

***ЕФЕКТИ ГЕНІВ Vrn-A1a ТА Vrn-B1a ЗА АГРОНОМІЧНИМИ
ОЗНАКАМИ У TRITICUM DURUM DESF.***

В.І. Файт, В.І. Авсенін, А.І. Паламарчук

Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

Охарактеризовані ефекти генів *Vrn-A1a* та *Vrn-B1a* за низкою агрономічних ознак при різних строках посіву (жовтень, лютий, квітень) майже ізогенних ліній сорту твердої пшениці Кристал 2. Створюються аналоги типу дворучок (ген *Vrn-B1a*) сучасних сортів озимої твердої пшениці та наведена попередня оцінка деяких з них за зимо-, морозостійкістю та урожаєм.

Triticum durum Desf., пшениця, Vrn гени, ефекти, дворучки

Яра тверда пшениця з давніх-давен вирощувалася на півдні України і залишалася найбільш розповсюдженою зерновою культурою до середини XIX сторіччя [1]. Після цього часу в даному регіоні набула поширення озима м'яка пшениця, яка за рахунок більш ефективного використання запасів вологи осінньо-зимового періоду формувала значно вищий урожай порівняно з ярою твердою пшеницею. Цей факт стимулював інтродукцію на південь України озимих сортів твердої пшениці, що були виявлені серед сортименту Середньої Азії та Закавказзя [2, 3]. Добре відомо, що в Закавказзі (територія колишнього СРСР) та Середній Азії під час посіву восени використовували пізньостиглі ярі сорти, які в умовах м'яких зим добре зимують та формують високі врожаї. Такі “озимі” сорти твердої пшениці Азербайджану, Грузії, Дагестану під час посіву в Одесі у кінці I декади квітня неяроризованим насінням виколошувались в звичайні для ярих сортів на півдні України строки [4]. Природно інтродукція таких “озимих” форм не призвела до успіху через їх низьку морозостійкість [5]. Через це неодноразово розпочинались спроби щодо інтрогресії озимого типу розвитку від інших видів пшениці [6, 7]. Успішне їх завершення ознаменувалось створенням академіком Ф.Г. Кириченком нової зернової культури – озимої твердої пшениці, де донором озимого типу розвитку ви-

користано сорти м'якої пшениці [8]. Досвід вирощування озимої твердої пшениці показав, що розповсюдження даної культури в значній мірі обмежено низькою морозостійкістю сортів [5]. Внаслідок цього в останні роки постає питання селекції факультативних сортів (дворучок) твердої пшениці [9], що дозволить у випадку суворої зими провести "ремонт" осінніх посівів або взагалі провести весняний посів. Для дворучок м'якої пшениці характерна наявність в генотипі одного домінантного алелю типу розвитку [10]. Найбільше ж розповсюдження серед сортів дворучок має алель *Vrn-B1a* [11]. Вказаний алель у м'якої пшениці в найменшій мірі сприяє зниженню морозостійкості порівняно з іншими генами ортологічної серії *Vrn-1* [12].

Метою дослідження передбачалось оцінити ефекти генів ортологічної серії *Vrn-1* у твердої пшениці в умовах різного строку посіву та надати попередню оцінку окремих нащадків аналогів типу дворучок сучасних сортів пшениці.

За вихідний матеріал використовували майже ізогенні лінії з генів *Vrn-A1a* та *Vrn-B1a* сорту озимої пшениці Кристал 2 (Кристал 2-*Vrn-A1a* та Кристал 2-*Vrn-B1a*, відповідно) [13] і аналоги $BC_{1-2}I_n$ сортів Аргонавт, Дельфін, Парус.

