

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ

КАТАЛОГ

сортів ячменю (*Hordeum vulgare* L.)
з алельними характеристиками
за *VRN*- та *PPD*-локусами



Науково-практичні рекомендації

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
Селекційно-генетичний інститут —
Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

КАТАЛОГ

**сортів ячменю (*Hordeum vulgare* L.)
з алельними характеристиками
за *VRN*- та *PPD*-локусами**

Науково-практичні
рекомендації

Одеса
«Астропринт»
2025

Наведено інформацію щодо алельних характеристик 206 сортів ячменю ярого, озимого та альтернативного типу розвитку української та закордонної селекції за генами яровизаційної потреби *Vrn-H1*, *Vrn-H2*, *Vrn-H3* та фотоперіодичної чутливості *Ppd-H1*, *Ppd-H2*. Ідентифіковані генотипи ячменю можуть бути використані як донори певних алелів вказаних генів у селекційних програмах, а також при створенні спеціального генетичного матеріалу.

Науково-практичні рекомендації призначені для широкого кола спеціалістів, викладачів наукових закладів та науковців, що займаються селекцією та генетикою ячменю.

Укладачі:

М. С. Бальвінська, кандидат біол. наук, старший дослідник;
В. І. Файт, доктор біол. наук, с. н. с., член-кор. НААН

Рецензенти:

І. Б. Легкун, кандидат с.-г. наук; завідувач відділу селекції та насінництва ячменю СГІ–НЦНС;
О. О. Молодченко, доктор біол. наук, с. н. с., завідувач лабораторії біохімії СГІ–НЦНС

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

	Стр.
Вступ	4
Локуси <i>VRN</i> та їх роль у контролі адаптивних реакцій ячменю	5
<i>VRN-H1</i>	5
Поліморфізм ділянок інтрону I <i>HvVRN1</i>	6
<i>VRN-H2</i>	8
<i>VRN-H3</i>	9
Контроль фотоперіодичної чутливості у ячменю.....	9
<i>PPD-H1</i>	9
<i>PPD-H2</i>	11
Ідентифікація <i>VRN</i> - та <i>PPD</i> -генотипів ячменю на основі генів-кандидатів	11
Література	14
Алельні характеристики сортів ячменю за <i>VRN</i> - та <i>PPD</i> -локусами	17

Вступ

Серед культурних злаків ячмінь є одним з важливих видів рослин, що використовують у сільському господарстві. Наразі ячмінь є четвертою за значимістю культурою в світі після рису, пшениці і кукурудзи. Ячмінь є пластичною культурою, висока пристосованість до різних умов вирощування визначає поширення її на всіх континентах світу, що є важливим для адаптації до змін клімату в XXI столітті.

Широке впровадження ячменю пояснюється його цінними біологічними властивостями, зокрема високою продуктивністю, ранньостиглістю, посухостійкістю, кормовими якостями. У країнах Європи ячмінь традиційно використовують в пивоварінні, для приготування віскі, а також для годівлі сільськогосподарських тварин. В Україні цю злакову культуру використовують як продовольчу, кормову й технічну.

У сучасних селекційних програмах ячменю, як і раніше, значна увага приділяється підвищенню адаптивного потенціалу створених генотипів. Одним з найважливіших аспектів створення продуктивних генотипів ячменю, зокрема в умовах змін клімату, є підвищення адаптивності рослин через контролювання тривалості перебігу окремих етапів органогенезу та оптимальних темпів розвитку [2, 3, 4]. У контролі адаптивних реакцій рослин ячменю до навколишнього середовища, як і в інших злаків, головну участь беруть системи генів *Vrn* та *Ppd*. Контролюючи тривалість й темпи проходження початкових етапів органогенезу алелі зазначених генів здійснюють прямий або опосередкований вплив на рівень пристосованості до умов вирощування, стійкість генотипів до морозу та комплексу несприятливих факторів зимівлі, формування окремих складових урожаю. [6, 7].

