

УДК 631.53.04[633.11+633.14]:631.84

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.14>

НАКОПИЧЕННЯ АБСОЛЮТНО СУХОЇ РЕЧОВИНИ ТА ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ПОСІВІВ ТРИТИКАЛЕ ЗА ПІЗНІХ ОСІННІХ СТРОКІВ СІВБИ ТА ПІДЖИВЛЕНЬ АЗОТОМ

Мазуренко Б.О. – аспірант, асистент кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Новицька Н.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено результати досліджень впливу підживлень азотними добривами посівів дворучки й озимого тритикале за пізніх осінніх строків сівби на перебіг асиміляційних процесів. Нетрадиційні пізні осінні строки сівби часто є ризикованими для озимих культур, проте недостача оптимальних попередників і вологи у верхньому шарі ґрунту в оптимальні строки сівби озимих вносять свої корективи. Нові сорти озимого тритикале та дворучки з підвищеною адаптивністю до несприятливих умов можуть бути ключовим елементом у подоланні негативного впливу змін клімату. Встановити особливості накопичення сухої речовини та показник чистої продуктивності фотосинтезу у дворучки й озимих тритикале за пізніх осінніх строків сівби та вплив підживлень азотом на величину цих показників. Закладався польовий дослід на протязі 2016–2019 рр. у типових для Правобережного Лісостепу умовах. Дослідження включали 2 строки сівби, 3 сорти та 4 варіанти системи удобрення. Система удобрення передбачала внесення $P_{30}K_{72}$ в основне удобрення та підживлення відповідно до схеми досліду. Порівняння різних варіантів весняних підживлень азотом (N_{25} , N_{80} , N_{100}) проводили на фоні варіанту без підживлень азотом. Визначення маси абсолютно сухої речовини проводили шляхом висушування проб рослин відібраних у ключові етапи розвитку (BBCH 21, 31, 39, 59, 83). Чисту продуктивність фотосинтезу визначали розрахунковим методом, використовуючи попередньо отримані дані. Встановлено, що різниця в накопиченій сухій речовині між посівами різних строків у межах сорту відрізнялася у ключові етапи протягом вегетації, проте була несуттєвою на момент молочно-воскової стиглості. Вплив азотних підживлень на величину накопиченою сухої речовини протягом вегетації проявлявся у збільшенні цього показника в середньому по досліді на 2,4% у варіанту N_{25} , на 8,9% за норми N_{100} . Загалом дворучка формувала більше сухої речовини (1430 г/м^2) ніж озимі сорти Амур (1281 г/м^2) та Обрій миронівський (1247 г/м^2). Дворучка Підзмок харківський є більш пристосованою до пізньої осінньої сівби, що проявляється у пластичності посіву до умов середовища та збільшенні показників чистої продуктивності фотосинтезу і накопичення сухої речовини на початкових етапах розвитку та в період від колосіння молочно-воскова стиглість.

Ключові слова: тритикале, дворучка, підживлення, ЧПФ, суха речовина.

Mazurenko B.O., Novytska N.V. Dry matter accumulation and triticale photosynthesis efficiency in depend on late autumn sowing terms and nitrogen fertilizing

The article presents the results of studies on the effect of nitrogen fertilizations on assimilation processes of facultative and winter triticale under late autumn sowing terms. Nontraditional late autumn sowing is often a risk for winter crops, but forecrops deficiency and dry condition in optimal sowing terms for winter cereals make some adjustments. New winter and facultative triticale cultivars with improved adaptivity for unfavorable conditions may be a key element to defeat climate changes negative effects. The study determined the peculiarities of dry matter accumulation and indicator of Photosynthesis Efficiency in winter and facultative triticale under late autumn sowing and fertilizers impact on them. Field experiment was conducted in typical condition for Right-bank Forest-Step zone during 2016-2019. It included 2 sowing terms, 3 cultivars and 4 variants of fertilizing system. Fertilizing system provides applying $P_{30}K_{72}$ before sowing and additional fertilizing to the research plan. Different fertilizing variants (N_{25} , N_{80} , N_{100}) were compared with variant without nitrogen fertilizing. Dry matter determining was carried out by drying the samples in different development stages (BBCH 21, 31, 39, 59, 83). Photosynthesis efficiency was determined by calculation methods with using dry matter indicators. It was determined that dry matter accumulation difference between different sowing terms in key

