

СТЕЛЬМАХ А. Ф.[✉], ФАЙТ В. І.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства

та сортовивчення НААН України,

Україна, 65036, м. Одеса, Овідіопольська дорога, 3, СГІ-НЦНС, e-mail: stegen@ukr.net

[✉] stegen@ukr.net, (048) 789-55-39

ОСОБЛИВОСТІ ТЕМПІВ ПОЧАТКОВОГО РОЗВИТКУ НОВИХ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ У ЗВ'ЯЗКУ З СИСТЕМАМИ ГЕНІВ *PPD-1* ТА *Vrd*

Мета. Оцінювали потребу в яровизації та фоточутливість деяких нових сортів західно-європейського походження. **Методи.** Обрахування ефектів генів *Vrd* і *Ppd-1* здійснювали шляхом порівняння кількості діб до колосіння за вирощування на природному та 10-годинному фотоперіодах після попередньої яровизації зелених проростків різної тривалості. Успадкування названих генів вивчали за комбінацій варіантів умов, які призводили до розподілу вказаних ефектів. **Результати.** Ефекти вивчених генів успадковувалися як частково домінують з адитивно-епістатичною неалельною взаємодією. Вивчені зразки часто характеризувалися тривалою потребою в яровизації та наявністю фоточутливості, що суттєво відрізняло їх від сучасних сортів України. **Висновки.** Ми піддаємо сумніву твердження провідних українських селекціонерів, що посилені фізіологічні реакції затримки початкового розвитку озимої пшениці м'якої можуть бути чинником, який лімітує сучасний рівень продуктивності цієї культури.

Ключові слова: озима пшениця м'яка, дати колосіння, потреба в яровизації, фоточутливість, сучасні сорти, продуктивність.

Еволюційне розширення ареалу пшениці м'якої (ярої) з центрів її походження у північні помірні широти відбувалося й через добір рецесивних мутацій потреби в яровизації (ПЯ) та фотоперіодичної чутливості (ФЧ) як пристосування до зимівлі осінніх сходів на етапі куціння. Так виникли озимі пшениці. Загалом сорти озимої пшениці м'якої суттєво відрізняються за тривалістю ПЯ – від 15 до 60 і більше діб [1, 2]. Для сортів конкретного регіону вирощування характерна певна тривалість ПЯ, що вказує на її адаптивну цінність. Звичайно, більш тривала ПЯ притаманна сортам, зона вирощування яких характеризується тривалим та/або жорстким зимовим періодом. У сортів Півдня України,

Північного Кавказу, Молдови частіше виявляється нетривала ПЯ (30–35 діб), а в Лісостепі України, середній полосі Росії збільшується кількість сортів із більш тривалою ПЯ. Сортам Поволжя, Сибіру, Північно-Західного регіону Росії, Північного Казахстану та країн Скандинавії для переходу до репродуктивної фази розвитку, як правило, притаманна ПЯ приблизно 50–60 діб [3–5].

Наявність ПЯ в озимих пшеницях контролюється повністю рецесивним за генами системи *Vrn* генотипом [6]. І саме в межах такого єдиного генофону спостерігається вище вказане широке різноманіття за тривалістю ПЯ, головну частку якого зумовлюють ефекти різних алелів іншої самостійної системи *Vrd* (vernalization response duration) генів [7]. Широко відомі шедеври вітчизняної селекції Одеська 16 і Миронівська 808 (М808) та похідні від них характеризувалися тривалою ПЯ (55–60 діб) і сильною ФЧ тощо. Але часте використання після середини минулого сторіччя ярих сортів у селекційних програмах Півдня СРСР з озимою пшеницею призвело до скорочення ПЯ сучасних сортів до 30–40 діб [8, 9]. Водночас уже наприкінці минулого сторіччя в Чехії спостерігали явний зворотний зсув у напрямку селекції сортів з більш тривалою ПЯ [10].

