АГРОНОМІЯ

УДК 633.112:631.547.3

Оцінювання сортів пшениці твердої озимої за показниками росту та розвитку

Любич В.В., Полянецька І.О.

Уманський національний університет садівництва

Любич В.В. E-mail: LyubichV@gmail.com

OPEN ACCESS

Любич В.В., Полянецька І.О. Оцінювання сортів пшениці твердої озимої за показниками росту та розвитку. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 1. С. 85–92.

Ljubych V.V., Poljanec'ka I.O. Ocinjuvannja sortiv pshenyci tverdoi' ozymoi' za pokaznykamy rostu ta rozvytku. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2021. no. 1, pp. 85–92.

Рукопис отримано: 07.04..2021 р.
Прийнято: 22.04.2021 р.
Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-85-92

У статті наведено результати вивчення формування показників росту та розвитку (тривалість вегетаційного періоду рослин, висота рослин, динаміка густоти, параметри колоса та врожайність зерна) вітчизняних сортів пшениці твердої озимої. Проаналізовано, що рівень прояву цих ознак значно змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду. Однак тривалість вегетаційного періоду майже не залежить від погодних умов і становить 268–269 діб. У фазу повної стиглості зерна висота рослин збільшувалась в 1,4–1,8 раза порівняно з колосінням з незначним варіюванням (V = 1–5 %) залежно від сорту. Найнижчими були рослини сортів Афіна, Континент і Лагуна – 71–76 см. Нерівномірний розподіл опадів і висока температура повітря 2013 р. сприяли формуванню меншої кількості стебел рослин пшениці твердої озимої порівняно зі сприятливішим 2014 р. У фазу повної стиглості зерна пшениці твердої озимої 2013 р. коефіцієнт загального кущіння становив 1,01–1,26 залежно від сорту. У 2014 р. густота стебел була найбільшою. У фазу повної стиглості зерна кількість стебел становила від 650 до 812 шт./м^2 залежно від сорту з коефіцієнтом загального кущіння 1,54–1,91. Слід відзначити, що у сортів Афіна та Лінкор зберігалась вища здатність до кущіння і виживання стебел у різних погодних умовах. Довжина колоса пшениці твердої озимої змінювалась від 5,9 до 6,7 см залежно від сорту з незначним і невеликим варіюванням (V = 3–16 %). Кількість колосків у колосі була від 16 до 20 шт. з незначним коефіцієнтом варіювання. Довжина колоса пшениці твердої озимої варіювала найбільше. Так, з дев'яти сортів коефіцієнт варіювання цього показника в шести сортах був середнім, а в решти – невеликим. Однак істотної різниці між сортами не було. Найвищу врожайність формували сорти Аргонавт, Гардемарин і Лінкор – 6,00–6,31 т/га, або на 13–19 % більше порівняно зі стандартом. Урожайність зерна значно змінювалась залежно від погодних умов вегетаційного періоду, про що свідчить також індекс стабільності, який був нижче одиниці (0,48–0,64). Менш сприятливі погодні умови 2013 р. забезпечили урожайність на рівні 3,74–4,63 т/га залежно від сорту. Сприятливіші погодні умови 2014 р. забезпечили урожайність зерна на рівні 5,46–8,25 т/га залежно від сорту пшениці твердої озимої. Очевидно, що позитивний вплив погодних умов 2014 р. на кущіння та виживання стебел пшениці твердої озимої зумовив формування більшої врожайності зерна.

Ключові слова: пшениця тверда озима, сорт, показники росту та розвитку, урожайність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Пшениця тверда – одна з найбільш важливих видів зернових культур, яка вирощувалася у світі на площі майже 17 млн га, а валове виробництво становило 38,1 млн т у 2019 році [1]. Найбільше зерна вирощують у країнах Європейського Союзу (9 млн т у 2018 р.), а також у Канаді, Туреччині, США, Алжирі, Мексиці, Казахстані, Сирії та Індії [2]. Зони виробництва та вирощування пшениці твердої зосереджено в Середземноморському басейні. Крім того, країни цього регіону є найбільшими імпортерами і споживачами продуктів перероблення пшениці твердої. Серед країн Європей-

ського Союзу Італія вважається лідером у виробництві зерна пшениці твердої (4,26 млн т). [3, 4]. Тверда пшениця має значення як харчова культура, яка використовується для виготовлення макаронних виробів, крупи, кускусу, булгуру, пудингів, різних сортів хліба. Продукти перероблення зерна пшениці твердої мають нижчий глікемічний індекс порівняно з пшеницею м'якою [2, 5].

