

**ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН ЖИТА ОЗИМОГО (*Secale cereale* L.)
ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

М. М. Солодушко, Ю. В. Безсусідня

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Вернадського Володимира, 14,
м. Дніпро, 49009, Україна

Актуальність. Визначення впливу технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну діяльність та рівень зернової продуктивності жита озимого є актуальним. Оскільки проведення цих досліджень дозволяє у більш повній мірі розкрити біологічний потенціал рослин, визначити оптимальні технологічні параметри за яких суттєво підвищується врожайність жита озимого при його вирощуванні в зоні Північного Степу України. **Мета** проведених досліджень полягала у вивченні особливостей фотосинтетичної діяльності рослин сучасних сортів жита озимого залежно від попередників на фоні різних строків сівби та рівня мінерального живлення в ґрунтово-кліматичних умовах Північного Степу. **Матеріали і методи.** Дослідження проводилися впродовж 2018–2021 рр. на базі дослідного господарства «Дніпро» ДУ Інститут зернових культур НААН України. Кількість факторів у досліді – чотири. Сорти жита озимого Пам'ять Худоєрка та Стоір висівалися після соняшнику та ячменю ярого у ранній (5–10 вересня), оптимальний (20–25 вересня) та пізній (5–10 жовтня) строки. **Результати.** Жито озиме, розміщене після ячменю ярого, мало більшу за розмірами площу листків, листковий індекс та вищі значення фотосинтетичного потенціалу, порівняно з варіантами досліді, де ця зернова культура висівалася після соняшнику. При вирощуванні після обох попередників максимальні значення цих показників відмічали у рослин різних сортів за сівби 20–25 вересня за внесення N_{45} по мерзлоталому ґрунті. В середньому за роки досліджень, у фазі колосіння площа листової поверхні рослин у сорту Пам'ять Худоєрка, який вирощувався після стерньового попередника на зазначених ділянках становила 50,4 тис.м²/га, у сорту Стоір – 52,9 тис.м²/га, після соняшнику – 46,6 та 48,5 тис.м²/га відповідно. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу посіву також відмічалися на зазначених варіантах і становили у сортів Пам'ять Худоєрка та Стоір, які вирощувалися після ячменю ярого – 2,59 та 2,76 млн м²-днів/га, а після соняшнику – 2,40 та 2,52 млн м²-днів/га відповідно. За результатами досліджень встановлено, що сівба жита озимого після ячменю ярого і соняшнику в найбільш оптимальні строки, а саме 20–25 вересня, та застосування азоту ранньою весною із розрахунку 45 кг/га д. р., забезпечували формування найвищої врожайності у сорту Стоір, яка складала відповідно до попередника 6,47 і 5,03 т/га. **Висновок.** Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлено, що максимальну площу листової поверхні (52,9 тис.м²/га), листковий індекс (5,3) та фотосинтетичний потенціал (2,76 млн м²-днів/га) формував сорт Стоір за сівби 20–25 вересня після ячменю ярого та проведення підживлення рослин азотом ранньою весною по мерзлоталому ґрунті із розрахунку 45 кг/га д.р. До речі, за таких умов було одержано і максимальний рівень врожайності у сорту Стоір, який за вирощування після ячменю ярого та соняшнику склав 6,47 та 5,03 т/га відповідно.

Ключові слова: жито озиме, сорт, попередник, строк сівби, фотосинтетична діяльність рослин, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів, урожайність

Вступ. Жито озиме – важлива та перспективна для вирощування в Україні та світі культура. Обумовлено це, насамперед, високою цінністю його зерна, яке широко використовується в якості сировини для хлібопекарської, спиртової, кондитерської, медичної та пивоварної галузей [1, 2].

Фотосинтетична діяльність рослин є однією з найголовніших складових біохіміч-

ного процесу формування вегетативних та генеративних органів жита озимого, визначає продуктивність культури і може залежати від багатьох чинників. Зокрема, відомо, що інтенсивність фотосинтезу значною мірою зумовлюється сформованою рослиною протягом вегетації площею асиміляційної поверхні листків. При цьому розміри останньої визначаються умовами вирощуван-

Інформація про авторів:

Солодушко Микола Миколайович, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, зав. відділу агробіологічних ресурсів зернових та зернобобових культур, e-mail: solodushko.nv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6329-5227>

Безсусідня Юлія Володимирівна, завідувачка лаб. сертифікації та провайдингу зернових культур, e-mail: sert.prov2021@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4483-2741>

ня [3]. Саме тому розміри сформованої листової поверхні та тривалість її активної діяльності безпосередньо впливають на кількість та інтенсивність накопичення рослинами органічної сухої речовини.