Із появою Безостої 1, а згодом і через широке залучення в селекційні програми з озимою пшеницею ярих мексиканських напівкарликів селекціонери все більшу перевагу надають зразкам зі слабкою ФЧ. І на сьогодні більш як 90 % зразків конкурсного сортовипробування СГІ-НЦНС є такими, хоча й з деякою тенденцією в останні роки до появи фотоперіодично чутливих кандидатів у сорти [11–13]. Безумовно, селекціонери мають певні підстави для цього, посиляючись на низку господарських переваг схожих генотипів: більш раннє відростання навесні, що сприяє в деякій мірі ефективнішому використанню запасів зимової вологи та частковому

прискоренню колосіння і через це ефективнішому ухиленню наливу зерна від посухи та/або підвищених температур улітку. Але слабша ФЧ через біохімічні зв'язки і взаємодії автоматично призводить до одночасного скорочення ПЯ (хоча генетично вони успадковуються й незалежно), прискорення початкового розвитку восени. І, щоб уникнути зниження адаптивності під час зимівлі, доводиться переносити посів на більш пізні строки [14]. Іноді перевагою цього може бути краща вологість ґрунту під час сівби, але таке скорочення терміну осінньої вегетації суттєво зменшує накопичення загальної початкової біомаси. У результаті перед селекціонерами постає складна дилема знаходження оптимального балансу між такими тенденціями, що протилежно впливають на кінцеву продуктивність. І тому головним питанням може бути, чи обмежують природний потенціал продуктивності сучасних сортів більш сильні фізіологічні реакції затримки початкового розвитку (ПЯ і ФЧ): коли, в яких регіонах та за яких умов. А те, що вони позитивно впливають на адаптивність під час зимівлі, ні в кого не викликає сумніву [15].

Ідентифікація генофонду озимої пшениці м'якої за алелями генів *Vrd*, що впливають на тривалість ПЯ, виявила наявність достовірних відмінностей частот генотипів набору сортів нашого інституту та Інституту рослинництва (Харків) між собою та від загального вивченого набору. Це, безумовно, свідчило про відмінності селекційної (та/або адаптивної) цінності конкретних генотипів для певних регіонів (умов) вирощування пшениці [16]. Аналогічний висновок стосується й генотипів сортів за алелями системи генів *Ppd-1*, що контролюють головне різноманіття за ФЧ [17]. Аналогічний аналіз набору 410 зразків колекції сучасних пшениць Європи виявив низьку частоту алелів слабкої ФЧ у сортів Великобританії, Данії, Німеччини, Польщі, Чехії та Австрії. Але серед сортів Франції їх було вже близько третини, а в наборах сортів зі Східної Європи та Росії вони взагалі переважали [18].

Спираючись на результати оцінки ПЯ і ФЧ нових високоврожайних сортів західноєвропейського походження, спробуємо хоча б трохи похитнути (хай і не зовсім спростувати) сучасну думку наших провідних селекціонерів, що сильна ФЧ та тривала ПЯ озимої пшениці м'якої певною мірою обмежують досягнутий на сьогодні рівень продуктивності сортів цієї культури.

Матеріали і методи

Минулого сезону поряд зі зразками конурсного сортовипробування СГІ_НЦНС, що регулярно вивчали за ПЯ і ФЧ, ми отримали від селекціонерів декілька західно-європейських сортозразків, як уже відомих виробникам, так і зовсім нових (переважно з Франції), які активно пропагуються насінневими фірмами для просування на терени України як такі, що характеризуються високою продуктивністю. Ми свідомо не цікавилися оригінальними назвами цих останніх сортів, щоб уникнути звинувачень у їх рекламі. У ході опису результатів вивчення їхніх фізіологічних реакцій наведемо тільки номери, якими вони були представлені в колекціях останніх років.

Із початку березня по 20 зелених 5-добових проростків у паперових рулонах кожного зразка в кожному варіанті дослідів піддавали штучній темпоральній яровизації з розрахунку одночасної висадки (29 квітня, коли природна температура майже не знижується до яровизаційного рівня) протягом 30–40–50 діб у кліматичних камерах за температури $+1$ – $+2^{\circ}\text{C}$ та 12-часового освітлення. Варіант максимальної яровизації був повторений для наступного вирощування за штучно скороченого до 10 годин фотоперіоду (закривання темними кабінами з 17^{00} до 7^{00}) і порівняння темпів колосіння з варіантом вирощування на природному фотоперіоді (15–17 годин). Для контрольного зразка Миронівська 808 додатково використовували варіант яровизації протягом 60 діб. Висадку здійснювали по 10 проростків у 5-літрові судини з ґрунтом, протягом вегетації проводили всі необхідні заходи щодо поливу, підживлення та боротьби зі шкідниками і хворобами. Під час колосіння фіксували дату появи верхівки колоса на головному стеблі кожної рослини, яку трансформували в кількість діб від висадки до колосіння (КДК) та згодом піддавали дисперсійному аналізу. Тривалість ПЯ зразка визначали порівнянням середньої дати його колосіння у двох суміжних варіантах яровизації, коли затримка колосіння виявлялася вже несуттєвою. Різниця між середніми датами колосіння зразка після максимальної яровизації за вирощування на скороченому та природному фотоперіодах характеризувала рівень його ФЧ.

