

УДК 577.2:575:633.11

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ ПШЕНИЦІ СЕЛЕКЦІЇ ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МАРКЕРІВ ДО ГЕНІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ВАЖЛИВІ ГОСПОДАРСЬКО-АГРОНОМІЧНІ ОЗНАКИ

Г. О. ЧЕБОТАР<sup>1</sup>, С. В. ЧЕБОТАР<sup>1,2</sup>, М. К. ТОПОРАШ<sup>1</sup>, А. О. БАКУМА<sup>1</sup>, В. М. ТИЩЕНКО<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
 вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна  
 e-mail: s.v.chebotar@gmail.com

<sup>2</sup>Селекційно-генетичний інститут — Національний центр  
 насіннезнавства та сортовивчення НААН України  
 вул. Овідіопольська дорога, 3, Одеса, 65036, Україна

<sup>3</sup>Полтавська державна аграрна академія (ПДАА),  
 вул. Сквороди, 1/3, Полтава, 36000, Україна

**Метою роботи** було визначення алелів генів *Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1*, *Rht8*, *Rht-B1*, *Rht-D1*, *Pina-D1*, *Pinb-D1*, *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1* у сортів озимої м'якої пшениці, створених в Полтавській державній аграрній академії (ПДАА). **Методи:** виділення ДНК, алель-специфічна та SSR-ПЛР, електрофорез в агарозному та поліакриламідному гелях. **Результати.** Переважну більшість сортів (9) можна охарактеризувати як генотипи з алелями: *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a*, *Wx-D1a*. В той же час сорти Левада, Царичанка, Лютецька і Оржиця є носіями *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1b*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a*, *Wx-D1a* алелів, а сорт Сидор Ковпак (*Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1a/b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a/b*, *Wx-D1a*) виявився гетерогенним, за генами, що відповідають за якість зерна. **Висновки.** Сорти пшениці озимої селекції Полтавської державної аграрної академії характеризуються високим рівнем однорідності за алелями генів, що визначають важливі господарсько-аграрні ознаки, що може бути обумовлено потребами певної зони вирощування та традиційними підходами до селекції цієї культури у ПДАА.

**Ключові слова.** Алель-специфічні маркери; озима м'яка пшениця; гени короткостебловості; чутливості до фотоперіоду; *Wx*; *Pina* та *Pinb*.

**Вступ.** В останні 20 років в дослідження генетичної різноманітності та важливих господарських ознак пшениці активно залучають молекулярні маркери. Проте і досі в науковій літературі небагато даних, що характеризують вітчизняні сорти на молекулярно-генетичному рівні, а їх генетичні особливості залишаються недостатньо вивченими. Для оцінки генетичної різноманітності сортів пшениці селекції Полтавської державної аграрної академії застосували молекулярні маркери до генів — *Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1*, *Rht8c*, *Rht-B1*, *Rht-D1*, *Pina-D1*, *Pinb-D1*, *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1*, які визначають важливі господарсько-аграрні ознаки: чутливість до фотоперіоду, висоту рослин та якісні показники зерна пшениці.

Гени короткостебловості *Rht8c*, *Rht-B1b*, *Rht-D1b* — локалізовані в 2D, 4B та 4D хромосомах. Групою дослідників з Великої Британії [1] ведеться клонування та секвенування гена *Rht8*, проте поки що молекулярна структура цього гена залишається невідомою. Показано, що мутації в *Rht-B1b* та *Rht-D1b* — це одонуклеотидні заміни (С на Т в 64 положенні, та G на Т в 61 положенні), які переводять кодони CGA та GGA відповідно у трансляційний стоп-кодон TGA [2].

В нуклеотидній послідовності алеля *Rht-B1e* присутня мутація в кодоні AAG в 61 положенні, яка приводить до утворення кодона TAG у змістовному ланцюгу (який при транскрипції перетворюється в стоп-кодон UAG) [3].

Вказані вище *Rht*-гени окрім безпосереднього ефекту на зниження висоти рослин, впливають на зменшення довжини колеоптиля і площі листа [4], збільшення врожайності в певних умовах вирощування [5–7] та інші важливі ознаки [8–11]. Тому дослідження алельного стану генів короткостебловості у сучасних українських сортів м'якої пшениці різних зон вирощування є актуальним, пріоритетним та практично значущим.

Алелі *Ppd-A1a* і *Ppd-B1a*, які регулюють нечутливість до фотоперіоду, містять делецію 1085 п.н. і інсерцію 308 п.н. перед кодуючою областю відповідно [12]. Згідно з сучасними даними, існує дві причини, що викликають зниження чутливості до фотоперіоду за наявності домінантного алеля гена *Ppd-B1*, обидві пов'язані із якісною або кількісною зміною характеру добової експресії цього гена. Перша і найбільш поширена причина полягає у збільшенні числа функціональних копій гена *Ppd-B1* [13], а друга — зумовлена наявністю мутацій на ділянці його промотору [12]. Згідно досліджень [14, 15], численні мутації, які виникають у кодуєчій ділянці гена *Ppd-B1*, не впливають на чутливість до фотоперіоду.

Встановлено, що сорти з нечутливим до фотоперіоду *Ppd-D1a* алелем, який призводить до раннього цвітіння як в умовах короткого (10 год або менше світлового дня), так і довгого дня (14 год або більше світлового дня) містять делецію довжиною 2089 п.н. перед кодуєчим районом [15]. Згідно Langer et al. [16] при дослідженні популяції з 410 сортів озимої пшениці в різних локаціях 58 % генотипової варіації за часом цвітіння пояснювалось саме *Ppd-D1* геном. В умовах Південної Європи *Ppd-D1a* призводить до більш раннього колосіння та цвітіння, що допомагає уникати посухи під час наливу зерна, проте рослини з цим алелем не мають таких селективних переваг в умовах Північної Європи або Америки [17].