Дослідження широкого спектру сортів жита озимого, внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, показали, що усі вони як вітчизняної, так і закордонної селекції, мають високі показники стійкості до абіотичних чинників. Порівняння цих сортів за продуктивністю та цілим рядом багатьох характеристик в різних ґрунтово-кліматичних зонах України показало різноманітність їх реакції на умови вирощування [4].

Проведені у різних частинах зони Степу дослідження свідчать, що площа асиміляційної поверхні посівів сучасних сортів озимини з метою забезпечення максимальної реалізації продуктивного потенціалу рослин може бути більшою, ніж 50 тис. м²/га [5–7].

При вирощуванні озимих зернових культур у зоні Степу на ріст, розвиток та зернову продуктивність рослин значною мірою впливають попередники, строки сівби та рівень живлення [8, 9].

У дослідках, проведених на Синельниківській СДС ІЗК НААН, посіви жита озимого формували більшу, у порівнянні з іншими озимими зерновими культурами, площу листової поверхні рослин за їх вирощування як по чорному пару, так і після соняшнику [10].

У дослідженнях ІСГ Карпатського регіону посіви жита озимого сформували площу листової поверхні 64,8 тис. м²/га, пшениці озимої – 61,5 тис. м²/га, тритикале озимого – 70,2 тис. м²/га, урожайність культур відповідно становила 5,55–6,32 т/га; 4,88–5,39 т/га та 6,45–6,74 т/га [11].

У зв'язку з цим, метою проведеної наукової роботи було дослідження особливостей фотосинтетичної діяльності та продуктивності рослин жита озимого залежно від попередників, строків сівби та рівня мінерального живлення в ґрунтово-кліматичних умовах Північного Степу.

Матеріал та методи. Досліди заклали в дослідному господарстві „Дніпро” ДУ Інститут зернових культур НААН України у

триразовій повторності, розміщення ділянок послідовне, систематичним методом. Площа елементарної ділянки становила 60 м², облікової – 40 м². Кількість факторів – чотири.

Ґрунт місця проведення досліджень – чорнозем звичайний малогумусний слабоеродований. Вміст гумусу в орному шарі становив 3,1–3,3 %, нітратного азоту – 18,8–29,0 мг/кг, рухомого фосфору – 125–144 мг/кг, обмінного калію – 69–118 мг/кг абсолютно сухого ґрунту (за Чириковим).

Після збирання попередників (ячменю ярого і соняшнику) за допомогою дискових лушпильників або важких дискових борін здійснювали подрібнення та часткову заробку у ґрунт рослинних решток. Досліди були закладені на рекомендованому фоні удобрення (N₆₀P₆₀K₆₀), при цьому мінеральні добрива по обох попередниках вносили під передпосівну культивування.

Сівбу жита озимого проводили сівалкою СН-16 у три строки: ранній (5–10 вересня), оптимальний (20–25 вересня) та пізній (5–10 жовтня). Спосіб сівби – суцільний рядковий, глибина загортання насіння – 5–6 см. Збирали жито озиме методом суцільного обмолоту всієї площі облікової ділянки комбайном Sampo-500 за повної стиглості зерна. Технологія вирощування озимини, крім поставлених на вивчення елементів технології, була загальноприйнятою для північної частини Степу України.

Дослідження і спостереження в дослідках виконували згідно загальноприйнятих методичних рекомендацій [12–14].

Результати та обговорення. Погодні умови в місці проведення польових досліджень протягом 2018–2021 рр. суттєво різнилися між собою та характеризувалися суттєвими відхиленнями окремих показників від середньобаторічних. Так, наприклад, за середньої багаторічної суми опадів, яка складає 514 мм, у 2018/2019 в.р. випало 533,5 мм, у 2019/2020 та 2020/2021 в.р. – 465,4 і 634 мм відповідно.

Мінливість параметрів гідротермічного режиму протягом років досліджень та їх девіація від нормативних показників призвели до створення неоднорідних умов для формування посівами озимини листової поверхні. Її розміри в дослідках визначалися не тільки впливом абіотичних факторів, але

й суттєво залежали від попередників, строків сівби, рівня мінерального живлення та сортових особливостей.

