

УДК 633.11(324):581.14:631.523.11

Гени, що контролюють тривалість періоду яровизації у сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія

Пірич А. В.¹

Булавка Н. В.¹, кандидат біологічних наук

Ковалишина Г. М.², доктор сільськогосподарських наук

¹Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
Україна, 08853, с. Центральне, Миронівський район Київської обл.
e-mail: aliparigych@i.ua

²Національний університет біоресурсів і природокористування України
Україна, 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13
e-mail: hkovalyshyna@gmail.com

Мета. Провести ідентифікацію генів яровизаційної потреби у пшениці м'якої озимої сорту МІП Валенсія. **Методи.** Дослідження проводили в Миронівському інституті пшениці у 2016, 2017 рр. Для визначення тривалості періоду яровизації висівали насіння, попередньо прояровизоване впродовж різних термінів (60–50–40–30 діб). Відмічали дату колосіння кожної рослини. Для вивчення фотоперіодичної чутливості проводили штучну яровизацію пророслого насіння (60 діб), після чого висаджували проростки у вегетаційні посудини, які розміщували на відкритому майданчику. Скорочення фотоперіоду (до 12 годин) здійснювали шляхом закривання рослин ящиком з темної плівки. Відмічали дату виколювання рослин, які вирощували за скороченого та природного фотоперіоду. Проросле насіння гібридів F_2 від схрещування досліджуваного сорту з тестерними лініями після передпосівної яровизації впродовж 40 діб було висаджене в полі. Приблизно через три місяці F_2 популяції розподілили на класи шляхом підрахунку рослин, що виколосились або не виколосились на момент збирання. Крім розщеплення, вивчали динаміку виколювання рослин, використовуючи в якості показника число днів від сходів до колосіння. **Результати.** Тривалість яровизаційної потреби сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія становить 40 діб; сорт можна характеризувати як середньочутливий до тривалості дня (подовження вегетаційного періоду при вирощуванні рослин в умовах штучно скороченої тривалості дня становить 8,2–10,3 діб). За результатами гібридологічного аналізу з використанням спеціальних тестерних ліній у генотипі сорту МІП Валенсія встановлено наявність домінантного алеля гена *Vrd1*, який скорочує тривалість періоду яровизації. На виколювання рослин пшениці окрім генів, що визначають яровизаційну потребу, значний вплив має система генів, яка контролює чутливість рослин до фотоперіоду (*Ppd*). **Висновки.** Сорт пшениці м'якої озимої МІП Валенсія за генетично обумовленими особливостями розвитку на ранніх етапах онтогенезу є пристосованим до умов перезимівлі в Лісостепу України. Для уникнення пошкоджень рослин у зимовий період сорт МІП Валенсія краще висівати у пізній для даної кліматичної зони строк.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, гени, тривалість періоду яровизації, фотоперіодична чутливість, гібридологічний аналіз

Вступ. Тривалість яровизаційної потреби та чутливість рослин пшениці озимої до тривалості світлового дня – це важливі ознаки, які

впливають на тривалість та проходження певних етапів органогенезу. Ці показники слід враховувати при встановленні строків сівби сорту, оскільки рослини можуть «перерости», а відтак знизити стійкість проти абіотичних чинників.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Тривалість яровизаційної потреби сорту пшениці озимої визначається періодом (кількістю діб) впливу на рослини низької позитивної температури, необхідним для переходу рослин до генеративного розвитку. Указана властивість пов'язана з морозо-, зимостійкістю сортів, а відтак із збереженням урожайності за впливу стресових факторів зимівлі. З яровизацією пов'язані, насамперед, формування і розвиток фотосинтетичного апарату й закладка структурних новоутворень конуса наростання [1]. Тривалість періоду яровизації впливає на тривалість періоду до колосіння, посухо-, зимо-, морозостійкість, масу зерна з колоса і врожайність [2–5]. Тривалість яровизаційної потреби визначається системою генів *Vrd* [6]. А. Ф. Стельмах припускає, що відмінності за тривалістю яровизаційної потреби пов'язані з фотоперіодичною чутливістю сортів озимої пшениці [7]. Чутливість до фотоперіоду контролюється системою генів *Ppd* [8]. Науковці зазначають, що домінантні алелі двох генів (*Vrd1* і *Vrd2*) зумовлюють скорочення періоду яровизації. У роки з раннім відновленням вегетації вони можуть спричиняти більш раннє виколошування рослин. Коротший період яровизації зумовлює більш ранній вихід рослин із стану спокою навесні та взимку під час відлиг, що призводить до зниження зимо-, морозостійкості, а внаслідок цього інколи й урожаю [9]. Тривала яровизаційна потреба є необхідною умовою для досягнення високої морозостійкості [10].