development stages was significant, but it had not significant difference in ripening. Applying the nitrogen fertilizers during the growing season led to an increase in amount of accumulated dry matter from 2.4% to 8.9% depending on the norm. Facultative triticale (1430 g/m²) formed more dry matter than winter cultivars Amur (1281 g/m²) and Obrii mironivsky (1247 g/m²). Facultative triticale Pidzimok kharkivskiy is more adapted for late autumn sowing that appeared in plasticity to environmental conditions and an increase in photosynthesis efficiency and dry matter accumulation at the initial stages of development and during the period from earing to milky-wax ripeness.

Key words: *triticale, facultative, fertilizing, photosynthesis efficiency, dry matter.*

Постановка проблеми. Адаптивність нових сортів зернових культур, зокрема тритикале, до мінливих погодних умов є одним з основних чинників, які забезпечують високий врожай. Асиміляція сухої речовини є основним процесом, який триває від появи сходів до відмирання рослини. Інтенсивність цього процесу на кожному етапі розвитку відіграє свою роль в забезпеченні якісних та кількісних показників врожаю. Чиста продуктивність фотосинтезу, приріст і загальний вміст сухої речовини в рослині є основними показниками фотосинтетичної активності рослини. Різниця в накопиченні сухої речовини в різних сортів зумовлюється рядом чинників – ефективністю використання доступної вологи, площею листової поверхні, реакцією на світло, жаростійкістю, сортовими особливостями утворення габітусу рослини в конкретних умовах. Сорти дворучки нині є не дуже поширеними, але вони володіють цінними властивостями [1], тобто розробка та покращення елементів технології їх вирощування з урахуванням біологічних особливостей дозволить зайняти їм ті ніші, де вони можуть проявити себе краще за типові озимі сорти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У своїх дослідженнях Шварте [2] зазначав, що накопичення азоту рослиною відбувається в першій половині вегетації (до цвітіння), тоді як приріст сухої маси постійно зростає, але уповільнювався приблизно в цей момент часу. Було встановлено, що в умовах скорочення світлового дня залежність приросту сухої маси від кількості накопиченого азоту зменшується. З іншої сторони у класичних озимих сортів при відхиленні у строках сівби в більш пізні дати відбувалося зменшення накопичення сухої речовини та відповідне йому поглинання азоту. Зазначалося, що концентрація азоту в сухій речовині збільшувалася на початкових етапах розвитку у пізніх строках сівби.

У фазу колосіння внесення азоту порівняно з варіантами без підживлення збільшує масу сухої речовини, проте цей показник варіює в залежності від форми добрив, навіть при однакових нормах. Значення підживлення азотом на кількість сухої речовини проявляється переважно в польових умовах, оскільки до моменту колосіння запаси азоту в ґрунті дозволяють забезпечити ріст достатньої кількості біомаси, проте але його доступність є обмежуючим фактором [3].

Також відзначається, що у зернових культур за пізніх строках сівби сума активних температур для проходження фаз перед цвітінням скорочується, оскільки час цвітіння прив'язаний скоріше до тривалості світлового дня та середньодобових температур, ніж до тривалості вегетації. З огляду на цей фактор показники ЧПФ та накопичення сухої речовини може варіювати, оскільки тривалість фази може зменшуватися, а умови середовища можуть бути іншими. Загалом у фазу цвітіння у ранніх строках кількість сухої речовини в середньому на 15–22% більша, ніж у пізнього, проте ситуація змінюється після цвітіння, оскільки у пізнього посіву приріст сухої маси становить 32% проти 21% у раннього [4]. З огляду на відтік сухої речовини з стебла в зернівку кількість сухої речовини в зернівці за пізнього строку сівби зростає сильніше і мало залежить від норми азоту.