У першому досліді посів майже ізогенних ліній сорту Кристал 2 і аналогів сортів Аргонавт, Дельфін, Парус проводили восени 2004 сівалкою ССФК-7 (ізогенні лінії, 2 жовтня) і 2005 років (ізогенні лінії та аналоги, 15 жовтня) на ділянках 3 та 2 м² (вузькорядний посів) відповідно, по 500 схожих зерен на м² на дослідній ділянці відділу генетики СГП. У другому – насіння висівали 20 лютого та 10 квітня 2001 року ручною саджалкою трирядковими ділянками довжиною 1,25 м кожна по 25 зерен в рядку з площею живлення 30 x 5 см² (широкорядний посів). Повторність дослідів триразова. Морозостійкість (2004/2005 р) оцінювали методом пучків [14]. Для цього у II декаді січня добирали по 75-90 рослин кожного генотипу (по 25-30 з повторності), які проморожували при температурі -16⁰. Зимостійкість (2005/2006 р.) визначали шляхом підрахунку восени, в кінці жовтня, та навесні рослин, що перезимували. Під час вегетації у першому досліді відмічали дату колосіння, а у другому – колосіння кожної індивідуальної рослини. Під час збирання урожаю у всіх варіантах досліді у 15-20 рослин кожного генотипу враховували висоту рослин, а також, у вузькорядному посіві – масу зерна з колосу, кількість продуктивних стебел та врожай зерна з ділянки, а в широкорядному – продуктивне кушення, кількість колосків головного колосу, кількість і масу зерен головного колосу та рослини в цілому. Статистичну обробку провадили за П.Ф. Рокицьким [15].

Вивчення розвитку майже ізогенних ліній твердої пшениці Кристал 2 при різних строках широкорядного посіву (30x5 см²), в так звані “лютневі вікна” (20 лютого) та на початку квітня (10 числа) виявило істотний вплив генів *Vrn* на низку ознак, у першу чергу, на тривалість періоду “сходи – колосіння” (ТПК). Введення домінантних алелів генів *Vrn* у генотип озимого сорту Кристал 2 призвело до прискорення розвитку ліній Кристал 2-*Vrn-Ala* та Кристал 2-*Vrn-B1a* при посіві 20 лютого на 22 і 17 діб, відповідно (табл. 1).

Таблиця 1.

Характеристика агрономічних показників
майже ізогенних *Vrn* ліній твердої пшениці Кристал 2
при різних строках широкорядного посіву Одеса, 2001 р.

Ознаки	20 лютого			10 квітня	
	рецесив	<i>Vrn-Ala</i>	<i>Vrn-B1a</i>	<i>Vrn-Ala</i>	<i>Vrn-B1a</i>
ТПК, діб	109±1,2	87±0,8	92±0,9	50±1,1	56±1,0
ВР, см	79±1,2	82±3,2	77±2,4	84±1,6	82±0,8
ПК, шт	3,1±0,3	2,5±0,2	2,5±0,2	1,2±0,1	1,4±0,1
ККГК, шт	22,6±0,3	19,7±0,4	19,0±0,8	17,4±0,4	15,0±0,2
КЗГК, шт	67±2	43±1	53±3	38±2	31±1
МЗГК, г	3,8±0,5	1,8±0,1	2,1±0,2	1,3±0,1	1,1±0,1
КЗР, шт	184±14	88±7	95±4	41±3	40±3
МТЗ, г	39,8±0,5	40,7±0,6	40,2±0,5		
МЗР, г	6,9±0,5	3,3±0,3	3,8±0,2	1,3±0,1	1,3±0,1

Таке прискорення розвитку ліній викликало істотне зниження показників кількості колосків (ККГК), кількості зерен (КЗГК) та маси зерна головного колосу (МЗГК), кількості зерен (КЗР) та маси зерна рослини (МЗР) у вказаних ліній порівняно з вихідним сортом Кристал 2. У той же час алелі *Vrn-B1a* та *Vrn-Ala* практично не впливали (відмінності недостовірні за *t* критерієм) на формування продуктивного кущення (ПК), маси 1000 зерен (МТЗ) та висоти рослин (ВР). При посіві 10 квітня неярковизованим насінням рекурентний батько сорт Кристал 2 не колосився. В свою чергу більш подовжений день та дещо підвищена температура сприяли значному скороченню ТПК, різкому зниженню (за деякими ознаками – вдвічі) показників ПК, ККГК, КЗГК, МЗГК, КЗР, та МЗР двох ізогенних ліній при посіві у квітні порівняно з посівом у лютому. Однак різниця за ТПК між лініями Кристал 2-*Vrn-Ala* та Кристал 2-*Vrn-B1a* при обох строках посіву була майже однаковою (5 діб при посіві у лютому та 6 діб – 10 квітня). Деяке її скорочення при посіві у лютому може бути пов’язано з проходженням яровизації

лінією Кристал 2-*Vrn-B1a*. Незалежно від строку посіву лінія Кристал 2-*Vrn-Ala* відрізнялася не тільки скоростиглістю, а й дещо збільшеною ККГК та КЗГК (при посіві у квітні), а також ВР (при посіві в лютому) порівняно з лінією Кристал 2-*Vrn-B1a*. При посіві у лютому вже лінія Кристал 2-*Vrn-B1a* відрізнялась підвищеною КЗГК. За іншими ознаками, в тому числі і МЗГК, КЗР, МЗР, достовірних відмінностей виявити не вдалося. Однак відмічали тенденцію зростання останніх трьох ознак у лінії Кристал 2-*Vrn-B1a* при посіві у лютому.

