

КАТАЛОГ

сортів пшениці м'якої озимої
(*Triticum aestivum* L.)
за генами фотоперіодичної чутливості *Ppd-1*



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

КАТАЛОГ
сортів пшениці м'якої озимої
(*Triticum aestivum* L.)
за генами фотоперіодичної чутливості
Ppd-1

Науково-практичні рекомендації

Одеса
«Астропринт»
2025

УДК 633.111.1:575.16/.22
K29

ЗМІСТ

Укладачі:

І. А. Балашова, кандидат біол. наук, старший дослідник;
В. І. Файт, доктор біол. наук, с. н. с., член-кор. НААН;
М. С. Бальвінська, кандидат біол. наук, старший дослідник;
В. Р. Федорова, кандидат біол. наук;
О. О. Погребнюк

Рецензенти:

Є. А. Голуб, в. о. завідувача відділу селекції та насінництва пшениці СГП–НЦНС, кандидат с.-г. наук;
П. О. Феоктістов, завідувач відділу стійкості до абіотичних факторів СГП–НЦНС, кандидат біол. наук.

Друкується за рішенням вченої ради Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насінництва та сортовивчення (протокол №6 від 14 серпня 2025 р.)

Каталог сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.)
за генами фотоперіодичної чутливості *Ppd-1* : науково-практичні рекомендації / уклад.: І. А. Балашова, В. І. Файт, М. С. Бальвінська [та ін.] ; Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насінництва та сортовивчення. — Одеса : Астропринт, 2025. — 28 с.
ISBN 978–617–8569–52–5

У науково-практичних рекомендаціях наведено інформацію щодо генотипів 226 сортів української та закордонної селекції за трьома генами ортологічної серії *Ppd-1*, які можуть бути використані для створення генетичної колекції за ознакою фотоперіодичної чутливості, як донори певних алелів генів *Ppd-1* в селекційних програмах, для створення спеціального генетичного матеріалу для визначення ефектів певних алелів і *Ppd-1* генотипів на темпи розвитку та інші важливі господарські ознаки.

Рекомендації розраховані на викладачів навчальних закладів та науковців у галузі біології рослин та агрономії, селекціонерів та генетиків злакових культур.

УДК 633.111.1:575.16/.22

© Селекційно-генетичний інститут —
Національний центр насінництва
та сортовивчення, 2025

© Балашова І. А., Файт В. І.,
Бальвінська М. С. [та ін.], укладання,
2025

ISBN 978–617–8569–52–5

	Стр.
Вступ	4
Роль фотоперіодичної чутливості в адаптації пшениці	4
Генетичний контроль фотоперіодичної реакції	7
Алелі гена <i>Ppd-A1</i>	9
Алелі гена <i>Ppd-B1</i>	10
Алелі гена <i>Ppd-D1</i>	11
<i>Ppd-1</i> генотипи сортів пшениці	12
Література	24

Вступ

Фотоперіодизм - реакція організмів на добовий ритм освітлення, тобто співвідношення світлого (тривалість дня) і темного (тривалість ночі) періодів доби, що виражається у зміні процесів зростання та розвитку відповідно до зміни комплексу сезонних умов клімату. Перші дослідження з реакції рослин на фотоперіод було розпочато W.W. Garner та H.A. Allard [1, 2] у 20-х роках ХХ століття. Вони ж запропонували поняття "довгоденні" і "короткоденні" рослини та охарактеризували м'яку пшеницю як "довгоденну" культуру, для розвитку якої необхідним є подовжений, більше 16 годин, день. Проте, розподіл видів рослин на "довгоденні" і "короткоденні" значною мірою умовний. У виду *Triticum aestivum* L. зустрічаються як слабо чутливі (короткоденні), так і сильно чутливі (довгоденні) до тривалості дня генотипи [3]. Фотоперіодизм розглядають як реакцію живих організмів на періодичні, сезонні коливання тривалості світлового періоду доби. Зміна тривалості світлового дня для організму є сигналом, що повідомляє про зміни цілого комплексу екологічних чинників в ході зміни сезонів року. Фотоперіодична чутливість у рослин виникла в процесі еволюції як генетично детермінована адаптивна реакція на кліматичні умови конкретного регіону, що є прикладом регіональної адаптації.

Роль фотоперіодичної чутливості в адаптації пшениці

Реакція рослин на фотоперіод проявляється у прискоренні або уповільненні їх зростання та розвитку залежно від комплексу сезонних кліматичних умов певного регіону [4]. Незалежно від відмінностей сортів за фотоперіодичною чутливістю розвиток рослин м'якої пшениці прискорюється зі збільшенням тривалості освітлення від 8 до 24 годин, а реакція на фотоперіод найбільш яскраво виражена при тривалості дня 12-16 годин [5]. Як правило, сорти з низьких широт менш чутливі до тривалості дня і більш скоростиглі у порівнянні з сортами з високих широт [6, 7]. Сорти чутливі до фотоперіоду потребують тривалого дня для індукції цвітіння, а нечутливі до фотоперіоду генотипи цвітуть незалежно від тривалості дня. При підвищенні температури навесні нечутливі до фотоперіоду сорти відразу переходять до репродуктивного зростання. В той же час сорти, чутливі до фотоперіоду, продовжують вегетативну фазу розвитку доти, доки тривалість дня достатньо збільшиться, щоб задовольнити вимоги до фотоперіоду [8].

Сорти, нечутливі до фотоперіоду, рано колосяться як в умовах скороченого, так і подовженого дня, на відміну від чутливих до фотоперіоду сортів, які затримують розвиток в умовах скороченого дня і потребують подовженого дня протягом тривалого часу для колосіння [9, 10]. Час колосіння у озимої пшениці безпосередньо впливає на її здатність до адаптації та пов'язаний з формуванням урожаю зерна і його компонентів [11]. Вплив часу колосіння, як чинника адаптації, багато в чому залежить від регіональних кліматичних умов. Раннє колосіння сприяє більш ефективному використанню запасів вологи ранньою весною [12], униканню високих температур та посухи під час наливу зерна [13, 14], а в окремих випадках – ураженню збудниками хвороб грибної етіології [15]. На противагу регіонам з відносно вологим прохолодним літом пізнє колосіння буде сприяти максимальному урожаю [16]. Так, в умовах колишньої Югославії нечутливість до фотоперіоду обумовлює перевагу за урожаем зерна більше 35 %, в Центральній Німеччині даний ефект не перевищує 15 %, а в Великій Британії цей показник може варіювати від +9 % в більш теплий і сухий сезон до -8 % при типовому прохолодному і вологому літі [17]. Вищенаведені факти свідчать про важливу роль фотоперіодичної чутливості у визначенні відмінностей за адаптивністю та продуктивністю в конкретних умовах вирощування.