Слід зазначити, що, починаючи з відновлення весняної вегетації до фази колосіння рослин, загальна площа листкового апарату у посівів жита озимого поступово збільшувалась абсолютно на усіх ділянках досліду. Після цього, по мірі дозрівання рослин, відмічалось поступове всихання листків, спочатку нижнього, а потім і верхнього ярусів. У фазі молочно-воскової стиглості зерна площа листкової поверхні посівів озимини була значно меншою, ніж у фазі колосіння. Так, у середньому за роки досліджень, за вирощування озимини після ячменю ярого на варіантах з внесенням азоту N_{45} по мерзлоталому ґрунті ця різниця за раннього строку сівби по сортах Пам'ять Худоєрка та Стоір становила 28,4 і 27,7 %, за оптимального та пізнього строків сівби – 31,9; 35,6 і 28,3; 27,3 % відповідно. У зазначених сортів жита озимого, які висівалися після соняшнику, за вказаного режиму мінерального живлення на варіантах з сівбою 5–10 вересня ця різниця відповідно становила 32,6 та 31,6 %, 20–25 вересня – 35,9 та 38,2 %, 5–10 жовтня – 33,1 та 36,8 %.

Аналогічну закономірність відмічали і на контрольних варіантах досліду, що не включали проведення додаткових азотних підживлень. На ділянках після ячменю ярого площа листкової поверхні у фазі молочно-воскової стиглості жита озимого була нижчою, ніж у фазі колосіння, зокрема, за сівби 5–10 вересня у сорту Пам'ять Худоєрка – на 21,3 %, сорту Стоір – на 22,1 %, за сівби 20–25 вересня – на 31,9 та 35,6 %, 5–10 жовтня – на 28,3 та 27,3 % відповідно. На посівах жита озимого після соняшнику відповідно ця різниця складала: за сівби у першій декаді вересня – 24,8 та 30,3 %, у сортів, що висівалися у оптимальні строки – 31,5 та 34,6 %, у першій декаді жовтня – 26,9 та 29,2 %.

За результатами досліджень було встановлено, що на формування площі листкової поверхні рослин значно впливали не тільки комплекс технологічних заходів, але й окремі елементи агротехніки. Так, створюючи неоднорідні умови вологозабезпечення та поживного режиму рослин, попередники жита озимого значною мірою впливали на

розміри сформованої посівами асиміляційної поверхні. Озими́на, розміщена після ячменю ярого, мала більшу за розмірами площу листків рослин порівняно з посівами, де жито озиме висівали після соняшнику. В середньому за 2019–2021 рр., залежно від поставлених на вивчення факторів, значення даного показника у фазі колосіння рослин, які вирощувалися після стерньового попередника, знаходились у межах 43,1–52,9 тис.м²/га, в той час як на посівах, розміщених після соняшнику – 39,6–48,5 тис.м²/га (табл. 1).

Строки сівби також значною мірою впливали на формування площі листкової поверхні жита озимого. Так, після обох попередників максимальні значення даного показника відмічали за сівби 20–25 вересня. В середньому за роки досліджень, у фазі колосіння рослин, які вирощувалися після ячменю ярого, площа асиміляційної поверхні листків у сорту Пам'ять Худоєрка на ділянках без підживлення становила 46,7 тис.м²/га, за внесення N_{45} по мерзлоталому ґрунті – 50,4 тис.м²/га, у сорту Стоір – 48,9 та 52,9 тис.м²/га відповідно. На варіантах досліду, де сорт Пам'ять Худоєрка висівався у першій декаді вересня, площа листкового апарату рослин була меншою на 8,1 і 6,1 %, у першій декаді жовтня – на 8,4 і 7,9 %. Дещо більшу, порівняно із сортом Пам'ять Худоєрка, різницю у розмірах сформованої площі листкової поверхні між посівами жита озимого, яке висівалося 20–25 вересня та 5–10 вересня ми відмічали у сорту Стоір, яка складала 10,9 % на контрольному варіанті досліду (без підживлення) та 10,2 % – на ділянках з внесенням N_{45} по мерзлоталому ґрунті. Площа асиміляційної поверхні посівів сорту Стоір у фазі колосіння в посівах 20–25 вересня була більшою ніж у озимини, висіяної 5–10 жовтня на варіантах без підживлення (контроль) на 11,1 %, а з азотним підживленням N_{45} по мерзлоталому ґрунті – на 12,3 %.

Як зазначалося вище, на ділянках, де вирощування жита озимого проводилося після соняшнику, найбільшу площу листкової поверхні мали посіви за сівби 20–25 вересня. У фазі колосіння рослин сорту Стоір вона становила в контрольному варіанті досліду – 44,7 тис.м²/га, у варіанті з проведенням азотного підживлення – 48,5 тис.м²/га; у сорту Пам'ять Худоєрка – 42,6 та 46,6 тис.м²/га

Таблиця 1. Площа листової поверхні рослин жита озимого залежно від умов вирощування, (тис. м²/га), (2019–2021 рр.)

