягом усього досліджуваного періоду (на 20–40 %), а за обробки препаратом енерген — різниця з контролем була невірною. Обробка рослин сорту Смуглянка мікроеlementним комплексом вірогідно збільшувала масу сухої речовини порівняно з відповідними значеннями

Відомо, що в цей період (фази молочної та молочно-воскової стиглості) відбувається поступове старіння листків, сповільнюється асиміляція CO_2 через деградацію ферментних білків і реутилізацію азотовмісних сполук у зерно, яке наливається. Внаслідок цього зменшується споживання НАДФН у циклі Кальвіна, що, у свою чергу, призводить до надвідновлення електронтранспортного ланцюга й утворення у хлоропластах активних форм кисню (АФК), які ушкоджують фотосинтетичні мембрани [11]. Одними з агентів захисту фотосинтетичного апарату є антиоксидантні ферменти хлоропластів – супероксиддисмутаза (СОД) та аскорбатпероксидаза (АПО), які знешкоджують АФК [14]. Встановлено, що обробка рослин пшениці аватаром і енергеном істотно вплинула на активність антиоксидантних ферментів хлоропластів прапорцевих листків. У фазу цвітіння активність СОД хлоропластів у оброблених рослин обох сортів зростала на 12–30 % порівняно з контрольними варіантами (рис. 4). У фазу молочної стиглості активність СОД хлоропластів рослин сорту Фаворитка, оброблених аватаром, збільшувалась на 45 %, сорту Смуглянка

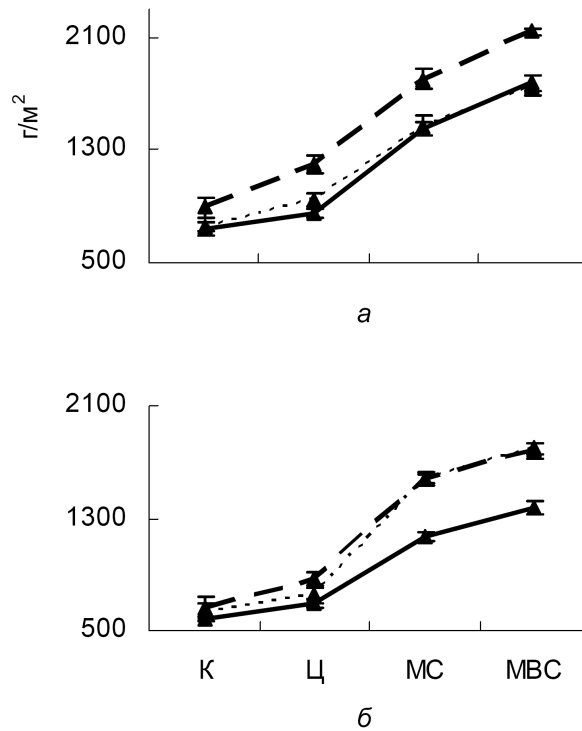


Рис. 2. Вплив обробки рослин препаратами аватар та енерген на динаміку маси сухої речовини у надземній частині рослин ($\text{г}/\text{м}^2$) у репродуктивний період розвитку озимої пшениці сортів Фаворитка (а) і Смуглянка (б)

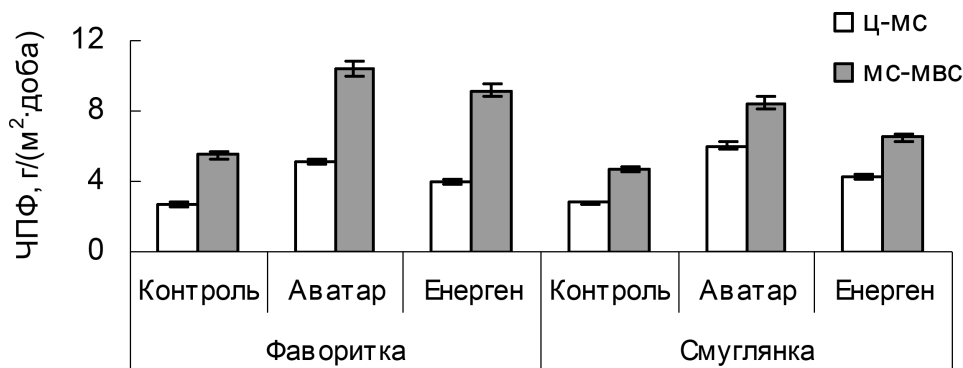


Рис. 3. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) сортів озимої пшениці Фаворитка й Смуглянка в окремі періоди вегетації залежно від обробки рослин препаратами аватар та енерген