Для сучасних сортів озимої пшениці України характерна слабка або середня чутливість до фотоперіоду [3, 18], що сприяє значному скороченню періоду до колосіння й істотному підвищенню урожаю зерна [19, 20]. Для посушливих умов півдня України (м. Одеса) реалізація потенційної продуктивності сортів озимої м'якої пшениці обумовлена слабкою фотоперіодичною реакцією [21]. Слабка фотоперіодична чутливість сортів сприяє кращому використанню весняних запасів вологи, "уникненню" посухи та високих температур в період наливу зерна, епіфітотій бурої та стеблової іржі. Внаслідок цього середньо і, особливо, слабо чутливі до фотоперіоду генотипи формують суттєво більший урожай, порівняно з сильно чутливими до фотоперіоду сортами [22]. Однак слабо і середньо чутливі до фотоперіоду сорти, частіше всього, характеризуються зниженою зимо-, морозостійкістю [22, 23], а в умовах лісостепу України, крім того, збільшується імовірність ураження такого типу сортів кореневими гнилями.

Прародичам пшениці і багатьом сучасним сортам притаманна сильна реакція на фотоперіод. Ще століття тому у зонах, де пшениця займала важливе місце серед господарських культур, вирощували високорослі та чутливі до фотоперіоду сорти. Навіть широковідомі шедеври вітчизняної селекції Одеська 16 і Миронівська 808 характеризувалися значною висотою рослин і сильною

фотоперіодичною чутливістю. Разом з тим у південних регіонах, де клімат більш м'який, зимовий період короткий, а весна рання, такі сорти менше адаптовані до умов вирощування. Італійській вчений Nazareno Strampelli, намагаючись поліпшити урожайність європейських сортів, використовував у якості донора таких ознак, як короткостебловість та прискорені темпи колосіння, японський сорт Akakomugi. Таким чином, це призвело до створення декілька нових продуктивних сортів, які у подальшому широко використовували у селекції. Основними інноваційними елементами моделі покращення пшениці Strampelli були: внутрішньовидова гібридизація між генетично віддаленими сортами; міжвидова гібридизація між пшеницею та видами – навіть дикими – підтриби *Triticeae*, що дозволило отримати велику кількість ліній за морфологічними (висота рослин), фізіологічними (нечутливість до фотоперіоду, темпи колосіння) та агрономічними ознаками, пов'язаними з продуктивністю, адаптацією, стійкістю до біотичних та абіотичних стресів та якістю зерна. Перша група схрещувань включала італійський стародавній сорт Rieti з зародковою плазмою, інтродукованою з інших європейських регіонів. Його першим успіхом став сорт Carlotta Strampelli. Проте цьому сорту, як і іншим сортам пшениці того часу був притаманний пізній час колосіння, що призводило до наливу зерна переважно у час посухи. Зниження доступу ґрунтової вологи та поживних речовин, призводило до щуплості зерна. Це спонукало отримати генотипи з колосінням на 2-3 тижні раніше, вкороченим стеблом, стійкістю до вилягання, високою родючістю колосків та високим потенціалом врожайності. У цьому напрямі справжнім поштовхом стало схрещування, здійснене в 1913 році, між *Whilhelmina Tarve* × *Rieti* з дуже раннім, але низькопродуктивним японським сортом *Akakomugi*. Одна з відібраних ліній, що характеризувалася ранньостиглістю (на 15-20 днів раніше), скороченим стеблом (80-100 см), стійкістю до холоду та іржі, високою продуктивністю колосків, низькою здатністю до кущіння, відносно низькою масою насіння та високим потенціалом врожайності, отримала назву *Ardito*. Сорт *Ardito*, створений у 1920 році, вперше чітко продемонстрував, що ранньостиглість та вкорочена висота стебла не є антагоністичними до високого потенціалу врожайності. Також було створено ще декілька сортів, зокрема, *Mentana*, *Villa Glori*, *Damiano*. Саме ці досягнення можна сказати були початком Зеленої революції [24]. Вказані сорти широко використовували у селекції пшениці. Наприклад, сорти *Mentana* та *Ardito* після 1920-х років культивували в Латинській Америці. Вони були залучені до програм селекції пшениці в Аргентині та дали початок стійким до іржі сортам *Klein*, в тому числі *Klein 33*, який у подальшому використано для створення усім відомого сорту *Безоста 1*. Сорт *Mentana* відзначався своєю високою

адаптивністю, і він був введений в селекційні програми в Бразилії, Мексиці, США та Канаді. Цей сорт вважався справжнім шедевром, який у 1940-х роках був одним із трьох ключових сортів у «Мексиканській програмі досліджень та виробництва пшениці». Сорт *Villa Glori*, та створені на його основі сорти широко використовувались у балканській селекції і не тільки. Необхідно зазначити особливу роль сортів *N. Strampelli*, як взагалі для світової селекції пшениці, так і зокрема сортів, що створювали в Україні.

На початку 60-х років минулого століття, для створення стійких до вилягання сортів озимої пшениці, у селекційних програмах півдня України почали широко використовувати сорт *Безоста 1* і його мутант *Карлик 1*, сорти колишньої Югославії, зокрема *Zlatna dolina*, ярі короткостеблові сорти *СІММУТ* та ярий американський сорт мексиканського походження *Red river 68*. Однією з особливостей цих сортів є слабка фотоперіодична реакція, яка сприяє підвищенню адаптивності та продуктивності нових сортів, що створювались. За відносно нетривалий проміжок часу основні площі у степу та лісостепу України були зайняті середньо або слабо чутливими до фотоперіоду сортами. Внаслідок використання зазначених груп донорів майже всі сорти створені в Україні з кінця 60-х - початку 70-х років минулого століття до сьогодні є слабо чутливими до фотоперіоду [3, 25]. У сорту *Безоста 1* в родоводі присутній сорт *Ardito*, а у сорту *Zlatna dolina* сорт *Villa Glori*, який, як це було встановлено значно пізніше, успадкував від японського батька два доміантних алелі генів фотоперіоду, і такі успадкували декілька балканських сортів, а надалі і декілька українських. В родоводі *Red river 68* присутній сорт *Sonora 64*, що, у свою чергу, створено за участю не тільки нащадка *Akakomugi*, але і іншого японського сорту *Norin 10*. Цей сорт, який теж має вкорочене стебло та слабку реакцію на фотоперіод відіграв значну роль у подальшому розвитку Зеленої революції, зокрема у роботах *N. Borlaug*, названого батьком такої [26]. Сорти, які створювались у різні періоди Зеленої революції, у більшості своїй мали вкорочене стебло та слабку реакцію на фотоперіод. Тільки успіхи селекціонерів *СІММУТ*, що довели перевагу по урожаю зерна нечутливих до зміни тривалості дня сортів над чутливими при вирощуванні в різних континентах та країнах від 50° північної до 36° південної широти, стимулювали розвиток широкого спектру досліджень щодо вивчення генетики фотоперіодичної реакції у пшениці, важливого фактору адаптивності до кліматичних умов вирощування.

Генетичний контроль фотоперіодичної реакції

Перші генетичні дослідження щодо відмінностей за фотоперіодичною чутливістю були проведені у 60-х роках минулого сторіччя *A.T. Pugsley* [27],

якій виявив відмінності за одним геном в комбінації схрещування Triple Dirk/Selkirk. У подальшому було доведено наявність ди- і тригенних відмінностей за фотоперіодичною чутливістю [28, 29]. При цьому всі три гени локалізовані на коротких плечах хромосом 2 гомологічної групи [30]. Зменшення фотоперіодичної чутливості обумовлено домінантними алелями генів, а сильна реакція на фотоперіод характерна для генотипів з рецесивними алелями всіх трьох генів.