Гени пуроіндолинів *Pina-D1* та *Pinb-D1*, контролюють показник «твердозерність» зерна м'якої пшениці. Залежно від виразності цієї ознаки (градація показника «твердозерність» обумовлюється комбінаціями алелів генів *Pina-D1* і *Pinb-D1* [18–21]) зерно пшениці може бути віднесено до хлібопекарського або кондитерського типу. М'які пшениці дикої типу мають м'яку текстуру ендосперму завдяки комбінації алелів *Pina-D1a* та *Pinb-D1a*. У твердозерних сортів м'якої пшениці перший або другий пуро-

індоліновий ген, містять мутації, що призводять до нефункціональних продуктів цих генів [18]. Перша виявлена мутація, яка впливає на твердозерність, призводить до заміни гліцину на серин у позиції 46 пуроіндолінового протеїна *b* (*pinb-D1b*). Описано також null-мутацію гена *pina-D1* (*pina-D1b*) та різні точкові мутації у гені *pinb-D1*, які призводять до амінокислотних заміन (наприклад, *pinb-D1c*, *d*, *l*, *t*, *q*), або виникнення стоп кодонів — *pinb-D1e*, *f*, *g*.

Гени *Wx* — *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1* — локалізовані у пшениці в 7AS, 4AL, 7DS хромосомах, визначають вміст амілози в крохмалі ендосперму. Функціональні алелі кодуєть синтез певного *Wx*-протеїна, а нефункціональні (нуль) алелі — блокують такий синтез [22].

На сьогодні найбільш активно велися дослідження алельного складу за генами, що визначають важливі господарсько-агрономічні ознаки, у сортів, створених в СГІ-НЦНС [22–24], Миронівському інституті пшениць [25], Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва [26]. Тому цікавим являється визначення алельного стану означених локусів у сортів з інших еколого-географічних регіонів.

Метою роботи було визначення алелів генів *Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1*, *Rht8*, *Rht-B1*, *Rht-D1*, *Pina-D1*, *Pinb-D1*, *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1* у сортів озимої м'якої пшениці, створених в ПДАА.

### Матеріали та методи

Аналізували сорти, що створені в ПДАА у період з 1997 по 2013 роки: Диканька, Левада, Сагайдак, Сидор Ковпак, Царичанка, Лютенька, Соната, Вільшана, Говтва, Оржиця, Кармелюк, Коломак 3, Коломак 5, Українка полтавська.

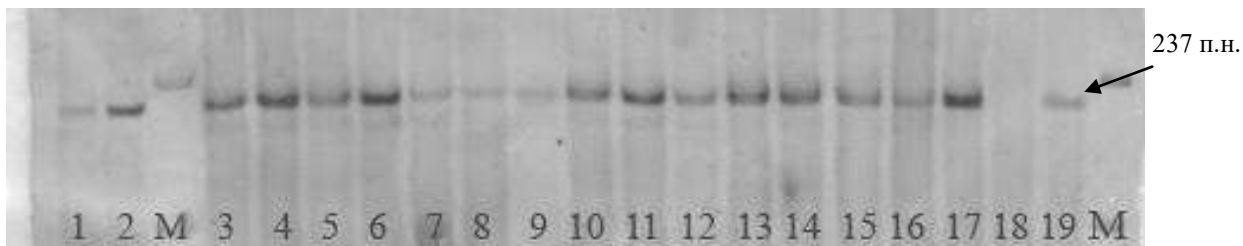
Алель-специфічну ПЛР проводили з праймерами до генів та їх ділянок: *Ppd-A1* та *Ppd-B1* [12], *Ppd-D1* [14], *Rht8* [1, 27], *Rht-B1* і *Rht-D1* [3, 28], *Pina-D1* і *Pinb-D1* [29], *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1* [30, 31].

Продукти ампліфікації фракціонували методом горизонтального електрофорезу в 1 % агарозному гелі з додаванням бромистого етидію та візуалізували за допомогою системи відеодокументації «Gel Doc™ XR+ System Bio-Rad» (США) й в 7 % поліакриламідному гелі і візуалізували згідно рекомендацій Promega [32]. Розміри ампліфікованих фрагментів обчислювали, використовуючи поширені стандарти молекулярної маси ladder mix, pUC19/Msp I, ladder 100.

**Результати та обговорення**

У полтавських сортів не виявлено продуктів ампліфікації з алель-специфічними праймерами до *Rht-B1b* і *Rht-B1e* алелів короткостеблості, всі сорти характеризувалися *Rht-B1a* алелем (рис. 1). У той же час детектували алель короткостеблості *Rht-D1b* у сортах Левада, Царичанка, Люте-

нька і Оржиця (табл. 1). Даний алель широко поширений в сортах СГІ-НЦНС, він дещо менше (на 16 %) знижує висоту рослин пшениці, в порівнянні з алелем *Rht-B1b* (19 %), як встановлено Чеботар та ін. [33], в той же час, як показано Srinivasachary et al. [34] на популяції подвійних гаплоїдів від схрещування Суасон х Орвантіс асоціюється зі сприйнятливістю до фузаріозу колоса.



**Рис. 1.** Електрофореграма продуктів ампліфікації в 7 % поліакриламідному гелі, отриманих за допомогою ПЛР ДНК з алель-специфічними праймерами до алелю *Rht-B1a*: 1, 2 — Лютецька; 3, 4 — С. Ковпак; 5, 6 — Соната; 7, 8 — Оржиця; 9, 10 — Вільшана; 11, 12 — Царичанка; 13, 14 — Говтва; 15 — Левада; 16, 17 — Камелюк; 18 — негативний контроль (Турунчук); 19 — позитивний контроль *Rht-B1a* — лінія Степняк 3; М — маркер молекулярної маси ladder mix.

Вважається, що алель *Rht8c* надає переваги рослинам, що ростуть в регіонах, які потерпають від ранньої сезонної посухи, де нестача вологи перешкоджає успішному проростанню, росту та становленню рослини. Цей алель не призводить до зменшення довжини колеоптіля та швидкості подовження листа [35–37]. У сортів, створених в ПДАА, алельний стан гена *Rht8* тестували за допомогою маркера *DG087* (за рекомендацією [38]), який картований на відстані 1,18 сМ від локусу *Rht8*. За даними ПЛР-

аналізу генетичний поліморфізм не виявлений, всі сорти мали фрагмент ампліфікації, який асоціюється з *Rht8c* алелем. Також застосовували мікросателітний маркер *Xgwm 261* [27], який найбільш широко використовується в якості діагностичного маркера до гена *Rht8*. У сортів ПДАА був виявлений алель 192 п.н. за маркером *Xgwm 261*, що при наявності в родоводі сортів носіїв *Rht8c* алелю від сорту Безоста 1, свідчить про присутність в генотипах досліджених сортів *Rht8c* алеля.