Важливим є встановлення особливостей використання азоту рослинами, оскільки різні сорти по різному реагують на рівень азотного живлення [5; 6]. Процес ремобілізації розчинних вуглеводів та азотвмісних сполук до зернівки після цвітіння також є генетичною ознакою сорту [7].

Постановка завдання. Для вирішення поставлених завдань закладався стаціонарний польовий дослід протягом 2016–2019 рр. на базі ФГ «Расавське» Кагарлицького району Київської області. Кліматичні умови та ґрунти дослідної ділянки (чорноземи типові малогумусні 4,31–6,63%) типові для зони Правобережного Лісостепу. Розміщення варіантів і повторень у досліді систематичне, кількість повторень – 4. Загальна площа ділянки – 32 м², облікова – 25,2 м². Накопичення сухої речовини в посівах тритикале вивчали за дії трьох чинників: сорту(А), системи удобрення(В) та строків сівби(С). На всьому масиві поля вносилися 36 кг/га д. р. фосфору у форму простого суперфосфату та 72 кг/га д. р. калію () калійна сіль) під оранку(Фон). Система удобрення передбачала 4 варіанти: Фон(без підживлення азотом); Фон + N_{25(регенеративне)}; Фон + N_{25(пер.)} + N_{55(ІV)}; Фон + N_{25(пер.)} + N_{55(ІV)} + N_{20(VІІ)}. Сівбу проводили в 2 строки – II та III декаду жовтня за норми висіву 4,5 млн. схожих насінин/га, спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см). Попередник – соя. Оранку проводили відразу після збирання попередника. Всі інші елементи технології вирощування, крім досліджуваних є типовими для зони. Для проведення лабораторних досліджень відбирали рослини з площі 0,25 м² на початку кущіння (ВВСН 21), на початку (ВВСН 31) та кінці виходу в трубку (ВВСН 39), колосіння (ВВСН 59) та молочно-воскової стиглості(ВВСН 83). Визначення вмісту сухої речовини проводили термостатно-ваговим методом. Площу листової поверхні для визначення показника ЧПФ визначали методом сканування та обробки в програмі Areas.

Виклад основного матеріалу дослідження. Накопичена абсолютно суха біомаса посівами тритикале варіювала в залежно від сорту, строку сівби та підживлень азотом. Підживлення азотом по мерзлоталому ґрунті в нормі 25 кг/га д. р. на визначених схемою досліді варіантах(В2–В4) в роки досліджень передувало початку фази кущіння (утворення першого бічного пагону). Різниця в кількості накопиченої сухої речовини посівами тритикале спостерігалася на посівах вже на початку кущіння та продовжувалася протягом всієї вегетації (табл. 1).

За першого строку сівби у посівів сорту Підзимок харківський підживлення азотом в середньому збільшувало масу сухої речовини на 6,4% (зі 125 до 133 г/м²), а за другого строку на 12,2%(з 104 до 116 г/м²). У озимих сортів у посівів першого строку сівби маса сухої речовини за підживлення азотом збільшувалася не істотно: у сорту Амур вона перевищувала варіант В1(Фон) на 3,4%, а в Обрію миронівського на 2,6%. Проте вона істотно збільшувалася за другого строку сівби – на 10,9% у Амуру та 6,5% у Обрію миронівського. Загалом посіви дворучки накопичували більше сухої речовини до початку кущіння ніж озимі сорти, а підживлення азотними добривами по мерзлоталому ґрунті стимулювало накопичення біомаси сильніше. Процес кущіння у сортів відрізнявся, тому на початку виходу в трубку (ВВСН 31) кількість накопиченої сухої речовини відрізнялася. В середньому до цієї фази найбільше сухої речовини сформував сорт Підзимок харківський (480 г/м²), проте цей показник коливався в залежності від строку сівби. За першого строку сівби накопичувалося в середньому 514 г/м² сухої речовини, а за другого цей показник був на 13,2% нижчим(447 г/м²). Озимі сорти формували менше сухої речовини, а різниця між різними строками була неоднорідною. Посіви сорту Амур за першого строку сівби до зазначеної фази накопичували 429 г/м² сухої речовини, проте знижували цей показник на 15,2% (до 364 г/м²) за другого строку сівби.