Для позначення генів фотоперіодичної чутливості, що розташовані на хромосомах 2 групи використовується символ *Ppd-1*: *Ppd-D1* (2D), *Ppd-B1* (2B), *Ppd-A1* (2A). Домінантні алелі генів *Ppd-1*, що зумовлюють нечутливість позначені суфіксом «а», а рецесивні алелі, сильну чутливість до тривалості дня – суфіксом «b». За силою фенотипового прояву на час колосіння м'якої пшениці домінантний алель гена *Ppd-D1* справляє найбільший вплив порівняно з генами *Ppd-B1*, і особливо, *Ppd-A1* [31]. Разом з тим деякі автори відмічають що ефект гена *Ppd-B1* або *Ppd-A1* може бути рівний такому *Ppd-D1* [32, 33].

Наприкінці минулого століття проводились дослідження, спрямовані на виявлення асоціативних ДНК-маркерів генів фотоперіоду, але запропоновані маркери мали недостатню ефективність, не дозволяли визначати алельний стан певних генів *Ppd-1* у будь-якого генетичного матеріалу [34]. Складність проведення генетичного аналізу, обмеженість спеціального генетичного матеріалу, необхідного для визначення ефектів *Ppd-1*, низька ефективність асоціативних ДНК-маркерів, не дозволяли більш детально вивчати зазначену систему генів та пояснювати варіабельність фенотипової прояви ознаки, виходячи з певної кількості можливих *Ppd*-генотипів, за умови існування лише двох алелів у кожного з генів.

У першій декаді теперішнього століття, в тому числі завдяки використуванню різних методів ДНК-аналізу, уявлення щодо генетичної системи *Ppd-1* значно розширились. По-перше, було виявлено гомологію між геном *Ppd-H1* - детермінантом фотоперіодичної чутливості ячменю - та ділянкою 2D хромосоми м'якої пшениці, де, згідно даних генетичного аналізу, локалізовано ген *Ppd-D1* [35]. Ген *Ppd-H1* було клоновано, секвеновано та ідентифіковано як представника сімейства генів, що кодує білки-регулятори відповіді типу *PRR* (pseudo-response regulator) [36]. Продукти генів цього сімейства приймають участь в реакціях рослинного організму, що виникають у відповідь на дію гормону цитокініну та чинників зовнішнього середовища. Встановлено, що *Ppd-1* кодує білки, індуктори локусу *FT* (*VRN 3*), що контролює термін цвітіння [37]. Вивчення поліморфізму генів фотоперіоду було розпочато з порівняння нуклеотидних послідовностей *PRR-2D* локусу сортів і

ліній м'якої пшениці, альтернативних за алельним станом гену *Ppd-D1*. У нечутливих до фотоперіоду рослин з домінантним алелем *Ppd-D1a* на початку зони кодування такого виявлена велика делеція. На перший погляд, зниження фоточутливості у таких генотипів можна пов'язати з інактивацією *Ppd-D1* гена у зв'язку з порушенням промотору або сайтів його активації, у відсутність яких процес транскрипції гена стає неможливим. Проте, як з'ясувалося, експресія мутантного гена у цих рослин все ж таки здійснюється, можливо, з альтернативного промотору. При цьому змінюються часові характеристики цієї експресії, що свідчить про можливі зміни в часі експресії локусу *FT*. В даному випадку весь цикл чергування піків максимальної концентрації продуктів *Ppd-D1* і *FT* генів якісно змінюється. Відповідно білок *Ppd* накопичується протягом всього дня і ночі, досягаючи максимальної концентрації в кінці темного періоду доби. На початку світлового дня висока концентрація цих протеїнів індукують експресію локусу *FT*, продукти якого досягають максимуму всередині дня, а потім відбувається їх поступове зменшення. В міру того, як активність *FT* знижується, концентрація *Ppd*-протеїну зростає, досягаючи максимуму в кінці темної фази, що і замикає цикл. Встановлено, що промотор генів фотоперіоду має важливий сайт, який залучається до пригнічення експресії у темний період доби, і мутації, які порушують цю регуляторну ділянку, призвели до виникнення домінантних алелів [36, 38]. Кожний з генів *Ppd-1* має домінантні алелі з мутаціями у промоторі – делеції у генів *Ppd-D1* та *Ppd-A1* і інсерцію типу *MITE* у *Ppd-B1*, яка порушує регуляторний сайт. Крім того, у гена *Ppd-B1* виявлено інші домінантні форми, які виникли в результаті *CNV*-мутацій, що призводять до збільшення копій функціонального гена. Вивчення поліморфізму генів фотоперіоду довело, що мутації виникали також у інтронах та екзонах, і деякі з таких призводять до кодування нефункціональних *Ppd*-протеїнів. На теперішній час кожний з генів розглядається, як серія чутливих (рецесивних) та нечутливих (домінантних) алелів, що виникли в результаті різних мутацій їх більш давніх чутливих форм.

Алелі гена Ppd-A1.

Цей ген пшениці має значну кількість мутацій. Нечутливі (домінантні) алелі *Ppd-A1a* були виявлені спочатку у твердої пшениці *T. durum* [39]. Дослідження локусу *PRR* А-геному, дозволило виявити кілька алелів, відповідальних за слабку фотоперіодичну чутливість. Дані алелі відрізнялися від рецесивних великими делеціями у промоторі 1027 п.н. та 1117 п.н., причому вони включають однакову область довжиною близько 900 п.н. Такі алелі отримали позначення, як *Ppd-A1a.2* та *Ppd-A1a.3* [39]. Подальший аналіз