Попереднє вивчення успадкування різноманіття за вказаними фізіологічними реакціями здійснювали, використовуючи модель, яка передбачала роздільне виявлення ефектів впливу

систем *Vrd* і *Ppd* генів на дату колосіння різних генотипів шляхом варіювання умов тривалості яровизації та фотоперіоду: подовжений (природний) фотоперіод майже нівелює різноманіття за ФЧ, і недостатня яровизація (40 діб) виявляє його за ПЯ, а тривала (повна) яровизація практично знімає відмінності за ПЯ, що за наступного вирощування на скороченому фотоперіоді (10 годин) дозволяє виявляти вплив на дату колосіння відмінностей за ФЧ. Такі два варіанти умов експерименту були використані 2015 року для оцінки КДК у рослин батьків, F₁ і F₂ одночасно. Для вивчення успадкування головних найбільш поширених *Vrd* і *Ppd* генів використовували майже ізогенні за *Vrd* генами лінії рецесивного щодо обох систем сорту М 808 та гібриди його ж з ідентифікованими лініями *Ciano Ppd-D1a* і *Carpelle Desperez Ppd-B1c* (Сn і CD, відповідно).

Результати та обговорення

Під час вирощування на природному фотоперіоді після 40-добової яровизації проростків ізогенних *Vrd* ліній М 808 найбільша КДК виявлена у рецесивного генотипу як наслідок суттєвого незадоволення тривалої ПЯ. А найбільший ефект скорочення ПЯ (і КДК) спостерігався у лінії з алелем *Vrd 1*, такий ефект алелю *Vrd 2* був значно слабшим, хоча ця лінія колосилася явно раніше рецесивної (табл. 1). Оскільки названі лінії оцінювалися протягом декількох сезонів (у нашому випадку в роки отримання насіння F₁ і F₂ та оцінки розщеплення рослин F₂), можна було констатувати, що виявлені ефекти були константними: ранги КДК цих ліній зберігалися за роками, хоча й сама величина КДК кожного генотипу між сезонами могла відрізнитися на декілька діб через відмінності температуро-світлових умов сезонів. Як правило, випадковий розмах КДК у межах зразка не переви-

щував 3–4 діб і лише у пізніх зразків він міг бути трохи вищим.

У першому поколінні в обох комбінаціях частково домінувала менша КДК, а в другому поколінні спостерігали три параболи розподілу рослин за КДК на гомо- і гетерозиготних нащадків щодо оцінюваних генів, що високо достовірно відповідали співвідношенню розщеплення 1:2:1.

Варто додати, що у гібридній комбінації обох ліній із домінантними генами *Vrd* у першому поколінні спостерігалася навіть часткова адитивна взаємодія домінантних алелів. У другому поколінні зі 199 рослин виявлено розщеплення за фенотипом щодо КДК, яке достовірно відповідало дигібридному співвідношенню 10:2:1:2:1. У найбільшому класі зі 128 рослин через часткові домінування та адитивність з КДК 46-57 діб були об'єднані {9/16 (*Vrd 1 - Vrd 2 -*) + 1/16 (*Vrd 1 vrd 2* гомозиготи)} генотипи, а решта сегрегантів розподілялася в останніх генотипах окремо.

Під час оцінювання гібридних комбінацій щодо відмінностей ефектів генів *Ppd-1* у F₁ також виявлено часткове домінування меншої КДК за обома генами (табл. 2). А сегреганти F₂ розподілилися на 3 групи фенотипів (і генотипів відповідно) у достовірному співвідношенні 1:2:1 за відмінностями гена *Ppd-D1*. Нагадаємо, що в цьому випадку (як і в наступній комбінації) тривала попередня яровизація практично нівелювала відмінності батьків і гібридних поколінь за ПЯ.