Проведені дослідження свідчать, що на процес формування продуктивності пшениці твердої значно впливають умови навколишнього природного середовища. В умовах нестійкого зволоження кількість колосків і зерна в колосі є найважливішими складовими у формуванні врожайності зерна. В умовах достатнього зволоження маса зерна з одного колоса є важливішою ознакою завдяки подовженню періоду формування зернівки і наявності вологи для фотосинтезу [6]. У пшениці модифікування морфології колоса може збільшити кількість і розмір зернівок, що значно впливає на врожайність цієї культури. Встановлено, що загальна та продуктивна кількість колосків, довжина колоса можуть бути маркерними ознаками високої врожайності. Однак щільність колоса не завжди співпадає з високою врожайністю. Отже, ознаки продуктивності колоса впливають на морфологію, їх можна використовувати для прогнозування та вдосконалення архітектури рослин і збільшення врожайності пшениці твердої [4].

Одним із елементів агротехнології пшениці твердої є сорт, від вибору якого залежить ефективність решти технологічних заходів [7]. Значення сорту пшениці доведено багатьма вченими [8–11]. Крім того, цей елемент є основним у виробництві органічної продукції [12]. Урожайність зерна залежить від показників росту рослин. Так, висота рослин і густота стебел пшениці впливають на стійкість до вилягання. Параметри колоса також визначають формування врожаю зерна [13]. Вченими [14] встановлено, що ці показники достовірно змінюються залежно від сорту пшениці твердої. Так, висота рослин змінювалась від 118 до 124 см залежно від сорту. Густота стебел – від 200 до 265 шт./м^2, довжина колоса – від 5,5 до 7,0 см, кількість колосків у колосі – від 16 до 20 шт. Слід відзначити, що між урожайністю та кількістю стебел встановлено високий кореляційний зв'язок (r=0,94), з кількістю колосків у колосі – істотний (r=0,65), а з довжиною колоса та висотою (за умови відсутності вилягання) – слабкий (r=-0,21–0,35). У дослідженнях інших вчених [15] урожайність зерна змінювалась від 2,19 до 5,51 т/га залежно від сорту. Водночас вплив погодних умов був також різним. Так, у сорту пшениці твердої Annoceur цей показник змінювався від 2,90 до 3,20 т/га, а в сорту Tessaout – від 4,10 до 7,05 т/га залежно від року дослідження. Однак ці дослідження проводили в різних ґрунтово-кліматичних умовах, які відрізняються від Правобережного Лісостепу.

Нині в Україні значну увагу приділяють дослідженню продуктивності пшениці твердої ярої. Питання формування основних показників росту та розвитку сортів пшениці твердої озимої вивчено недостатньо. Так, урожайність пшениці твердої змінюється від 1,98 до 2,13 т/га залежно від сорту. Вченими встановлено високу реакцію на застосування азотних добрив за агротехнології цієї культури [16]. Залежно від погодних умов цей показник може змінюватися від 1,92 до 3,24 т/га [17]. Однак у цих дослідженнях вивчали продуктивність лише одного сорту. Крім того, всі експерименти проводили з сортами ярого типу розвитку рослин. Отже, дослідження питання формування показників росту та розвитку сортів пшениці твердої озимої є актуальними.

Мета дослідження – оцінювання сортів пшениці твердої озимої за тривалістю вегетаційного періоду, висотою, густотою, параметрами колоса та врожайністю в умовах Правобережного Лісостепу.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження щодо оцінювання сортів пшениці твердої озимої виконували у польових і лабораторних умовах Уманського національного університету садівництва впродовж 2013–2014 рр. У досліді використовували сорти пшениці твердої озимої (*Triticum durum* Desf.) Крейсер, Аргонавт, Континент, Макар, Гардемарин, Лагуна, Лінкор, Босфор. Контролем був сорт Афіна (st). Оригінатор – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Площа дослідної ділянки становила 10 м^2, повторність п'ятиразова. Фази росту та розвитку рослин, висоту, густоту, параметри колоса визначали відповідно до Методики державного сортовипробування (2015). Висоту стебел і густоту визначали на початку фази кущіння, виходу рослин у трубку та колосіння. Урожайність визначали поділянково. Групування коефіцієнта варіювання здійснювали за такими градаціями: 0–10 % – незначне, 10–20 – невелике, 20–40 – середнє, 40–60 – велике, ≥ 60 % – дуже велике. Статистичне оброблення даних здійснювали методом однофакторного дисперсійного аналізу польового досліду. Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;
LE – найменший прояв ознаки.

Дослідна ділянка розміщувалась у Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем 48°46' 56,47" північної широти і 30° 14'48,51" східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений.