послідовностей у промоторі, інтронах та екзонах, дозволив виявити ряд додаткових мутацій, якими дані алелі відрізняються від інтактних, чутливих до фотоперіоду алелів, та один від одного. Так, наприклад, алель *Ppd-A1a.3* має 18 різних одонуклеотидних замін (SNP) і трьома вставками/делеціями в порівнянні з іншими дослідженими послідовностями гена *Ppd-A1* твердої пшениці *T. durum*. Три з цих одонуклеотидних замін спричиняють зміну амінокислоти, при цьому дві заміни аналогічні замінам у послідовності *T. aestivum*, а одна унікальна [40]. Було показано, що саме втрата району 900 п.н. у 5'-некодуєчій області (5'-UTR) є причиною нейтрального до фотоперіоду фенотипу. Зіставлення нуклеотидних послідовностей нечутливих до фотоперіоду алелів *Ppd-A1a*, виявлених у сортів тетраплоїдної пшениці *T. durum* показало, що ці алелі виникли незалежно один від одного. Рослини, що містять алель *Ppd-A1a.2* зацвітають на кілька днів раніше ніж носії алеля *Ppd-A1a.3*. Лише через декілька років Nishida et al. описали ще один домінуючий алель, що визначає нечутливість до довжини дня у *T. aestivum* [40]. Цей алель був виявлений в японському озимому сорті Chihokukomugi, який поширений на широкій території в районі Хоккайдо. Поліморфізм, виявлений в 5'-області промотору, являє собою велику делецію довжиною 1085 п.н. – алель *Ppd-A1a.1*. Оскільки ця делеція фланкована короткими 4-нуклеотидними повторами (GATT), припускається, що новий алель гена *Ppd-A1* утворився в результаті негомологічної репарації після дрониткового розриву. Всі три великі делеції в промоторній області гена *Ppd-A1*, виявлені у нечутливих до фотоперіоду сортів GS 100 і GS-105 *T. durum*, і у сорту м'якої пшениці Chihokukomugi, перекривають один і той же район промотору в області -1193 і -336. Ще один домінуючий алель, який має делецію 684 п.н. у промоторі було виявлено у виду *T. compactum* – алель *Ppd-A1a.4* [41]. Крім того, за вивченням поліморфізму гену фотоперіоду, який локалізується у 2A хромосомах тетраплоїдної пшениці виявлено значну кількість мутацій у інтронах та екзонах, деякі з таких кодують не функціональні білки. Зокрема, до таких відноситься делеція 303 п.н. у екзонах 5, 6, цей алель позначено нами, як *Ppd-A1_del303*. Також відомий алель *Ppd-A1_del2ex7*, що має делецію 2 п.н. у екзоні 7 [42]. Перший з вказаних присутній у сортів пшениці м'якої, другий поширений у виду *T. durum*.

Алелі гена *Ppd-B1*.

Зменшення чутливості до фотоперіоду за рахунок впливу домінуючих алелів *Ppd-B1*, як правило обумовлено або наявністю декількох функціональних копій такого, або мутацією в області промотору, якою є інсерція 308 п.н. [40]. Алель з інсерцією у промоторі позначено *Ppd-B1a.1*, і такий можна вважати

ендемичним, оскільки його присутність встановлена лише у деяких споріднених місцевих японських сортів. Алель *Ppd-B1a.1* виявлено лише у сортів в комбінації з домінуючим алелем *Ppd-D1a*. Багатокопійні алелі виникли в результаті CNV-мутацій, відомо двох, трьох та чотирьохкопійні мутанти, які позначено *Ppd-B1d*, *Ppd-B1a*, *Ppd-B1c* відповідно. Перший з таких, скоріш за все присутній у комбінації з *Ppd-D1a*, відомий у європейських та австралійських сортів. Трьохкопійний алель *Ppd-B1a* було виявлено у сортів Sonora 64 та Timstein, алель *Ppd-B1c*, який має 4 копії виявлено у сорту Chinese spring, але одна з копій є псевдогеном за наявністю значних мутацій [43, 44, 45]. Вважають, що більший вплив щодо зниження реакції на зменшення тривалості дня має алель *Ppd-B1a*. Копії функціонального гена майже однакові, і вони розділяються міжкопійними ділянками, які фланковано ретротранспозонами. Деякі розбіжності у структурі таких сприяли детекції алелю *Ppd-B1a* по типу «Sonora». Маркером алеля *Ppd-B1c* по типу «Chinese spring» є наявність псевдогена. Ген *Ppd-B1*, що не має мутації у промоторі та додаткових копій є рецесивним алелем *Ppd-B1b*. Виявлено дві лінії які не мають гена фотоперіоду у 2B хромосомі, це теж порівнюють до рецесивної форми, яку позначено *Ppd-B1e*.

Алелі гена *Ppd-D1*

Ген *Ppd-D1* гексаплоїдна пшениця успадкувала від донору *D*-геному, виду *A. tauschii*. У цього виду егілопу виявлено три гаплотипи гена фотоперіоду, які позначили, як II, V, VI. Гаплотип VI має незначні мутації у промоторі, такі не впливають на зміну параметрів експресії. Делеція 16 п.н. у екзоні 8 призвела до виникнення гаплотипу V, а від такого, як вважають, виник гаплотип II, що не має мутацій у промоторі та екзоні 8. Саме цей гаплотип успадкувала пшениця, і такий є давнішим пшеничним *Ppd-D1*, позначений, як *Ppd-D1b*. Надалі, в результаті мутацій виникли гаплотип I, чи алель *Ppd-D1a*, з делецією 2089 п.н. у промоторі, алель *Ppd-D1c*, або гаплотип III та алель *Ppd-D1d* – гаплотип IV. Останній виник в результаті делеції 5 п.н. у екзоні 7, що призводить до кодування не функціонального білку з ушкодженим важливішим ССТ-доменом. Такий алель було вперше встановлено у сорту Norstar. Алель *Ppd-D1c* має вставку транспозону типу MLE (mariner-like transposable element) у інтроні 1, що призводить до суттєвого зниження експресії, у порівнянні з рецесивними алелями *Ppd-D1b* та *Ppd-D1d*. Більш того, вважають, що за умови сплайсінгу цей алель теж може кодувати не функціональний білок. Відомими носіями цього алелю є сорти Capelle-Desprez і Mercia. В дослідженнях Guo [9] показано, що у сортів пшениці ген *Ppd-D1* присутній лише у вказаних алельних варіантах (гаплотипах). Також досліджено вплив гаплотипів на деякі агрономічні ознаки,

зокрема час колосіння, висоту стебла та масу 1000 зерен. Кількість днів до колосіння була найбільшою для гаплотипу III, або алелю *Ppd-D1c*, найменшою у гаплотипу I та проміжний рівень у гаплотипів II, IV. Висота рослин сортів гаплотипу II була вищою, ніж у інших трьох гаплотипів, висота рослин гаплотипів III і I була нижчою, ніж у гаплотипів II та IV. Також показано, що у Європі розподіл гаплотипу I відрізнявся з півдня на північ, при цьому гаплотип I, чи алель *Ppd-D1a* присутній у 33% сортів м'якої пшениці у Південній Америці, у 45.5 % сортів Південної та у 8 % сортів Північної та Західної Європи. Найбільше поширення такої отримав в Азії. Зокрема, *Ppd-D1a* виявлено у 57.4 % сортів Китаю, у 84 % сортів Японії [32]. У сортів з Африки значне поширення має алель *Ppd-D1d*, або гаплотип IV (72,7%).

Ppd-1 генотипи сортів пшениці

Для визначення відомих алелів генів фотоперіоду розроблено алель-специфічні ПЛР тести, використання яких дозволяє проводити детекцію певних алелів та встановлювати *Ppd-1* генотипи у будь-якому генетичному матеріалі. Ідентифіковано 226 сортів пшениці м'якої, зокрема 159 українських та 67 закордонних, різного походження за алелями *Ppd-D1b*, *Ppd-D1a*, *Ppd-D1c*, *Ppd-D1d*, *Ppd-B1a*, *Ppd-B1c*, *Ppd-A1b*, *Ppd-A1del303*, *Ppd-A1del2e-x7*. У вибірці українських озимих найбільше сортів Селекційно-генетичного інституту - Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення – 84 зразки. Значно менші за кількістю зразків вибірки сортів Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (23), Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (22), Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла (13), Полтавського державного аграрного університету (п'ять). Крім того представлено декілька сортів Іванівської (три зразка) та Білоцерківської (два зразка) дослідно-селекційних станцій, товариства з обмеженою відповідальністю агрофірма «Сади України» (два зразка) та по одному сорту Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, ДУ «Інститут зернових культур НААН», Веселоподільської дослідно-селекційної станції, Приватного акціонерного товариства «Селена», Приватного сільськогосподарського селекційно-дослідного підприємства «БОР». В вибірці закордонних сортів представлено зразки з 10 країн Європи, США, Японії та 4 країн колишнього Радянського Союзу. Кількість сортів у вибірках різних країн становить від 1 до 11 зразків.