Фаза розви- тку рослин	Сорт*	Строки сівби					
		5–10 вересня		20–25 вересня		5–10 жовтня	
		контроль (без піджив- лення)	N ₄₅ по мерзло- талому ґрунті	контроль (без піджив- лення)	N ₄₅ по мерзло- талому ґрунті	контроль (без піджив- лення)	N ₄₅ по мерз- лоталому ґрунті
Попередник – ячмінь ярий							
Весняне кущення	1	21,2	22,8	16,6	17,9	11,9	13,0
	2	22,3	23,1	17,5	18,8	12,7	13,6
Вихід у трубку	1	32,1	35,5	31,0	34,2	30,4	33,1
	2	32,3	35,7	33,7	36,8	31,0	34,2
Колосіння	1	43,2	47,5	46,7	50,4	43,1	46,7
	2	44,1	48,0	48,9	52,9	44,0	47,1
Молочно- воскова стиг- лість зерна	1	35,6	37,0	36,5	38,2	35,3	36,4
	2	36,1	37,6	37,0	39,0	35,7	37,0
Попередник – соняшник							
Весняне кушіння	1	19,7	20,9	15,2	16,1	10,1	11,2
	2	20,2	21,0	16,0	16,9	10,9	11,8
Вихід у трубку	1	29,4	32,7	29,0	32,2	28,2	31,6
	2	30,5	34,0	31,0	34,1	29,4	32,1
Колосіння	1	39,7	43,9	42,6	46,6	39,6	43,4
	2	42,1	44,1	44,7	48,5	41,2	45,0
Молочно- воскова стиг- лість зерна	1	31,8	33,1	32,4	34,3	31,2	32,6
	2	32,3	33,5	33,2	35,1	31,9	32,9

Примітка: * 1 – Пам'ять Худоєрка; 2 – Стоір.

відповідно. У рослин жита озимого, яке висівалося 5–10 вересня, значення даного показника були нижчими порівняно з сівбою 20–25 вересня відповідно на 6,2 і 10,0 % у сорту Стоір, а також на 7,3 і 6,2 % – в сорту Пам'ять Худоєрка.

У середньому за роки досліджень, загальна площа листків у посівах, де озимина висівалася 5–10 жовтня, аналогічно у зазначений період розвитку рослин, була меншою ніж у жита озимого, висіяного 20–25 вересня. В сорту Стоір ця різниця на варіантах без проведення азотного підживлення (контроль) становила 8,5 %, з внесенням N₄₅ по мерзлоталому ґрунті – 7,8 %, у сорту Пам'ять Худоєрка – на 7,6 і 7,4 % відповідно.

На формування площі листової поверхні рослин мали і сортові особливості жита озимого. Так, впродовж всього часу досліджень, практично у всі фази розвитку рослин сорту Стоір характеризувалися дещо більшими значеннями даного показника порівняно із сортом Пам'ять Худоєрка.

Як відомо, коефіцієнт використання

посівами земельної площі визначається розрахунком листового індексу, значення якого в дослідженнях суттєво різнилися залежно від умов вирощування жита озимого (табл. 2).

Так, найбільший листовий індекс було відмічено у фазі колосіння рослин жита озимого за розміщення його як після ячменю ярого, так і після соняшнику, коли площа їх листової поверхні досягала свого максимуму. Слід зазначити, що незалежно від рівня мінерального живлення найбільший листовий індекс мали посіви після стернового попередника. На величину цього показника суттєво впливали також строки сівби. У середньому за роки досліджень, на ділянках жита озимого після ячменю ярого листовий індекс посіву був найбільшим у варіантах, де озимина висівалася 20–25 вересня, а в подальшому проводилося азотне підживлення рослин N₄₅ по мерзлоталому ґрунті. У сортів Стоір та Пам'ять Худоєрка він становив відповідно 5,3 та 5,0, а на контрольних варіантах досліду – 4,9 та 4,7.

Таблиця 2. Листковий індекс посівів різних сортів жита озимого залежно від попередників, строків сівби та рівня мінерального живлення (середнє за 2019–2021 рр.)