Обрій миронівський накопичував менше сухої речовини ніж інші сорти (406 г/м²), проте майже не знижував цього показника за другого строку сівби (389 г/м²).

Таблиця 1
Абсолютно суха біомаса(г/м²) тритикале, середнє за 2016–2019 рр.

| Варіант удобрєння* | Строк сівби | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|
| | II декада жовтня | | | | | III декада жовтня | | | | |
| | Кушніня ВВСН 21 | Вихід в трубку ВВСН 31 | Вихід в трубку ВВСН 39 | Колосіння ВВСН 59 | Молочно- воскова ст. ВВСН 83 | Кушніня ВВСН 21 | Вихід в трубку ВВСН 31 | Вихід в трубку ВВСН 39 | Колосіння ВВСН 59 | Молочно- воскова ст. ВВСН 83 |
| Підзимок харківський | | | | | | | | | | |
| B1 | 125 | 496 | 768 | 864 | 1391 | 104 | 433 | 627 | 742 | 1389 |
| B2 | 130 | 506 | 793 | 874 | 1389 | 115 | 437 | 643 | 754 | 1403 |
| B3 | 132 | 532 | 839 | 937 | 1403 | 116 | 459 | 736 | 852 | 1483 |
| B4 | 137 | 534 | 843 | 932 | 1473 | 119 | 458 | 738 | 847 | 1507 |
| Амур | | | | | | | | | | |
| B1 | 117 | 394 | 587 | 688 | 1249 | 104 | 366 | 634 | 745 | 1193 |
| B2 | 120 | 429 | 643 | 759 | 1293 | 115 | 356 | 676 | 768 | 1223 |
| B3 | 121 | 447 | 673 | 808 | 1306 | 113 | 363 | 693 | 790 | 1283 |
| B4 | 122 | 447 | 689 | 872 | 1349 | 118 | 374 | 709 | 808 | 1349 |
| Обрій миронівський | | | | | | | | | | |
| B1 | 101 | 357 | 653 | 742 | 1149 | 92 | 365 | 683 | 771 | 1243 |
| B2 | 102 | 388 | 661 | 768 | 1263 | 101 | 389 | 714 | 809 | 1234 |
| B3 | 104 | 437 | 729 | 850 | 1293 | 95 | 395 | 736 | 799 | 1176 |
| B4 | 105 | 442 | 736 | 879 | 1346 | 98 | 406 | 729 | 813 | 1273 |

* B1 – $P_{36}K_{72}$ (Фон); B2 – Фон + $N_{25(II)}$; B3 – Фон + $N_{25(II)}$ + $N_{55(IV)}$; B4 – Фон + $N_{25(II)}$ + $N_{55(IV)}$ + $N_{20(VII)}$

На момент завершення фази виходу в трубку (ВВСН 39) у озимих сортів Амур та Обрій миронівський за різних строків сівби не спостерігалось суттєвої різниці (на 5% рівні значущості) в кількості накопиченої сухої речовини, а основним фактором, що впливав на варіацію цього показника був вплив системи удобрення. У дворучки Підзимок Харківський відносно збільшення абсолютно сухої біомаси по відношенню до попереднього періоду у посівів різних строків сівби було майже однакове, тому різниця між строками зберігалася (15,4% у II строку).

