

УДК 631.84:[633.11+633.14]:631.5 (477.4)

Вплив азотного підживлення на формування елементів продуктивності тритикале-дворучки за пізніх осінніх строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу

Мазуренко Б. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
Україна, 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15
e-mail: mazurenko.bohdan@gmail.com*

*Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент **Н. В. Новицька**

Мета. Встановити особливості проходження органогенезу та формування продуктивності тритикале-дворучки за пізніх осінніх строків сівби залежно від азотного живлення. **Методи.** Дослідження проводили у 2016–2018 рр. у стаціонарному польовому досліді на базі фермерського господарства «Расавське» (Кагарлицький район Київської області). Вплив осінніх строків сівби та азотного підживлення на елементи продуктивності рослин тритикале-дворучки Підзимок харківський вивчали за загальноприйнятими методиками. Для оцінки біологічних особливостей розвитку дворучки залежно від досліджуваних чинників на початкових етапах органогенезу у відібраних рослин проводили мікроскопію конусу наростання. **Результати.** Навесні 2017 р. рослини тритикале-дворучки Підзимок харківський другого строку сівби перебували лише на I етапі органогенезу, оскільки сходи з'явилися у зимовий період під сніговим покривом. У роки досліджень на II, III та IV етапах органогенезу на варіантах з азотними підживленнями відмічалась тенденція до зменшення необхідної суми активних температур порівняно з контролем. У роки досліджень III етап органогенезу тривав 7–10 дб, проте за раннього відновлення весняної вегетації закладалася більша кількість виступів колосового стрижня, ніж за пізнього. Підживлення азотними добривами сприяло істотному збільшенню кількості колосків у колосі головного стебла, особливо в посівах першого строку сівби (15 жовтня). Кількість закладених у колосках зернівок слабо корелювала з кількістю колосків, що свідчить про невикористаний потенціал колоса. Тривалість періоду, впродовж якого формуються всі органи колоса, становила 27–32 дні у рік із раннім відновленням весняної вегетації (2017) та 19–24 дні – з пізнім (2018). **Висновки.** Пізні осінні строки сівби та умови входження в зиму істотно не впливали на перезимівлю тритикале-дворучки, проте його продуктивність обмежувалася погодними чинниками другої половини вегетації. Погодні умови початкових періодів вегетації та підживлення азотними добривами впливали на кількість закладених зерен у колосі, а реалізація потенціалу колоса (кількість зернівок) становила 64–75 % від кількості фертильних квіток у менш сприятливому 2017 р. та досягала 75,0–92,4 % у більш сприятливому 2018 р.

Ключові слова: тритикале-дворучка, строки сівби, етапи органогенезу, азотне підживлення

Вступ. Мінливість погодних умов в осінній період вегетації змушує науковців шукати нові шляхи щодо підвищення продуктивності озимих зернових культур. Сприятливих погодних умов у цей період вимагає пшениця, що є найпоширенішою озимою культурою. Останніми роками в оптимальні для сівби озимини строки спостерігаються посухи, в результаті насіння загортають у сухий ґрунт або проводять сівбу в пізніші терміни. Затримка із сівбою призводить до того, що озимі часто входять у зиму у фазі сходів, унаслідок чого знижується зимостійкість, а весняне куціння є малопродуктивним. Розв'язати цю проблему можливо шляхом використання альтернативних культур, зокрема тритикале. Хімічний склад зерна тритикале подібний до пшеничного, але має відмінності, завдяки яким ця культура не тільки конкурує із пшеницею, але й доповнює її [1].

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Останніми роками у погодних умовах осіннього періоду спостерігаємо тенденцію до посушливості, що потребує нових підходів до технології вирощування озимих зернових. За недотримання з об'єктивних та суб'єктивних причин рекомендованих строків сівби оцінку сорту необхідно проводити не тільки за зерновою продуктивністю, але й за адаптивністю до екологічних умов [2, 3]. Зміщення строків сівби до більш пізніх вимагає від сорту високої пластичності та достатньої зимостійкості. Особливістю дворучок є біологічна гнучкість щодо погодних умов залежно від строку сівби. За осінньої сівби органогенез дворучок проходить за озимим типом розвитку, проте за весняної сівби залежно від біологічних особливостей сорту можливі відхилення від ярого типу розвитку [4]. У вирощуванні дворучок важливу роль відіграють час та умови проходження періоду яровизації, що безпосередньо впливає на зимостійкість та продуктивність [5]. З одного боку, за осінньої сівби сорти з коротким періодом яровизації можуть ввійти у зиму на III е. о., маючи низьку зимостійкість, з іншого, – сорти, період яровизації яких перевищує 30 діб, в умовах короткої осені входять у зиму на I–II е. о., маючи високу зимостійкість, яка обумовлена фотоперіодизмом в умовах пізньої осені, що проявляється в посиленому рості кореневої системи і повільному – надземної частини. За таких умов рослини не переростають та добре перезимовують [6].