**Таблиця 1.** Алельна характеристика сортів озимої пшениці селекції ПДАА

Сорти	<i>Ppd-A1</i>	<i>Ppd-B1</i>	<i>Ppd-D1</i>	<i>Rht8</i>	<i>Rht-B1</i>	<i>Rht-D1</i>	<i>Pina-D1</i>	<i>Pinb-D1</i>	<i>Wx-A1</i>	<i>Wx-B1</i>	<i>Wx-D1</i>
Левада	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1b</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Диканька	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Сагайдак	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Вільшана	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Царичанка	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1b</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Оржиця	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1b</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Коломак 3	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Коломак 5	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Українка полтавська	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>

Продовження

Соната	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Кармелюк	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Сидор Ковпак	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1a/b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a/b</i>	<i>Wx-D1a</i>
Говтва	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1a</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>
Лютенька	<i>Ppd-A1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Rht8c</i>	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht-D1b</i>	<i>Pina-D1a</i>	<i>Pinb-D1b</i>	<i>Wx-A1a</i>	<i>Wx-B1a</i>	<i>Wx-D1a</i>

Відомо про існування нерівновісного зчеплення алелів *Rht8c* і *Ppd-D1a*, що ведуть своє успадкування від сорту Акакомугі на сегменті 28 сМ хромосоми 2D. В Україні майже всі сучасні сорти озимої пшениці, що мають алель короткостебловості *Rht8c*, характеризуються наявністю алеля нечутливості до фотоперіоду *Ppd-D1a* [39], що може бути пов'язано з певними агрономічними перевагами такої комбінації алелів.

В нашій роботі всі досліджені сорти також характеризувалися *Ppd-D1a* алелем (табл. 1), для якого на електрофореграмі детектується фрагмент ампліфікації 288 п.н. при проведенні ПЛР з алель-специфічними праймерами до гена *Ppd-D1*. Алель *Ppd-D1a* обумовлює зниження чутливості до фотоперіоду у рослин м'якої пшениці та, як визначено на рекомбінантно-інбредних лініях, вкорочує період до колосіння — на 3–4 доби [40], за даними отриманими на лініях-аналогах [41] — на 8 діб в умовах південного степу України. Наявність *Ppd-D1a* алеля в генотипах полтавських сортів можна пояс-

нити використанням в схрещуваннях при їх створенні сортів СГІ-НЦНС, зокрема сортів Прибій, Леля, Чайка, Южная заря, в родоводі яких був присутній сорт Безоста І (який має у генотипі алелі *Rht8c* і *Ppd-D1a*). До речі ці алелі досить часто зустрічаються у сортів [39], створених в колишньому ВСПІ (зараз СГІ-НЦНС), починаючи з 60-х років 20 століття.

В результаті дослідження алельного стану гомеологічних генів *Ppd-B1* і *Ppd-A1* у сортів ПДАА детектовано рецесивні *Ppd-B1b* та *Ppd-A1b* алелі. Фрагмент ампліфікації 1292 п.н. отриманий в результаті ПЛР з праймерами, розробленими М. Секі із співавторами [42], вказує на наявність алеля *Ppd-B1b* (рис. 2) у всіх сортів. В результаті ПЛР з алель-специфічними праймерами до алелів гена *Ppd-A1* [12] у всіх сортів виявлено фрагмент ампліфікації розміром 299 п.н., який відповідає алелю *Ppd-A1b*. За даними М. Гончарова [43] генотипи *Ppd-B1b* та *Ppd-A1b* алелями з мають сильну реакцію на фотоперіод.

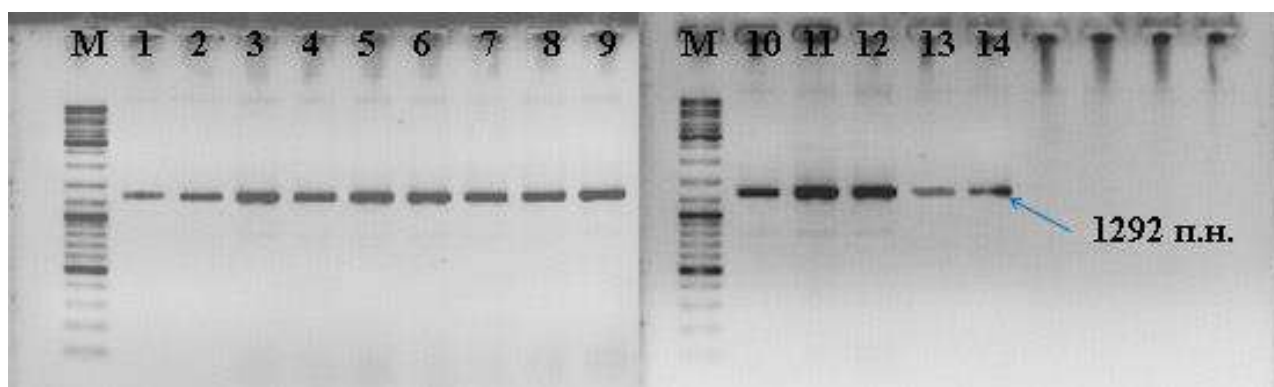


Рис. 2. Електрофореграма продуктів ампліфікації в 1 % агарозному гелі, отриманих за допомогою ПЛР ДНК з алель-специфічними праймерами до алелю *Ppd-B1b*: 1 — Левада; 2 — Диканька; 3 — Сагайдак; 4 — Вільшана; 5 — Царичанка; 6 — Оржиця; 7 — Коломак 3; 8 — Коломак 5; 9 — Українка полтавська; 10 — Соната; 11 — Кармелюк; 12 — Сидор Ковпак; 13 — Говтва; 14 — Лютенька; М — маркер молекулярної маси ladder mix.