Тому можна констатувати, що ефект зменшення КДК присутністю домінантного алеля *Ppd-D1a* був більшим від такого алеля другого гена *Ppd-B1c*. Причому й за названим геном також спостерігалася часткове домінування, а розщеплення сегрегантів F₂ достовірно відповідало співвідношенню 1:2:1 тощо.

Таблиця 1. Розщеплення за КДК під час вирощування гібридів на природному фотоперіоді після недостатньої яровизації протягом 40 діб

Гібрид	M808 <i>Vrd 1</i> × M808 рецесив						X ² _{1:2:1}
Покоління	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂			
КДК, діб	56,0	79,3	61,5	55-57	59-64	66-82	0,43
n рослин	20	20	30	36	70	31	
Гібрид	M808 <i>Vrd 2</i> × M808 рецесив						X ² _{1:2:1}
Покоління	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂			
КДК, діб	68,4	79,3	72,3	66-69	70-74	76-82	0,85
n рослин	20	20	30	28	66	27	

Таблиця 2. Розщеплення за КДК під час вирощування гібридів на скороченому фотоперіоді (10 годин) після задовільної яровизації протягом 60 діб

Гібрид	Cn <i>Ppd-D1a</i> × M808 рецесив						X ² _{1:2:1}
Покоління	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂			
КДК, діб	45-47	69-72	48-53	44-47	48-53	68-73	0,43
n рослин	20	20	30	27	62	26	
Гібрид	CD <i>Ppd-B1c</i> × M808 рецесив						X ² _{1:2:1}
Покоління	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂			
КДК, діб	46-49	69-72	50-55	45-49	50-57	67-71	0,26
n рослин	20	20	30	34	63	30	

У таблиці 3 наведено результати оцінки дат колосіння вивчених зразків у відповідних варіантах досліду (відмінності за тривалістю яровизації і фотоперіоду) та розрахункові показники їхніх ПЯ і ФЧ. Ще раз нагадаємо, що цей набір контрольних ліній з ідентифікованими генами *Vrd* (відмінності за ПЯ) та *Ppd-1* (відмінності за ФЧ) було використано кожного сезону під час вивчення різних зразків для порівняння впливу відмінностей температурно-світлових сезонів наступного вирощування на дати колосіння і розрахунок фізіологічних реак-

цій. Зазначимо, що в середньому за сезонами дати колосіння одного і того ж зразка могли розрізнятися навіть на більш ніж ± 3 доби, але принципових відмінностей за ступенем фізіологічних реакцій початкового розвитку практично не спостерігалось: оцінка ПЯ коливалася не менш ніж 5 діб, а рівні ФЧ не більше 1 рангу. При цьому ранжування обох показників між зразками зберігалось постійним, що вказувало на можливість аналогічної характеристики зразків навіть за однократного вивчення.

Таблиця 3. Кількість діб до колосіння у різних варіантах та фізіологічні реакції зразків

Яровизація і фотоперіод	30 діб	40 діб	50 діб	50 діб	ПЯ діб	ФЧ діб
	Природний фотоперіод			10 годин		
Зразки *	Контролі з ідентифікованими генами ЯП і ФЧ					
M808 рецесив	86,9	74,4	53,7	87,2	60	34,5
M808 <i>Vrd1</i>	68,1	53,9	48,5	74,5	45	26,0
M808 <i>Vrd 2</i>	81,4	62,5	51,0	79,0	50-55	28,0
Al114 <i>Vrd 3</i>	78,6	59,3	43,5	65,4	50	21,9
Cn <i>Ppd-D1a</i>	62,0	45,7	40,6	47,6	45-50	7,0
CD <i>Ppd-B1c</i>	44,8	42,3	40,8	52,2	30-35	11,4
M808 <i>Ppd-A1a</i>	72,7	56,5	47,6	62,1	55	14,5
	Колекційні закордонні зразки					
4/17	85,4	79,3	72,5	77,7	60	5,2
5/17	68,7	56,2	51,3	70,9	45	19,6
5/16	81,8	71,0	53,7	77,6	60	23,9
10/16	67,6	53,5	46,0	50,3	55	4,3
15/16	64,1	57,8	52,7	76,8	45	24,1
20/16	79,7	68,9	49,1	73,6	60	24,5
Колонія	73,1	64,4	49,2	74,1	55	24,9
Самурай	82,3	70,6	52,3	75,7	60	23,4
Актор	78,5	64,1	55,0	73,9	55	18,9
Юлія	60,7	50,0	44,1	49,1	45	5,0
Канада	80,2	69,3	54,0	71,3	60	17,3
НІР _{0,05}	0,47	0,34	0,28	0,36	049	0,46