Формування продуктивності пізніх посівів тритикале-дворучки менше залежить від умов осінньої вегетації, а більше – від часу відновлення весняної вегетації та температурного режиму в цей період [7]. Особливістю розвитку рослин дворучок є стрімкий та інтенсивний ріст у весняний період з одночасним формуванням великої кількості пагонів, що в майбутньому дає рослинам змогу використати накопичену суху речовину для формування зерна [8, 9].

Поєднання у сучасних сортів-дворучок високої продуктивності зі стійкістю до абіотичних факторів потребує широкого діапазону досліджень їх онтогенезу (за весняної та осінньої сівби). Коливання погодних умов певного року істотно впливає на проходження органогенезу всіх без винятку озимих культур. Для сортів із тривалим періодом яровизації ключовим моментом за будь-яких строків сівби є перехід у фазу виходу у трубку (ВВСН 31) до настання критичного щодо вологозабезпеченості періоду. Ця вимога накладає певні обмеження на строки сівби, насамперед весняні [10].

Мета досліджень – провести оцінку продуктивності та адаптивності до погодних умов Правобережного Лісостепу тритикале-дворучки за осінньої сівби; виявити вплив пізніх осінніх строків сівби і підживлення азотними добривами на проходження органогенезу та підібрати їх оптимальні варіанти; визначити взаємозв'язки елементів продуктивності з умовами вирощування.

Матеріал і методика. Дослідження проводили у 2016–2018 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України (49°46' N, 30°44' E) на базі ФГ «Расавське» (Кагарлицький район Київської області). Стаціонарний польовий дослід закладали за трифакторною схемою, повторність 4-кратна. Облікова площа ділянки 25,2 м², загальна – 32 м². Особливості проходження органогенезу за різних строків сівби та удобрення вивчали на рослинах тритикале-дворучки Підзимок харківський. Попередник – рання соя, після збирання якої проводили оранку. Тритикале сіяли нормою 4,5 млн схожих насінин на 1 га звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см. Сівбу проводили восени у два пізні строки (15 та 25 жовтня). Система удобрення включала основне внесення фосфорно-калійних добрив під оранку: 36 кг/га д. р. фосфору (180 кг/га суперфосфату 20 %) і 72 кг/га калію (120 кг/га калійної солі 60 %), – та весняні підживлення азотними добривами, які вносили за такими варіантами: 1) контроль (без азоту); 2) 25 кг/га азоту по мерзло-талому ґрунту (регенеративне підживлення); 3) 80 кг/га азоту: 25 кг/га (рег.) + 55 кг/га (III, IV етапи органогенезу); 4) 100 кг/га: 25 кг/га (рег.) + 55 кг/га (III, IV е. о.) + 20 кг/га (VII е. о.). Система захисту включала застосування інсектицидів та фунгіцидів за перевищення ЕПШ.

У ході досліджень фіксували дати настання фенологічних фаз (початок фази – наявність відповідних ознак у 10 % рослин, повна фаза – у 75 % рослин) із прив'язкою їх до етапів органогенезу за Ф. М. Куперман [11]; проводили мікроскопію конусів наростання на перших чотирьох етапах органогенезу, зокрема в періоди припинення осінньої вегетації і відновлення весняної. Структуру врожаю визначали за методикою Держсортотвищівництва [12]. Збирання врожаю проводили за повної стиглості культури

(за шкалою росту і розвитку зернових рослин ВВСН-99 – стадія збирання зерна). Урожайність перераховували на 14 % вологість зерна.

Обробку результатів (середні, стандартні відхилення, частка участі та ін.) проведено математичними та статистичними методами. Істотність різниці між варіантами визначали за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) на 5 % рівні значущості. Кореляційні залежності між показниками розраховували на 5 та 1 % рівнях значущості.