Аналіз алельного стану генів, що впливають на якісні характеристики зерна пшениці («твердозерність» — *Pina-D1*, *Pinb-D1*, вміст амілози в крохмалі зерна — *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1*) виявив високий рівень однорідності досліджуваних сортів. Алелі *Wx-A1a*, *Wx-B1a* та *Wx-D1a*, детектовані у більшості сортів є функціональними (рис. 3). Це свідчить про те що, дані сорти мають нормальний вміст амілози в крохмалі (20–30 %) без тенденцій до зниження. Лише сорт Сидор Ковпак виявився гетерогенним за алелями *Wx-B1a/b*, слід звернути увагу, що

*Wx-B1b* алель є «нефункціональним». Але вважають, що хліб, виготовлений з додаванням 20–30 % борошна з *Wx*-пшениці (тобто сортів з нуль-алелями за *Wx*-локусами) має відмінні хлібопекарські якості та довше зберігає свіжість [22]. В попередніх дослідженнях сортів різних селекційних центрів України, проведених Петровою зі співав. [22], показано, що сорти пшениці, які традиційно створювалися без залучення у схрещування донорів мутантних алелів за *Wx*-генами, мали *Wx-A1a*, *Wx-B1a* та *Wx-D1a* алелі.

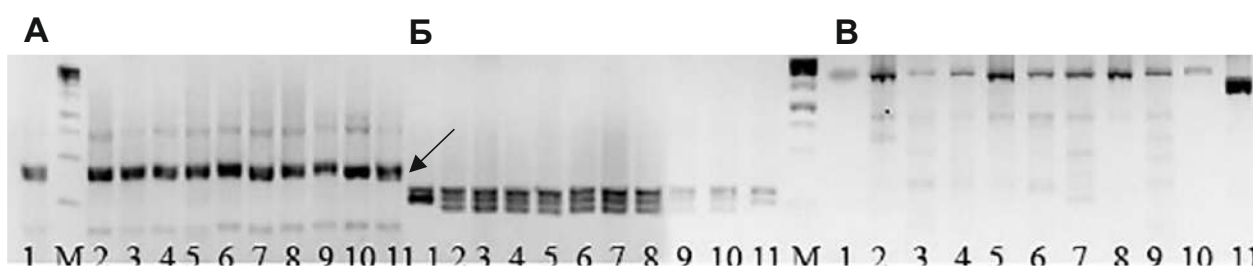


Рис. 3. Електрофореграма продуктів ампліфікації в 2 % агарозному гелі, отриманих за допомогою ПЛР ДНК з алель-специфічними праймерами до *Wx-A1* (А), *Wx-B1* (Б) та *Wx-D1* (В): 1 — Сидор Ковпак; 2 — Диканька; 3 — Кармелюк; 4 — Лютецька; 5 — Коломак 5; 6 — Оржиця; 7 — Соната; 8 — Українка полтавська; 9 — Сагайдак; 10 — контроль негативний; 11 — контроль позитивний; М — маркер молекулярної маси ladder mix.

Фенотипово генотип з мутацією *pina-D1b/pinb-D1a* характеризується відсутністю фракції пууроіндоліну *a* за ідентифікації цих білків на гель-електрофорезі. Амінокислотна заміна, що відповідає мутації *pina-D1a/pinb-D1b* призводить не до повної відсутності пууроіндоліну *b*, а до значного зменшення його кількості [21].

В наших дослідженнях за даними молекулярного аналізу для всіх сортів може бути передбачена «твердозерність», що контролюється алелями *Pina-D1a* та *Pinb-D1b*, окрім сорту Сидор Ковпак, який виявився гетерогенним за алелями гена *Pinb-D1* (рис. 4).

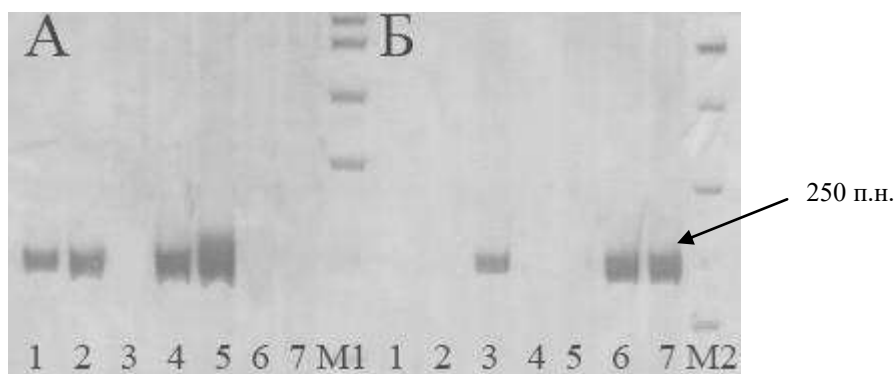


Рис. 4. Електрофореграма продуктів ампліфікації в 7 % поліакриламідному гелі, отриманих за допомогою ПЛР ДНК з алель-специфічними праймерами до алелів *Pinb-D1a* (А) та *Pinb-D1b* (Б): 1, 2, 3, 4 — Сидор Ковпак; 5 — Оксана (позитивний контроль на *Pinb-D1a* алель); 6 — Царичанка; 7 — Вільшана; М — маркер молекулярної маси рUC19/ Msp I; M2 — маркер молекулярної маси ladder mix.

## Висновки

Досліджені в роботі сорти пшениці озимої селекції Полтавської державної аграрної академії характеризуються високим рівнем однорідності за алелями генів, що мають прямий вплив на агрономічно важливі ознаки пшениці. Це може бути обумовлено потребами певної зони вирощування та традиційними підходами до селекції м'якої пшениці в цьому селекційному центрі. Переважну більшість сортів можна охарактеризувати як генотипи з алелями: *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a*, *Wx-D1a*. В той же час сорти Левада, Царичанка, Лютецька і Оржиця є носіями *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1b*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a*, *Wx-D1a* алелів, а сорт Сидор Ковпак (*Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1a/b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a/b*, *Wx-D1a*) виявився гетерогенним, за генами, що відповідають за якість зерна.

