

## **ОСОБЛИВОСТІ МОРОЗО- І ЗИМОСТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ**

Зимостійкість культурних видів рослин, в тому числі й пшениці, створювалася в процесі еволюції як адаптивна генетико-фізіологічна властивість організму за конкретних агрокліматичних умов росту і розвитку рослин. Однією з головних властивостей, що досить детально вивчалися серед озимих і факультативних сортів твердої пшениці, були морозостійкість і її складові; тривалість періоду яровизаційного періоду (контролюється системою генів *Vrn*), реакція на фотоперіод (система генів *Ppd*), морфофізіологічні ознаки рослин твердої пшениці, що відповідають за стійкість до низьких температур (накопичення цукру в вузлах куціння на початку зими, стелюща та напівстелюща форми куща рослин в осінній період, інтенсивність забарвлення листків і стебел восени та ранньою весною). Рослини озимих культур, в т.ч. і пшениці твердої озимої, мають онтогенетичну адаптацію, що може бути як генотипічною, так і фенотипічною. Особливе значення в онтогенезі рослин мають регуляторні механізми: фотоперіодизм і яровизація. Потреба в яровизації (реакція на низькі плюсові температури) в початковий період для послідуєного переходу до генеративного розвитку — одна з головних ознак, що відрізняє типово озимі форми від типово ярих.

Поряд з іншими показниками тривалість яровизаційної потреби та фотоперіодична чутливість суттєво визначають рівень адаптації рослинного організму до різноманітних стресових умов довколишнього середовища в зв'язку зі значним впливом цих ознак на морозо- і зимостійкість конкретних генотипів озимої пшениці [1, 2]. Генотипи з тривалою яровизаційною потребою вступають у зимівлю з менш диференційованою точкою росту, що дає можливість їм краще протистояти дії негативних температур. Зимостійкість рослин тісно пов'язана з характером їх фотоперіодичної реакції. Встановлено, що зимостійкі сорти пшениці мають дуже високу фотоперіодичну чутливість порівняно зі слабозимостійкими сортами. Значний ступінь фоточут-

ливості також сприяє протидії негативним температурам як наприкінці перезимівлі після відлиг та при поверненні відсутних морозів навесні [3], так і восени в період загартування рослин. Стійкість до негативних факторів зимівлі знаходяться у прямій залежності і від рівня фотоперіодичної чутливості та затримки інтенсивності росту під впливом осінніх умов, перш за все довжини дня і зниження температури. Затримка в рості визначається фотоперіодичною реакцією рослин. Як правило, сорти з високою фотоперіодичною реакцією восени затримуються в рості більше, ніж сорти з низькою фотоперіодичною чутливістю.

Слід зазначити, що генетика типу розвитку озимої пшениці вивчена практично на основі пшениці м'якої озимої і, незважаючи на всю важливість, досліджень з генетики типу розвитку пшениці твердої проводилося дуже мало [4].

### **Матеріали і методи**

Виходячи з необхідності значно більшого використання в селекційній практиці ознак тривалості яровизаційної потреби і рівня фотоперіодичної чутливості новітнього вихідного матеріалу пшениці твердої озимої, нами проводився аналіз у сучасних сортів та селекційних номерів пшениці твердої озимої. Крім вивчення на продуктивність, значна увага приділяється оцінці генотипів твердої озимої пшениці з морозо- і зимостійкості, посухо- і жаростійкості, стійкості до поширених хвороб та якості зерна. Тому весною 2011 року варіанти з дослідження тривалості яровизації 79 сортозразків озимої твердої пшениці становили 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 і 35 діб. Усього провели 3 серії вирощування висаджених розсадою яровизованих рослин:

в умовах зрошеної польової ділянки висаджували рослини зі всіх варіантів дрібної яровизації від 5 до 35 діб, а також варіант з неяровизованими проростками (травень – липень);

на світловому майданчику висаджували варіанти розсади з яровизованими проростками протягом 35 діб в умовах подовженого (18 годин)

та скороченого (12 годин) фотоперіодів (травень – липень).

У варіанті з подовженим днем з 6 до 9 годин ранку та з 18 до 24 годин вечора подовжували освітлення за допомогою ламп ДРІ-2000. Скорочення фотоперіоду в останньому варіанті здійснювалося шляхом закривання посудин з рослинами темними ящиками (100×100×150 см) із затемненими вентиляційними кватирками. В окремих рослин (20–30 у різних варіантах для кожного зразка) реєстрували дату колосіння за допомогою пергаментної етикетки при появі верхівки головного колоса з піхви прапорцевого листа. Рівень тривалості яровизаційної потреби визначали через зіставлення кількості діб до колосіння експериментального зразка у різних варіантах штучної яровизації. Рівень фоточутливості встановлювався шляхом порівняння ступеня затримки колосіння на скороченому фотоперіоді відповідно до строків колосіння на подовженому фотоперіоді.