Метеорологічні умови осені в роки проведення досліджень відрізнялися від середніх багаторічних показників (рис.).

Вересень 2016 р. відзначався досить малою кількістю опадів та ґрунтовою посухою. У жовтні до початку сівби випало більше 100 мм дощів (багаторічний показник 42 мм), що сприяло появі рівномірних сходів. Проте температурний режим цього періоду був пониженим порівняно з багаторічним середнім показником, а холодний період (нижче +5 °С) розпочався вже у першій половині листопада. Зимовий період 2016/17 р. був м'яким, мінімальна температура сягала -16,2 °С. Від'ємні температури повітря в період зимового спокою озимих спостерігались упродовж 51 доби. Перехід до позитивних середньодобових температур відбувся в останній декаді лютого, а відновлення весняної вегетації – в I декаді березня 2017 р.

Вересень 2017 р. також був посушливим та жарким. Сумарна кількість опадів у жовтні перевищила 100 мм за багаторічного показника на рівні 42 мм, але їх періодичність упродовж місяця була відносно рівномірною. Температура восени 2017 р. була вищою порівняно з 2016 р., проте нижчою від багаторічного показника. Зима 2017/18 р. була м'якою, період стійкого спокою озимих розпочався в I декаді січня, найнижча температура сягала -14,7 °С. Від'ємні температури спостерігались упродовж 56 діб. Відновлення весняної вегетації у 2018 р. розпочалося пізно (в I декаді квітня), оскільки перехід до позитивних середньодобових температур відбувся лише в середині III декади березня за збереження снігового покриву на рівні 5–8 см.

На формування врожаю озимих хлібів істотно впливає забезпеченість вологою в період виходу у трубку-цвітіння. Навесні 2017 р. спостерігали дефіцит вологи, що був спричинений малою кількістю опадів у березні за значного випаровування з міжрядь. Кількість опадів у червні була значно нижчою за багаторічну норму, що негативно вплинуло на налив зерна. Пізнє відновлення вегетації у 2018 р. дало змогу уникнути негативних наслідків нестачі опадів у квітні завдяки достатнім ґрунтовим запасам вологи та закритим міжряддям. Проте в роки проведення досліджень період квітень-червень характеризувався перевищенням багаторічних температур. Надлишок опадів у III декаді червня 2018 р. не мав суттєвого впливу на врожайність.