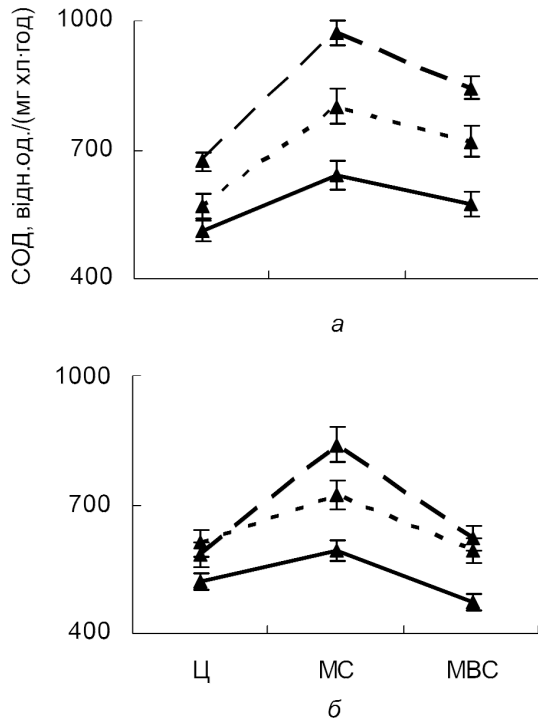


Рис. 4. Активність супероксиддисмутази хлоропластів прапорцевих листків озимої пшениці сортів Фаворитка (а) і Смуглянка (б) за обробки препаратами аватар та енерген

АПО збільшувалась на 20 % порівняно з контрольним варіантом, у решти варіантів істотних змін не виявлено. У фазу молочної стиглості активність АПО хлоропластів значно збільшувалась порівняно з фазою цвітіння: у сорту Фаворитка, обробленого енергеном — на 31, аватаром — на 60 %, у сорту Смуглянка — відповідно на 46 та 11 %. У фазу молочно-воскової стиглості активність АПО знижувалась у рослин усіх варіантів на 25—35 %.

ка — на 20 %. Обробка рослин регулятором росту енерген також сприяла зростанню активності СОД хлоропластів у прапорцевих листках: у сорту Фаворитка — на 40 %, у сорту Смуглянка — на 45 % у цю ж фазу. У контрольних варіантах обох сортів у фазу молочної стиглості активність ферменту теж підвищувалась.

У подальшому активність ферменту знижувалась. В оброблених енергеном та аватаром рослин сорту Фаворитка та оброблених аватаром рослин сорту Смуглянка це зниження було меншим, ніж у контрольних варіантах.

Активність АПО хлоропластів прапорцевих листків пшениці після обробки рослин препаратами також зростала (рис. 5). У фазу цвітіння у варіанті обробки рослин сорту Смуглянка аватаром активність

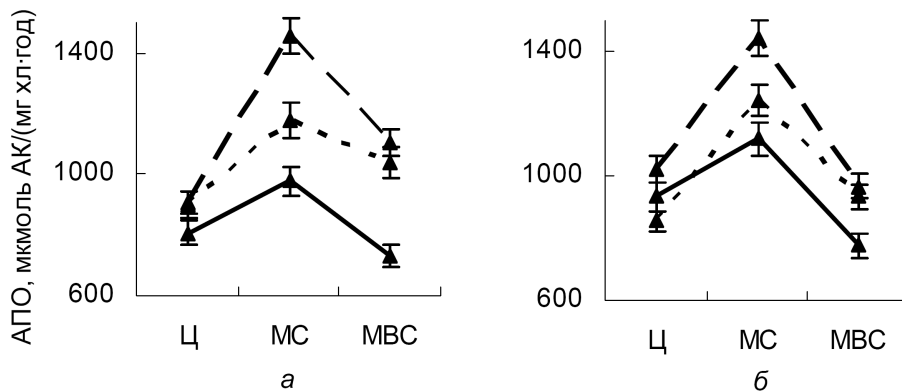


Рис. 5. Активність АПО хлоропластів прапорцевих листків озимої пшениці сортів Фаворитка (а) і Смуглянка (б) за обробки препаратами аватар та енерген (АК — аскорбінова кислота)

АКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

Урожай та елементи його структури озимої пшениці сортів Фаворитка і Смуглянка за обробки рослин хелатованим мікродобривом і стимулятором росту

Сорт пшениці	Варіант	Маса 1000 зернин, г	Кількість зерен з колоса	$K_{\text{госп}}$	Густота рослин, шт/м ²	Урожай, г/м ²
Фаворитка	Контроль	46,7±1,2	39±1	0,51±0,02	318±23	658±25
	Аватар	45,4±1,2	38±1	0,51±0,01	397±6	802±18*
	Енерген	44,3±1,1	37±1	0,49±0,02	375±22	707±28
Смуглянка	Контроль	49,0±0,8	34±1	0,51±0,03	301±16	555±25
	Аватар	47,0±1,0	33±2	0,48±0,02	390±16	669±45*
	Енерген	46,0±1,2	35±1	0,49±0,01	364±12	646±35*

*Різниця з контролем достовірна за $P \geq 95$.