Визначення алельного різноманіття генів яровизації та фотоперіоду є важливим етапом для добору кращих генотипів з підвищеною адаптивністю до умов вирощування і створення вихідного матеріалу для сучасних селекційних програм ячменю [6].

У генетико-селекційних дослідженнях важливих сільськогосподарських культур, зокрема і ячменю, значний прогрес пов'язаний з використанням ДНК-технологій і одержанням молекулярних маркерів, які виявились найбільш ефективними для аналізу мінливості геному цієї культури [5, 16, 18]. Наразі дослідниками запропоновані найбільш імовірні гени-кандидати для маркування *Vrn*- та *Ppd*- локусів ячменю [12], низка з яких використані для ідентифікації, аналізу різноманіття алелів цих локусів та каталогізації сортів ячменю, зокрема сортів, придатних для поширення в Україні та колекційних сортів СГІ-НЦНС, в тому числі з робочої колекції відділу загальної та молекулярної генетики.

Локуси *VRN* та їх роль у контролі адаптивних реакцій ячменю

Для отримання якісних врожаїв у певній кліматичній зоні важливо використовувати сорти з урахуванням яровизаційної потреби і відповідною тривалістю вегетаційного періоду [3]. Потреба в яровизації у рослин ячменю визначає тип розвитку та поділяє сорти, що культивують, зокрема в Україні на озимі, ярі та сорти-дворучки. Останню групу інші оригінатори також визначають як інтермедіальні (проміжні) або факультативні. Озимі сорти ячменю є стійкими до низьких температур, мають потребу в тривалій експозиції на холоді (яровизації) і реагують на довгий світловий день [7, 12]. Їх зазвичай сіють восени в регіонах, де тривалість осінньої періоду вегетації з низькими позитивними температурами повітря дозволяє їм задовольнити їхню потребу в яровизації. Ярі сорти більш сприйнятливі до низьких температур, не вимагають яровизації і зазвичай нечутливі до короткого світлового дня [27]. Їх висівають навесні, оскільки вони зазвичай можуть розвиватися в умовах без потреби в яровизації. Для сортів-дворучок (факультативних, інтермедіальних), які розглядають як підклас озимих, немає чіткого визначення, але зазвичай вважається, що вони повинні бути стійкими до низьких температур як озимі та, як і ярі, не вимагають яровизації для подальшого розвитку [6].

Реакція на яровизацію включає серію взаємодій генів. Цвітіння, індуковане яровизацією, реалізується у рослин злаків через взаємодію між генами *VRN1*, *VRN2* та *VRN3* [7]. Зокрема це стосується і ячменю. В класичній моделі генетичного контролю яровизаційної потреби у ячменю присутні три локуси з двома альтернативними алелями [6]. Спочатку вони були відомі як *Sgh* (*Sh*), а пізніше, зі зміною символіки у стандартній номенклатурі *Triticeae* як *Vrn-H*. У відповідності до генів *Sh*, визначеними раніше, *Vrn-H1* = *Sh2*, *Vrn-H2* = *Sh* та *Vrn-H3* = *Sh3*. Літера «Н» визначає приналежність до геному *Hordeum*. Локалізація генів уточнена в хромосомах 5Н (*Vrn-H1*), 4Н (*Vrn-H2*) і 7Н (*Vrn-H3*) згідно з сучасною нумерацією хромосом [24].

VRN-H1

У представників *Triticeae*, до яких належить ячмінь, *VRN1* є центральним регулятором яровизаційної потреби, який впливає на врожайність та географічне поширення цих культур шляхом регуляції часу цвітіння. Ген ячменю *VRN-H1* (*VERNALIZATION-H1*) кодує транскрипційний фактор MADS-box та є життєво важливим регулятором під час цвітіння, індукованого яровизацією [11]. У рослин ячменю, що реагують на яровизацію, базальні рівні експресії *VRN-H1* низькі, але експресія підвищується під час яровизації [11, 14]. Експресія *VRN-H1* сприяє переходу від вегетативного до репродуктивного розвитку на верхівці пагона [17,

19] та дозволяє подальшу модуляцію репродуктивного розвитку у відповідь на фотоперіод [13, 16].