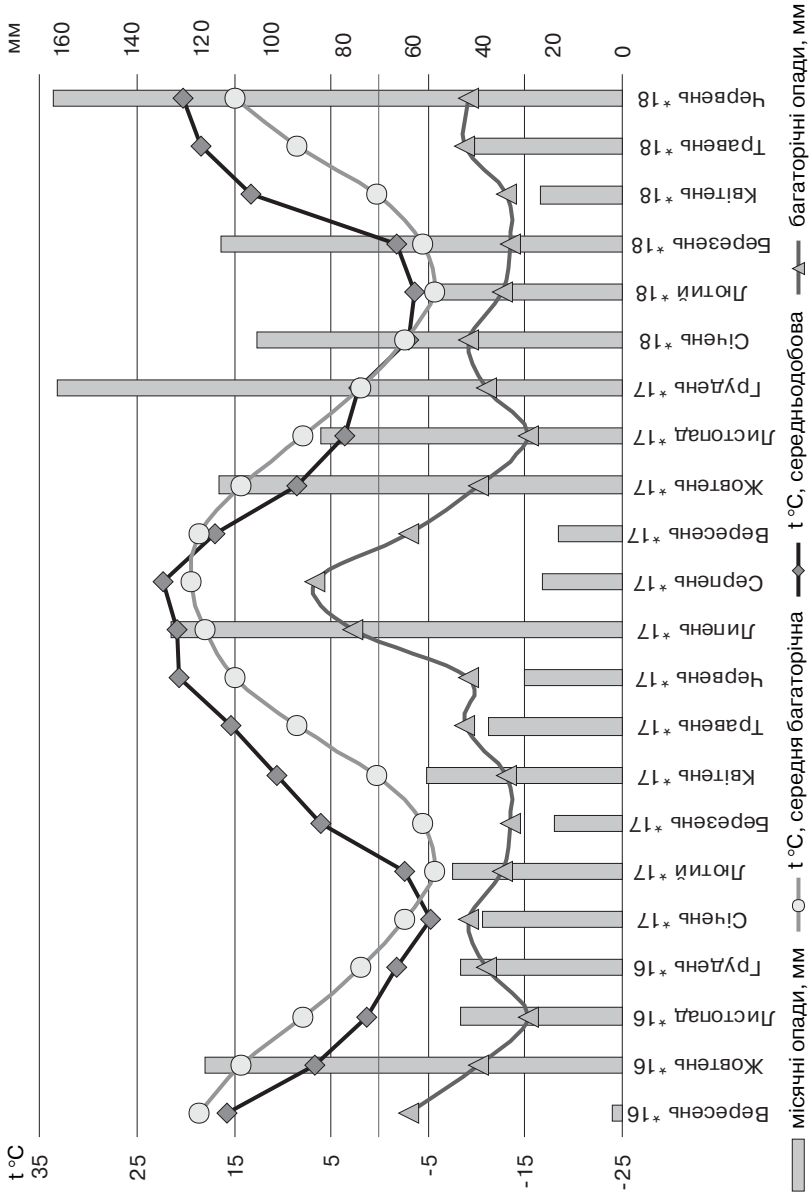


Рис. Відхилення середньомісячної кількості опадів та температури повітря від багаторічних даних (2016–2018 рр.)

Обговорення результатів. У процесі вегетації тритикале значної уваги заслуговують II–IV етапи органогенезу, оскільки в цей період закладаються зачатки органів колоса: виступи колосового стрижня та колоскові горбочки. На проходження цього процесу впливає забезпеченість рослини елементами живлення, насамперед азотом.

Навесні по мерзло-талому ґрунту проводили перше регенеративне підживлення азотом. У 2017 р. воно припало на період, коли рослини тритикале-дворучки другого строку сівби перебували лише на I етапі органогенезу, оскільки сходи з'явились у зимовий період під сніговим покривом. Ефект від підживлення спостерігали у вигляді посиленого кущіння рослин та подовження тривалості переходу до II е. о. на 1–3 доби залежно від варіанту дослідів. Наступне підживлення, спрямоване на посилення диференціації головної осі суцвіття та збільшення продуктивної кущистості, проводили на III етапі органогенезу. З метою підвищення якості зерна проводили додаткове підживлення на VII е. о.

У таблиці 1 висвітлено початкові етапи органогенезу сорту-дворучки тритикале Підзимок харківський.

Таблиця 1. Початкові етапи розвитку рослин сорту-дворучки тритикале Підзимок харківський (2016–2018 рр.)

Строк сівби (фактор А)	Варіант підживлення азотом, кг/га д. р. (фактор В)	Дата появи сходів	Дата настання етапів органогенезу				Сума активних температур під час проходження етапів органогенезу, °С			Тривалість II–IV е. о., дів
			II	III	IV	V	II	III	IV	
2016/17 р.										
15.10	0	18.11	6.04	16.04	23.04	8.05	93,6	41,3	214,9	32
	25		8.04	17.04	24.04	5.05				80,4
	80					6.05	169,2	28		
	100									
25.10	0	4.03*	12.04	18.04	28.04	12.05	51,4	76,6	206,8	30
	25		14.04	23.04	30.04	13.05				58,3
	80					12.05	171,3	28		
	100									
2017/18 р.										
15.10	0	1.11	11.04	15.04	25.04	5.05	49,3	145,6	186,4	24
	25		13.04	17.04	27.04	3.05				57,8
	80					2.05	83,5	19		
	100									
25.10	0	9.11	16.04	21.04	29.04	8.05	71,9	120,5	183,2	22
	25		17.04	23.04	30.04	6.05				86,5
	80					6.05	127,7	19		
	100									

Примітка.* Сходи з'явились під сніговим покривом, дата відновлення весняної вегетації

В умовах 2016/17 вегетаційного року тривалість періоду сівба-сходи за першого строку сівби (15.10) становила 33 доби, за другого строку (25.10) сходи було отримано в зимовий період під сніговим покривом. У 2017 р. сходження снігового покриву відбулося у II декаді лютого, а відновлення весняної вегетації – 4 березня. Унаслідок тривалої дії низьких температур перехід до II етапу органогенезу для першого строку сівби відбувся в I декаді квітня, для другого строку – у II декаді. Для переходу на III е. о. посівам першого строку сівби необхідна була більша сума активних температур (80,4–93,6 °C) порівняно з другим строком (51,4–58,3) та період тривалістю 9–10 діб проти 6–8 діб відповідно. Для переходу на IV е. о. рослинам першого строку сівби знадобилася менша сума активних температур (38,5–41,3 °C) та період 7 діб проти значного збільшення температур (76,6–104,4 °C) та 7–10 діб для другого строку.