У таблицях 1 та 2 наведено перелік усіх сортів та їх *Ppd-1* генотипи, українських, окремо по закладах-оригінаторах, та закордонних, окремо по країнах-оригінаторах.

Таблиця 1. - *Ppd-1* генотипи сортів пшениці м'якої озимої української селекції

№ з/п	Сорт	Алелі генів			Установа оригінатор
		<i>Ppd-D1</i>	<i>Ppd-B1</i>	<i>Ppd-A1</i>	
1	2	3	4	5	6
1.	Грация білоцерківська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	БЦДСС
2.	Перлина лісостепу	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	БЦДСС
3.	Єсенія	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ВДСС
4.	Коханка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ДУ «ІЗК»
5.	Воздвиженка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІДСС
6.	Світанкова	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІДСС
7.	Сонячна 110	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІДСС
8.	Херсонська остиста	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІКОСГ
9.	Альянс	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
10.	Астет	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
11.	Гордовита	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
12.	Дорідна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
13.	Досконала	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
14.	Запашна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
15.	Зенітка покращена	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
16.	Лютеценс 238	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
17.	Мільтурум 120	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
18.	Напівкарлик 3	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
19.	Приваблива	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
20.	Розкішна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
21.	Статна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
22.	Фермерка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
23.	Феррогеніум 1239	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
24.	Харківська 105	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІР
25.	Харківська 106	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
26.	Харківська 11	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
27.	Харківська 20	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
28.	Харківська 4	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
29.	Харківська 81	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
30.	Харус	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
31.	Юр'ївка	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІР
32.	Боровиця	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
33.	Бужанка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
34.	Вінок поділля	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
35.	Здоба київська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
36.	Золото України	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
37.	Каланча	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
38.	Київська остиста	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
39.	Коляда	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
40.	Краснопілка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
41.	Ладжинка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
42.	Маланка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
43.	Орійка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
44.	Полянка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
45.	Серпанок Київський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
46.	Славна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
47.	Сміла	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ
48.	Спасівка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
49.	Талісман	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ
50.	Веснянка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ, МІП
51.	Золотоколоса	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	ІФРiГ, МІП
52.	Колумбія	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ, МІП
53.	Ясногірка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ІФРiГ, МІП
54.	Балада миронівська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП
55.	Вежа миронівська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
56.	Грація миронівська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП
57.	Експромт	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1_del 303</i>	МІП
58.	Легенда миронівська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП
59.	Миронівська 808	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП
60.	МІП Валенсія	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП
61.	Монолог	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП
62.	Економка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП, ІЗР
63.	Волошкова	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП, ІФРiГ
64.	Калинова	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП, ІФРiГ
65.	Колос миронівщини	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП, ІФРiГ
66.	Монотип	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	МІП, ІФРiГ
67.	Диканька	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПДАУ
68.	Зелений гай	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПДАУ
69.	Левада	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПДАУ
70.	Лютенька	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПДАУ
71.	Царичанка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПДАУ
72.	Шестопалівка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПССДП "БОР"
73.	Землячка одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПрАТ «Селена»
74.	Безмежна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ПрАТ «Селена», СГІ-НЦНС
75.	Альбатрос одеський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
76.	Антонівка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
77.	Бригантина	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
78.	Бриз	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
79.	Бунчук	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
80.	Буревісник одеський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
81.	Ватажок	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
82.	Ветеран	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
83.	Вимпел одеський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
84.	Віген	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
85.	Відповідь одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
86.	Вікторія одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
87.	Господиня	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
88.	Гурт	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
89.	Дарунок	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
90.	Доброчин	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
91.	Журавка одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
92.	Звитяга	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
93.	Зиск	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
94.	Зірка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
95.	Знахідка одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
96.	Істина одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del303</i>	СГІ-НЦНС
97.	Кооператорка	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
98.	Красуня одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
99.	Кримка	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
100.	Куяльник	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
101.	Лада одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
102.	Лановий	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
103.	Леля	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
104.	Лузанівка одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
105.	Любава одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
106.	Місія одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
107.	Нагорода одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
108.	Одеська 132	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
109.	Одеська 16	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
110.	Одеська 162	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
111.	Одеська 265	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
112.	Одеська 267	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
113.	Одеська 3	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
114.	Одеська 51	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
115.	Одеська напівкарликова	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
116.	Одеська червоноколоса	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
117.	Одом	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
118.	Ольвія	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
119.	Пересвіт	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
120.	Пилипівка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
121.	Писанка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
122.	Південна зірка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
123.	Повага	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
124.	Подяка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
125.	Порада	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
126.	Прибій	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
127.	Прима одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
128.	Розквіт	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
129.	СГІ-100	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
130.	Селянка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
131.	Символ одеський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
132.	Скарбниця	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
133.	Струмок	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
134.	Тіра	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
135.	Традиція одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
136.	Турунчук	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
137.	Федорівка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
138.	Фрегат	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
139.	Хвиля	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
140.	Чайка	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
141.	Щедрість одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
142.	Ювілейна 75	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
143.	Юннат одеський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
144.	Якір одеський	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС
145.	Борвій	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
146.	Вдала	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
147.	Годувальниця одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
148.	Єдність	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
149.	Жайвір	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
150.	Княгиня Ольга	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, Прат «Селена»
151.	Красень	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
152.	Литанівка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
153.	Ліра одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
154.	Мудрість одеська	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
155.	Небокрай	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
156.	Скарбниця	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
157.	Ужинок	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	СГІ-НЦНС, ПрАТ «Селена»
158.	Верден	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ТОВ "СУ"
159.	Монтрей	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	ТОВ "СУ"

Примітка. ІР – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, ІФРiГ – Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, СГІ-НЦНС – Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Прат «Селена» – приватне акціонерне товариство «Селена», МП – Миронівській інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН України, ІДСС – Іванівська дослідно-селекційна станція. ПДАУ – Полтавський державний аграрний університет, БЦДСС – Білоцерківська дослідно-селекційна станція ім. О.К. Коломєць. ПССДП "БОР" - Приватне сільськогосподарське селекційно-дослідне підприємство «БОР», ІКОСГ – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, ДУ «ІЗК» – Державна установа «Інститут зернових культур НААН», ВДСС – Веселоподільська дослідно-селекційна станція, ТОВ "СУ" – Товариство з обмеженою відповідальністю агрофірма "Сади України", ІЗР - Інститут захисту рослин НААН.