Встановлено, що різні за біологічними ознаками сорти по-різному реагують на строки сівби [11, 12]. Сорти з підвищеною фотоперіодичною реакцією та зимостійкі слід висівати раніше, а з коротким періодом яровизації – на 5–10 днів пізніше тих сортів, які мають тривалий період яровизації [13]. Тому для кожного сорту необхідно підібрати термін сівби, що відповідає особливостям його розвитку в осінній період, який визначається, зокрема, тривалістю яровизаційної потреби.

Вивчення генетично зумовлених ознак сорту, що характеризують особливості розвитку рослин на ранніх етапах, дає можливість передбачити його адаптивний потенціал у пристосуванні до умов зимівлі і перспективи використання сорту у певній кліматичній зоні та визначити найкращий строк сівби.

Мета досліджень – провести ідентифікацію генів яровизаційної потреби у нового перспективного сорту пшениці м'якої озимої миронівської селекції МПП Валенсія.

Матеріал і методи. Дослідження проводили в Миронівському інституті пшениці у 2016, 2017 рр. Для генетичного аналізу сорту МІП Валенсія використовували створені у СГІ-НЦНС на основі сортів пшениці м'якої озимої Миронівська 808 та Еритроспермум 604 майже ізогенні лінії за двома генами *Vrd*.

Для визначення тривалості періоду яровизації висівали насіння, попередньо прояровизоване у накільченому стані за температури +1 °С впродовж різних термінів (60–50–40–30 діб). Посів насіння проводили у пізній строк (18 квітня) з метою уникнення додаткової яровизації у природних умовах. Дату колосіння кожної рослини відмічали етикетками.

Для вивчення фотоперіодичної чутливості проводили штучну яровизацію пророслого насіння (60 діб), після чого висаджували проростки (19 квітня) у вегетаційні ящики, які розміщували на відкритому майданчику. Під час вегетації періодично поливали рослини. Скорочення фотоперіоду (до 12 годин) здійснювали шляхом закривання рослин ящиком з темної плівки. Дату виколювання рослин, які вирощували за скороченого та природного фотоперіоду, відмічали етикетками.

Гібриди F_2 досліджуваного сорту та вищевказані тестерні лінії після передпосівної яровизації пророслого насіння (40 діб) були посіяні навесні 2017 р. у пізній строк (18 квітня) для виключення можливості додаткової яровизації. Через три місяці здійснювали поділ F_2 популяцій на класи шляхом підрахунку рослин, що виколосились або не виколосились. Крім розщеплення гібридних рослин F_2 на такі, що виколосились та не виколосились, вивчали динаміку виколювання рослин, використовуючи як показник число днів від сходів до колосіння. Дату колосіння кожної рослини відмічали етикетками.

Обговорення результатів. Упродовж двох років (2016, 2017) вивчали тривалість періоду яровизації сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія. Слід відзначити значний вплив на виколювання рослин температури повітря під час проведення дослідів. У 2017 р. більш прохолодна погода III декади квітня сприяла додатковій яровизації рослин, а відтак прискореному їх розвитку, тому за передпосівної яровизації 30 діб виколосилось понад 52 % рослин (табл. 1).

За дещо вищої температури на ранніх етапах весняної вегетації у 2016 р. рослини за такого терміну яровизації взагалі не виколосились, залишившись у фазі кущіння. Значна частина рослин (близько 42 %) виколосилась лише за передпосівної яровизації 40 діб, спостерігалась також деяка затримка порівняно з наступним роком у виколюванні рослин за яровизації 50 діб. Отже, саме яровизацію впродовж 40 діб можна вважати мінімально достатньою для переходу рослин сорту МІП Валенсія до генеративного розвитку. Яровизаційна потреба тривалістю 40 діб

Таблиця 1. Яровизаційна потреба та фотоперіодична чутливість сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія (МІП, 2016, 2017 рр.)

Відсоток рослин, що виколосились / кількість діб до колосіння за терміну яровизації				Подовження вегетаційного періоду на короткому дні, діб
60 діб	50 діб	40 діб	30 діб	
2016 р.				
84,9/61,1	64,5/65,8	41,8/70	-	13,1
2017 р.				
100/61,4	100/59,7	100/69,4	52,6/80,0	8,2

сорту МІП Валенсія дає підстави припустити наявність у його генотипі принаймні одного із генів *Vrd* в домінантному стані.

За фотоперіодичною чутливістю сорт МІП Валенсія можна охарактеризувати як середньочутливий, оскільки подовження вегетаційного періоду на короткому дні складало 13,1–8,2 діб (див. табл. 1).

У 2017 р. для виколошування ліній на основі сорту Миронівська 808 із домінантними алелями *Vrd1* та *Vrd2*, що використовувались як тестери, потрібно було 40 діб яровизації, для виколошування ліній з тими ж генами на основі сорту Еритроспермум 604 – 30 діб, а для ліній (на основі сортів Еритроспермум 604 та Миронівська 808), які є носіями рецесивних алелів вказаних генів – 50 діб яровизації (табл. 2).

Таблиця 2. Яровизаційна потреба майже ізогенних ліній пшениці м'якої озимої (МІП, 2017 р.)