Отже, підвищення активності антиоксидантних ферментів рослин у період наливання зерна, коли інтенсивність фотосинтезу знижується, свідчить про інтенсифікацію захисних реакцій фотосинтетичного апарату на окиснювальний стрес [4]. У зв'язку з цим збільшення активності СОД і АПО хлоропластів у фазі молочної і молочно-воскової стиглості порівняно з фазою цвітіння сприяє тривалішому збереженню фотосинтетичної активності рослин і підвищенню врожайності пшениці. Варто зазначити, що в рослин пшениці, оброблених аватаром та енергеном, активність антиоксидантних ферментів зростала більше, ніж у необроблених.

Вплив обробки рослин зазначеними препаратами на врожай досліджуваних сортів пшениці був неоднаковий: для сорту Фаворитка його істотно збільшення спостерігали у варіанті з обробкою аватаром, для сорту Смуглянка — у варіантах з обробкою як аватаром, так і енергеном (таблиця). Водночас за масою 1000 зернин, кількістю зерен з колоса та $K_{\text{госп}}$ вірогідних відмінностей між варіантами не зафіксовано. Основним чинником підвищення врожаю за дії препаратів було збільшення кількості продуктивних пагонів на одиницю площі посіву (див. таблицю).

Згідно з результатами досліджень, обробка рослин озимої пшениці стимулятором росту енерген та хелатованим мікродобривом аватар впливає на активність фотосинтетичного апарату, сприяє підвищенню активності антиоксидантних ферментів хлоропластів упродовж періоду наливання зерна. Цим, на нашу думку, зумовлене збільшення кількості біомаси, яку продукує за добу одиниця листової поверхні посіву, порівняно з відповідними контрольними варіантами. Виявлено сортову специфічність дії обох препаратів: у сорту Фаворитка зернова продуктивність зростає лише за дії мікродобрива, у сорту Смуглянка — і мікродобрива, і стимулятора росту. Отже, оптимізація площі асиміляційної поверхні, вища активність фотосинтетичного апарату та більше зростання активності ферментів антиоксидантного захисту хлоропластів на пізніх етапах онтогенезу в оброблених рослин озимої пшениці зумовили їх вищу зернову продуктивність.

1. Власюк П.А., Жидков В.А., Івченко В.І. и др. Участие микроэлементов в обмене веществ растений: Биологическая роль микроэлементов. — М.: Наука, 1983. — 38 с.
2. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. — Киев: Наук. думка, 1973. — 591 с.

3. Кершанская О.И. Концепция оптимального фотосинтетического типа растения пшеницы в оптимизации селекционного процесса // Вестн. Башк. ун-та. — 2001. — № 2 (I). — С. 39—41.
4. Киризий Д.А., Соколовская-Сергиенко О.Г., Стасик О.О. Углекислотный газообмен на свету и активность антиоксидантных ферментов хлоропластов флаговых листьев озимой пшеницы // Физиология растений и генетика. — 2014. — 46, № 2. — С. 121—135.
5. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. — К.: Логос, 2009. — 182 с.
6. Моргунов В.В., Киризий Д.А. Перспективи та сучасні стратегії поліпшення фізіологічних ознак пшениці для підвищення продуктивності // Физиология и биохимия культ. растений. — 2012. — 44, № 6. — С. 463—483.
7. Гарчевский И.А., Чиков В.И., Андрианова Ю.Е. и др. Основные методы и некоторые результаты комплексного изучения продукционных процессов у пшеницы // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. — М.: Колос, 1975. — С. 279—289.
8. Патент UA 38391, МПК С06С 51/41. Спосіб отримання карбоксилатів металів / М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко. — Опубл. 12.01.09, Бюл. № 1.
9. Acreche M.M., Slafer G.A. Grain weight, radiation interception and use efficiency as affected by sink-strength in Mediterranean wheats released from 1940—2005 // Field Crops Res. — 2009. — 110, N 2. — P. 98—105.
10. Arnon D.I. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris* // Plant Physiol. — 1949. — 24, N 1. — P. 1—15.
11. Baxter A., Mittler R., Suzuki N. ROS as key players in plant stress signalling // J. Exp. Bot. — 2013. — 65. — P. 1229—1240.
12. Chen G.-X., Asada K. Ascorbate peroxidase in tea leaves: occurrence of two isozymes and the differences in their enzymatic and molecular properties // Plant Cell Physiol. — 1989. — 30, N 7. — P. 987—998.
13. Dodd I.C., Whalley W.R., Ober E.S. et al. Genetic and management approaches to boost UK wheat yields by ameliorating water deficits // J. Exp. Bot. — 2011. — 62. — P. 5241—5248.
14. Foyer C.H., Shigeoka S. Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis // Plant Physiol. — 2011. — 155. — P. 93—100.
15. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutase. Occurrence in higher plants // Plant Physiol. — 1977. — 59, N 2. — P. 309—314.
16. Hiscox J.D., Israelstam R.J. The method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration // Can. J. Bot. — 1979. — 57, N 12. — P. 1332—1334.
17. Long S.P., Zhu X.G., Naidu S.L. et al. Can improvement in photosynthesis increase crop yield? // Plant Crop. Environ. — 2006. — 29, N 3. — P. 315—330.
18. Murchie E.H., Niyogi K.K. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis // Plant Physiol. — 2011. — 155, N 1. — P. 86—92.
19. Murchie E.H., Pinto M., Horton P. Agriculture and the new challenges for photosynthesis research // New Phytol. — 2009. — 181, N 1. — P. 532—552.
20. Wang Z., Fu J., He M. et al. PS II photochemistry and xanthophylls cycle in two super-high-yield rice hybrids Liagyoupeijiu and Huaan 3 during photoinhibition and subsequent restoration // Acta Bot. Sinica. — 2002. — 44. — P. 1297—1302.