Роботу виконано частково в рамках проекту Міністерства Освіти та Науки України КПКВК 2201040 проект № 569 «Поліморфізм локусів фотоперіодичної чутливості сортів пшениці і сої та залежність розвитку рослин від їхнього алельного складу, за даними ПЛР-аналізу».

## Список використаної літератури

1. Gasperini D., Powell W., Greenland A. et al. Genetic and molecular characterisation of the *Rht8* locus in bread wheat 19th ITMI / 3rd COST Tritigen Joint Workshop. (Clermont-Ferrand, 31st of August — 4th of September). Clermont-Ferrand. 2009. P. 171.
2. Peng J., Richards D. E., Hartley N. M. et al. 'Green revolution' genes encode mutant gibberellin response modulators. *Nature*. 1999. Vol. 400. P. 256–261.
3. Pearce S., Saville R., Vaughan S. P. et al. Molecular characterisation of *Rht-1* dwarfing genes in hexaploid wheat (*Triticum aestivum*). *Plant Physiology Preview*. 2011. DOI:10.1104/pp.111.183657.
4. Gent M. P. N., Kiyomoto R. K. Physiological and agronomic consequences of *Rht* genes in wheat. *Journal of Crop Production*. 1997. Vol. 1, Is. 1. P. 27–46.
5. Braun H.-J., Dixon J., Crouch J., Payne T. Wheat research to serve the future needs of developing world. Conventional and molecular breeding of field and vegetable crops: International Conference (Novi Sad, 24–27 November 2008). — Novi Sad, Serbia, 2008. P. 15.
6. Rebetzke G. J., Bonnett D. G., Ellis M. H. Combining gibberellin acid-sensitive and insensitive dwarfing genes in breeding of higher-yielding, sesquidwarf wheats. *Field Crops Res.* 2012. Vol. 127. P. 17–25.
7. Rebetzke G. J., Ellis M. H., Bonnett D. G. et al. Height reduction and agronomic performance for selected gibberellin responsive dwarfing genes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Res.* 2011. Vol. 126. P. 86–96.
8. Литвиненко М. А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для умов степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. — Київ, 2001. — 46 с.
9. Addisu M., Snape J. W., Simmonds J. R., Gooding M. J. Reduced height (*Rht*) and photoperiod insensitivity (*Ppd*) allele associations with establishment and early growth of wheat in contrasting production systems. *Euphytica*. 2009. Vol. 166. P. 249–267.
10. Bonnet D. G., Ellis M. H., Rebetzke G. J. Agronomic performance of GA-responsive semidwarf wheats. 8th International Wheat Conference: abstracts of oral and poster presentations. (St. Petersburg, June 1–4, 2010). St. Petersburg. 2010. P. 155–156.
11. Tang H., Jiang Y., He B., Hu Y. The effects of dwarfing genes (*Rht-B1b*, *Rht-D1b*, and *Rht8*) with different sensitivity to GA3 on the coleoptile length and plant height of wheat. *Agricultural Sciences in China*. 2009. Vol. 8. P. 1028–1038.
12. Nishida H., Yoshida T., Kawakami K. et al. Structural variation in the 5' upstream region of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-A1a* and *Ppd-B1a* identified in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.), and their effect on heading time. *Molecular Breeding*. 2013. Vol. 31, № 1. P. 27–37.
13. Díaz A., Zikhali M., Turner A., Isaac P., Laurie D. Copy number variation affecting the Photoperiod-B1 and Vernalization-A1 genes is associated with altered flowering time in wheat (*Triticum aestivum*). *PLoS One*. 2012. Vol. 7: e33234. pmid:22457747
14. Beales J., Turner A., Griffiths S. et al. A Pseudo-Response Regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2007. Vol. 115. P. 721–723.
15. Takenaka S., Kawahara T. Evolution and dispersal of emmer wheat (*Triticum* sp.) from novel 339 haplotypes of *Ppd-1* (photoperiod response) genes and their surrounding DNA sequences. *Theor. Appl. Genet.* 2012. Vol. 125, № 5. P. 999–1014.
16. Langer S. M., Longin C. F. H., Würschum T. Flowering time control in European winter wheat. *Front Plant Sci*. 2014. Vol. 5: 537. doi: 10.3389/fpls.2014.00537
17. Worland A. J., Korzun V., Sayers E. J. et al. The influence of photoperiod genes on the adaptability of European winter wheats. *Euphytica*. 1998. Vol. 100, Is. 1–3. P. 385–394.
18. Чеботар С. В., Куракіна К. О., Хохлов О. М. та ін. Фенотипічні прояви алелів пуринодолінових генів м'якої пшениці. *Цитологія та генетика*. 2012. № 4. С. 9–18.
19. Chen F., He Z. H., Xia X. C. et al. Molecular and biochemical characterization of puroindoline a and b alleles in Chinese landraces and historical cultivars. *Theor Appl Genet.* 2006. Vol. 112, № 3. P. 400–409.