Погодні умови значно відрізнялись від середньобагаторічних показників. Так, у 2013 р. погодні умови характеризувались меншою кількістю опадів. За період квітень–липень випало відповідно 209 мм опадів, або на 15 % менше середньобагаторічного показника (277 мм). Достатньою була кількість опадів у 2014 р. За період квітень–липень випало 292 мм опадів, однак розподіл їх був різним. У 2013 р. у фазу виходу рослин у трубку випало лише 13,3 мм, а в 2014 – 140,8 мм опадів. Середньодобова температура повітря також впливала на ріст та розвиток рослин сортів пшениці твердої озимої. Так, у період інтенсивного росту стебла (вихід рослин у трубку – колосіння) в 2013 р. вона була несприятливою порівняно з оптимальною (9–16 ºС) і становила 18–21 ºС. Середньодобова температура повітря в цей період упродовж 2014 р. досліджень була оптимальною.

Результати дослідження та обговорення. Встановлено, що основні показники росту рослин пшениці твердої озимої, крім тривалості вегетаційного періоду, змінювались залежно від сорту та погодних умов року дослідження. Так, у 2013 р. тривалість вегетаційного періоду не змінювалась залежно від сорту і становила 268 діб (табл. 1). Тривалість вегетаційного періоду в 2014 р. був 269 діб.

У середньому за два роки дослідження найменшими були рослини у фазу кущіння – 9–10 см залежно від сорту з незначним і невеликим варіюванням (V = 7,3–19,4 %) (табл. 2). У фазу виходу рослин у трубку цей показник збільшувався в 2,4–3,1 раза порівняно з кущінням. У фазу колосіння висота пшениці твердої озимої становила 51–53 см залежно від сорту за V = 8,0–17,1 %. Цей показник збільшувався в 1,7–2,2 раза порівняно з виходом рослин у трубку. У фазу повної стиглості зерна висота рослин збільшувалась в 1,4–1,8 раза порівняно з колосінням з незначним варіюванням (V = 1,2–5,0 %) залежно від сорту. Найнижчими були рослини сортів Афіна, Континент і Лагуна – 71–76 см.

Відомо, що до дуже низьких належать рослини пшениці з висотою ≤ 60 см, низьких – 60–85, середніх – 85–105, високих – 105–120, дуже високих – ≥ 120 см. У сортів Афіна, Континент, Макар, Лагуна, Лінкор і Босфор рослини були низькими (71–76 см). Рослини сортів Крейсер, Аргонавт і Гардемарин мали середню висоту (85–91 см).

Таблиця 1 – **Тривалість вегетаційного періоду рослин пшениці твердої озимої та календарні дати настання фаз росту залежно від сорту**

Сорт	Фаза росту та розвитку						Тривалість всього, діб
	Сходи	Кущіння	Вихід у трубку	Колосіння	Молочна стиглість зерна	Повна стиглість зерна	
2013 р.							
Календарна дата							
Афіна (st), Крейсер, Аргонавт, Континент, Макар, Гардемарин, Лагуна, Лінкор, Босфор	13.10.12	18.11.12	29.04	18.05	03.06	07.07	–
	Тривалість вегетаційного періоду, діб						
	36*	162	19	16	35	–	268
2014 р.							
Афіна (st)	16.10.13	06.11.13	25.04	22.05	08.06	11.07	–
	Тривалість вегетаційного періоду, діб						
	21*	170	27	17	34	–	269
Календарна дата							
Крейсер, Аргонавт, Континент, Макар, Гардемарин, Лагуна, Лінкор, Босфор	16.10.13	06.11.13	25.04	22.05	11.06	11.07	–
	Тривалість вегетаційного періоду, діб						
	21*	170	27	20	31	–	269

Примітка: * період сходи – початок кущіння.

Таблиця 2 – **Висота рослин пшениці твердої озимої залежно від сорту** (2013–2014 рр.), см

Сорт	Фаза росту та розвитку							
	Кущіння		Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість зерна	
	$x \pm S_x$	V, %	$x \pm S_x$	V, %	$x \pm S_x$	V, %	$x \pm S_x$	V, %
Афіна (st)	10 ± 1	9,1	24 ± 1	3,2	52 ± 6	11,1	71 ± 1	2,0
Лагуна	9 ± 1	16,5	24 ± 1	4,7	52 ± 6	11,5	76 ± 1	1,2
Континент	10 ± 1	7,3	31 ± 3	11,5	52 ± 8	15,7	76 ± 2	3,1
Босфор	10 ± 1	10,2	24 ± 1	5,1	53 ± 6	12,1	81 ± 1	2,5
Макар	9 ± 2	19,4	25 ± 1	3,2	53 ± 4	8,0	84 ± 2	3,4
Лінкор	9 ± 2	18,8	25 ± 1	3,9	51 ± 7	14,1	85 ± 1	2,3
Аргонавт	10 ± 1	10,1	31 ± 4	14,1	52 ± 8	15,2	91 ± 4	4,0
Гардемарин	10 ± 1	9,6	24 ± 1	5,2	53 ± 8	15,6	91 ± 4	4,7
Крейсер	9 ± 1	16,4	31 ± 4	14,0	51 ± 8	17,1	91 ± 4	5,0