Лінія-тестер	Відсоток рослин, що виколосились / кількість діб до колосіння за терміну яровизації			
	60 діб	50 діб	40 діб	30 діб
Миронівська 808 <i>Vrd1</i>	100/60,2	100/64,0	100/66,8	37,5/78,7
Миронівська 808 <i>Vrd2</i>	100/58,1	100/62,4	92,0/64,3	15,0/79,0
Еритроспермум 604 <i>Vrd1</i>	100/66,7	100/58,2	100/61,8	100/57,5
Еритроспермум 604 <i>Vrd2</i>	100/62,0	100/58,8	84,0/56,7	100/65,5
Еритроспермум 604	100/63,3	100/69,1	47,4/73,4	-
Миронівська 808	100/63,2	100/68,7	31,4/76,3	-

Із літературних джерел відомо, що сорт Еритроспермум 604 нечутливий до фотоперіоду, а Миронівська 808, навпаки, має сильну чутливість до фотоперіоду [14].

Схрещування досліджуваного сорту МІП Валенсія з майже ізогенними лініями, які ми використовували як тестери з відомими алелями генів, проводили у 2015 р. У 2017 р. вивчали розщеплення гібридів F_2 від указаних схрещувань за виколошуванням за передпосівної яровизації пророслого насіння протягом 40 діб. Такий термін яровизації в умовах 2017 р. був достатнім для виколошування рослин із наявністю домінантних алелей *Vrd*, а рослини із рецесивним станом цих алелей за 40-добо-

вого терміну яровизації не виколосились зовсім або виколосилися значно пізніше, ніж рослини-носії домінантних алелей (табл. 2). Саме такі умови досліду дають можливість виявити розщеплення гібридів за вказаними генами. Розщеплення за виколошуванням гібридів сорту МІП Валенсія з сортами Миронівська 808 та Еритроспермум 604, в яких всі алелі *Vrd* в рецесивному стані, відповідало теоретичному співвідношенню 3:1 (табл. 3), що свідчить про наявність одного домінантного гена *Vrd* у досліджуваного сорту.

Таблиця 3. Розщеплення за виколошуванням F₂ гібридів сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія з тестерними лініями за передпосівної яровизації тривалістю 40 діб (МІП, 2017 р.)

Рецесив			<i>Vrd1</i>			<i>Vrd2</i>		
фактичне	теоретичне	χ^2	фактичне	теоретичне	χ^2	фактичне	теоретичне	χ^2
<i>Тестери на основі сорту Еритроспермум 604</i>								
Виколосились : не виколосились*								
25:11	3:1	0,59	31:2	15:1	0,01	22:1	15:1	0,14
Ранні : пізні : не виколосились**								
9:16:11	1:2:1	0,67	29:2:2	10:5:1	10,10	15:7:1	10:5:1	0,17
<i>Тестери на основі сорту Миронівська 808</i>								
Виколосились : не виколосились*								
56:14	3:1	0,93	84:0	-	-	104:6	15:1	0,12
Ранні : пізні : не виколосились**								
29:27:14	1:2:1	1,88	52:32:0	10:6:0	0,01	72:32:6	10:3:3	0,42

Примітка. * $\chi^2_{05} = 3,84$; ** $\chi^2_{05} = 15,51$.

Динаміка колосіння гібридів F₂ МІП Валенсія із сортами Миронівська 808 та Еритроспермум 604, у яких всі алелі генів *Vrd* у рецесивному стані, відповідає теоретичному співвідношенню 1:2:1 ($\chi^2 = 1,88$, $\chi^2 = 0,67$) (рис. 1, 2), тобто пізні виколошування відбувається, найвірогідніше, у гетерозигот з одним домінантним алелем *Vrd*.

У F₂ гібридів від схрещування сорту МІП Валенсія з тестерною лінією Миронівська 808 *Vrd1* у вищезазначених умовах досліду виколосились усі рослини, що може вказувати на те, що скорочення їхньої яровизаційної потреби визначається впливом домінантного стану одного і того ж гена, у даному разі – *Vrd1* (див. табл. 3). У гібридів від схрещування сорту МІП Валенсія з тестерною лінією Еритроспермум 604 *Vrd1* у цих же умовах дві рослини залишилися у фазі кушіння, тобто у цьому випадку ми начебто спостерігаємо розщеплення, однак слід звернути увагу на те, що в умовах досліду виколосились не всі рослини лінії Еритроспермум 604 *Vrd1*, а лише 61 % (див. табл. 2). Тобто, частина рослин-носіїв домінантного гена *Vrd1* може не виколоситись. Отже, досліджуючи ознаки, прояв яких залежить від впливу зовнішнього середовища, дуже важко