20. *Giroux M. J., Morris C. F.* A glycine to serine change in puroindoline b is associated with great hardness and low levels of starch-surface friabilin. *Theor. Appl. Genet.* 1997. Vol. 95, № 5–6. P. 857–864.
21. *Ikeda T. M., Ohnishi N., Nagamine T. et al.* Identification of new puroindoline genotypes and their relationship to flour texture among wheat cultivars. *J. Cereal Sci.* 2005. Vol. 41, Is. 1. P. 1–6.
22. *Петрова І. С., Чеботарь С. В., Рыбалка А. И., Сиволап Ю. М.* Идентификация *Wx*-генотипов среди сортов озимой мягкой пшеницы. *Цитология и генетика.* 2007. Т. 6. С. 11–17.
23. *Чеботарь С. В., Бёрнер А., Сиволап Ю. М.* Анализ генов короткостебельности в генотипах сортов мягкой пшеницы Украины. *Цитология и генетика.* 2006. Т. 40, № 4. С. 12–23.
24. *Чеботарь С. В., Корзун В. Н., Сиволап Ю. М.* Распространение аллелей локуса *WMS261*, маркующего ген короткостебельности *Rht8*, у сортов мягкой пшеницы южной Украины. *Генетика.* 2001. Т. 37, № 8. С. 1075–1080.
25. *Бакума А. О., Булаека Н. В., Чеботарь С. В.* Генотипи сучасних миронівських сортів озимої м'якої пшениці за *Ppd-A1, Ppd-B1, Ppd-D1*-генами та їх чутливість до фотоперіоду. *Вісник ОНУ. Серія: Біологія.* 2016. Т. 21, № 1 (38). С. 75–88.
26. *Балашова І. А., Файт В. І.* Вариабельність *Ppd-1* генотипов у озимих сортах пшениці української селекції. *Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: тези доповідей Міжнародної наукової конференції (м. Одеса, 12 вересня 2017 р.).* Одеса. 2017. С. 20–21.
27. *Korzun V. N., Röder M. S., Ganai M. W. et al.* Genetic analysis of the dwarfing gene (*Rht8*) in wheat. Part I. Molecular mapping of *Rht8* on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 1998. Vol. 96. P. 1104–1109.
28. *Ellis M. H., Spielmeier W., Gale K. R. et al.* «Perfect» markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2002. Vol. 105. P. 1038–1042.
29. *Gautier M. F., Aleman M. E., Guirao A. et al.* *Triticum aestivum* puroindolines, two basic cystine-rich seed proteins: cDNA sequence analysis and developmental gene expression. *Plant Molecular Biology.* 1994. № 25. P. 43–57.
30. *McLauchlan A., Ogbonnaya F. C., Hollingsworth B. et al.* Development of robust PCR-based DNA markers for each homoallele of granule-bound starch synthase and application in wheat breeding programs. *Aust. J. Agric. Res.* 2001. Vol. 52. P. 1409–1416.
31. *Nakamura T., Vrinten P., Saito M., Konda M.* Rapid classification of partial waxy wheats using PCR-based markers. *Genome.* 2002. 45. P. 1150–1156.
32. *Promega Technical Manual.* Gene Print. STR Systems. Printed in USA. Revised. — 7. — 1999. — 52 p.
33. *Чеботарь Г. А., Моцний І. І., Чеботарь С. В., Сиволап Ю. М.* Прямые эффекты генов короткостебельности на генетическом фоне известных сортов пшеницы юга Украины. *Цитология и генетика.* 2012. Том 46, № 6. С. 44–52.
34. *Srinivasachary N., Gosman A., Steed T. et al.* Semi-dwarfing *Rht-B1* and *Rht-D1* loci of wheat differ significantly in their influence on resistance to *Fusarium* head blight. *Theor. Appl. Genet.* 2009. Vol. 118. P. 695–702.
35. *Botwright T. L., Rebetzke G. J., Condon A. G., Richards R. A.* Influence of the gibberellin-responsive *Rht8* dwarfing gene on leaf epidermal cell dimensions and early vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ann. Bot.* 2005. Vol. 95. P. 631–639.
36. *Ellis M. H., Rebetzke G. J., Chandler P. et al.* The effect of different height reducing genes on the early growth of wheat. *Funct. Plant Biol.* 2004. Vol. 31. P. 583–589.
37. *Rebetzke G. J., Richards R. A.* Gibberellic acid-sensitive dwarfing genes reduce plant height to increase kernel number and grain yield of wheat. *Australian journal of agricultural research.* 2000. Vol. 51, № 2. P. 235–245.
38. *Gasperini D., Greenland A., Hedden P. et al.* Genetic and physiological analysis of *Rht8* in bread wheat: an alternative source of semi-dwarfism with a reduced sensitivity to brassinosteroids. *Journal of Experimental Botany.* 2012. [http://jxb.oxfordjournals.org/open\\_access.html](http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html) for further details.
39. *Чеботарь Г. О., Чеботарь С. В., Моцний І. І., Сиволап Ю. М.* Уточнення ступеню зчеплення генів *Rht8* та *Ppd-D1* на 2D хромосомі озимої м'якої пшениці. *Цитологія та генетика.* 2013. Т. 47, № 2. С. 12–17.
40. *Мокану Н. В., Файт В. І.* Различия эффектов аллелей генов *vrd 1* и *Ppd-D1* по зимостойкости и урожаю у озимой пшеницы. *Цитология и генетика.* 2008. Т. 42, № 6. С. 26–33.
41. *Бакума А. О., Попович Ю. А., Моцний І. І. та ін.* Вплив алелю *Ppd-D1a* на швидкість вегетації та агрономічні ознаки пшениці, визначений із застосуванням ранньостиглих ліній-аналогів. *Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: тези доповідей Міжнародної наукової конференції (Одеса, 14 вересня 2017 р.).* — Одеса, 2017. — С. 17–19.
42. *Seki M., Chono M., Matsunaka H. et al.* Distribution of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-B1a* and *Ppd-D1a* and their effect on heading time in Japanese wheat. *Breeding Sci.* 2011. Vol. 61. P. 405–412.
43. *Гончаров Н. П.* Генетический контроль фотопериодической реакции у мягкой пшеницы (обзор). *С.-х. биология.* 1986. № 11. С. 84–90.