Таблиця 2. - *Ppd-1* генотипи сортів пшениці м'якої озимої закордонної селекції

№ з/п	Сорт	Алелі генів			Країна
		<i>Ppd-D1</i>	<i>Ppd-B1</i>	<i>Ppd-A1</i>	
1	2	3	4	5	6
1.	Triple Dirk C	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Австралія
2.	Turkoaz	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Болгарія
3.	Guardian	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1d</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Велика Британія
4.	Norman	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Велика Британія
5.	Rendzvousz	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Велика Британія
6.	Ardito	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Італія
7.	Mara	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Італія
8.	Mentana	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Італія
9.	Villa glori	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1 del303</i>	Італія
10.	Дербес	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Казахстан
11.	Майра	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1 del303</i>	Казахстан
12.	Афіна	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Казахстан
13.	Алія	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Казахстан
14.	Еритроспермум 80	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Киргизстан
15.	Selekt	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Молдова
16.	Manella	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Нідерланди
17.	Bandit	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Німеччина
18.	Decan	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Німеччина
19.	Samurai	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Німеччина
20.	Бирюза	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
21.	Иришка	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
22.	Магия	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
23.	Омская 2	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
24.	Омская 3	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
25.	Омская 5	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
26.	Омская озимая	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
27.	Оренбуржская 48	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
28.	Северная заря	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1 del303</i>	росія
29.	Прометей	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
30.	Светоч	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
31.	Феония	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
32.	Эльвира	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1 del303</i>	росія

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
33.	Авропа	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	росія
34.	Biljana	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Сербія
35.	Danica	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Сербія
36.	Zlatna dolina	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Сербія
37.	Radosinska Norma	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Словаччина
38.	Velta	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Словаччина
39.	Allan	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
40.	Black hull	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
41.	Brewor	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
42.	Carina	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
43.	Minturki	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
44.	Necota	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
45.	Odessa	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
46.	Rio-blanco	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
47.	Stacy	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
48.	Teewon	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
49.	Winoku	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	США
50.	MV Lucia	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Угорщина
51.	MV Melodia	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Угорщина
52.	MV Nador	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Угорщина
53.	MV Pengo	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del303</i>	Угорщина
54.	Vakka	<i>Ppd-D1d</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del303</i>	Фінляндія
55.	Alregium	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Франція
56.	Aristide	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Франція
57.	Alinea	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del303</i>	Франція
58.	Lutin	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Франція
59.	Recital	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1d</i>	<i>Ppd-A1_del303</i>	Франція
60.	Eroica	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Швеція
61.	Thor	<i>Ppd-D1c</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1_del303</i>	Швеція
62.	Kitakamikomugi	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Японія
63.	Nanbukomugi	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Японія
64.	Norin1	<i>Ppd-D1b</i>	<i>Ppd-B1c</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Японія
65.	Norin 10	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1b</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Японія
66.	Norin 33	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Японія
67.	Norin 59	<i>Ppd-D1a</i>	<i>Ppd-B1a</i>	<i>Ppd-A1b</i>	Японія

В таблиці 3 наведено інформацію щодо поширення певних алелів генів *Ppd-1*, зокрема вказано кількість зразків носіїв певного алелю та відсоток таких у вибірці сортів як у загальній вибірці, так і окремо у вибірках українських та закордонних озимих. Звертає на себе увагу факт відсутності в українських сортів порівняно з закордонними, домінуючих алелів *Ppd-B1a* та *Ppd-B1d*, значно вища частота поширення алелю *Ppd-D1a* і суттєво менша трьох рецесивних алелів *Ppd-D1b*, *Ppd-D1c*, *Ppd-D1d*.

Таблиця 3. - Кількість сортів (n) і частоти алелів генів *Ppd-1* (P) у вибірці сортів пшениці м'якої озимої різного походження

Алель	Україна		Закордонні		Всього	
	п, шт.	P, %	п, шт.	P, %	п, шт.	P, %
<i>Ppd-D1b</i>	3	1,9	14	20,9	17	7,5
<i>Ppd-D1c</i>	9	5,6	10	14,9	19	8,4
<i>Ppd-D1d</i>	3	1,9	5	7,5	8	3,6
<i>Ppd-D1a</i>	144	90,6	38	56,7	182	80,5
<i>Всього</i>	159	100	67	100	226	100
<i>Ppd-B1a</i>	0	0	7	10,4	7	3,1
<i>Ppd-B1c</i>	5	3,1	6	9,0	11	4,9
<i>Ppd-B1d</i>	0	0	2	3,0	2	0,9
<i>Ppd-B1b</i>	154	96,9	52	77,6	206	91,1
<i>Всього</i>	159	100	67	100	226	100
<i>Ppd-A1_del303</i>	20	12,6	9	13,4	29	12,8
<i>Ppd-A1b</i>	139	87,4	58	86,6	197	87,2
<i>Всього</i>	159	100	67	100	226	100

У таблиці 4 наведено дані щодо усіх *Ppd-1* генотипів виявлених у вибірці сортів, що досліджували. У загальній вибірці та вибірці сортів закордонної селекції виявлено 16 різних *Ppd-1* генотипів, незважаючи на досить малі об'єми вибірок з різних країн за кількістю зразків. З цих 16 *Ppd-1* генотипів тільки вісім притаманні сортам української селекції, вибірка яких значно більша. Разом з тим у вибірці українських озимих представлено невелику кількість сортів стародавніх, з сильною реакцією на фотоперіод. Більшість складають сорти, що створені від 70-х років минулого століття до сьогодення. Більш поширені у українських озимих сортів *Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1b* та *Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1_del303* генотипи.

Таблиця 4. - Кількість (n) та частоти *Ppd-1* генотипів (P), сортів пшениці м'якої озимої української та закордонної селекції

Генотип	Україна		Закордонні		Всього	
	п, шт.	P, %	п, шт.	P, %	п, шт.	P, %
<i>Ppd-D1b Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	3	1,9	8	11,9	11	4,9
<i>Ppd-D1b Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}</i>	0	0	2	3,0	2	0,9
<i>Ppd-D1b Ppd-B1c Ppd-A1b</i>	0	0	1	1,5	1	0,4
<i>Ppd-D1b Ppd-B1a Ppd-A1b</i>	0	0	3	4,5	3	1,3
<i>Ppd-D1c Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}</i>	0	0	1	1,5	1	0,4
<i>Ppd-D1c Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	8	5,0	8	11,9	16	7,1
<i>Ppd-D1d Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}</i>	1	0,6	1	1,5	2	0,9
<i>Ppd-D1d Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	3	1,9	4	6,0	7	3,1
<i>Ppd-D1d Ppd-B1c Ppd-A1b</i>	0	0	1	1,5	1	0,4
<i>Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}</i>	15	9,5	3	4,5	18	8,0
<i>Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	124	78,0	25	37,2	149	66,0
<i>Ppd-D1a Ppd-B1c Ppd-A1_{del303}</i>	4	2,5	1	1,5	5	2,2
<i>Ppd-D1a Ppd-B1c Ppd-A1b</i>	1	0,6	3	4,5	4	1,8
<i>Ppd-D1a Ppd-B1d Ppd-A1b</i>	0	0	1	1,5	1	0,4
<i>Ppd-D1a Ppd-B1d Ppd-A1_{del303}</i>	0	0	1	1,5	1	0,4
<i>Ppd-D1a Ppd-B1a Ppd-A1b</i>	0	0	4	6,0	4	1,8
<i>Всього</i>	159	100	67	100	226	100