У фазу колосіння(ВВСН 59) різниця між посівами різних строків сівби в озимих сортів була мінімальною, а у дворучки кількість сухої біомаси за другого строку сівби була на 11,4% нижчою.

Найбільш визначальним періодом у розвитку рослин тритикале є фаза молочно-воскової стиглості (ВВСН 83), коли завершуються асиміляційні процеси та відтік сухих речовин до зернівки. Показник абсолютно сухої речовини в цю фазу найбільш тісно корелює з урожайністю зерна [6]. Слід відмітити, що кількість абсолютно сухої речовини в цю фазу у різних строків сівби в межах конкретного сорту майже не відрізнялася. Найбільше сухої речовини за період вегетації накопичував

сорт Підзимок харківський – від 1391 г/м² сухої речовини за першого строку сівби у варіанту без підживлення до 1473 г/м² при нормі N₁₀₀. За другого строку сівби реакція цього сорту на підживлення була більш виражена, тому варіанти з нормами N₈₀ та N₁₀₀ накопичували найбільше сухої речовини (1483 та 1507 г/м² відповідно) серед всіх варіантів.

Реакція посівів тритикале на підживлення азотом зберігала характерний для зернових злакових тренд до збільшення кількості сухої речовини при збільшенні норми, проте в межах сорту відрізнялася. Якщо в фазу кушіння різниця між варіантами удобрення була майже не помітною, то на початку фази виходу в трубку варіанти з нормою N₂₅ накопичували в середньому на 3,8% більше сухої речовини ніж без підживлення, а за норми N₈₀ на 9,2%. Серед сортів найбільший ефект від підживлень був у посівів сорту Обрій миронівський першого строку сівби (від 357 до 442 г/м²).

До кінця фази виходу в трубку(ВВСН 39) посіви тритикале за норми N₂₅ сформували на 4,4% більше сухої речовини ніж без підживлень, а при N₈₀ на 12%. Серед сортів найбільша різниця в цей період між варіантами удобрення була у посівів сорту Підзимок харківський за другого строку сівби. Варіант з найбільшою нормою азоту в підживлення на той момент(N₈₀) сформував на 17,5% більше сухої речовини, ніж без підживлення (737 проти 627 г/м²). Озимі сорти за підживлення у нормі N₈₀ давали прибавку на рівні 16,0% у Амуру та 12,2% у Обрію миронівського.

До фази колосіння(ВВСН 59) варіанти з нормою N₂₅ перевищували варіант без підживлень на 4%, а при нормах N₈₀ та N₁₀₀ на 10,6 і 13,1% відповідно. У фазу молочно-воскової стиглості(ВВСН 83) в загальному по досліді відмічалось, що підживлення азотом у нормах N₂₅, N₈₀ та N₁₀₀ збільшувало загальну кількість сухої речовини порівняно з варіантом без підживлення на 2,4%, 4,3% і 8,9% відповідно.

Інтегральним показником, який показує продуктивність посіву є чиста продуктивність фотосинтезу(ЧПФ), показник якої залежить від площі асиміляційної поверхні, тривалості вегетації та доступності певних факторів життя. Відмінність у ЧПФ посівів першого та другого строків сівби обумовлена світловими умовами, в яких перебували посіви, оскільки за другого строку тривалість світлового дня в конкретні фази більша, ніж у першого (табл. 2).