При вузькорядному посіві восени в полі (облікова площа ділянки 3м²) достовірний вплив *Vrn* генотипу лінії виявлено тільки на висоту рослин, морозостійкість в середині зими (січень) і зимостійкість (табл. 2).

Таблиця 2.
Середні значення ознак майже ізогенних ліній за генами *Vrn* сорту Кристал 2 при посіві в осені, Одеса, 2004-2006 рр.

Ознаки	<i>Vrn-Alb</i> <i>Vrn-B1b</i> *	<i>Vrn-Ala</i> <i>Vrn-B1b</i>	<i>Vrn-Alb</i> <i>Vrn-B1a</i>	НСР _{0,05}
Зимостійкість, %	69	18	42	36
Морозостійкість, %	40	0	9	20
ТПК, діб	232	232	232	-
ВР, см	99	101	107	6
МЗК, г	1,41	1,82	1,44	-
КПС, шт/м ²	434	368	450	-
МТЗ, г	38,2	41,3	42,6	-
УЗ, г/м ² 2004/2005	521	488	547	-
2005/2006	258	123	289	-
середнє	389	306	418	-

Примітка. * - вказано гаплоїдний генотип

При цьому введення генів *Vrn-Ala* і, більшою мірою, *Vrn-B1a* призводить до збільшення висоти рослин. Однак різниця достовірна тільки між контрастними за даною ознакою генотипами рекурентним батьком і лінією Кристал 2-*Vrn-B1a*. Зимостійкість лінії Кристал 2-*Vrn-B1a* в 2005/2006 році (мінімальна температура на глибині вузла кущіння -11,4°C) була на 27% менше такої рекурентного батька (67% живих рослин), а морозостійкість (січень 2005 г, -16°C, пучки) нижче більш ніж в чотири рази (9 і 40%, відповідно). Зимостійкість лінії Кристал 2-*Vrn-Ala* складала лише 18% живих рослин, а при штучному проморожуванні рослини вказаної лінії повністю загинули. Достовірного впливу *Vrn* генотипу лінії на інші вивчені ознаки виявити не вда-

лося, хоча спостерігали тенденцію збільшення кількості продуктивних стебел і, особливо, маси 1000 зерен та урожаю зерна у лінії Кристал 2-*Vrn-B1a*. Отже, лінія Кристал 2-*Vrn-B1a* характеризувалася значно меншим негативним впливом на зимо- морозостійкість та більшими значеннями ознак продуктивності, хоч і не завжди достовірними, при посіві в жовтні і лютому порівняно з лінією Кристал 2-*Vrn-A1a*. Внаслідок цього, перша була використана в якості донору гена *Vrn-B1a* у програмі створення аналогів типу дворучок сортів озимої твердої пшениці Алий парус, Айсберг, Аргонавт, Дельфін, Корал одеський, Перлина, Парус, Янтар одеський та перспективних номерів 1889, 1890 лабораторії селекції озимої твердої пшениці СГІ, а також сортів селекції інших наукових закладів (Запорізьська 804, Ширвант 5, Янтар Поволжя, Gilmaz). Вказані сорти і лінії схрещували з ізогенною лінією Кристал 2-*Vrn-B1a*. Гібриди F_1 сіяли у квітні та запилювали пилком відповідних озимих сортів. Рослини BC_1 , що колосилися раніше, при весняному посіві знов схрещували з озимими сортами і т.д. відповідно до схеми створення ізогенної лінії за домінантною ознакою [16]. На сьогодні отримано насіння аналогів покоління BC_5I_n сорту Перлина, BC_4I_n - сорту Парус і селекційним лініям №1889, №1890, BC_2I_n – сортів Айсберг, Аргонавт, Дельфін, Корал одеський, Янтар Поволжя, BC_1I_n - сортів Алий парус, Запорізьська 804, Янтар одеський та гібриди F_1 з сортами Ширвант 5 і Gilmaz. Серед самозапилених нащадків $BC_{1-2}I_n$ сортів Дельфін, Аргонавт, Парус добрані окремі гомозиготні лінії за габітусом та морфологічними ознаками схожі з вказаними рекурентними батьками, але ярого типу розвитку, що обумовлено геном *Vrn-B1a*. Їх оцінка при вузькорядному посіві восени 2004 року виявила, що домінантний алель *Vrn-B1a* у генотипі сортів Аргонавт, Дельфін, Парус, на відміну від ізогенних ліній сорту Кристал 2, сприяє, в більшості випадків, достовірному зниженню висоти рослин аналогів на 2-16 см (табл. 3). За тривалістю періоду “сходи-колосіння” аналоги відрізнялись від вихідних сортів як в бік більшої скоростиглості, так і пізньостиглості до трьох діб, що ще раз підтверджує [13] участь у контролі різноманіття за тривалістю періоду “сходи-колосіння” твердої пшениці інших генетичних систем темпів розвитку, оскільки осінньо-зимові умови вегетації нівелюють відмінності, що обумовлені генами ортологічної серії *Vrn-1*.