#### References

1. *Gasperini D., Powell W., Greenland A. et al.* Genetic and molecular characterisation of the *Rht8* locus in bread wheat 19th ITMI / 3rd COST Tritigen Joint Workshop. (Clermont-Ferrand, 31st of August – 4th of September). Clermont-Ferrand. 2009. P. 171.
2. *Peng J., Richards D. E., Hartley N. M. et al.* 'Green revolution' genes encode mutant gibberellin

- response modulators. *Nature*. 1999. Vol. 400. P. 256–261.
3. Pearce S., Saville R., Vaughan S. P. et al. Molecular characterisation of *Rht-1* dwarfing genes in hexaploid wheat (*Triticum aestivum*). *Plant Physiology Preview*. 2011. DOI:10.1104/pp.111.183657.
  4. Gent M. P. N., Kiyomoto R. K. Physiological and agronomic consequences of *Rht* genes in wheat. *Journal of Crop Production*. 1997. Vol. 1, Is. 1. P. 27–46.
  5. Braun H.-J., Dixon J., Crouch J., Payne T. Wheat research to serve the future needs of developing world. Conventional and molecular breeding of field and vegetable crops: International Conference (Novi Sad, 24–27 November 2008). — Novi Sad, Serbia, 2008. P. 15.
  6. Rebetzke G. J., Bonnett D. G., Ellis M. H. Combining gibberellic acid-sensitive and insensitive dwarfing genes in breeding of higher-yielding, sesquidwarf wheats. *Field Crops Res.* 2012. Vol. 127. P. 17–25.
  7. Rebetzke G. J., Ellis M. H., Bonnett D. G. et al. Height reduction and agronomic performance for selected gibberellin responsive dwarfing genes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Res.* 2011. Vol. 126. P. 86–96.
  8. Lytvynenko M. A. Theoretical bases and methods of winter bread wheat breeding for increasing adaptive potential for the conditions of the steppe of Ukraine: author's abstract dis ... Dr. Agricultural Sciences iev, 2001. 46 c.
  9. Addisu M., Snape J. W., Simmonds J. R., Gooding M. J. Reduced height (*Rht*) and photoperiod insensitivity (*Ppd*) allele associations with establishment and early growth of wheat in contrasting production systems. *Euphytica*. 2009. Vol. 166. P. 249–267
  10. Bonnet D. G., Ellis M. H., Rebetzke G. J. Agronomic performance of GA-responsive semidwarf wheats. 8th International Wheat Conference: abstracts of oral and poster presentations. (St. Petersburg, June 1–4, 2010). St. Petersburg. 2010. P. 155–156.
  11. Tang H., Jiang Y., He B., Hu Y. The effects of dwarfing genes (*Rht-B1b*, *Rht-D1b*, and *Rht8*) with different sensitivity to GA3 on the coleoptile length and plant height of wheat. *Agricultural Sciences in China*. 2009. Vol. 8. P. 1028–1038.
  12. Nishida H., Yoshida T., Kawakami K. et al. Structural variation in the 5' upstream region of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-A1a* and *Ppd-B1a* identified in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.), and their effect on heading time. *Molecular Breeding*. 2013. Vol. 31, № 1. P. 27–37.
  13. Díaz A., Zikhali M., Turner A., Isaac P., Laurie D. Copy number variation affecting the *Photoperiod-B1* and *Vernalization-A1* genes is associated with altered flowering time in wheat (*Triticum aestivum*). *PLoS One*. 2012. Vol. 7: e33234. PMID:22457747.
  14. Beales J., Turner A., Griffiths S. et al. A Pseudo-Response Regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2007. Vol. 115. P. 721–723.
  15. Takenaka S., Kawahara T. Evolution and dispersal of emmer wheat (*Triticum* sp.) from novel 339 haplotypes of *Ppd-1* (photoperiod response) genes and their surrounding DNA sequences. *Theor. Appl. Genet.* 2012. Vol. 125, № 5. P. 999–1014.
  16. Langer S. M., Longin C. F. H., Würschum T. Flowering time control in European winter wheat. *Front Plant Sci.* 2014. Vol. 5: 537. doi: 10.3389/fpls.2014.00537.
  17. Worland A. J., Korzun V., Sayers E. J. et al. The influence of photoperiod genes on the adaptability of European winter wheats. *Euphytica*. 1998. Vol. 100, Is. 1–3. P. 385–394.
  18. Chebotar S. V., Kurakina K. O., Khokhlov O. M. et al. Phenotypic effects of alleles of the common wheat puroindoline genes. *Cytol Genet.* 2012. Vol. 46, № 4. P. 202–209.
  19. Chen F., He Z. H., Xia X. C. et al. Molecular and biochemical characterization of puroindoline a and b alleles in Chinese landraces and historical cultivars. *Theor Appl Genet.* 2006. Vol. 112, № 3. P. 400–409.
  20. Giroux M. J., Morris C. F. A glycine to serine change in puroindoline b is associated with great hardness and low levels of starch-surface friabilin. *Theor. Appl. Genet.* 1997. Vol. 95, № 5–6. P. 857–864.
  21. Ikeda T. M., Ohnishi N., Nagamine T. et al. Identification of new puroindoline genotypes and their relationship to flour texture among wheat cultivars. *J. Cereal Sci.* 2005. Vol. 41, Is. 1. P. 1–6.
  22. Petrova I. S., Chebotar S. V., Rybalka A. I., Syvolap Yu. M. Identification of *Wx* genotypes in the winter wheat varieties. *Cytol Genet.* 2007. Vol. 6. P. 11–17.
  23. Chebotar S. V., Börner A., Sivolap Yu. M. Analysis of dwarfing genes in the genotypes of Ukrainian bread wheat varieties. *Cytol Genet.* 2006. Vol. 40, № 4. P. 12–23.
  24. Chebotar S. V., Korzun V. N., Sivolap Yu. M. Distribution of alleles of the locus *WMS261*, marking the dwarfing gene *Rht8*, in the varieties of bread wheat of southern Ukraine. *Genetics*. 2001. Vol. 37, № 8. P. 1075–1080.
  25. Bakuma A. O., Bulavka N. V., Chebotar S. V. The genotypes of modern Myronivsky varieties of winter wheat for *Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1* genes and their sensitivity to photoperiod. *Herald of ONU. Biology*. 2016. Vol. 28, № 1 (38). P. 75–88.
  26. Balashova I. A., Fayt V. I. Variability of *Ppd-1* genotypes in winter wheat varieties of Ukrainian-breeding. Genomics and biochemistry of agricultural crops: International scientific conference (Odesa, 14 September 2017). Odesa, 2017. P. 20–21.
  27. Korzun V. N., Röder M. S., Ganai M. W. et al. Genetic analysis of the dwarfing gene (*Rht8*) in wheat. Part I. Molecular mapping of *Rht8* on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 1998. Vol. 96. P. 1104–1109.