Примітки. * Ал–Альбідум, Сн–Сіано, CD–Cappelle Desprez.

Для рецесивного за обома системами генів зразка М 808 притаманний не тільки максимальний рівень ФЧ, а й найвища ПЯ, оскільки варіант 50 діб попередньої яровизації виявився недостатнім для максимального прискорення колосіння: у варіанті 60 діб яровизації за вирощування на природному фотоперіоді він колосився не пізніше 45 діб. І ця величина була характерною практично для всіх зразків. Присутність у генофоні домінантного алеля *Vrd 1* найбільш скорочувала ПЯ, а ефект алеля *Vrd 2* був найслабшим.

Аналогічно за вирощування на скороченому фотоперіоді після задовільної яровизації домінантний алель *Ppd-D1a* максимально прискорював колосіння, а схожий ефект алеля *Ppd-A1a* був мінімальним. Крім цього, в такому наборі можна помітити й адитивний ефект взаємодії продуктів генів обох систем: триваліша ПЯ виявляє сильнішу ФЧ, а слабша ФЧ частково скорочує ПЯ.

Схарактеризуємо досліджені фізіологічні реакції у наборі ліній із колекції (перші 7 із Франції, наступні 2 – ФРН і далі з Чехії і Канади відповідно), маючи на увазі, що вони є зразками сучасних високопродуктивних сортів. Лише зразок сорту Юлія виявив обидві реакції, що притаманні абсолютній більшості сортів нашого інституту і навіть України загалом. Для останніх зразків були характерними або частково підвищена ФЧ, або значно триваліша ПЯ, а 6 із них виявили обидві реакції затримки початкового розвитку. Це свідчить про присутність у генотипах досліджуваних сортів рецесивних алелів генів *Vrd* і *Ppd-1* з ефектами затримки темпів початкового розвитку через посилення їхніх ПЯ та/або ФЧ, а імовірність присутності домінантних алелів цих генів у них явно знижена.

Наведені сорти були створені установами країн Західної Європи в ґрунтово-кліматичних зонах з умовами, що не мають аналогів в Україні. Вони пропагуються іноземними насінневими компаніями як високоврожайні для впрова-

дження у промислове виробництво. Якщо очікування їхніх високих урожаїв має реальну підставу, то фізіологічні реакції затримки початкового розвитку цих генотипів (підвищені ПЯ і ФЧ) ставлять під сумнів обґрунтованість переконань провідних вітчизняних селекціонерів, що такі реакції можуть бути одним із чинників, які обмежують сучасний досягнутий рівень продуктивності нових сортів озимої пшениці м'якої. І в такому випадку є сенс знову залучати в селекційні програми донорів рецесивних алелів генетичних систем *Vrd* і *Ppd-1* з позитивними ефектами адаптивності.

Висновки

Домінантні алелі головних генів систем *Vrd* і *Ppd-1* із різним ступенем інгібують фізіологічні реакції затримки темпів початкового розвитку (ПЯ та ФЧ відповідно) озимої пшениці м'якої і, як наслідок, зменшують КДК. Їхні ефекти успадковуються частково домінантно з проявою адитивно-епістатичної взаємодії неалельних генів як в межах самої системи, так і між обома системами через ферментно-біохімічні продукти.

Сучасні високопродуктивні сорти західноєвропейського походження (які рекомендуються для вирощування в аналогічних умовах певних зон нашої країни) виявляють тривалу ПЯ та/або підвищену ФЧ, що вказує на їх більшу рецесивність щодо названих генів.

Тому припущення наших селекціонерів, що тривала ПЯ і сильна ФЧ озимої пшениці м'якої частково обмежує сучасний досягнутий рівень її продуктивності швидше за все можна поставити під сумнів. Краща адаптація до суворих умов зимівлі генотипів з посиленими ПЯ і ФЧ може позитивно вплинути на кінцеву продуктивність.