У 2017/18 р. розподіл суми активних температур за етапами органогенезу відрізнявся від попереднього року. На IV е. о. найбільшої суми температур потребували лише контрольні варіанти без підживлення азотом (відповідно 186,4 і 183,2 °C за першого та другого строку сівби). Збільшення необхідної суми активних температур на III е. о. та зменшення її на IV е. о. на варіантах з підживленням ймовірно пов'язане зі сприятливими умовами для засвоєння внесеного азоту. Тривалість II–IV етапів органогенезу на варіантах з азотним підживленням становила 27–29 діб, на контролі – 30–32 доби.

Кінцевий результат проходження зерновими злаковими культурами перших етапів органогенезу проявляється в кількості колоскових виступів на колосовому стрижні та кількості квіток у колоску. Реалізація біологічного потенціалу на пізніх фазах розвитку залежить від погодних умов у періоди цвітіння та формування зерна. Найкрупніші зернівки формуються в колосках центральної частини колоса, а утворення зерна в нижній та верхній його частинах залежить від забезпечення рослини вологою та поживними речовинами.

В умовах 2017 р. за раннього відновлення весняної вегетації посіви тритикале-дворучки Підзимок харківський першого строку сівби проходили III е. о. за середньодобової температури +6,3 °C, другого строку сівби – за температури +7,9 °C, що позитивно вплинуло на довжину колоса та кількість закладених колоскових виступів на колосовому стрижні рослин порівняно з пізньою весною 2018 р. (+14,8 °C та +15,1 °C відповідно).

У наших дослідженнях рослини тритикале першого строку сівби 2017 р. сформували в середньому 26,7–27,9 колосків, другого – 23,9–26,6. Кількість колосків у колосі має пряму кореляційну залежність від внесення азоту. Так, найбільший приріст кількості колосків був за першого (регеративного) підживлення. Густина стояння рослин на період збирання

становила 386–401 шт./м², урожай формувался переважно на головному пагоні (табл. 2).

Таблиця 2. Елементи структури врожаю сорту тритикале-дворучки Підзимок харківський залежно від строку сівби та азотного підживлення

Строк сівби (фактор А)	Варіант азотного підживлення, кг/га.р. (фактор В)	2017				2018			
		висота рослини, см	густота продуктивного стеблостою, шт./м ²	колосків, шт.	кількість зерен у колосі, шт.	висота рослини, см	густота продуктивного стеблостою, шт./м ²	колосків, шт.	кількість зерен у колосі, шт.
15.10	0	78,4	386	26,7	37,2	78,3	420	23,6	38,4
	25	79,1	398	27,6	35,0	76,2	450	24,0	42,5
	80	83,3	392	27,9	36,1	82,4	468	24,6	37,2
	100	83,4	393	27,8	35,8	82,6	470	24,4	37,8
25.10	0	75,4	386	23,9	34,4	72,4	393	24,6	38,6
	25	77,8	401	25,3	35,6	74,7	402	24,9	37,6
	80	78,6	391	26,6	33,3	76,6	509	22,2*	29,5*
	100	78,7	393	26,4	32,5	76,8	519	22,5*	29,9*
НІР ₀₅	Фактор А	0,88	13,3	0,20	0,18	0,46	11,6	0,14	0,30
	Фактор В	1,25	18,8	0,29	0,25	0,65	16,5	0,20	0,43
	АВ	1,77	26,6	0,40	0,35	0,91	23,3	0,29	0,61