Строк сівби	Сорт	Попередники			
		ячмінь ярий		соняшник	
		рівень мінерального живлення			
		контроль*	N ₄₅ по МТГ**	контроль*	N ₄₅ по МТГ**
Весняне кушення рослин					
5–10 вересня	Пам'ять Худоєрка	2,1	2,3	2,0	2,1
	Стоір	2,2	2,3	2,0	2,1
20–25 вересня	Пам'ять Худоєрка	1,7	1,8	1,5	1,6
	Стоір	1,8	1,9	1,6	1,7
5–10 жовтня	Пам'ять Худоєрка	1,2	1,3	1,0	1,1
	Стоір	1,3	1,4	1,1	1,2
Вихід рослин у трубку					
5–10 вересня	Пам'ять Худоєрка	3,2	3,6	2,9	3,3
	Стоір	3,2	3,6	3,1	3,4
20–25 вересня	Пам'ять Худоєрка	3,1	3,4	2,9	3,2
	Стоір	3,4	3,7	3,1	3,4
5–10 жовтня	Пам'ять Худоєрка	3,0	3,3	2,8	3,2
	Стоір	3,1	3,4	2,9	3,2
Колосіння рослин					
5–10 вересня	Пам'ять Худоєрка	4,3	4,8	4,0	4,4
	Стоір	4,4	4,8	4,1	4,4
20–25 вересня	Пам'ять Худоєрка	4,7	5,0	4,3	4,7
	Стоір	4,9	5,3	4,5	4,9
5–10 жовтня	Пам'ять Худоєрка	4,3	4,7	4,0	4,3
	Стоір	4,4	4,7	4,1	4,5

Примітка: * – без підживлення; ** – підживлення по мерзлоталому ґрунті (МТГ).

За вирощування після соняшнику максимальні значення листового індексу також відмічали у посівах жита озимого, яке висівалося 20–25 вересня. У сортів Пам'ять Худоєрка та Стоір він складав на ділянках без азотного підживлення – 4,3 та 4,5, а з внесенням N₄₅ по мерзлоталому ґрунті – 4,7 та 4,9 відповідно.

Серед досліджуваних сортів більший листовий індекс мали посіви жита озимого сорту Стоір. Значення цього показника у данного сорту за сівби 20–25 вересня після ячменю ярого були вищими, ніж у сорту Пам'ять Худоєрка, на ділянках з внесенням N₄₅ по мерзлоталому ґрунті – на 6 %, без підживлень – на 4,3 %. За розміщення посівів озимини після соняшнику різниця між сортами у розмірах листового індексу становила 4,3 та 4,7 % відповідно.

За результатами досліджень встановлено достовірний зв'язок між фотосинтетичним потенціалом, сформованим протягом весняно-літнього періоду вегетації, та урожайністю жита озимого. Одержані результати дозволяють стверджувати, що на величину фотосинтетичного потенціалу посіву (ФПП) найбільш суттєво впливали не тільки попередники, строки сівби, рівень

мінерального живлення та сортові особливості рослин, але й абіотичні фактори, зокрема, гідротермічні умови, що складались впродовж всього періоду вегетації жита озимого.

Величина фотосинтетичного потенціалу в цих дослідках суттєво залежала від факторів, які вивчалися. Найвищі його значення відмічали у посівів, розміщених після ячменю ярого. Так, залежно від рівня мінерального живлення та строків сівби, фотосинтетичний потенціал посіву сорту Стоір коливався від 2,31 до 2,76 млн м²-днів/га, а в сорту Пам'ять Худоєрка – від 2,25 до 2,66 млн м²-днів/га, а за розміщення посівів після соняшнику – від 2,14 до 2,52 та від 2,05 до 2,44 млн м²-днів/га відповідно.

У середньому за роки досліджень, найвищі показники фотосинтетичного потенціалу посівів по обох сортах та попередниках були відмічені за сівби жита озимого 20–25 вересня з подальшим азотним підживленням рослин у дозі N₄₅ по мерзлоталому ґрунті. За цих умов у сортів Пам'ять Худоєрка та Стоір, які вирощувалися після ячменю ярого, ФПП складав 2,59 та 2,76 млн м²-днів/га, за вирощування після соняшнику – 2,40 та 2,52 млн м²-днів/га відповідно (табл. 3).

Таблиця 3. Фотосинтетичний потенціал посівів жита озимого за весняно-літньої вегетації, (млн м²-днів/га), середнє за 2019–2021 рр.

Строк сівби	Сорт	Рівень мінерального живлення	
		контроль*	N ₄₅ по МТГ**
Попередник – ячмінь ярий			
5–10 вересня	Пам’ять Худоерка	2,37	2,66
	Стоір	2,41	2,68
20–25 вересня	Пам’ять Худоерка	2,36	2,59
	Стоір	2,52	2,76
5–10 жовтня	Пам’ять Худоерка	2,25	2,47
	Стоір	2,31	2,53
Попередник – соняшник			
5–10 вересня	Пам’ять Худоерка	2,20	2,44
	Стоір	2,30	2,49
20–25 вересня	Пам’ять Худоерка	2,19	2,40
	Стоір	2,32	2,52
5–10 жовтня	Пам’ять Худоерка	2,05	2,29
	Стоір	2,14	2,35

Примітка: * – без підживлення; ** – підживлення по мерзлоталому ґрунті.