Нерівномірний розподіл опадів і висока температура повітря 2013 р. сприяли формуванню меншої кількості стебел рослин пшениці твердої озимої порівняно зі сприятливішим 2014 р. (табл. 3). Встановлено, що на початку виходу рослин у трубку 2013 р. густота стебел збільшувалась у 1,3–1,6 раза залежно від сорту порівняно з фазою сходів. Коефіцієнт загального кущіння за таких умов становив 1,30–1,56. Однак у фазу колосіння їх кількість зменшувалась до 465–594 шт./м^2, або на 17–33 %, а коефіцієнт загального кущіння – до 1,03–1,29, або на 20–26 % залежно від сорту. У фазу повної стиглості зерна пшениці твердої озимої густота стебел зменшувалась на 1–2 % порівняно з колосінням. Коефіцієнт загального кущіння за таких умов становив 1,01–1,26 залежно від сорту. У 2014 р. густота стебел була найбільшою. Однак тенденція до зменшення їх зберігалась. Так, у фазу виходу рослин у трубку кількість стебел збільшувалась у 1,9–2,3 раза залежно від сорту порівняно з густотою рослин. Коефіцієнт загального кущіння був також найвищим – 1,88–2,25. У фазу колосіння цей показник зменшувався на 6–10 % порівняно з виходом рослин у трубку. У фазу повної стиглості зерна кількість стебел становила від 650 до 812 шт./м^2 залежно від сорту з коефіцієнтом загального кущіння 1,54–1,91. Слід відзначити, що у сортів Афіна та Лінкор зберігалась вища здатність до кущіння і виживання стебел у різних погодних умовах.

Таблиця 3 – **Динаміка формування густоти пшениці твердої озимої залежно від сорту за роками досліджень**

Сорт	Фаза росту та розвитку						
	Сходи	Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість зерна	
	1	1	2	1	2	1	2
2013 р.							
Афіна (st)	462	710	1,54	581	1,26	568	1,23
Лагуна	462	693	1,50	475	1,03	468	1,01
Континент	462	601	1,30	475	1,03	470	1,02
Макар	462	733	1,59	485	1,05	472	1,02
Крейсер	462	644	1,39	495	1,07	479	1,04
Аргонавт	462	647	1,40	498	1,08	485	1,05
Гардемарин	462	644	1,39	505	1,09	488	1,06
Босфор	462	653	1,41	512	1,11	498	1,08
Лінкор	462	719	1,56	594	1,29	581	1,26
$НІР_{05}$	*22*	*33*	*0,07*	*24*	*0,06*	*23*	*0,05*
2014 р.							
Афіна (st)	422	792	1,88	723	1,71	650	1,54
Крейсер	429	898	2,09	828	1,93	739	1,72
Аргонавт	422	934	2,21	868	2,06	772	1,83
Лагуна	422	931	2,21	861	2,04	782	1,85
Макар	426	954	2,24	884	2,08	789	1,85
Гардемарин	429	957	2,23	894	2,08	809	1,89
Босфор	429	957	2,23	894	2,08	809	1,89
Континент	426	957	2,25	898	2,11	812	1,91
Лінкор	426	957	2,25	901	2,12	812	1,91
$НІР_{05}$	*21*	*46*	*0,11*	*40*	*0,10*	*39*	*0,09*

Примітка: 1 – густота стебел, шт./м^2, 2 – коефіцієнт загального кущіння.

Довжина колоса пшениці твердої озимої змінювалась від 5,9 до 6,7 см залежно від сорту з незначним і невеликим варіюванням (V = 3,8–16,0 %) (табл. 4). Кількість колосків у колосі була від 16 до 20 шт. з незначним коефіцієнтом варіювання. Довжина колоса пшениці твердої озимої варіювала найбільше. Так, з дев'яти сортів коефіцієнт варіювання цього показника в шести сортах був середнім, а в решти – невеликим. Однак істотної різниці між сортами не було.

Різні сорти мають різний набір генів, які по різному реагують на погодні умови та елементи агротехнології. Тому основні показники росту рослин пшениці твердої озимої значно змінювались, що підтверджено роботами інших вчених [12, 18].

Урожайність зерна пшениці твердої озимої значно змінювалась залежно від сорту (табл. 5). Так, цей показник у сортів Континент і Босфор був істотно меншим порівняно з сортом-стандартом (4,60–4,70 т/га), а в сорту Лагуна – на рівні контролю. Урожайність зерна решти сортів була істотно більшою порівняно з сортом Афіна. Найвищу врожайність формували сорти Аргонавт, Гардемарин і Лінкор – 6,00–6,31 т/га, або на 13–19 % більше порівняно зі стандартом. Урожайність зерна значно змінювалась залежно від погодних умов року, про що свідчить також індекс стабільності, який був нижче одиниці (0,48–0,64). Менш сприятливі погодні умови 2013 р. забезпечили урожайність на рівні 3,74–4,63 т/га залежно від сорту. Сприятливіші погодні умови 2014 р. забезпечили урожайність зерна на рівні 5,46–8,25 т/га залежно від сорту пшениці твердої озимої. Очевидно, що позитивний вплив погодних умов 2014 р. на кущіння та виживання стебел пшениці твердої озимої зумовив формування більшої врожайності зерна.