Чиста продуктивність фотосинтезу протягом фази виходу в трубку (ВВСН 31–39) відрізнялася у різних сортів і строків. У сорту Підзимок харківський у посівів першого строку не було суттєвої різниці в показнику ЧПФ за різних варіантів системи удобрення, проте за другого строку спостерігалось збільшення порівняно з варіантом без підживлень. У варіанту без підживлень ЧПФ становила 4,25 г/м² за добу, за норми N₂₅ зростала до 4,49 г/м² за добу, а при нормі N₈₀ майже досягала(5,71 г/м² за добу) рівня продуктивності посівів першого строку. ЧПФ у посівів сорту Амур становила від 4,22 до 4,69 г/м² за добу за першого строку сівби та значно зростала за другого – від 6,1 до 7,35 г/м² за добу, що пов'язано з значно меншою тривалістю цього періоду, меншою листовою поверхнею, але більш ефективним процесом фотосинтезу. Посіви сорту Обрій миронівський виявилися менш чутливими до строків сівби з огляду на ЧПФ. За першого строку сівби ЧПФ на варіанті без підживлень становило 6,64 г/м² за добу, а при підживленні трохи зменшувалося, оскільки збільшувала площа листової поверхні, але на приріст це майже не впливало. За другого строку сівби при підживленні ЧПФ зростала до 6,4 г/м² за добу порівняно з варіантом без підживлення(6,17 г/м² за добу).

Таблиця 2

**Чиста продуктивність фотосинтезу посівів тритикале
(середнє за 2016–2019 рр.), г/м² за добу**

| Варіант удобрєння | Строк сївби | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|-------------------------------------|--|
| | II декада жовтня | | | II декада жовтня | | |
| | Вихід в трубку (30–39) | Вихід в трубку – колосіння (39–59) | Колосіння – молочно-воскова стиглїсть (59–83) | Вихід в трубку (30–39) | Вихід в трубку-колосіння (39–59) | Колосіння – молочно-воскова стиглїсть (59–83) |
| Підзимок харківський | | | | | | |
| V1 | 5,73 | 3,55 | 4,93 | 4,25 | 5,64 | 6,02 |
| V2 | 5,76 | 2,88 | 4,47 | 4,49 | 5,20 | 5,61 |
| V3* | 5,97 | 3,41 | 4,15 | 5,71 | 5,22 | 5,02 |
| V4* | | 3,04 | 4,42 | | 5,04 | 5,41 |
| Амур | | | | | | |
| V1 | 4,22 | 2,90 | 5,23 | 6,10 | 3,89 | 4,75 |
| V2 | 4,47 | 3,18 | 4,64 | 7,07 | 3,04 | 4,50 |
| V3 | 4,69 | 3,48 | 4,17 | 7,35 | 3,30 | 4,73 |
| V4 | | 4,75 | 3,93 | | 3,29 | 5,06 |
| Обрїй миронівський | | | | | | |
| V1 | 6,64 | 2,75 | 4,25 | 6,17 | 2,86 | 4,56 |
| V2 | 5,91 | 3,12 | 4,71 | 6,40 | 3,04 | 3,92 |
| V3 | 6,13 | 3,37 | 3,95 | 6,40 | 1,97 | 3,50 |
| V4 | | 4,06 | 4,22 | | 2,63 | 4,22 |

*в фазу виходу в трубку V3 та V4 подається одним масивом, бо підживлення N_{20(VII)} у варіанту V4 ще не проводилося

ЧПФ в період від виходу в трубку до колосіння знижувався порівняно з попередньою фазою розвитку, оскільки відбувався перерозподіл сухих речовин для збільшення питомої маси колоса. Лише у сорту Підзимок харківський за другого строку сївби зберігалася висока ЧПФ, що пов'язано, вірогідно, з високою активністю бічних пагонів та нерівномірністю їх розвитку.

Чиста продуктивність фотосинтезу в період від колосіння до молочно-воскової стиглості (ВВСН 59–83) у посівів першого строку сївби зменшувалася при збільшенні норми азоту до N₂₅ та N₈₀ порівняно варіантом без підживлень. Це, вірогідно, пов'язано з впливом азотних підживлень на площу листової поверхні – збільшення площі листків від додаткового надходження азоту перевищувало приріст абсолютно сухої біомаси. Подібна ситуація була і в посівів другого строку сївби, але загальні показники ЧПФ були вищими, бо площа листової поверхні в середньому була меншою, а тривалість періоду асиміляції трохи меншою, що в сукупності призвело до підвищення ефективності фотосинтезу та збільшення ЧПФ.