Автори висловлюють подяку академіку Литвиненку М. А. за надання для оцінки насіння експериментальних зразків із колекції відділу.

References

1. Dolgushin D.A. Mirovaia kolektsiia pshenic na fonie yarovizatsij. M.: Sel'hozgiz, 1935. 212 p. [in Russian] / Долгушин Д.А. Мировая коллекция пшениц на фоне яровизации. М.: Сельхозгиз, 1935. 110 с.
2. Baloch D.M., Karow R.S., Marx E., Kling J.W., Witt M.D. Vernalization studies with Pacific Northwest wheat. *Agron. J.* 2003. Vol. 95. P. 1201–1208.
3. Razumov V.I., Olejnikova T.V. Otzyvchivost' standartnykh sortov ozimoy i yarovoј pshenitsy na yarovizatsiiu i dlinu dniia. *Sb. tr. Pushkinskih lab. VIR. L.*, 1949. P. 95–114. [in Russian] / Разумов В.И., Олейникова Т.В. Отзывчивость стандартных сортов озимой и яровой пшеницы на яровизацию и длину дня. *Сб. тр. Пушкинских лаб. ВИР. Л.*, 1949. С. 95–114.
4. Musich V.N. Fiziologicheskie aspekty seleksij ozimoy i yarovoј pshenitsy na morozostoykost'. *Fiziol. asp. prod-ti i ust-ti oz. pshen. k stres. vozd.* Odessa, 1984. P. 68–77. [in Russian] / Мусич В.Н. Физиологические аспекты селекции озимой пшеницы на морозостойкость. *Физиол. асп. прод-ти и уст-ти оз. пшен. к стрес. возд.* Одесса, 1984. С. 68–77.