Примітка. * Середнє співвідношення головних та бічних пагонів 3:1

Умови весняного періоду 2018 р. виявилися діаметрально протилежними 2017 р., тому азотне підживлення призвело до збільшення густоти стояння рослин (до 32 %) та формування істотної частини врожаю на додаткових пагонах, на яких закладалось менше колосків у колосі. Негативний вплив пізнього відновлення вегетації також проявився у зменшенні кількості колосків у колосі рослин першого строку сівби (до 23,6–24,6 шт.) відносно 2017 р. (26,7–27,9 шт.). На рослинах другого строку зменшилась середня кількість колосків у колосі (з 24,9 до 22,2 шт.) з одночасним збільшенням кількості продуктивних пагонів. Слід відмітити, що у колосах на головних пагонах формувалось по 26,6–27,2 колоски, але зі збільшенням норми внесення азоту частка їх участі у формуванні врожаю зменшувалась. У 2016/17 р. внесення азоту сприяло збільшенню кількості колосків у колосі відносно контрольного варіанту без добрив за першого (на 0,9–1,2 шт.) та другого строків сівби (на 1,4–2,7 шт.). У 2017/18 р. за першого строку сівби спостерігали суттєве збільшення кількості колосків (на 0,4–1,0 шт.), а за другого вона була в межах НІР. Озерненість колоса у 2018 р. була вищою, ніж у 2017 р., що проявилось як в абсолютному, так і відносному значеннях. Так, у 2017 та 2018 рр. рослини першого строку сівби формували в середньому 36,0 та 39,0 зернівок, другого строку – відповідно 33,9 та 34,0.

У 2018 р. зменшення середньої кількості зерен у колосі на рослинах другого строку сівби зумовлене тими ж причинами, що й зменшення кількості колосків, тобто значною часткою бічних пагонів, які формувались у період переходу від фази куцїння до виходу у трубку, тому на них утворювався колос з меншою кількістю виступів колосового стрижня, тобто закладалось менше колосків.

Висновки. Сорт тритикале-дворучки Підзимок харківський добре адаптований до мінливих погодних умов завдяки здатності змінювати структуру посіву під дією температурних та осмотичних стресів. Тобто, маючи інтенсивне куцїння, рослини тритикале-дворучки за умов дефіциту вологи можуть утилізувати додаткові пагони і формувати врожай лише на головному без істотного зниження якості зерна. У більш сприятливих умовах зерно формується також і на додаткових пагонах, які за достатнього забезпечення поживними речовинами можуть наближатися до головного за кількістю колосків та зерен у колосі. У роки з раннім відновленням весняної вегетації формування елементів продуктивності дворучки істотно не залежить від строку осінньої сівби, а в роки з пізнім відновленням вегетації на їх формування у посівів пізнього строку сівби впливає температурний режим на початкових етапах органогенезу.

Список використаних джерел

1. Bazhay-Zhezherun S., Romanovska T., Antoniuk M. Improving the nutritional value of grains by biological activation. *Ukrainian Food Journal*. 2016. Vol. 5, Iss. 3. P. 476–484. doi: 10.24263/2304-974x-2016-5-3-6
2. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 2 (6). С. 41–47.
3. Takeda S., Matsuoka M. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. *Nature Reviews Genetics*. 2008. Vol. 9, Iss 6. P. 444–457. doi: 10.1038/nrg2342
4. Wurschum T., Liu W. X., Alheit K. V., Tucker M. R., Gowda M., Weissmann E. A., Hahn V., Maurer H. P. Adult plant development in triticale (*× Triticosecale* Wittmack) is controlled by dynamic genetic patterns of regulation. *G3-Genes Genomes Genetics*. 2014. Vol. 4, Iss. 9. P. 1585–1591. doi: 10.1534/g3.114.012989
5. Galiba G., Vagujfalvi A., Li C. X., Soltész A., Dubcovsky J. Regulatory genes involved in the determination of frost tolerance in temperate cereals. *Plant Science*. 2009. Vol. 176, No. 1. P. 12–19. doi:10.1016/j.plantsci.2008.09.016
6. Mahfoozi S., Limin A. E., Fowler D. B. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Science*. 2001. Vol. 41, No. 4. P. 1006–1011. doi:10.2135/cropsci2001.4141006x
7. Yan W., Wallace D. H., Ross J. A model of photoperiod × temperature interaction effects on plant development. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 1996. Vol. 15, Iss. 1. P. 63–96. doi: 10.1080/07352689609701936
8. Giunta F., Motzo R., Viridis, A., Cabiglieria A. The effects of forage removal on biomass and grain yield of intermediate and spring triticals. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 200. P. 47–57. doi:10.1016/j.fcr.2016.10.002