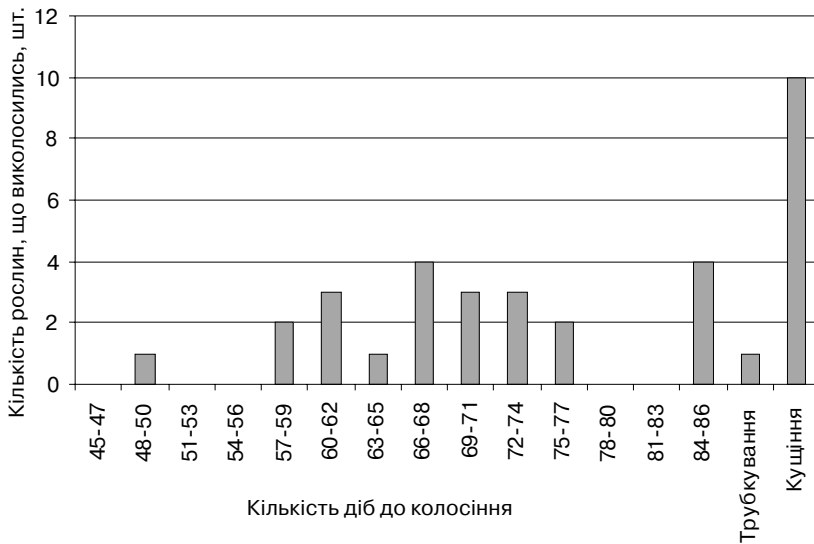


Рис. 1. Динаміка колосіння гібридів F_2 сорту МІП Валенсія з тестерною лінією на основі сорту Еритроспермум 604 з рецесивними алелями *vrd* генів

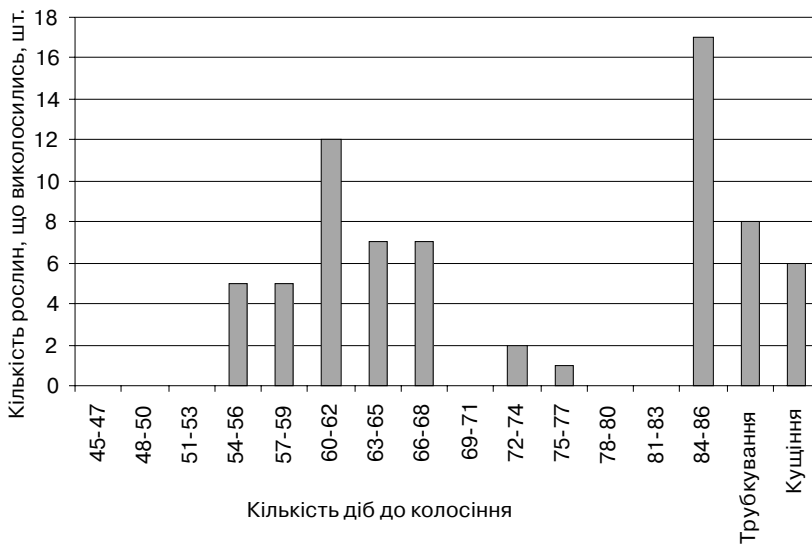


Рис. 2. Динаміка колосіння гібридів F_2 сорту МІП Валенсія з тестерною лінією на основі сорту Миронівська 808 з рецесивними алелями *vrd* генів

підібрати умови досліду для досягнення чіткого поділу рослин на класи залежно від їхнього генотипу. Динаміка колосіння гібридів від схрещування Еритроспермум 604 *Vrd1* / МІП Валенсія вказує на дигібридний характер розщеплення (рис. 3). Ймовірно, у цьому випадку також мають вплив гени фотоперіодичної чутливості або гени, що визначають скоростиглість. У гібридів від схрещування лінії Миронівська 808 *Vrd1* із сортом МІП Валенсія (рис. 4) розщеплення на ранньостиглі та пізньостиглі рослини відповідає теоретично очікуваному 10:6 (див. табл. 3), що теж може бути зумовлено вищеназваними причинами.

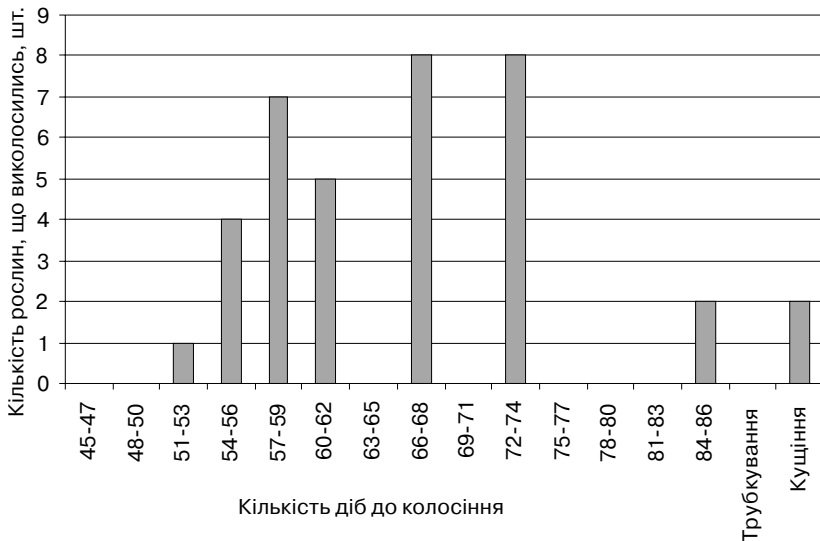


Рис. 3. Динаміка колосіння гібридів F_2 сорту МІП Валенсія з тестерною лінією на основі сорту Еритроспермум 604 з доміантним алелем *Vrd1*