5. Urazaliev R.A., Absattarova A.S. Geneticheskij control tipa razvitiia kazakhstanskikh sortov i obraztsov pshenits iz CIMMYT. *Genetika v XXI veke: sovrem. sost. i persp. razv.: tez. dokl. III syezd VOGiS Rossii* (6–12 junia 2004). M., 2004. T. 1. P. 137. [in Russian] / Уразалиев Р.А., Абсаттарова А.С. Генетический контроль типа развития казахстанских сортов и образцов пшеницы из CIMMYT. *Генетика в XXI веке: соврем. сост. и persp. разв.: тез. докл. III съезд ВОГиС России* (6–12 июня 2004 г.). М., 2004. Т. 1. С. 137.
6. Stelmakh A.F. Growth habit in common wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). *Euphytica*. 1987. Vol. 36, 2. P. 513–519.
7. Stelmakh A., Zolotova N., Fayt V. Genetic analysis of differences in duration vernalization requirement of winter bread wheat. *Cereal Research Communications*. 2005. Vol. 33, 4. P. 713–718.
8. Dolgushin D.A. Stadiia yarovizatsii i nekotoryie biologicheskie osobennosti sortov ozimoi pshenitsy na juge SSSR. *Vestnik s/h nauki*. 1980. № 9. P. 46–56. / [in Russian] / Долгушин Д.А. Стадия яровизации и некоторые биологические особенности современных сортов озимой пшеницы на юге СССР. *Вестник с/х науки*. 1980. № 9. С. 46–56.
9. Fayt V.I. Morozostiykist' i urozhaynist' окреmykh sortiv ozimoi pshenitsy mjakoi. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2005. № 11. P. 25–29. [in Ukrainian] / Файт В.І. Морозостійкість і урожайність окремих сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 11. С. 25–29.
10. Petr J., Hnilicka F. Changes in requirements on vernalization of winter wheat varieties in the Czech Republic in 1950–2000. *Rostl. Vyroba*. 2002. Vol. 48, № 4. P. 148–153.
11. Stelmakh A.F., Lytvynenko M.A., Fayt V.I. Yarovyvzatsijna potreba ta fotocutlyvist' suchasnykh genotypiv ozimoi mjakoi pshenitsy. *Zbirnyk nauk. prac SGI-NCNS*. 2004. Vyp. 5 (45). P. 118–127. [in Ukrainian] / Стельмах А.Ф., Литвиненко М.А., Файт В.І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці. *Збірник наук. праць СГІ-НЦНС*. 2004. Вип. 5 (45). С. 118–127.
12. Stelmakh A.F., Lyfenko S.P., Fayt V.I., Mokanu N.V. Otsinka genetiko-fiziologichnykh reaktsij pochatkovoho rozvitku sortiv ozimoi mjakoi pshenitsy. *Visnyk agr. nauky*. 2007. № 11. P. 39–43. [in Ukrainian] / Стельмах А.Ф., Лифенко С.П., Файт В.І., Мокану Н.В. Оцінка генетико-фізіологічних реакцій початкового розвитку сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник агр. науки*. 2007. № 11. С. 39–43.
13. Stelmakh A.F., Fayt V.I. Vozmozhnost' uluchsheniia adaptivnosti ozimoi pshenitsy putiom usileniia fotoperiodizma i potrebnosti v yarovizatsii. *Zbirnyk nauk. prac' SGI-NCNS*. 2016. Vyp. (27–67). P. 103–108. [in Russian] / Стельмах А.Ф., Файт В.І. Возможность улучшения адаптивности озимой пшеницы путем усиления фотопериодизма и потребности в яровизации. *Збірник наук. праць СГІ-НЦНС*. 2016. Вип. 27 (67). С. 103–108.
14. Lytvynenko M.A., Lyfenko S.P., Druziak V.V. Vplyv strokiv sivy i subletal'nykh zymovykh temperatur na vyzyvanist' ta vrozhaynist' ozimoi pshenitsy. *Visnyk agr. nauky*. 2004. № 4. P. 27–31. [in Ukrainian] / Литвиненко М.А., Лифенко С.П., Друзяк В.В. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 4. С. 27–31.
15. Rblyl I.T., Rblylovb P., Pankova K. Relationsips among vernalization, shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, Iss. 3. P. 413–418.
16. Fayt V.I. Identyfikatsiia genofondu ozimoi mjakoi pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) za genamy potreby v yarovyzatsii (Vrd). *Genetychni resursy roslin*. 2012. № 10/11. P. 212–219. [in Ukrainian] / Файт В.І. Ідентифікація генофонду озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) за генами тривалості потреби в яровизації (Vrd). *Генетичні ресурси рослин*. 2012. № 10/11. С. 212–219.
17. Fayt V.I., Balashova I.A., Fedorova V.R., Bal'vinskaia M.C. Identifikatsiia genotypov Ppd-1 sortov miahkoj pshenitsy metodami geneticheskogo i STS-PCR analiza. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2014. T. 46, № 4. P. 325–336. [in Russian] / Файт В.І., Балашова І.А., Федорова В.Р., Бальвинская М.С. Идентификация генотипов Ppd-1 сортов мягкой пшеницы методами генетического и STS-ПЦР анализа. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46, № 4. С. 325–336.
18. Langer S.M., Longin C.F.H., Wьrschum T. Flowering time control in European winter wheat. *Plant Sci*. 2014. № 5. P. 537–562.

STELMAKH A.F., FAYT V.I.

Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigations, Ukraine, 65036, Odesa, Ovidiopol'ska road, 3, e-mail: stegen@ukr.net

RELATED TO PPD-1 AND VRD GENE SYSTEMS PECULIARITIES OF INITIAL DEVELOPMENT RATE IN NEW EUROPEAN WINTER BREAD WHEAT CULTIVARS

Aim. Vernalization response and photosensitivity were evaluated in some new cultivars originating from West European countries. **Methods.** Vrd and Ppd-1 gene effects were measured by comparing numbers of days to heading at planting in natural and 10-hours photoperiods after preliminary green seedling vernalization of various duration. Those genes inheritance was studied under environment combinations securing the division of their effects. **Results.** Studied gene effects were inherited as partially dominant with additive-epistatic interactions. Evaluated stocks characterized often by durable vernalization requirement and photosensitivity presence differing essentially from modern Ukrainian cultivars. **Conclusions.** We call in question the assertion of leading Ukrainian breeders that strong physiological reactions of initial development delay are the factors limiting the modern productivity level in winter bread wheat. **Keywords:** winter bread wheat, heading dates, vernalization requirement, photosensitivity, modern cultivars, productivity.