Шляхом проморожування рослин у посівних ящиках при від  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$  вивчали морозостійкість експериментального матеріалу. Крім того, перед входом у зиму досліджували також вміст цукру в вузлах кущення і надземній масі. Зимостійкість рослин оцінювали окомірно на початку відновлення весняної вегетації.

### Результати та обговорення

Проведені дослідження 79 сортів твердої озимої пшениці з різних еколого-географічних зон на їх чутливість до фотоперіоду в умовах довгого (18 годин) та короткого (12 годин) дня показало, що вони мають різноманітні біологічні особливості росту та розвитку рослин у цих умовах. Досліджені сорти різняться між собою за фотоперіодичною чутливістю. В умовах подовженого дня тривалість періоду цих сортозразків від висадки рослин до колосіння складала від 32 до 46 діб, а на скороченому дні тривалість цього періоду зростає до 53–93 діб (табл. 1). Крім того, проведеними дослідженнями встановлено, що варіанти сортів твердої озимої пшениці з тривалістю яровизації 5 і 10 діб та варіант з неяровизованими проростками зовсім не виколосилися (за винятком окремих рослин у варіанті яровизації 10 діб, що ми віднесли до засміченості сортозразків). У варіанті з яровизованими протягом 15 діб рослинами виколосилося 5 досліджуваних сортозразків, що складає 6,3 відсотка від загаль-

ної кількості. Інші сортозразки були ранжовані таким чином: 16–20 діб — 10 штук (12,7%), 21–25 діб — 38 штук (48,1%), 26–30 діб — 26 штук (32,9%).

Так, сорти Nazimi і ES98/MBVD-14 в умовах скороченого дня характеризуються середнім рівнем фоточутливості, а сорти Safari, ES98/MBVD-11 і 68111/ARD практично в 2 рази переважали затримку сортів Nazimi і ES98/MBVD-14 і тому віднесені до групи сортів з сильною фотоперіодичною чутливістю. Подібним чином розподілено за фотоперіодичною чутливістю і сорти з тривалістю яровизаційного періоду 16–20 діб. Тобто у сортів твердої озимої пшениці з короткою тривалістю потреби в яровизації недостатній рівень морозо-, зимостійкості компенсується за рахунок середнього і сильного рівнів фотоперіодичної чутливості. Характерно, що сорти з більш високою потребою тривалості яровизації (21–25 діб) мають у своєму складі 7 сортів (8,9%), що за фотоперіодичною чутливістю віднесені до середньослабкої групи і 1 сорт (1,3%) — до слабкої. Серед всього дослідженого вихідного матеріалу сорти, що мають тривалість яровизаційної потреби 26–30 діб і середню або сильну фотоперіодичну чутливість, належать до найбільш морозо-, зимостійких сортів твердої озимої пшениці в світі.

Відомо, що загартування рослин, їхня стійкість до негативних факторів зимівлі знаходяться у прямій залежності і від рівня фотоперіодичної чутливості та затримки інтенсивності росту під впливом осінніх умов, перш за все довжини дня і зниження температури. Затримка в рості визначається фотоперіодичною реакцією рослин. Як правило, сорти з високою фотоперіодичною реакцією восени затримуються в рості більше, ніж сорти з низькою фотоперіодичною чутливістю. Таким чином, всі ці ознаки сприяють затримці диференціації конуса наростання рослин та накопиченню в них пластичних речовин, перш за все вуглеводів.

Виходячи з того, що досліджувані сортозразки твердої озимої пшениці значною мірою різняться між собою за тривалістю яровизаційної потреби та рівнем фотоперіодичної чутливості, нами вивчалися й інші показники, які впливають на адаптивність цієї культури до несприятливих умов зимівлі: вміст цукру в рослинах та зимостійкість (табл. 2). Групування отриманих результатів досліджень за такими ознаками, як

Відносне ранжування досліджених сортів твердої озимої пшениці за тривалістю яровизаційної потреби та рівнем фотоперіодичної чутливості, СГІ – НЦНС, 2011 р.