Розщеплення за виколошуванням F_2 гібридів сорту МІП Валенсія з тестерними лініями, у яких ген *Vrd2* у доміантному стані, вказує на те, що скорочення яровизаційної потреби самого сорту МІП Валенсія визначається доміантним станом іншого гена, відмінного від гена *Vrd2* (див. табл. 3). Відмінності за динамікою колосіння цих гібридів залежно від використання чутливої до фотоперіоду тестерної лінії (Миронівська 808 *Vrd2*) та нечутливої (Еритроспермум 604 *Vrd2*) (рис. 5, 6, див. табл. 3) підтверджують вплив генів чутливості до фотоперіоду на прояв генів яровизаційної потреби.

Таким чином, за результатами проведених досліджень тривалість яровизаційної потреби сорту МІП Валенсія, зумовлена дією доміант-

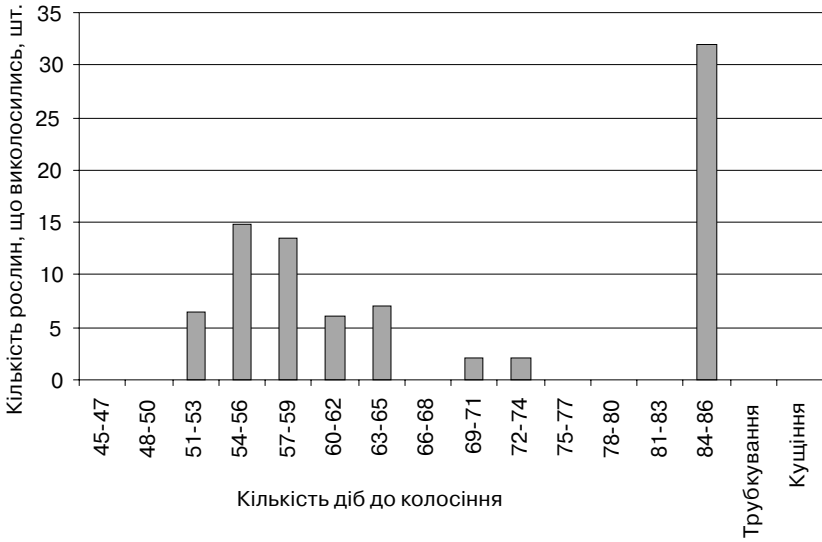


Рис. 4. Динаміка колосіння гібридів F₂ сорту МІП Валенсія з тестерною лінією на основі сорту Миронівська 808 з домінантним алелем *Vrd1*

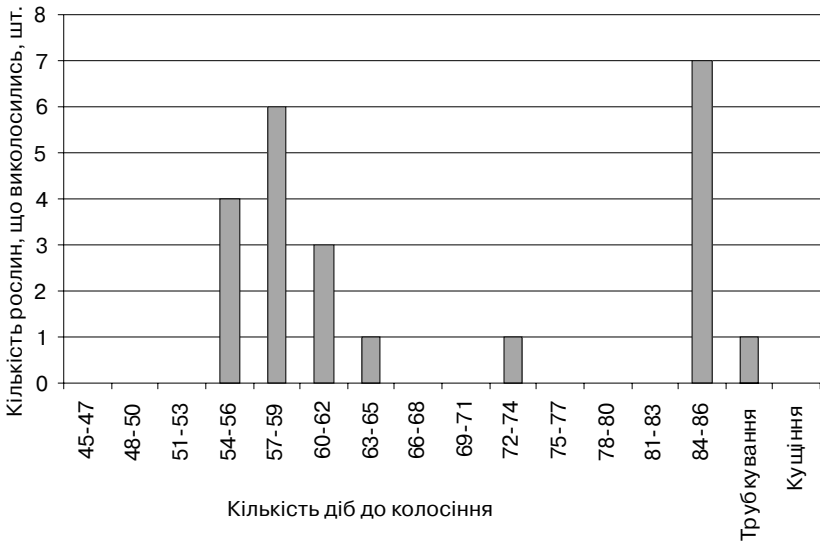


Рис. 5. Динаміка колосіння гібридів F₂ сорту МІП Валенсія з тестерною лінією на основі сорту Еритроспермум 604 з домінантним алелем *Vrd2*