За результатами досліджень визначено вагомий вплив попередників, строків сівби та рівня живлення на врожайність досліджуваних сортів жита озимого. Загалом, найвищий рівень врожайності було отримано за розміщення озимини після ячменю ярого. Після цього попередника серед сортів більш продуктивним виявився Стоір, який за сівби 20–25 вересня та азотного підживлення N₄₅

по мерзлоталому ґрунті забезпечив врожайність 6,47 т/га, за аналогічних умов вирощування після соняшнику – 5,03 т/га. Зернова продуктивність сорту Пам'ять Худоєрка на зазначених варіантах дослідів також була найвищою, але дещо поступалася сорту Стоір і складала 6,17 та 4,72 т/га відповідно (табл. 4).

Порівняно із варіантами дослідів, де

Таблиця 4. Урожайність різних сортів жита озимого залежно від умов вирощування, (т/га), середнє за 2019–2021 рр.

Строк сівби (фактор В)	Сорт (фактор С)	Урожайність, т/га	
		Рівень живлення рослин (фактор D)	
		контроль (без підживлення)	N ₄₅ по мерзлоталому ґрунті
Попередник – ячмінь ярий (фактор А)			
5–10 вересня	Пам'ять Худоєрка	5,00	6,05
	Стоір	5,40	6,19
20–25 вересня	Пам'ять Худоєрка	5,53	6,17
	Стоір	5,82	6,47
5–10 жовтня	Пам'ять Худоєрка	5,21	5,40
	Стоір	5,42	5,53
Попередник – соняшник			
5–10 вересня	Пам'ять Худоєрка	3,01	4,42
	Стоір	3,26	4,53
20–25 вересня	Пам'ять Худоєрка	3,47	4,72
	Стоір	3,60	5,03
5–10 жовтня	Пам'ять Худоєрка	3,00	4,16
	Стоір	3,10	4,25

НІР₀₅, т/га для: попередників (фактор А) – 0,11–0,13; строків сівби (фактор В) – 0,09–0,11; сортів (фактор С) – 0,10–0,12; рівня живлення рослин (фактор D) – 0,12–0,15; взаємодії АВ – 0,11–0,14; АС – 0,12–0,14; АД – 0,13–0,16; ВС – 0,13–0,15; BD – 0,15–0,18; CD – 0,13–0,16; ABCD – 0,18–0,21

азотні добрива навесні не вносилися, підживлення рослин по мерзлоталому ґрунті, що висівалися 20–25 вересня після ячменю ярого, забезпечувало приріст врожайності жита озимого на 11,2 % у сорту Стоір та 11,6 % – у сорту Пам'ять Худоєрка. За аналогічних умов вирощування після соняшнику застосування азотного підживлення збільшувало приривок врожайності відповідно до сорту на 39,7 та 36,0 %.

Висновок. Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлено, що максимальну площу листової поверхні,

а також найвищий фотосинтетичний потенціал мали посіви жита озимого, сівба якого проводилася після ячменю ярого та соняшнику в найбільш оптимальні строки, а саме 20–25 вересня з подальшим підживленням рослин азотом ранньою весною по мерзлоталому ґрунті із розрахунку 45 кг/га д.р. Саме за таких умов було забезпечено не тільки найкращі показники фотосинтетичної діяльності рослин, але й одержано найбільшу врожайність жита озимого сорту Стоір, яка склала за вирощування його після ячменю ярого 6,47 т/га, після соняшника – 5,03 т/га.