Тривалість яровизації, діб	Рівень фотоперіодичної чутливості			
	слабкий	середньослабкий	середній	сильний
15			Nazimi ES98/MBVD-14	Safari ES98/MBVD-11 68111/ARD
16–20			Гавань Amadur Elidur Ancodur Martondur 3 Odmadur 2 5-IR	Гордейформе 335 Acodur Alidur
21–25	1893-Brindur × DF 38–86	Акведук Атол Прозорий 1897-Brindur × DF 38-86 1898-Brindur × DF 38-86 DF900-83/WBD 881 WBD 881/Rodur	Айсберг од. Архіпелаг Бурштин Босфор Дельта ES98/MBVD-12 Крейсер Лінкор Martondur 2 Odmadur 1 Прибуткова Прикумська 63 Таврида Тур 1 Чорноколоса 46 Янтар поволзький 1892-Brindur × DF 38-86	Альона Афіна Донський янтар Золоте руно Континент Лагуна Макар Партеніт Перлина одеська Rodur Topaz 6-IR
26–30		Крупинка	Агат Дону Алий парус Аксиніт Амазонка Білий парус Гардемарин Геліос Гордейформе 6 ES98/MBVD-7 Курант Кремена Леукурум 21 10-IR 12-IR	Аргонавт Augin Sandur Дельфін Дніпряна Дон Дончанка Касіопея Каравела Кристал 2 11-IR

тривалість яровизаційної потреби та рівень фотоперіодичної чутливості, дозволило простежити, наскільки ці ознаки пов'язані з накопиченням цукру в рослинах та їх зимостійкістю. Аналізуючи приведені в табл. 2 результати, доходимо висновку, що досліджені сортозразки твердої озимої пшениці значною мірою різняться між собою.

Сорти, що мають одну тривалість яровизаційної потреби — 15 діб, суттєво вирізняються рівнем фотоперіодичної чутливості. Затримка

виколошування на скороченому дні склала для сортів з середнім рівнем — 34 та сильним — 55 діб. Подібні результати отримані і серед сортів з яровизаційною потребою — 16–20 діб. Різниця між сортами в затримці колосіння досягла для середнього рівня фоточутливості — 24 і сильного — 50,3 доби. Серед групи сортів з середньою тривалістю яровизаційної потреби 21–25 діб різниця між фотоперіодично нейтральними сортами на скороченому дні склала

**Характеристика сортозразків твердої озимої пшениці за яровизаційною потребою, фотоперіодичною чутливістю, вмістом цукру в рослинах та їх зв'язок з зимостійкістю, 2011 р.**

Тривалість яровизаційної потреби, діб	Тривалість періоду «висадка розсади — виколосування», діб		Виколосування, тривалість яровизації 40 діб	Вміст цукру в вузлі кушення, %	Вміст цукру в надземній масі, %	Зимостійкість, бал
	подовжений день, 18 год.	скорочений день, 12 год.				
15,0±0,63	37,5±0,95	71,5±1,77	11.06	12,3±1,18	10,9±0,67	2,8±0,17
15,1±0,33	39,7±1,21	94,7±1,09	9.06	14,5±1,04	12,0±0,82	3,5±0,14
19,3±0,17	39,3±1,44	63,3±1,14	8.06	18,0±1,49	14,0±0,90	3,9±0,11
19,4±0,20	36,7±1,70	87,0±1,38	10.06	14,8±1,50	11,1±0,88	3,7±0,16
25,0±0,31	38,0±0,76	48,0±1,16	8.06	10,7±1,27	8,3±0,97	3,7±0,21
24,8±0,40	38,7±1,15	59,0±1,00	7.06	16,4±1,55	11,2±1,04	4,0±0,24
24,9±0,34	40,8±1,39	73,0±1,56	12.06	18,9±1,36	15,8±1,33	4,2±0,35
24,9±0,42	40,8±1,73	85,0±1,62	15.06	20,8±1,41	16,3±1,00	4,2±0,44
30,0±0,52	42,0±1,05	63,0±1,85	15.06	17,4±1,39	14,5±0,91	4,3±0,79
29,9±0,55	39,6±1,12	72,1±1,73	13.06	20,0±1,30	14,3±1,10	4,9±0,83
30,0±0,57	39,5±0,98	86,2±1,37	14.06	18,6±1,29	15,4±0,85	5,0±0,90

10, середньослабкою — 20,3, середньою — 32,2 і сильною — 44,2 доби. Сорти з досить сильною яровизаційною потребою 26–30 діб склали генотипи з середньою та сильною фотоперіодичною чутливістю, і тільки сорт Крупинка віднесено до середньослабкої групи (різниця на скороченому дні — 21 доба). У групі з середнім фотоперіодом різниця склала 32,5 і сильним — 46,7 доби.

Разом з тим, сорти з низькою тривалістю яровизаційної потреби (15 діб) та різним рівнем фотоперіодичної чутливості не мали достовірної кореляції між фотоперіодом і вмістом цукру у вузлі кушення, надземній масі, а також зимостійкістю. Але серед цих сортів між рівнем фотоперіодичної чутливості та зимостійкістю спостерігається суттєвий зв'язок.