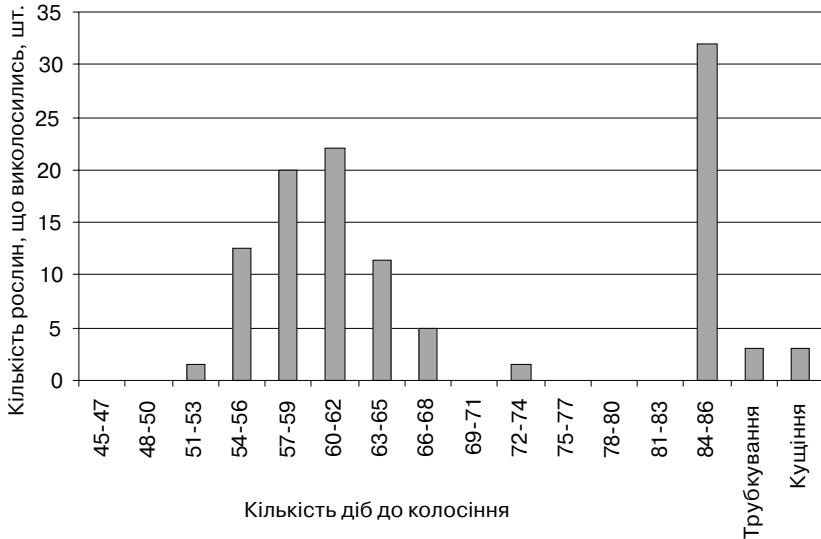


Рис. 6. Динаміка колосіння гібридів F_2 сорту МІП Валенсія з тестерною лінією на основі сорту Миронівська 808 з домінантним алелем *Vrd2*

ного алеля гена *Vrd1*, становить близько 40 днів. Сорт відзначається також достатньо високим рівнем фотоперіодичної чутливості.

Наявність у сорту МІП Валенсія домінантного алеля *Vrd1*, дія якого зазвичай викликає прискорений розвиток рослин на ранніх етапах, може мати негативний вплив при підготовці рослин до зимівлі та призвести до деякого зниження зимостійкості. Однак чутливість сорту до скорочення фотоперіоду може забезпечити затримку розвитку рослин, необхідну для уникнення пошкодження їх у зимовий період. Завдяки цій особливості сорт МІП Валенсія можна вважати адаптованим до зимових умов зони Лісостепу України. Але для уникнення занадто швидкого проходження яровизації і більш успішної перезимівлі його краще висівати у пізній для даної кліматичної зони строк.

Висновки. Визначено, що тривалість яровизаційної потреби сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія становить 40 днів. У сорту виявлено також середню чутливість до фотоперіоду. За результатами гібридологічного аналізу сорту пшениці м'якої озимої МІП Валенсія з використанням тестерних ліній встановлено наявність у його генотипі домінантного алеля гена *Vrd1*, який сприяє скороченню тривалості періоду яровизації. Сорт пшениці озимої м'якої МІП Валенсія за генетично обумовленими особливостями розвитку на ранніх етапах онтогенезу є пристосованим до умов перезимівлі в Лісостепу України. Для уникнення пошкоджень

рослин у зимовий період сорт МІП Валенсія краще висівати у пізній для даної кліматичної зони строк.

Список використаних джерел

1. Бирюков С. В., Комарова В. П. Онтогенетические аспекты продукционного процесса озимой пшеницы и его гомеостатичность. *Збірник наукових праць СГП-НЦНС (100-річчю від дня народження академіка Ф. Г. Кириченка присвячується)*. Одеса, 2004. Вип. 6, ч. 2. С. 153–163.
2. Tas B., Celik N. Determination of vernalization responses in some winter wheat varieties grown in temperate regions. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2008. Vol. 7, Iss. 6. P. 607–610. doi: 10.3923/ajps.2008.607.610
3. Gorafi Y. S. A., Eltayeb A. E., Tsujimoto H. Alteration of wheat vernalization requirement by alien chromosome-mediated transposition of MITE. *Breeding Science*. 2016. Vol. 66, No. 2. P. 181–190. doi: 10.1270/jsbbs.66.181
4. Kosner J., Pankova K. Vernalisation response of some winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38, No. 3–4. P. 97–103.
5. Есимбекова М. А. Система ефективного управління признаковой коллекцией пшеницы «озимість-яровість» в условиях юго-востока Казахстана. *Вестник Казахского национального университета. Серия экологическая*. 2014. № 2. С. 193–198.
6. Stelmakh A., Zolotova N., Fayt V. Genetic analysis of differences in duration vernalization requirement of winter bread wheat. *Cereal Research Communications*. 2005. Vol. 33, No. 4. P. 713–718.
7. Стельмах А. Ф. Генетическая связь яровизационной чувствительности с фотопериодической отзывчивостью у озимых мягких пшениц. *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. 1986. № 4. С. 20–24.
8. Золотова Н. А. Про взаємодію генетичних систем яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості озимої м'якої пшениці. *Вісник Одеського національного університету. Сер. Біологія*. Одеса, 2002. Т. 7, вип. 1. С. 86–94.
9. Балашова И. А., Файт В. И, Завиша Е. К., Сиволап Ю. М. Маркирование гена *Vrd1* озимой мягкой пшеницы. *Цитология и генетика*. 2006. Т. 40, № 6. С. 11–14.
10. Булавка Н. В. Особливості яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості миронівських сортів озимої м'якої пшениці. *Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти* : матеріали II міжнародної наукової конференції (м. Харків, 11–13 жовтня 2011 р.). Харків : [б. в.], 2011. С. 57–58.
11. Влох В. Г., Дубковецкий С. В., Кияк Г. С., Онищук Д. М. Рослинництво / за ред. В. Г. Влоха. Київ : Вища школа, 2005. 382 с.
12. Вожегова Р. А., Заєць С. О., Коваленко О. А. Урожайність різних сортів пшениці озимої залежно від строків сіви в умовах Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 11. С. 26–29.
13. Федосеев А. П. Соблюдение оптимальных сроков сева озимых – резерв повышения эффективности минеральных удобрений. *Земледелие*. 1980. № 8. С. 48–49.
14. Файт В. И. Изогенные линии озимой пшеницы по генам контроля продолжительности яровизации. *Информационный вестник ВОГиС*. 2006. Т. 10, № 3. С. 580–587.