Перший з цих генотипів притаманний майже всім сортам «невеличких» селекційних центрів країни, за винятком сортів Перлина лісостепу та Херсонська остиста, що виявилися на відміну від інших сортів цієї групи носіями алеля *Ppd-A1_{del303}* (генотип *Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}*). Для сортів крупних селекційних центрів притаманний більш широкий спектр *Ppd-1* генотипів (табл. 5). Так у сортів Селекційно-генетичного інституту - Національного центру насіннезнавства та сортоживчення і сортів Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН ідентифіковано п'ять різних *Ppd-1* генотипів, а у сортів Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН - шість *Ppd-1* генотипів. При цьому вибірки сортів певних селекційних центрів різняться між собою і за частотами поширення того або іншого *Ppd-1* генотипу.

Слід додати, що визначені 16 генотипів не охоплюють існуючу варіабельність алельних комбінацій. По-перше, слід вказати, що у озимих, які

досліджено, не виявлено носіїв мутантного рецесивного алеля *Ppd-A_{del2ex7}*, який має суттєве поширення у пшениці твердої, а також виявлено у декількох ярих сортів *T. aestivum*. По-друге, серед зразків відсутні носії алеля *Ppd-A1a.1*, який може бути присутній у різних алельних комбінаціях з двома іншими генами фотоперіоду. У зазначених вибірках озимих переважає генотип *Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1b*, що обумовлено селекцією, спрямованою, в тому числі, на отримання генотипів із слабкою реакцією на фотоперіод. Серед озимих України та Європи не виявлено сортів з моногенно домінантним *Ppd-B1a* чи *Ppd-B1c* контролем. У сортів США та Японії відсутні носії рецесивного мутантного алеля *Ppd-A1_{del303}*.

Таблиця 5. - Кількість (n) та частоти *Ppd-1* генотипів (P) сортів пшениці озимої різних селекційних центрів України

Генотип	СГІ-НЦНС		МІП+ІФРiГ		ІР	
	п, шт.	P, %	п, шт.	P, %	п, шт.	P, %
<i>Ppd-D1b PpdB1b PpdA1b</i>	2	2,4	0	0	1	4,3
<i>Ppd-D1c Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	3	3,5	1	2,9	4	17,4
<i>Ppd-D1d Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	0	0	2	5,7	1	4,3
<i>Ppd-D1d Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}</i>	0	0	0	0	1	4,3
<i>Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1b</i>	77	91,7	22	62,9	10	43,5
<i>Ppd-D1a Ppd-B1b Ppd-A1_{del303}</i>	1	1,2	6	17,1	6	26,2
<i>Ppd-D1a Ppd-B1c Ppd-A1b</i>	1	1,2	0	0	0	0
<i>Ppd-D1a Ppd-B1c Ppd-A1_{del303}</i>	0	0	4	11,4	0	0
<i>Всього</i>	84	100	35	100	23	100

Сорти, що ідентифіковано за алельними комбінаціями генів фотоперіоду, можуть бути використані в якості донорів певних алелів генів *Ppd-1* в селекційних програмах, а також для створення спеціального генетичного матеріалу (ізогенні та рекомбінантні або рекомбінантно-інбредні лінії, лінії аналоги сучасних сортів) для визначення ефектів як певних алелів, так і певних *Ppd-1* генотипів на темпи розвитку та інші важливі господарські ознаки. Крім того сорти з моногенним контролем фотоперіодичної чутливості необхідні для створення генетичної колекції за ознакою.

Слід звернути увагу і на те, що найбільш поширений моногенно домінантний за *Ppd-D1a* генотип, зокрема в українських озимих, який відповідав вимогам пристосованості до умов вирощування, при зміні клімату, що спостерігається, на теперішній час, можливо, втратив свої переваги і потребує корекції.

Література

1. Garner W.W., Allard H.A. Effect of relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. Agr. Res.* 1920. Vol. 18, №11. P. 553 – 606.
2. Garner W.W., Allard H.A. Further studies in photoperiodism the response of the plants to relative length of day and night. *J. Agric. Res.* 1923. Vol. 23, №11. P. 871 – 920.
3. Стельмах А.Ф., Литвиненко В.І., Файт В.І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці. *Збірник наук. праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2004. Вип. 5 (45). С. 118 – 127.
4. Fjellheim S., Boden S., Trevaskis B. The role of seasonal flowering responses in adaptation of grasses to temperate climates. *Frontiers in plant science.* 2014. Vol. 5. Article 431.
5. Davidson T.L., Christian K.R., Jones D.B. et al. Responses of wheat to vernalisation and photoperiod. *Austral. J. Agr. Res.* 1985. Vol. 36, №3. P. 347 – 359.
6. Kiss T., Balla K., Veisz O. et al. Allele frequencies in the *VRN-A1*, *VRN-B1* and *VRN-D1* vernalization response and *PPD-B1* and *PPD-D1* photoperiod sensitivity genes, and their effects on heading in a diverse set of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Mol Breeding.* 2014. Vol. 34, № 2. P. 297 – 310.
7. Kosner J., Davidson T.L., Christian K.R. et al. Photoperiodic response and its relation to earliness in wheat. *Euphytica.* 1996. Vol. 89, №1. P. 59 – 64.
8. Snape J., Butterworth K., Whitechurch E., Worland A.J. Waiting for fine times: genetics of flowering time in wheat. *Euphytica.* 2001. Vol. 119. P. 185 – 190.
9. Guo Z., Song Y., Zhou R. et al. Discovery, evaluation and distribution of haplotypes of the wheat *Ppd-D1* gene. *New Phytol.* 2010. Vol. 185, № 3. P. 841 – 851.
10. Worland A.J. The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheats. *Euphytica.* 1996. Vol. 89. P.49 – 57.
11. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Effect of date of heading on variation of basic components of productivity of winter wheat. *Journal of Central European Agriculture.* 2020. Vol. 21, № 4. P. 751 – 762.
12. Addisu M., Snape J.W., Simmonds J.R., Gooding M.J. Effects of reduced height (*Rht*) and photoperiod insensitivity (*Ppd*) alleles on yield of wheat in contrasting production systems. *Euphytica.* 2010. Vol. 172. № 2. P. 169 – 181.
13. Bennett D., Izanloo A., Edwards J. et al. Identification of novel quantitative trait loci for days to ear emergence and flag leaf glaucousness in a bread wheat (*Triticum aestivum* L.) population adapted to southern Australian conditions. *Theor. Appl. Genet.* 2012. Vol. 124. P. 697 – 711.
14. Kamran A., Randhawa H.S., Pozniak C., Spaner D. Phenotypic effects of the flowering gene complex in Canadian spring wheat germplasm. *Crop Sci.* 2013. Vol. 53. № 1. P. 84 – 94.
15. Whittall A., Kaviani M., Graf R. et al. Allelic variation of vernalization and photoperiod response genes in a diverse set of North American high latitude winter wheat genotype. *PLoS One.* 2018. Vol. 13, № 8. e0203068.
16. Kato K., Yokoyama H. Geographical variation in heading characters among wheat landraces, *Triticum aestivum* L. and its implication for their adaptability. *Theor. Appl. Genet.* 1992. Vol. 84. P. 259 – 265.
17. Worland A.J., Börner A., Korzun V. et al. The influence of photoperiod genes on the adaptability of European winter wheats. *Euphytica.* 1998. Vol. 100, № 3. P. 385 – 394.
18. Пірич А.В., Булавка Н.В., Юрченко Т.В. Фотоперіодична чутливість та яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) миронівської селекції. *Зернові культури*. 2018. Т. 2., № 2. С. 261 – 266.
19. Fayt V. I., Fedorova V. R. Influence of differences in *Ppd* genes on agronomic indicators of soft winter wheat. *Cytology and Genetics.* 2007. Vol. 41, №6. P. 350 – 356.
20. Fayt V. I., Pogrebniuk O. O., Fedorova V. R. et al. Allelic variation at the *Ppd-A1* locus and its associations with heading time and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) agronomic traits in the Northern Black Sea region. *Agricultural science and practice.* 2024. Vol. 11, № 2. P. 46 – 56.
21. Мусіч В.М., Пильнев В.В., Нефьодов О.В., Рабінович С.В. Фотоперіодична чутливість та адаптивність різних сортів озимої пшениці на півдні України. *Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України*. Одеса: СГІ, 1996. С. 76 – 83.
22. Файт В.І. Морозостійкість і урожайність окремих сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2005. №11. С.25 – 29.
23. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 276 с.
24. Bianchi A.N. Strampelli: wheat breeder extraordinary and father of Italy's "Green Revolution" Diversity. 1995. №11. P. 135-136