Сортові особливості зумовлені різним набором генів, які контролюють формування продуктивності рослин пшениці твердої [19]. У дослідженнях [6] виявлено 23 маркерних алелів, які визначать різні господарсько цінні ознаки. Різну реакцію пшениці твердої на умови вирощування також пояснюють інші вчені наявністю різних генів у сортів [20–22]. Тому сорти пшениці твердої озимої мали різні елементи продуктивності в досліді.

Таблиця 4 – **Параметри колоса пшениці твердої озимої залежно від сорту,** 2013–2014 рр.

Сорт	Показник					
	Довжина колоса, см		Кількість колосків у колосі, шт.		Довжина остюка, см	
	$x \pm S_x$	V, %	$x \pm S_x$	V, %	$x \pm S_x$	V, %
Афіна (st)	5,9 ± 0,9	16,0	18 ± 1	8,1	10,2 ± 2,6	26,2
Макар	6,2 ± 0,4	7,2	18 ± 1	8,0	11,0 ± 2,9	26,4
Босфор	6,2 ± 0,6	10,3	18 ± 1	8,1	10,8 ± 3,2	30,0
Лагуна	6,2 ± 0,9	15,7	16 ± 1	9,3	11,0 ± 2,1	19,1
Континент	6,3 ± 0,6	10,4	16 ± 1	9,5	10,6 ± 2,7	25,3
Аргонавт	6,5 ± 0,2	3,8	20 ± 1	7,6	11,6 ± 2,1	18,8
Крейсер	6,5 ± 0,4	7,0	20 ± 1	7,1	11,9 ± 2,3	20,4
Гардемарин	6,7 ± 0,5	7,1	20 ± 1	7,8	11,4 ± 1,1	10,2
Лінкор	6,5 ± 0,8	12,5	18 ± 1	7,4	11,0 ± 2,7	24,7

Таблиця 5 – **Урожайність зерна пшениці твердої озимої та її стабільність залежно від сорту,** т/га

Сорт	Рік проведення дослідження		Середнє	Індекс стабільності
	2013	2014		
Афіна (st)	4,12	6,46	5,29	0,64
Континент	3,74	5,46	4,60	0,68
Босфор	3,74	5,66	4,70	0,66
Лагуна	3,81	6,59	5,20	0,58
Макар	4,17	7,23	5,70	0,58
Крейсер	4,08	7,36	5,72	0,55
Аргонавт	4,06	7,93	6,00	0,51
Гардемарин	3,94	8,25	6,10	0,48
Лінкор	4,63	7,99	6,31	0,58
$НІР_{05}$	*0,19*	*0,38*	–	–

Висновки. Встановлено особливості формування основних показників росту та розвитку пшениці твердої озимої залежно від сорту. Проаналізовано, що рівень прояву цих ознак значно змінюється залежно від погодних умов року. Однак тривалість вегетаційного періоду майже не залежить від погодних умов року і становить 268–269 діб. У пшениці твердої озимої висота рослин упродовж вегетаційного періоду змінюється сильніше порівняно з повною стиглістю зерна. У сортів Афіна, Континент, Макар, Лагуна, Лінкор і Босфор рослини низькі (71–76 см), у сортів Крейсер, Аргонавт і Гардемарин мають середню висоту (85–91 см). Найвищу врожайність формують сорти пшениці твердої озимої Аргонавт, Гардемарин і Лінкор – 6,00–6,31 т/га. Їх рекомендовано використовувати у селекції пшениці твердої озимої.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. EUROSTAT. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database

2. Kadkol G., Sissons M. Durum Wheat: Overview. Encyclopedia of Food Grains. Oxford: Academic Press Editors, 2018. P. 117–124.

3. Durum Wheat breeding in the mediterranean region: current status and future prospects / Xynias I.N. et al. Agronomy. 2020, Vol. 10. P. 1–27.

4. Post-Green revolution genetic advance in durum wheat: the case of Spain / Chairi F. et al. Field Crop. Res. 2018. P. 158–169.

5. Scherf K.A. Immunoreactive cereal proteins in wheat allergy, non-celiac gluten/wheat sensitivity (NCGS) and celiac disease. Curr. Opin. Food Sci. 2019. Vol. 25. P. 35–41.