References

1. Biryukov, S. V., & Komarova, V. P. (2004). Ontogenetic aspects of production process of winter wheat and its homeostatic properties. *Collected Scientific Works of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation of UAAS (Devoted to the 100-th anniversary of Academician F. H. Kyrychenko)*, 6(2), 153–163. [in Russian]

2. Tas, B., & Celik, N. (2008). Determination of vernalization responses in some winter wheat varieties grown in temperate regions. *Asian J. Plant Sci.*, 7(6), 607–610. doi: 10.3923/ajps.2008.607.610
3. Gorafi, Y. S. A., Eltayeb, A. E., & Tsujimoto, H. (2016). Alteration of wheat vernalization requirement by alien chromosome-mediated transposition of MITE. *Breed. Sci.*, 66(2), 181–190. doi: 10.1270/jsbbs.66.181
4. Kosner, J., & Pankova, K. (2002). Vernalisation response of some winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 38(3–4), 97–103.
5. Yesimbekova, M. A. (2014). System of effective management of feature collection of wheat “winter-spring growth habit” in the conditions of south-east Kazakhstan. *Bulletin of KazNU. Ecology Series*, 2(41), 193–198. [in Russian]
6. Stelmakh, A., Zolotova, N., & Fayt, V. (2005). Genetic analysis of differences in duration vernalization requirement of winter bread wheat. *Cereal Res. Commun.*, 33(4), 713–718.
7. Stel'makh, A. F. (1986). Genetic relationship of vernalization sensitivity with photoperiodic response in winter bread wheats. *Scientific and Technical Bulletin of All-Union Plant Breeding & Genetics Institute*, 4, 20–24. [in Russian]
8. Zolotova, N. A. (2002). About correlation of genetic systems of vernalization requirement and photoperiodic sensitivity in bread winter wheat. *Odesa National University Herald. Biology*, 7(1), 86–94. [in Ukrainian]
9. Balashova, I. A., Fayt, V. I., Zavisha, Ye. K., & Sivolap, Yu. M. (2006). Marking of the gene *Vrd1* of bread winter wheat. *Cytology and Genetics*, 40(6), 11–14. [in Russian]
10. Bulavka, N. V. (2011). Peculiarities of vernalization requirement and photoperiodic sensitivity of Myronivka varieties of winter bread wheat. In *Regulation of Growth and Development of Plants: Physiological and Biochemical and Genetic Aspects: Proc. Intern. Sci. Conf.* (pp. 57–58). October 11–13, 2011, Kharkiv, Ukraine. [in Ukrainian]
11. Vlokh, V. H., Dubkovetskyi, S. V., Kyiak, H. S., & Onyshchuk, D. M. (2005). Plant Growing. V. H. Vlokh (Ed.). Kyiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian]
12. Vozhehova, R. A., Zaiets, S. O., & Kovalenko, O. A. (2013). Productivity of different cultivars of frost-resistant winter wheat depending on periods of sowing in conditions of South Steppe. *News of Agrarian Sciences*, 11, 26–29. [in Ukrainian]
13. Fedoseyev, A. P. (1980). Implementation of the optimal sowing dates for winter crops is a reserve for increasing fertilizer efficiency. *Agriculture*, 8, 48–49. [in Russian]
14. Fayt, V. I. (2006). Near-isogenic lines on the genes controlling differences in duration of vernalization in winter common wheat. *Information Bulletin of the Vavilov Society of Geneticists and Breeders*, 10(3), 580–587. [in Russian]

Гены, контролирующие продолжительность периода яровизации у сорта пшеницы мягкой озимой МІП Валенсія

Пирыч А. В.¹

Булавка Н. В.¹, кандидат биологических наук

Ковалышина А. Н.², доктор сельскохозяйственных наук

¹Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН
Украина, 08853, с. Центральное, Мироновский район Киевской обл.
e-mail: alinapirych@i.ua