Використана література

1. Фадєєв Л. В. Жито повертається. *AgroOne*. 2021. № 2 (63). С. 14–17.
2. Господаренко Н. М., Пташник М. М. Вміст білка та крохмалю в зерні жита озимого залежно від видів, норм і строків внесення добрив Новітні агротехнології. 2013. № 1 (1). С. 5–10. [https://doi.org/10.21498/na.1\(1\).2013.119316](https://doi.org/10.21498/na.1(1).2013.119316)
3. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. А. А. Ничипорович Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5–36.
4. Саблук В. Т., Києнко З. Б., Дмитров С. Г. Сортові ресурси жита посівного (*Secale cereale* L.) у Державному реєстрі сортів рослин України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 4. С. 431–439. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151914>.
5. Черенков А. В., Козечко В. І. Фотосинтетична діяльність рослин різних сортів пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 2014. № 61. С. 38–40.
6. Желязков О. І., Самойленко О. А., Педаш О. О., Бондаренко А. С., Бойко О. В., Романенко О. Л. Фотосинтетична діяльність рослин пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в Присивашші. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 2. С. 103–106.
7. Черенков А. В., Желязков О. І., Хорішко С. А., Козельський О. М. Фотосинтетична діяльність рослин пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах північного Степу України. *Бюл. Ін-ту сіл. гос-ва степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 73–77.
8. Солодушко М. М. Продуктивність озимих зернових колосових культур залежно від попередників та строків сівби в зоні Степу. *Бюл. Ін-ту сіл. гос-ва степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 91–94.
9. Solodushko M. M., Gasanova I. I., Pedash O. O., Yaroshenko S. S., Drumova O. M., Astakhova Y. V., Yerashova M. V., Bezsusidnya Y. V., Zavalypich N. O. Effect of mineral nutrition on winter wheat yield after sunflower in Ukrainian steppe zone. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (7), P. 179–184.
10. Гладка А. В. Особливості вирощування та вплив агротехнічних заходів на продуктивність озимих колосових культур в умовах північного Степу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2012. 234 с.
11. Voloshchuk O. P., Konyk H. S., Dzyubailo A. H., Hlyva V. V., Vorobyova Y. V., Hereshko H. S., Sluchak O. M. Comparative evaluation of the productivity of winter crops (Wheat [*Triticum aestivum* L.], Rye [*Secale cereale* L.], Triticale [*Triticosecale witt.*]) in the western forest-steppe of Ukraine. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*. Vol. 68, No. 1. 2023. P. 81–96. <https://doi.org/10.2298/JAS2301081V>.
12. Доспехов Б. А. Методика опытного дела / Б. А. Доспехов. Москва: Колос, 1985. 336 с.
13. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами. Под ред. Цикова В. С., Пикуша Г. Р. Днепропетровск, 1983. 46 с.
14. Методика державного сорто випробування с.-г. культур; За ред. Вовкодава В. В. (Випуск другий). Київ. 2001. 65 с.

References

1. Fadeev, L. V. (2021). Rye returns. *AgroOne* [Agricultural magazine], 2 (63), 14–17. [in Ukrainian].
2. Hospodarenko, G. M., Ptashnyk, M. M. (2013). The content of protein and starch in the grain of winter rye depending on the types, norms and terms of fertilization. *Novitni tehnologii*. [Newest technologies], 1 (1). 5–10. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.21498/na.1\(1\).2013.119316](https://doi.org/10.21498/na.1(1).2013.119316).
3. Nichiporovich, A. A. (1963). On ways to increase the productivity of plant photosynthesis in crops. *Fotosintez i voprosi produktivnosti rasteniy* [Photosynthesis and questions of plant productivity]. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 5–36 [in Russian].
4. Sabluk, V. T., Kienko, Z. B., Dimitrov, S. G. (2018). Varietal resources of sowing rye (*Secale cereale* L.) in the State Register of Plant Varieties of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection* [Plant Varieties Studying and Protection], 14 (4). 431–439. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151914>.
5. Cherenkov, A. V., Kozechko, V. I. (2014). Photosynthetic activity of plants of various varieties of winter wheat, depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the northern Steppe of Ukraine. *Tavriyskiy naukoviy visnik* [Taurian Scientific Bulletin], 61. 38–40. [in Ukrainian].