25. Стельмах А.Ф., Лифенко С.П., Файт В.І., Мокану Н.В. Оцінка генетико-фізіологічних реакцій початкового розвитку сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 11. С. 39 – 43.
26. Borlaug N.E. Wheat breeding and its impact on world food supply. *Proc. of the 3rd Int. Wheat Genet Symp., Aust. Acad. Sci.* 1968. Canberra, Australia. P. 1 – 36.
27. Pugsley A.T. Inheritance of a correlated day-length response in spring wheat. *Nature*. 1965. Vol. 207, № 4992. P. 108.
28. Pugsley A.T. The photoperiodic sensitivity of some spring wheats with special reference to the variety Thatcher. *Aust. J. Agric. Res.*, 1966. Vol. 17. P. 591 – 599.
29. Keim D.L., Welsh J.R., McConnell R.L. Inheritance of photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat. *Can. J. Plant Sci.* 1973. Vol. 53, №2. P. 247 – 250.
30. Scarth R., Law C.N. The control of day-length response in wheat by the group 2 chromosomes. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*. 1984. Vol. 92, № 2. P. 140 – 150.
31. Amo A., Serikbay D., Song L. et al. Photoperiod and vernalization alleles greatly affected phenological and agronomic traits in bread wheat under autumn and spring sowing conditions. *Crop and Environment*. 2022. Vol. 1. Iss. 4. P. 241 – 250.
32. Bentley A.R., Horsnell R., Werner C.P. et al. Short, natural, and extended photoperiod response in BC2F4 lines of bread wheat with different Photoperiod-1 (*Ppd-1*) alleles. *J. Exp. Bot.* 2013. Vol. 64(7). P. 1783 – 1793.
33. Tanio M., Kato K. Development of near-isogenic lines for photoperiod-insensitive genes, *Ppd-B1* and *Ppd-D1*, carried by the Japanese wheat cultivars and their effect on apical development. *Breed Sci.* 2007. Vol. 57. P. 65 – 72.
34. Balashova I.A., Feit V.I., Sivolap Yu.M. Usage of ISSR and SSR-PCR DNA-marker to *Ppd* genes. *Biopolymers & Cell*. 2003. Vol. 19, №3. P. 257–261.
35. Turner A., Beales J., Faure S. et al. The pseudo-response regulator *Ppd-H1* provides adaptation to photoperiod in barley. *Science*. 2005. - Vol. 310. - № 50. - P. 1031 – 1034.
36. 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 – 733.
37. Yan L., Fu D., Li C. et al. The wheat and barley vernalization gene *VRN3* is an orthologue of *FT*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2006. Vol. 103, № 51. – P. 19581 – 19586.
38. Shaw L.M., Turner A.S., Laurie D.A. The impact of photoperiod insensitive *Ppd-1a* mutations on the photoperiod pathway across the three genomes of hexaploid wheat (*Triticum aestivum*). *Plant J.* 2012. Vol. 71, № 1. P. 71 – 84.
39. Wilhelm E.P., Turner A.S., Laurie D.A. Photoperiod insensitive *Ppd-A1a* mutations in tetraploid wheat (*Triticum durum* Desf.). *Theor Appl Genet.* 2009. Vol. 118, № 2. P. 285 – 294.
40. 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. *Mol. Breed.* 2013. Vol. 31, № 1. P. 27 – 37.
41. Muterko A., Kalendar R., Cockram J., Balashova I. Discovery, evaluation and distribution of haplotypes and new alleles of the *Photoperiod-A1* gene in wheat. *Plant Mol Biol.* 2015. Vol. 88, № 2. P. 149 – 164.
42. Takenaka S., Kawahara T. Evolution and dispersal of emmer wheat (*Triticum* sp.) from novel haplotypes of *Ppd-1* (photoperiod response) genes and their surrounding DNA sequences. *Theor Appl Genet.* 2012. Vol. 125, № 5. P. 999 – 1014.
43. Diaz A., Zikhali M., Turner A. et al. 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(3).
44. Cane K., Eagles H.A., Laurie D.A. et al. *Ppd-B1* and *Ppd-D1* and their effects in southern Australian wheat. *Crop and Pasture Science*. 2013. Vol. 64, № 2. P. 100 – 114.
45. 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 cultivars. *Breed Sci.* 2011. Vol. 61, № 4. P. 405-412.

Наукове-виробниче видання

КАТАЛОГ
сортів пшениці м'якої озимої
(Triticum aestivum L.)
за генами фотоперіодичної чутливості
Ppd-1

Науково-практичні рекомендації

Укладачі:

БАЛАШОВА Ірина Анатоліївна,
ФАЙТ Віктор Іванович,
БАЛЬВІНСЬКА Марина Сергіївна
та ін.

Надруковано з готового оригінал-макета
в авторській редакції

Завідувачка редакції *Т. М. Забанова*
Дизайнер обкладинки *О. А. Кунтарас*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 1,63.
Тираж 100 прим. Зам. № 465 (131).

Видавництво і друкарня «Астропринт»
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21
Тел.: (0482) 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855
e-mail: astro_print@ukr.net; www.astroprint.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.