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Украина, 03041, г. Киев, ул. Героев Оборони, 13
e-mail: hkovalyshyna@gmail.com

Цель. Провести идентификацию генов яровизационной потребности у пшеницы мягкой озимой сорта МІП Валенсія. **Методы.** Исследования проводились в Миро-

новском институте пшеницы в 2016, 2017 гг. Для определения продолжительности периода яровизации высевали семена, предварительно прояровизированные в течение различных сроков (60–50–40–30 суток). Отмечали дату колошения каждого растения. Для изучения фотопериодической чувствительности проводили искусственную яровизацию проросших семян (60 суток), после чего высаживали проростки в вегетационные сосуды, которые размещали на открытой площадке. Сокращение фотопериода (до 12 час.) осуществляли путем закрывания растений ящиком из темной пленки. Отмечали дату колошения растений, которые выращивали при сокращенном и природном фотопериодах. Проросшие семена гибридов F_2 от скрещивания исследуемого сорта с тестерными линиями после предпосевной яровизации в течение 40 суток были высажены в поле. Примерно через три месяца F_2 популяции разделили на классы путем подсчета растений, которые выколосились либо не выколосились на момент уборки. Кроме расщепления изучали динамику выколашивания растений, используя в качестве показателя число дней от всходов до колошения. **Результаты.** Продолжительность яровизационной потребности сорта пшеницы мягкой озимой МІП Валенсія составляет 40 суток; сорт можно характеризовать как среднечувствительный к продолжительности дня (удлинение вегетационного периода при выращивании растений в условиях искусственно сокращенной продолжительности дня составляет 8,2–10,3 суток). По результатам гибридологического анализа с использованием специальных тестерных линий в генотипе сорта МІП Валенсія установлено наличие доминантного аллеля гена *Vrd1*, который сокращает продолжительность периода яровизации. На выколашивание растений пшеницы кроме генов, определяющих яровизационную потребность, большое влияние оказывает система генов, которая контролирует чувствительность растений к фотопериоду (*Ppd*). **Выводы.** Сорт пшеницы мягкой озимой МІП Валенсія по генетически обусловленным особенностям развития на ранних этапах онтогенеза приспособлен к условиям перезимовки в Лесостепи Украины. Во избежание повреждения растений в зимний период сорт МІП Валенсія лучше сеять в поздний для данной климатической зоны срок.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, сорт, гены, продолжительность периода яровизации, фотопериодическая чувствительность, гибридологический анализ

Genes controlling the duration of the vernalization period in the winter wheat variety MIP Valensia

Pirykh A. V.¹

Bulavka N. V.¹, Candidate of Biological Sciences

Kovalyshyna H. M.², Doctor of Agricultural Sciences

¹The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat

Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine

e-mail: alinapirykh@i.ua

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

13, Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

e-mail: hkovalyshyna@gmail.com

Purpose. To identify genes of vernalization requirement in the winter bread wheat variety MIP Valensia. **Methods.** The research was carried out at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat in 2016, 2017. To determine vernalization requirement duration, seeds before planting were vernalized during various periods (60, 50, 40, 30 days). Heading date for each plant was labeled. To study photoperiodic sensitivity, seeds were germinated and vernalized during 60 days and then planted in vegetation pots which were placed in an open area. The photoperiod was reduced (to 12 hours) when closing the

plants with special box covered with dark plastic sheeting. The heading date of the plants grown with shortened or natural photoperiod was marked by labels. After vernalization during 40 days germinated seeds of the MIP Valensiia F_2 hybrids with tester lines were planted in field. Approximately three months ago, F_2 populations were subdivided into classes by counting the plants that were able or unable to ear emergence until harvesting. In addition to segregating, the dynamics of plant heading was studied, using as an indicator the number of days from seedling emergence to heading. **Results.** The vernalization requirement duration of the bread winter wheat variety MIP Valensiia is 40 days; the variety can be characterized as medium-sensitive to daylight duration (when growing plants in conditions of artificially shortened daylight, increase in cropping season duration amounts to 8.2–10.3 days). Resulted from hybridological analysis when involving special tester lines, in genotype of the variety MIP Valensiia there was identified the dominant allele of the *Vrd1* gene that shortens the vernalization period duration. In addition to genes determining vernalization requirement, a system of genes that controls the sensitivity of plants to the photoperiod (*Ppd*) has significant influence on ear emergence in wheat plants. **Conclusions.** The bread winter wheat variety MIP Valensiia owing to genetically determined peculiarities of its development in the early stages of ontogenesis is adapted to the environments of overwintering in the Forest-Steppe of Ukraine. In order to avoid damage of plants during the winter period, the variety MIP Valensiia is better to sow in the later period for this climatic zone.

Key words: *bread winter wheat, variety, genes, vernalization period duration, photoperiod sensitivity, hybridological analysis*