9. Busemeyer L., Ruckelshausen A., Möller K., Melchinger A. E., Alheit K. V., Maurer H. P., Hahn V., Weissmann E. A., Reif J. C., Würschum T. Precision phenotyping of biomass accumulation in triticale reveals temporal genetic patterns of regulation. *Scientific Reports*. 2013. No. 3. Article No. 2442. P. 1–6. doi: 10.1038/srep02442
10. Wang S. Y., Ward R. W., Ritchie J. T., Fischer R. A., Schulthess U. Vernalization in wheat I. A model-based on the interchangeability of plant-age and vernalization duration. *Field Crops Research*. 1995. Vol. 41, Iss. 2. P. 91–100. doi: 10.1016/0378-4290(95)00006-c
11. Куперман Ф. М. Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы. *Физиология сельскохозяйственных растений*. Москва : Изд. МГУ, 1969. Т. 4. С. 7–203.
12. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / під ред. В. В. Волкодава. Київ : [б. в.], 2000. Вип. 1. 100 с.

References

1. Bazhay-Zhezherun, S., Romanovska, T., & Antoniuk, M. (2016). Improving the nutritional value of grains by biological activation. *Ukrainian Food Journal*, 5(3), 476–484. doi: 10.24263/2304-974x-2016-5-3-6
2. Grabovets, A. I., & Fomenko, M. A. (2013). Release and introduction of varieties of wheat and triticale with wide ecological adaptation. *Leguminous and groat crops*, 2, 41–47. [in Russian]
3. Takeda, S., & Matsuoka, M. (2008). Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. *Nat. Rev. Genet.*, 9(6), 444–457. doi: 10.1038/nrg2342
4. Würschum, T., Liu, W. X., Alheit, K. V., Tucker, M. R., Gowda, M., Weissmann, E. A., Hahn, V., & Maurer, H. P. (2014). Adult plant development in triticale (*× Triticosecale* Wittmack) is controlled by dynamic genetic patterns of regulation. *G3 (Bethesda)*, 4(9), 1585–1591. doi:10.1534/g3.114.012989
5. Galiba, G., Vagujfalvi, A., Li, C. X., Soltész, A., & Dubcovsky, J. (2009). Regulatory genes involved in the determination of frost tolerance in temperate cereals. *Plant Sci.*, 176(1), 12–19. doi: 10.1016/j.plantsci.2008.09.016
6. Mahfoozi, S., Limin, A. E., & Fowler, D. B. (2001). Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Sci.*, 41(4), 1006–1011. doi: 10.2135/cropsci2001.4141006x
7. Yan, W., Wallace, D. H., & Ross, J. (1996). A model of photoperiod \times temperature interaction effects on plant development. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 15(1), 63–96. doi: 10.1080/07352689609701936
8. Giunta, F., Motzo, R., Viridis, A., & Cabiglieria, A. (2017). The effects of forage removal on biomass and grain yield of intermediate and spring triticales. *Field Crop Res.*, 200, 47–57. doi:10.1016/j.fcr.2016.10.002
9. Busemeyer, L., Ruckelshausen, A., Möller, K., Melchinger, A. E., Alheit, K. V., Maurer, H. P., Hahn, V., Weissmann, E. A., Reif, J. C., & Würschum, T. (2013). Precision phenotyping of biomass accumulation in triticale reveals temporal genetic patterns of regulation. *Sci. Rep.*, 3, 2442. doi: 10.1038/srep02442
10. Wang, S. Y., Ward, R. W., Ritchie, J. T., Fischer, R. A., & Schulthess, U. (1995). Vernalization in wheat I. A model-based on the interchangeability of plant-age and vernalization duration. *Field Crop Res.*, 41(2), 91–100. doi: 10.1016/0378-4290(95)00006-c
11. Kuperman, F. M. (1969). Physiology of development, growing and organogenesis of wheat. In *Physiology of Agricultural Crops* (Vol. 4, pp. 7–203). Moscow: Publishing House of Moscow State University [in Russian]
12. Volkodav, V. V. (Ed.). (2000). Methods of State Strain Testing of Crops (Iss. 1). Kyiv: N.p. [in Ukrainian]

Влияние азотных подкормок на формирование элементов продуктивности тритикале-двуручки при поздних осенних сроках посева в условиях Правобережной Лесостепи

Мазуренко Б. А.*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Украина, 03041, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15
e-mail: mazurenko.bohdan@gmail.com

*Научный руководитель – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент **Н. В. Новицкая**