Отримано 20.05.2015

**АКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ХЕЛАТИРОВАННЫМ
МИКРОУДОБРЕНИЕМ И СТИМУЛЯТОРОМ РОСТА**

О.Г. Соколовская-Сергиенко¹, Г.А. Прядкина¹, О.С. Капитанская^{1, 2}

¹Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

²Украинский государственный научно-исследовательский институт нанобиотехнологий и ресурсосохранения, Киев

На растениях двух сортов озимой пшеницы Фаворитка и Смуглянка, выращенных в условиях мелколдольного опыта и обработанных хелатированным микроудобрением аватар и стимулятором роста энерген, изучали: динамику листового индекса посевов, массу сухого вещества надземной части растений, чистую продуктивность фотосинтеза, активность антиоксидантных ферментов хлоропластов флаговых листьев в период колошения—молочно-восковой спелости, зерновую продуктивность растений. Установлено, что обработка

растений микроэлементным комплексом положительно влияла на листовой индекс посевов обоих сортов в отдельные фазы вегетации, а обработка стимулятором роста — только на индекс сорта Смуглянка. Под действием обработок увеличивались масса сухого вещества надземной части растений на единицу площади посева в фазы молочной и молочно-восковой спелости, чистая продуктивность фотосинтеза в течение периода молочной—молочно-восковая спелость зерна, активность антиоксидантных ферментов хлоропластов по сравнению с соответствующими показателями растений контрольных вариантов. Увеличение суточного продуцирования биомассы единицей листовой поверхности посева подтвердило, что опрыскивание растений озимой пшеницы стимулятором роста и микроудобрением способствовало повышению активности их фотосинтетического аппарата. Доказано, что рост зерновой продуктивности обусловлен оптимизацией площади ассимиляционной поверхности в начале репродуктивного периода и более высокой активностью фотосинтетического аппарата озимой пшеницы в период налива зерна.

ACTIVITY OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AND PRODUCTIVITY IN WINTER WHEAT TREATED BY CHELATED MICROFERTILIZER AND GROWTH STIMULATOR

O.G. Sokolovska-Sergijenko¹, G.O. Priadkina¹, O.S. Kapitanska^{1, 2}

¹Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

²Ukrainian State Scientific Research Institute of Nanobiotechnologies and Resource Reservation
84 K. Malevich St., Kyiv, 03150, Ukraine

Dynamics of leaves area index, the above-ground dry matter accumulation, net productivity of canopy photosynthesis, and activity of antioxidant enzymes of flag leaves chloroplasts in plants treated by chelated microelement complex avatar and growth stimulator energen were studied in small plot experiments for two winter wheat varieties Favorytka and Smuglyanka during the period earing — milky-wax ripeness. It was found positive effect of treatment by microelement complex on leaves area index at certain phases of growth for both varieties and by stimulator for one of them only. Both treatments increased the above-ground dry matter accumulation at the phases of milk and milk-ripeness, the net productivity of crop photosynthesis during the period of milk — milk-wax ripeness, the activity of antioxidant enzymes of chloroplasts and grain productivity for both varieties. Obtained data suggested that increase in grain productivity of treated plants was due to optimization of the leaf area index during the early reproductive period and higher activity of the photosynthetic apparatus during grain filling.

Key words: *Triticum aestivum* L., leaves area index, net productivity of crop photosynthesis, superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, grain productivity.