Локус *VRN-H1*, названий також локусом репродуктивної морозостійкості [14, 19, 22] розташований в хромосомі 5HL ячменю, в якій саме знаходяться більшість генів, які залежать від дії низької температури, зокрема головний QTL зимостійкості, що включає *Fr-H1*. Локус *VRN-H1* є епістатичним по відношенню до *VRN-H2* [24, 28]. Модель епістатичної взаємодії локусів *VRN-H1* і *VRN-H2* пояснює розподіл генотипів ячменю на озимі та ярі, що попередньо детально розроблено для *Triticum monoccoccum* [11].

Поліморфізм ділянок інтрону I *HvVRN1*

Вважається, що інтрон I *VRN1* у злаків містить ймовірні цис-регуляторні ділянки, які важливі для репресії *VRN1* як у ячменя так і інших злаків, наприклад пшениці [8, 19]. У озимого ячменю ген *HvVRN1* експресується, як вже було зазначено, на низькому рівні. Основні варіації в інтроні I *HvVRN1*, включаючи інсерції та делеції (> 500 п.н.), впливають на рівень експресії *HvVRN1*, який тісно пов'язаний з потребою в яровизації та характером цвітіння. Велика делеція призводить до появи «ярого» алелю, що пов'язаний з високим рівнем експресії гену, при цьому потреба в яровизації у рослин відсутня [32]. Варіації в інтроні I є головною причиною зміни рівня експресії *HvVRN1* та відмінностей термінів початку цвітіння в порівнянні з сортами, які мають альтернативну форму гена з нативним інтроном.

Імовірним геном-кандидатом для головного локусу яровизаційної потреби *HvVRN1* у ячменю обрано *HvBM5A*, поліморфізм ділянок інтрону I якого запропоновано використати для вивчення та маркування алельних варіацій [33]. Досліджено, що алельні відмінності обумовлені наявністю варіацій в промоторі та першому інтроні гена-кандидата (рис. 1). Консервативна область розміром 2,8 т.п.н. у ячменю була визначена як важлива для репресії *HvVRN1* (34). Вищі рівні експресії *HvVRN1* спостерігалися у рослин, не потребуючих яровизації, що несуть алелі *HvVRN1* з великими делеціями (більше 2,5 kb) і основну область, розташовану в межах 2,8 т.п.н.

За результатами аналізу великої колекції з 400 європейських сортів ячменю за наявністю нуклеотидного поліморфізму у інтроні I локусу *VRN-H1* (*HvBM5A*) J. Cockram та інш. [12, 13] виявили дев'ять різних гаплотипів (1A, 1B, 2, 3, 4A, 4B, 5A, 5B, 5C), з яких унікально ідентифікують два озимих гаплотипи (1A і 5C). Інші автори визначають 12 різних *VRNH1*-алелів. За допомогою секвенування ДНК в інтроні I *HvVRN1*, окрім алеля дикого типу ідентифіковано ще 11 варіацій (10 делецій та 1 інсерція). З них десять (*HvVRN1-1*–*HvVRN1-10*) виявлено у

культивованому ячмені та один (*HvVRN1-11*) - у дикому [19]. Три алельні варіанти (*VRNH1* з нативним інтроном I або алель дикого типу, *VRNH1-4*, *VRNH1-6*) детектовано у озимих генотипів [8].