Цель. Установить особенности прохождения органогенеза и формирования продуктивности тритикале-двуручки при поздних осенних сроках сева в зависимости от азотного питания. **Методы.** Исследования проводили в 2016–2018 гг. в стационарном полевом опыте на базе фермерского хозяйства «Расавское» (Кагарлыкский район Киевской области). Влияние осенних сроков сева и азотных подкормок на элементы продуктивности растений тритикале-двуручки Підзимок харківський изучали по общепринятым методикам. Для оценки биологических особенностей развития двуручки в зависимости от исследуемых факторов на начальных этапах органогенеза у отобранных растений проводили микроскопию конуса нарастания. **Результаты.** Весной 2017 г. растения тритикале-двуручки Підзимок харківський второго срока сева находились лишь на I этапе органогенеза, поскольку всходы появились в зимний период под снежным покровом. В 2017, 2018 гг. на II, III и IV этапах органогенеза на вариантах с азотными подкормками отмечалась тенденция к уменьшению необходимой суммы активных температур по сравнению с контролем. В годы исследований III этап органогенеза длился 7–10 суток, однако при раннем возобновлении весенней вегетации закладывалось большее количество выступов колосового стержня, нежели при позднем. Подкормка азотными удобрениями способствовала существенному увеличению количества колосков в колосе главного стебля, особенно в посевах первого срока сева (15 октября). Количество заложившихся в колосках зерновок слабо коррелировало с количеством колосков, что свидетельствует о неиспользованном потенциале колоса. Продолжительность периода, в течение которого формируются все органы колоса, составила 27–32 дня в год с ранним возобновлением весенней вегетации (2017) и 19–24 дня – с поздним (2018). **Выводы.** Поздние осенние сроки сева и условия вхождения в зиму существенно не влияли на перезимовку тритикале-двуручки, однако его продуктивность ограничивалась погодными факторами второй половины вегетации. Погодные условия начальных периодов вегетации и подкормки азотными удобрениями влияли на количество заложившихся колосков в колосе, а реализация потенциала колоса (количество зерновок) составляла 64–75 % от количества фертильных цветков в менее благоприятном 2017 г. и 75,0–92,4 % в более благоприятном 2018 г.

Ключевые слова: тритикале-двуручка, сроки посева, этапы органогенеза, азотные подкормки

Influence of nitrogen fertilization on formation of productivity elements of facultative triticale when late autumn sowing in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

Mazurenko B. O.*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
15, Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine
e-mail: mazurenko.bohdan@gmail.com*

*Scientific adviser **Novytska N. V.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Purpose. To establish peculiarities of organogenesis and productivity of facultative triticale under late autumn sowing terms depending on nitrate fertilizations. **Methods.** The study was carried out in 2016–2018 in stationary field experiment at the farm “Rasavske” (Kaharlyk district of Kyiv region). The influence of autumn sowing terms and nitrate fertilizing on plant productivity elements of the facultative triticale variety Pidzymok kharkivskyyi was studied by conventional methods. To evaluate biological features of development of facultative triticale depending on the factors studied the plants on initial stages of organogenesis were taken and microscopic analysis of their apical cones was conducted. **Results.** In spring 2017, plants of facultative triticale Pidzymok kharkivskyyi of the 2nd sowing term were on the I organogenesis stage only, because the emergence has revealed itself under snow during winter. In 2017, 2018 in the II, III and IV organogenesis stages in variants with nitrogen fertilizing there was a tendency to decrease the necessary sum of active temperatures as compared to the control. During the years of the research, the III organogenesis stage continued 7–10 days, but plants formed more spikelet primordia of the ear in year with early spring restoration of the vegetation than on late restoration. Nitrogen fertilization significantly contributed to increase spikelet number per spike of the main stem, especially in the variants of the first sowing term (October, 15). Grain number per spikelet has less correlation with spikelet number per spike thus indicating unused potential of ear. Duration of forming all organs of ear was 27–32 days in the year with early spring restoration of the vegetation (2017) and 19–24 days in the year with late restoration (2018). **Conclusions.** Late sowing terms and conditions prior to overwintering did not significant effect on facultative triticale overwintering, but its performance was limited by weather factors during the second half vegetation. The weather conditions of the initial periods of vegetation and nitrogen fertilization influenced on spikelet number per spike, and the realization of ear potential (grain number) was 64–75 % of number of fertile flowers in the less favorable 2017 and 75.0–92.4 % in the more favorable 2018.

Key words: *facultative triticale, sowing terms, organogenesis, nitrate fertilization*