6. Durum wheat landraces from east and west regions of the mediterranean basin are genetically distinct for yield components and phenology / Soriano J.M. et al. Front. Plant Sci. 2018. Vol. 9. P. 80–95.

7. Пшениця спельта / Г.М. Господаренко та ін.; за заг. ред. Г.М. Господаренка. К.: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с.

8. Detection of molecular markers associated with yield and yield components in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum Desf.) under drought conditions / Dura S. et al. Crop Pasture Sci. 2013. Vol. 64. P. 957–964.

9. Analysis of gluten proteins composition during grain filling in two durum wheat cultivars submitted to two water regoms / Giuliani M.M. et al. Ital. J. Agron. 2014. Vol. 90 (1). P. 15–19.

10. Любич В.В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. Вісник Полтавської ДАА. 2017. № 3. С. 18–24.

11. Любич В.В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 95. С. 146–161.

12. Evaluation of lines from a farmer participatory organic wheat breeding program / Entz M.H. et al. Crop Sci. 2018. Vol. 58. P. 243–255.

13. Farag H.I.A. Efficiency of three methods of selection in wheat breeding under saline stress conditions. Egypt. J. Plant Breed. 2013. Vol. 17. P. 85–95

14. Assessment of biological and agronomic diversity of seven durum wheat varieties cultivated in the Northeastern region of Algeria / Boudersa N. et al. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2021. Vol. 22 (2). P. 220–259.

15. Bassi F.M., Nachit M.M. Genetic gain for yield and allelic diversity over 35 years of durum wheat breeding at ICARDA. Crop Breed. Genet. Genom. 2019. Vol. 1. P. 10–19.

16. Каленська С.М., Шутий О.І. Формування продуктивності та якості пшениці твердої ярої залежно від мінерального живлення у Правобережному Лісостепу України. Вісник Полтавської ДАА. 2016. № 3. С. 19–24.

17. Юла В.М., Дрозд М.О. Вплив погодних умов та удобрення на продуктивність пшениці твердої ярої в північній частині Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2015. № 2. С. 23–27.

18. Sivakumar S., Matthew P.R., Sansaloni C. Genome-Wide association analyses identify QTL hotspots for yield and component traits in durum wheat grown under yield potential, drought, and heat stress environments. Front. Plant Sci. 2018. Vol. 8. P. 18–29.

19. Exploring and mobilizing the gene bank biodiversity for wheat improvement / Sehgal D. et al. PLoS ONE. 2015. Vol. 10. P. 154–169.

20. Unlocking the genetic diversity within a Middle-East panel of durum wheat landraces for adaptation to semi-arid climate / Abu-Zaitoun S.Y. et al. Agronomy. 2018. Vol. 8. P. 1–12.

21. Quality selection and genetic diversity of tunisian durum wheat varieties using SSR markers / Babay E. et al. Biosci. J. 2019. P. 1002–1012.

22. Agriculture and Agri-Food Canada. Area, Yield, and Production of Canadian Principal Field Crops Report. URL: https://aimis-simia.agr.gc.ca/rp/index-eng.cfm?action=pR&r=243&lang=EN

REFERENCES

1. EUROSTAT. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database

2. Kadkol, G., Sissons, M. (2018). Durum wheat: overview. Encyclopedia of Food Grains. Oxford, Academic Press. pp. 117–124

3. Xynias, I.N., Mylonas, I., Korpetis, E.G., Ninou, E., Tsaballa, A., Avdikos, I.D., Mavromatis, A.G. (2020). Durum wheat breeding in the mediterranean region: current status and future prospects. Agronomy. Vol. 10, pp. 1–27.

4. Chairi, F., Vergara-Diaz, O., Vatter, T., Aparicio, N., Nieto-Taladriz, M.T., Kefauver, S.C., Bort, J., Serret, M.D., Araus, J.L. (2018). Post-Green revolution genetic advance in durum wheat: the case of Spain. Field Crop. Res. pp. 158–169.

5. Scherf, K.A. (2019). Immunoreactive cereal proteins in wheat allergy, non-celiac gluten/wheat sensitivity (NCGS) and celiac disease. Curr. Opin. Food Sci. Vol. 25, pp. 35–41.

6. Soriano, J.M., Villegas, D., Sorrells, M.E., Royo, C. (2018). Durum wheat landraces from east and west regions of the mediterranean basin are genetically distinct for yield components and phenology. Front. Plant Sci. Vol. 9, pp. 80–95.

7. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). Pshenycja spel'ta [Wheat spelt]. Kyiv, SIK GROUP UKRAINE, 312 p.

8. Dura, S., Duwayri, M., Nachit, M., Sheyaboudi, F.A. (2013). Detection of molecular markers associated with yield and yield components in durum wheat (*Triticum turgidum* L.

var. durum Desf.) under drought conditions. Crop Pasture Sci. Vol. 64, pp. 957–964.