Наявність у генотипі аналогів сорту Аргонавт домінантного алелю *Vrn-B1a* практично не впливала на зимостійкість в умовах 2005/2006 року (-11,4°C на глибині вузла кушіння). Введення ж домінантного алелю *Vrn-B1a* в генотип сортів Парус та Дельфін призвело

до достовірного зниження зимостійкості аналогів в 1,9-2,5 рази порівняно з відповідними рекурентними батьками.

Різниця за урожаєм зерна ярих аналогів сортів Парус і Аргонавт (за виключенням першого та шостого, останнього сорту) і відповідного рекурентного батька була не суттєвою, хоча єдиний аналог першого сорту характеризувався низькою зимостійкістю. В той же час зниження зимостійкості і, як наслідок, кількості продуктивних пагонів, при рівній з рекурентним батьком масою зерна колосу, призвело до зниження урожаю обох аналогів сорту Дельфін.

Таблиця 3.

Середні значення агрономічних ознак ярих аналогів типу дворучок сортів озимої твердої пшениці, Одеса, 2006 р.

Генотип	ВР, см	ПСК, діб	МЗК, г	Зимостійкість, %	КПП ₂ , шт/м ²	Урожай, кг/м ²
Аргонавт	76	22	1,14	87	462	0,47
1. ВС ₁ F ₅	65	24	1,56	88	332	0,27
2. ВС ₁ F ₅	66	23	1,28	76	440	0,40
3. ВС ₁ F ₅	74	22	1,95	88	300	0,42
4. ВС ₁ F ₅	69	19	1,64	91	364	0,40
5. ВС ₁ F ₅	60	20	1,74	77	424	0,43
6. ВС ₂ F ₃	70	23	1,89	75	358	0,32
НСР _{0,05}	6	2	-	-	-	0,08
Парус	75	23	1,84	87	436	0,22
1. ВС ₁ F ₅	60	20	1,52	42	384	0,23
НСР _{0,05}	5	2	-	29	-	-
Дельфін	73	22	1,51	89	516	0,29
1. ВС ₁ F ₅	66	22	1,56	35	376	0,13
2. ВС ₁ F ₅	66	25	1,49	48	332	0,14
НСР _{0,05}	5	2	-	32	-	0,12

Примітка: ВР - висота рослин, ТПК - тривалість періоду до колосіння (відлік від 1 травня), МЗК – маса зерна колосу, КПП – кількість продуктивних пагонів.

Висновки. Таким чином, домінантні алелі генів *Vrn-A1a* та *Vrn-B1a* у генотипі сорту озимої твердої пшениці Кристал 2 у вузькорядному посіві (ділянки) восени призводять до збільшення висоти рослин та зниження зимо- морозостійкості, але не впливають в умовах м'яких зим на врожай та його складові. У широкорядному посіві у лютому та у квітні гени *Vrn-A1a* та *Vrn-B1a* сприяють прискоренню розвитку та зниженню деяких ознак, що є складовими продуктивності окремої ро-

слини. При посіві у лютому більшими показниками кількості та маси зерна головного колосу та рослини характеризувалась лінія Кристал 2-*Vrn-B1a*, а при посіві у квітні – Кристал 2-*Vrn-A1a*. Введення домінантного алелю *Vrn-B1a* в генотип сучасних сортів озимої твердої пшениці, як правило, призводить до зниження висоти рослин, зимостійкості, кількості продуктивних стебел та врожаю зерна. Але отримані результати дозволяють стверджувати про можливість отримання ярих аналогів озимих сортів твердої пшениці типу дворучок з морозостійкістю та врожаєм на рівні рекурентної батьківської форми. На величину та напрямок ефекту гена *Vrn-B1a* істотно впливає генотип рекурентного сорту озимої твердої пшениці.