Деякі інші результати отримані серед сортів твердої озимої пшениці з середньою (21–25 діб) тривалістю яровизаційної потреби. Тут сорти зі слабким, середньослабким, середнім та сильним рівнями фотоперіодичної чутливості суттєво відрізняються між собою за вмістом цукру у вузлі кушення (+2,5–10,06%), за рівнем морозостійкості: +0,2 і +0,3 бала і запізнюються на 5–8 діб з колосінням відносно відповідної групи з низькою тривалістю яровизаційної потреби. Характерно, що сорти з середньою та високою тривалістю яровизаційної потреби і сильною фоточутливістю практично близькі між собою за всіма досліджуваними показниками.

Аналіз кореляційних зв'язків між досліджуваними показниками у 79 сортозразків пшениці твердої озимої показав, що тривалість яровизаційної потреби позитивно корелює з усіма наведеними показниками при досить високому рівні достовірності. Корелятивний зв'язок між тривалістю яровизації та рівнем фоточутливості (+0,44\*\*), вмістом цукру у вузлі кушення рослини (+0,52\*\*) та морозостійкістю сортозразків (0,43\*\*) вказує на суттєвий вплив цих показників на стійкість до несприятливих умов перезимівлі пшениці твердої озимої. Рівень фоточутливості також достовірно корелює з вмістом цукру в вузлі кушення (+0,23\*), зимостійкістю (+0,32\*). Особливо висока достовірна кореляція спостерігається між вмістом цукру в вузлі кушення та його вмістом у надземній масі (+0,77\*\*), морозостійкістю (+0,70\*\*) і зимостійкістю (+0,78\*\*). Вміст цукру в надземній масі рослин має позитивний зв'язок з морозостійкістю (+0,51\*\*) і зимостійкістю (+0,58\*\*).

Виходячи з результатів досліджень, у селекції пшениці твердої озимої необхідно враховувати практично всі ознаки і властивості, що безпосередньо формують рівень адаптивності до абіотичних факторів довкілля.

### Висновки

Кращими за адаптивністю до несприятливих умов зимівлі пшениці твердої озимої слід вважати генотипи з тривалою яровизаційною

потребою (35 діб) та сильним рівнем фотоперіодичної чутливості. Тривалість яровизаційної потреби та сильний рівень фотоперіодичної чутливості рослини мають високу кореляцію з вмістом цукру у вузлах кушення та морозо- і зимостійкі-

стю. Високий вміст цукру у вузлах кушення та надземній масі рослин значно поліпшує стійкість твердої озимої пшениці до несприятливих умов зимівлі, особливо за безсніжної зими та морозного зимового вітру.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Стельмах А. Ф., Литвиненко М. А., Файт В. І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці // Збірник наукових праць СГП – НЦНС. — Одеса, 2004. — Вип. 5 (45). — С. 118–127.
2. Файт В. І., Федорова В. Р., Нагуляк О. І., Прокопович К. Л., Попова Н. В. Связь фенотипических и генотипических различий по продолжительности яровизации и фенотипической чувствительности с морозостойкостью озимой пшеницы // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. — Умань, 2003. — С. 359–364.
3. Фодоров А. К. Фотопериодизм и зимостойкость растений // Методы и приемы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. — М.: Колос, 1975. — С. 419–423.
4. Авсенін В. І., Файт В. І., Стельмах А. Ф. Вивчення системи генів *Vrn* у *Triticum Durum Desf.* // Збірник наукових праць СГП – НЦНС. — Одеса, 2006. — Вип. 8 (48). — С. 9–18.

#### PALAMARCHUK A.I.

*The Plant Breeding and Genetics Institute — National Center of Seed & Cultivar Investigation, Ukraine, 65036, Odessa, Ovidiopol'ska road, 3, e-mail: a\_palamarchuk@ukr.net*

#### ESPECIALLY FROST- AND WINTER-RESISTANT ON THE WINTER DURUM WHEAT

**Aims.** The set of 79 winter durum wheat varieties was studied under different periods of artificial vernalization and subsequent growing under long and short photoperiods. **Methods.** The study revealed a significant difference between these varieties in vernalization response and degree of photosensitivity. **Results.** Modern varieties possessed low and medium photosensitivity, and had vernalization duration of 20 to 25 days. **Conclusions.** The best winter durum wheat varieties by adaptivity to unfavourable winter conditions need vernalization duration of 25–30 days and high degree of photoperiodic sensitivity.

**Keywords:** durum wheat, adaptivity, vernalization duration, photoperiodic sensitivity.