9. Giuliani, M.M. De Santis, M.A., Pompa, M., Giuzio, I., Flagella, Z. (2014). Analysis of gluten proteins composition during grain filling in two durum wheat cultivars submitted to two water regoms. Ital. J. Agron. Vol. 90, pp. 15–19.

10. Liubych, V.V. (2017). Vplyv abiotychnyh ta biotychnyh chynnykiv na produktyvnist' sortiv i linij pshenyci spel'ty [The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines]. Visny`k Poltavs`koyi DAA [Bulletin of Poltava SAA], no. 3, pp. 18–24.

11. Liubych, V.V. (2017). Produktyvnist' sortiv i linij pshenyc' zalezhno vid abiotychnyh i biotychnyh chynnykiv [Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors]. Visny`k agrarnoyi nauky` Pry`chornomor'ya [Ukrainian Black Sea region agrarian science]. Issue 95, pp. 46–161.

12. Entz, M.H., Kirk, A.P., Carkner, M., Vaisman, I., Fox, S.L. (2018). Evaluation of lines from a farmer participatory organic wheat breeding program. Crop Sci. Vol. 58, pp. 243–255.

13. Farag, H.I.A. (2013). Efficiency of three methods of selection in wheat breeding under saline stress conditions. Egypt. J. Plant Breed. Vol. 17, pp. 85–95.

14. Boudersa, N., Ghania, C., Aicha, A., Cherfia, R. (2021). Assessment of biological and agronomic diversity of seven durum wheat varieties cultivated in the Northeastern region of Algeria. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. Vol. 22, no. 2, pp. 220–259.

15. Bassi, F.M., Nachit, M.M. (2019). Genetic gain for yield and allelic diversity over 35 years of durum wheat breeding at ICARDA. Crop Breed. Genet. Genom. Vol. 1, pp. 10–19.

16. Kalenska, S.M., Shutyi, O.I. (2016). Formuvannia produktyvnosti ta yakosti pshenytsi tverdoi yaroi zalezhno vid mineralnoho zhyvlennia u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Formation of productivity and quality of durum spring wheat depending on mineral nutrition in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Visny`k Poltavs`koyi DAA [Bulletin of Poltava SAA], no. 3, pp. 19–24.

17. Yula, V.M., Drozd, M.O. (2015). Vplyv pohodnykh umov ta udobrennia na produktyvnist pshenytsi tverdoi yaroi v pivnichnii chastyni Lisostepu [Influence of weather conditions and fertilizers on the productivity of spring durum wheat in the northern part of the Forest-Steppe]. Visny`k agrarnoyi nauky [Bulletin of agrarian science], no. 2, pp. 23–27.

18. Sivakumar, S., Matthew, P.R., Sansaloni, C. (2018). Genome-Wide association analyses identify QTL hotspots for yield and component traits in durum wheat grown under yield potential, drought, and heat stress environments. Front. Plant Sci. Vol. 8, pp. 18–29.

19. Sehgal, D., Vikram, P., Sansaloni, C.P., Ortiz, C., Pierre, C.S., Payne, T., Ellis, M., Amri, A., Petroli, C.D., Wenzl, P. (2015). Exploring and mobilizing the gene bank biodiversity for wheat improvement. PLoS ONE. Vol. 10, pp. 154–169.

20. Abu-Zaitoun, S.Y., Chandrasekhar, K., Assili, S., Shtaya, M.J., Jamous, R.M., Mallah, O.B., Nashef, K., Sela, H., Distelfeld, A., Alhajaj, N. (2018). Unlocking the genetic diversity within a Middle-East panel of durum wheat landraces for adaptation to semi-arid climate. Agronomy. Vol. 8, pp. 1–12.

21. Babay, E., Mnasri, S.R., Mzid, R., Naceur, M.B., Hanana, M. (2019). Quality selection and genetic diversity of tunisian durum wheat varieties using SSR markers. Biosci. J. pp. 1002–1012.

22. Agriculture and Agri-Food Canada. Area, Yield, and Production of Canadian Principal Field Crops Report. Available at: https://aimis-simia.agr.gc.ca/rp/index-eng.cfm?action=pR&r=243&lang=EN

Оценка сортов пшеницы твердой озимой по показателям роста и развития

Любыч В.В., Полянецкая И.О.