6. Zheliazkov, O. I., Samoilenko, O. A., Pedash, O. O., Bondarenko, A. S., Boiko, O. V., Romanenko, O. L. (2012). Photosynthetic activity of winter wheat plants depending on the technological methods of cultivation in the Sivash region. *Bulletin Institutu silskoho hospodarstva stepovoi zony UAAS* [Bulletin of Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the UAAS], 2. 103–106. [in Ukrainian].
7. Cherenkov, A. V., Zheliazkov, O. I., Khorishko, S. O., Kozelskyi, O. M. (2015). Photosynthetic activity of winter wheat plants depending on the technological methods of cultivation in the northern Steppe of Ukraine. *Bulletin Institutu silskoho hospodarstva stepovoi zony UAAS* [Bulletin of Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the UAAS], 8. 73–77. [in Ukrainian].
8. Solodushko, M. M. (2015). Productivity of winter cereal crops depending on predecessors and seeding dates in the Steppe zone. *Buletenie institutu zernovogo gospodarstva UAAS* [Bulletin of Institute of grain farming of the UAAS], 8, 91–94. [in Ukrainian].
9. Solodushko, M. M., Gasanova, I. I., Pedash, O. O., Yaroshenko, S. S., Drumova, O. M., Astakhova, Ya. V., Yerashova, M. V., Bezusidnia, Yu. V., Zavalypich, N. O. (2021). Effect of mineral nutrition on winter wheat yield after sunflower in Ukrainian steppe zone. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (7). 179–184.
10. Gladka, A. V. (2012). *Osoblivosti vyroshchuvannya ta vplyv agrotehnichnykh zakhodiv na produktyvnist ozimnykh kolosovykh kultur v umovakh pivnichnoho Stepu Ukraini* [Features of cultivation and the impact of agrotechnical measures on the productivity of winter cereal crops in the conditions of the northern Steppe of Ukraine]. (Cand. Agric. Sci. Diss.). Institut zernovogo gospodarstva UAAN, Dnipropetrovsk. Ukraine. [in Ukrainian].
11. Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Konyk, H. S., Dzyubailo, A. H., Hlyva, V. V., Vorobyova, Y. V., Hereshko, H.S., Sluchak, O.M. (2023). Comparative evaluation of the productivity of winter crops (Wheat [Triticum aestivum L.], Rye [Secale cereale L.], Triticale [Triticosecale witt.] in the western forest-steppe of Ukraine. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 68 (1). 81–96. <https://doi.org/10.2298/JAS2301081V>.
12. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5th ed. rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian].
13. Tsykov, V. S., Pickush, G. R. (1983). *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevykh opytov s zernovymi, zernobobovymi i kormovymi kulturami* [Methodical recommendations on caring out the field tests with cereals, legumes and feed crops]. Dnepropetrovsk: N. p. [in Ukrainian].
14. Vovkodav, V. V. (2001). *Metodika derzhavnoho sortovyprobuвання silskogospodarskikh kultur* [Methodology for state variety testing of agricultural crops]. (2nd ed.). V. V. Vovkodav (Ed.). Kyiv. [in Ukrainian].

UDC 633.14.«324»:631.5:581.132.2 (251.1) (1-17)

Solodushko M. M., Bezusidnia Yu. V. Photosynthetic activity of winter rye plants (*Secale Cereale* L.) in dependence on cultivation conditions in the Northern Steppe of Ukraine. *Grain Crops*. 2023. 7 (1). 138–145. State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. Today, studying the influence of agrotechnical methods on the photosynthetic activity of plants and the grain productivity of modern winter rye varieties, depending on the predecessors, sowing dates and mineral nutrition, allows to achieve full biological potential of plants and determine the optimal technological parameters for increasing grain yield in the Northern Steppe of Ukraine. **Purpose.** To conduct investigations on the peculiarities of photosynthetic activity of modern winter rye varieties depending on their predecessors against the background of different sowing dates and the mineral nutrition content in the soil and climatic conditions of the Northern Steppe. **Materials and Methods.** In 2018–2021, the research was conducted on the basis of the Experimental Farm "Dnipro" of the State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine. There were four factors in the experiment. The winter rye varieties Pamiat Khudoierka and Stoir were sown after sunflower and spring barley in the early (5–10 September), optimal (20–25 September) and late (5–10 October) dates. **Results.** Winter rye, sown after spring barley, had a larger leaf area, leaf index and higher values of photosynthetic potential compared to the experimental variants where this crop was sown after sunflower. The maximum values of these parameters were observed in plants of different varieties when sown on 20–25 September with N₄₅ applied on frozen-thawed soil after both predecessors. Over the years of research, annual average values of leaf area in the heading stage of plants grown after stubble predecessor for Pamiat Khudoierka variety were 50.4 thousand m²/ha, Stoir variety – 52.9 thousand m²/ha, and after sunflower – 46.6 and 48.5 thousand m²/ha, respectively. These variants also had the highest photosynthetic potential of the crop, which was 2.59 and 2.76 million m²-days/ha in Pamiat Khudoierka and Stoir varieties grown after spring barley, and 2.40 and 2.52 million m²-days/ha after sunflower, respectively. According to our research results, it was found that the highest yield of Stoir variety was obtained by sowing winter rye after spring barley and sunflower in the most optimal date, namely 20–25 September, and applying nitrogen at the rate of 45 kg a.i./ha in early spring, which was, depending on the predecessor, 6.47 and 5.03 t/ha, respectively. **Conclusions.** Therefore, according to the results of the conducted research, it was found that the maximum leaf surface area (52.9 thousand m²/ha), leaf index (5.3) and photosynthetic potential (2.76 million m²-days/ha) were formed by Stoir variety at sowing on 20–25 September after spring barley and nitrogen fertilisation of 45 kg a.i./ha in early spring on frozen-thawed soil. In addition, the maximum yield level of Stoir variety was achieved under such conditions after spring barley and sunflower, which was 6.47 and 5.03 t/ha, respectively.

Key words: winter rye, variety, predecessor, sowing date, photosynthetic activity of plants, leaf area, photosynthetic potential of crops, yield