Збільшення ЧПФ в період від колосіння до молочно-воскової стиглості у варіантів з нормою N₁₀₀ порівняно з N₈₀ пов'язане з більшою тривалістю життя

верхніх листків у посівів тритикале. Тривалість життя верхніх листків збільшується при позакоренових підживленнях, проте найбільш ефективними є добрива з високим вмістом азоту [8, 9].

Висновки і пропозиції. Продуктивність посівів та показник абсолютно сухої біомаси тритикале залежав більшою мірою від сорту, ніж від системи удобрення або строку сівби. Кількість сухої речовини, яку акумулюють посіви сорту Підзимок до фази молочно-воскової стиглості 11,4% більша ніж сорт-контроль Амур, а різниця у посівів різних строків сівби майже не відрізняється, що обумовлено високою ЧПФ. Втім дворучка Підзимок харківський менше за інші реагувала на підживлення азотом, тому кількість сухої речовини, яку формували посіви лише на 3,8–7,2 % більше у варіантів із високою нормою (N_{80} та N_{100}), тоді як в озимих сортів цей показник становив 6–10,5% у Амуру та 4,3–9,5% у Обрію миронівського. Вища «базова» продуктивність дворучки та її нечутливість до строків сівби в період від колосіння до молочно-воскової стиглості характеризує сорт Підзимок харківський, як перспективний для виробництва на чорноземах типових малогумусних в умовах пізньої осінньої сівби в неоптимальні строки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Щипак Г.В., Матвієць Г.В., Щипак В.Г., Ничипорук О.О., Вось Х., Бжезинський В. Створення гексаплоїдних тритикале різних сортотипів із високими хлібопекарськими якостями. *Фізіологія рослин та генетика*. 2018. № 50 (2). С. 134–148.
2. Schwarte, A.J., Gibson, L.R., Karlen, D L., Liebman, M., Jannink, J.L. Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation. *Agronomy Journal*. 2005. 97 (5). P. 1333–1341.
3. Cazzato, E., Laudadio, V., Tufarelli, V. Effects of harvest period, nitrogen fertilization and mycorrhizal fungus inoculation on triticale (\times *Triticosecale* Wittmack) forage yield and quality. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2012. № 27 (4). P. 278–286.
4. Ferrise, R., Triossi, A., Stratonovitch, P., Bindi, M., Martre, P. Sowing date and nitrogen fertilisation effects on dry matter and nitrogen dynamics for durum wheat: An experimental and simulation study. *Field Crops Research*. 2010. № 117 (2–3). P. 245–257.
5. Reynolds, M., Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Berry, P., Parry, M.A., Snape, J.W., Angus, W.J. Raising yield potential in wheat. *Journal of experimental botany* 2009. № 60 (7). P. 1899–1918.
6. Моргун В.В., Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Функціональні особливості фотосинтетичного апарату нових високоінтенсивних сортів озимої пшениці. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. № 1 С. 79–87.
7. Alvaro, F., Royo, C., Garcia del Moral, L. F., Villegas, D. Grain filling and dry matter translocation responses to source–sink modifications in a historical series of durum wheat. *Crop science*. 2008. № 48 (4). P. 1523–1531.
8. Дубицький О.Л., Качмар О.Й., Дубицька А.О., Вавринович О.В., Щерба М.М. Продуктивність колосу залежно від ефективності утворення і відтоку асимілантів з листків пшениці озимої за екологічно безпечних систем удобрення. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2018. № 63. С. 64–81.
9. Рожков А.О., Гутянський Р.А. Формування фотосинтетичного потенціалу тритикале ярого залежно від способів сівби та підживлення. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2015. № (1). С. 34–46.