В статье приведены результаты изучения формирования показателей роста и развития (продолжительность вегетационного периода растений, высота растений, динамика густоты стеблей, параметры колоса и урожайность зерна) отечественных сортов пшеницы твердой озимой. Проанализировано, что уровень проявления этих признаков значительно изменяется в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Однако продолжительность вегетационного периода почти не зависит от погодных условий и составляет 268–269 суток. В фазу полной спелости зерна высота растений увеличивалась в 1,4–1,8 раза по сравнению с колошением с незначительным варьированием (V = 1–5 %) в зависимости от сорта. Самыми низкими были растения сортов Афина, Континент и Лагуна – 71–76 см. Неравномерное распределение осадков и высокая температура воздуха 2013 г. способствовали формированию меньшего количества стеблей растений пшеницы твердой озимой по сравнению с благоприятным 2014 г. В фазу полной спелости зерна пшеницы твердой озимой 2013 г. коэффициент общего кущения составлял 1,01–1,26 в зависимости от сорта. В 2014 г. густота стеблей была наибольшей. В фазу полной спелости зерна количество стеблей составляло от 650 до 812 шт./м^2 в зависимости от сорта с коэффициентом общего кущения 1,54–1,91. Следует отметить, что у сортов Афина и Линкор сохранялась лучшая способность к кущению и выживанию стеблей в различных погодных условиях. Длина колоса пшеницы твердой озимой изменялась от 5,9 до 6,7 см в зависимости от сорта с незначительным и небольшим варьированием (V = 3–16 %). Количество колосков в колосе было от 16 до 20 шт. с незначительным коэффициентом варьирования. Длина колоса пшеницы твердой озимой варьировала наибольше. Так, из девяти сортов коэффициент варьирования этого показателя в шести сортах был средним, а в остальных – небольшим. Однако существенной разницы между сортами не было. Наивысшую урожайность формировали сорта Аргонавт, Гардемарин и Линкор – 6,00–6,31 т/га, или на 13–19 % больше по сравнению со стандартом. Урожайность зерна значительно изменялась в зависимости от погодных условий вегетационного периода, о чем свидетельствует также индекс стабильности, который был ниже единицы (0,48–0,64). Менее благоприятные погодные условия 2013 г. обеспечили урожайность на уровне 3,74–4,63 т/га в зависимости от сорта. Благоприятные погодные условия 2014 г. обеспечили урожайность зерна на уровне 5,46–8,25 т/га в зависимости от сорта пшеницы твердой озимой. Очевидно, что положительное влияние

погодных условий 2014 г. на кущение и выживание стеблей пшеницы твердой озимой обусловило формирование большей урожайности зерна.

Ключевые слова: пшеница твердая озимая, сорт, показатели роста и развития, урожайность.

Evaluation of durum winter wheat varieties by growth and development indicators

Liubych V., Polianetska I.

The article presents the study results of the formation of growth and development indicators (growing season length of plants, plant height, density dynamics, ear parameters and grain yield) of domestic varieties of durum winter wheat. It is analyzed that the level of the signs manifestation varies significantly depending on the weather conditions of the growing season. However, the growing season duration hardly depend on weather conditions and is 268–269 days. In the full ripeness stage, the height of plants increased 1.4–1.8 times in comparison with earing with insignificant variation (V=1–5 %) depending on the variety. The lowest plants were Athena, Continent and Laguna – 71–76 cm. Uneven precipitation distribution and high air temperature in 2013 contributed to the formation of fewer stems of durum winter wheat plants compared to more favourable 2014. In the full ripeness stage of durum winter wheat grain in 2013, the coefficient of total tillering was 1.01–1.26 depending on the variety. In 2014, the stem density was the highest. In the full ripeness stage of grain, the number of stems ranged from 650 to 812 pcs/m^2 depending on the variety with a total tillering rate of 1.54–1.91. It should be noted that Athena and Linkor varieties retained a higher ability to tillering and stem survival in different weather conditions. The ear length of winter durum wheat varied from 5.9 to 6.7 cm depending on the variety with slight and small variation (V=3–16 %). The number of spikelets in the ear was from 16 to 20 pcs with a small variation coefficient. The ear length of durum winter wheat varied most. Thus, of the nine varieties, the variation coefficient of this indicator in six varieties was average, and in the rest of them - small. However, there was no significant difference between the varieties. The highest yields were formed by Argonaut, Gardemaryn and Linkor varieties – 6.00–6.31 t/ha or 13–19 % more than the standard. Grain yield varied significantly depending on the weather conditions of the growing season, which is also evidenced by the stability index and was below 1 (0.48–0.64). Less favourable weather conditions in 2013 provided the yield of 3.74–4.63 t/ha depending on the variety. More favourable weather conditions in 2014 provided the grain yield of 5.46–8.25 t/ha depending on durum winter wheat variety. It is obvious that the positive effect of weather conditions in 2014 on tillering and stem survival of winter durum wheat determined the formation of higher grain yield.

Key words: durum winter wheat, variety, growth and development indicators, yield.

Copyright: Любич В.В., Полянецька І.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Любич В.В. https://orcid.org/0000-0003-4100-9063
Полянецька І.О. https://orcid.org/0000-0002-5473-884X