Бібліографічний список

1. Паламарчук А.И. Стан і перспективи селекції сортів твердої озимої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для агрокліматичних умов степу України // Збірник наукових праць СГП – НАЦ НАІС. – Одеса. – 2004. – Вип. 5(45). – С. 35-56.
2. Пшеницы мира / В.Ф. Дорофеев, Р.А. Удачин, Л.В. Семенова и др. 2-ое изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 560 с.
3. Goncharov N.P. Genetic resources of related species of wheat: the *Vrn* genes controlling growth habit (spring vs. winter) // Abstracts 5-th International wheat conference. – Ankara (Turkey), 1996. – P. 421-423.
4. Кириченко П.Ф. Итоги работ по созданию озимой твердой пшеницы для степи СССР // Генетика сельскому хозяйству. – М.:Издательство АН СССР, 1963. – С. 263-275.
5. Паламарчук А.И. Селекция сортов озимой твердой пшеницы с высоким адаптивным потенциалом // Пути и методы повышения стабильности урожая озимой пшеницы в степи УССР. – Одесса: ВСГИ, 1989. – С. 43-53.
6. Богдан П.И. Пшеницы Крыма. – М.:Советская наука, 1941. – 199 с.
7. Лукьяненко П.П. Селекция твердой пшеницы методом межвидового скрещивания // Бюллетень ВАСХНИЛ. – 1936. - №8.
8. Кириченко П.Ф. Методы выведения сортов озимой мягкой и твердой пшениц для степи Украины // Достижения отечественной селекции. – М.:Колос, 1967. – С. 101-113.
9. Palamarchuk A. Selection strategies for traits relevant for winter and facultative durum wheat // Durum wheat breeding. Current approaches and future strategies. – New York–London–Oxford: Food Products Press, An Imprint in the Haworth Press, Inc. – 2005. – Vol. 2. – P. 599-644.

10. *Стельмах А.Ф.* О генетической природе типичных двуручек мягкой пшеницы // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – №2. – С. 22-29.
11. *Ригин Б.В., Звейнек С.Н.* Генотипы, обуславливающие тип развития у двуручек мягкой пшеницы // Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л: ВНИИР, 1985. – Т. 98. – С. 34-39.
12. *Koemel J. et al.* Cold hardiness of wheat near-isogenic lines differing in vernalization alleles // TAG. – 2004. – Vol. 109, №4. – P. 839-846.
13. *Авсенін В. І., Файт В.І., Стельмах А. Ф.* Вивчення системи генів *Vrn* у *Triticum durum* Desf // Збірник наукових праць СГІ – НАЦ НАІС. – Одеса. – 2006. – Вип. 8(48). – С. 9-18.
14. *Полтарев Е.М.* Оценка растений озимых культур на зимо- и морозостойкость методом промораживания растений в пучках. // Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур. – М.: ВАСХНИЛ, 1969. – С. 16.
15. *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика. - М. Колос, 1973. - 327 с.
16. *Стельмах А.Ф.* Генетическое манипулирование различиями по типу и скорости развития у мягкой пшеницы // Прикладные аспекты генетики, цитологии и биотехнологии сельскохозяйственных растений. – Одесса: ВСГИ, 1988. – С. 5-12.

Охарактеризованы эффекты генов *Vrn-A1a* и *Vrn-B1a* по ряду агрономических признаков при разных сроках посева (октябрь, февраль, апрель) почти изогенных линий сорта твердой пшеницы Кристалл 2. Создаются аналоги типа двуручек (ген *Vrn-B1a*) современных сортов озимой твердой пшеницы и представлены предварительные результаты изучения некоторых из них по зимо- морозостойкости и урожаю.

Vrn-A1a and *Vrn-B1a* genes effects were characterized on a number of agronomic traits in near isogenic lines of durum wheat cultivar Kristall 2 under various sowing dates (October, February and April). Analogs of alternative type are being created (*Vrn-B1a* gene) in backgrounds of modern winter durum wheat cultivars. Preliminary results of winter hardiness, frost resistance and yield study are represented for some of them.