28. Ellis M. H., Spielmeier W., Gale K. R. et al. «Perfect» markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2002. Vol. 105. P. 1038–1042.
29. Gautier M. F., Aleman M. E., Guirao A. et al. Triticum aestivum puroindolines, two basic cysteine-rich seed proteins: cDNA sequence analysis and developmental gene expression. *Plant Molecular Biology.* 1994. № 25. P. 43–57.
30. McLauchlan A., Ogbonnaya F. C., Hollingsworth B. et al. Development of robust PCR-based DNA markers for each homoeoallele of granulebound starch synthase and application in wheat breeding programs. *Aust. J. Agric. Res.* 2001. Vol. 52. P. 1409–1416.
31. Nakamura T., Vrinten P., Saito M., Konda M. Rapid classification of partial waxy wheats using PCR-based markers. *Genome.* 2002. 45. P. 1150–1156.
32. *Promega Technical Manual.* Gene Print. STR Systems. Printed in USA. Revised. — 7. — 1999. — 52 p.
33. Chebotar G. A., Motsnyy I. I., Chebotar S. V., Sivolap Yu. M. Effects of dwarfing genes on the genetic background of wheat varieties in southern Ukraine. *Cytol Genet.* 2012. Vol. 46, № 6. P. 366–372.
34. Srinivasachary N., Gosman A., Steed T. et al. Semi-dwarfing *Rht-B1* and *Rht-D1* loci of wheat differ significantly in their influence on resistance to Fusarium head blight. *Theor. Appl. Genet.* 2009. Vol. 118. P. 695–702.
35. Botwright T. L., Rebetzke G. J., Condon A. G., Richards R. A. Influence of the gibberellin-responsive *Rht8* dwarfing gene on leaf epidermal cell dimensions and early vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ann. Bot.* 2005. Vol. 95. P. 631–639.
36. Ellis M. H., Rebetzke G. J., Chandler P. et al. The effect of different height reducing genes on the early growth of wheat. *Funct. Plant Biol.* 2004. Vol. 31. P. 583–589.
37. Rebetzke G. J., Richards R. A. Gibberellic acid-sensitive dwarfing genes reduce plant height to increase kernel number and grain yield of wheat. *Australian journal of agricultural research.* 2000. Vol. 51, № 2. P. 235–245.
38. Gasperini D., Greenland A., Hedden P. et al. Genetic and physiological analysis of *Rht8* in bread wheat: an alternative source of semi-dwarfism with a reduced sensitivity to brassinosteroids. *Journal of Experimental Botany.* 2012. [http://jxb.oxfordjournals.org/open\\_access.html](http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html) for further details.
39. Chebotar G. O., Chebotar S. V., Motsnyy I. I., Sivolap Yu. M. Clarification of the *Rht8-Ppd-D1* gene linkage on the 2D chromosome of winter bread wheat. *Cytol. Genet.* 2013. Vol. 47, № 2. P. 70–74.
40. Mokanu N. V., Fayt V. I. The differences of the effects of *Vrd1* and *Ppd-D1* gene alleles on winter-hardiness, frost resistance, and yield in winter wheat. *Cytol. Genet.* 2008. Vol. 42, № 6. P. 26–33.
41. Bakuma A. O., Popovych Yu. A., Motsnyy I. I. et al. Effects of *Ppd-D1a* allele on the growth rate and agronomic characteristics of wheat, determined

using early-ripened analogue lines. Genomics and biochemistry of agricultural crops: International scientific conference (Odesa, 14 September 2017). Odesa, 2017. P. 17–19.

42. Seki M., Chono M., Matsunaka H. et al. Distribution of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-B1a* and *Ppd-D1a* and their effect on heading time in Japanese wheat. *Breeding Sci.* 2011. Vol. 61. P. 405–412.
43. Goncharov N. P. Genetic control of the photoperiodic response in winter wheat (review). *Agriculture biology.* 1986. № 11. P. 84–90.

Представлено Р. А. Волковим  
Надійшла 19.10.2017

#### CHARACTERISTICS OF WHEAT VARIETIES OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY BREEDING WITH GENE MARKERS THAT DETERMINE IMPORTANT AGRONOMICAL TRAITS

G. O. Chebotar<sup>1</sup>, S. V. Chebotar<sup>1, 2</sup>, M. K. Toporash<sup>1</sup>, A. O. Bakuma<sup>1</sup>, V. M. Tytschenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Odesa I. I. Mechnikov National University, Department of Genetics and Molecular Biology Dvoryanska str., 2, Odesa, 65082, Ukraine

<sup>2</sup>Plant Breeding and Genetics Institute — National Center of Seed and Cultivar Investigation National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine Ovidiopolska doroga str., 3, Odesa, 65036, Ukraine

<sup>3</sup>Poltava State Agrarian Academy, Skovorody str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine

**The aim** of the work was to determine alleles of *Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1*, *Rht8c*, *Rht-B1*, *Rht-D1*, *Pina-D1*, *Pinb-D1*, *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1* genes of wheat varieties from the Poltava State Agrarian Academy (PSAA). **Methods.** DNA extraction, allele-specific and SSR-PCR, electrophoresis in agarose and polyacrilamide gels. **Results.** The vast majority of varieties (9) can be characterized as *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a*, *Wx-D1a*. Levada, Tsarychanka, Lyutenka and Orzhytsia varieties were carriers of *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1b*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a*, *Wx-D1a* alleles, and the cultivar Sydor Kovpak — *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a*, *Pina-D1a*, *Pinb-D1a/b*, *Wx-A1a*, *Wx-B1a/b*, *Wx-D1a* — was heterogeneous by genes, which are responsible for the quality of the grain. **Conclusions.** PSAA winter wheat varieties are characterized by a high degree of homogeneity in the alleles of genes that determine important economic and agronomical traits. This fact could be explained by the needs of a certain growing zone and traditional breeding approaches of wheat in the PSAA.

**Keywords:** Allele-specific markers; winter bread wheat; dwarfing genes; sensitivity to photoperiod; *Wx*; *Pina* and *Pinb*.