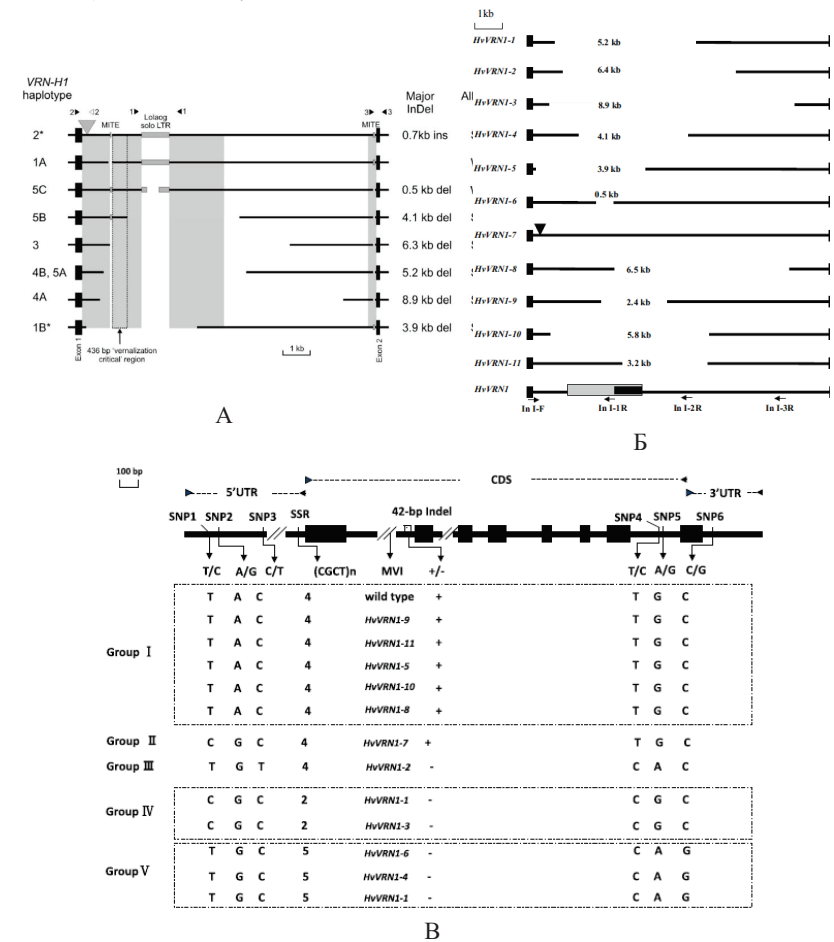


Рис. 1. Схематичне відображення відмінностей *VRN-H1* (*HvBM5A*), що обумовлює різноманіття: А – гаплотипів [13], Б – *VRNH1*-алелів [32], В – груп алелів [32].

На додаток до аналізу алелів *HvVRN1*, у фланкуючих областях було виявлено низку поліморфних сайтів (SNP-ділянки у промоторі та інтронах, один SSR у нетрансльованій області, 42-bp InDel). Однак ці додаткові поліморфні сайти,

скоріше за все, не впливають на вимогу до яровизації та тип розвитку рослин ячменю [11]. На основі поліморфних сайтів, базовий алель *HvVRN1* дикого типу та інші алелі були розподілені на п'ять груп (рис.1), серед яких обговорювалися можливі еволюційні зв'язки [32]. Деякі алелі *HvVRN1* з високим базальним рівнем експресії, що дозволяють рослинам швидко цвісти без яровизації, використовували в селекції сортів ячменю в регіонах, де яровизація не відбувається. Інші сприяють цвітінню певною мірою у рослин без яровизації, але все ж прискорюють цвітіння через яровизацію [32].

Частота алелів *HvVRN1* варіює в різних регіонах світу, що свідчить про те, що ці алелі мають індивідуальні адаптивні значення [32]. Різноманітність *HvVRN1* з точки зору кількості алелів значно зменшувалася ($P < 0,01$) разом зі змінами широти вирощування, але збільшувалася у зразках, що несуть алель *HvVRN2* озимого типу. Серед сортів ячменю з 12 різних агроекологічних регіонів Китаю виявлено значне генетичне різноманіття за алелями гену *HvVRN1*, особливо серед місцевих сортів порівняно з комерційними [32], що надало важливу інформацію селекціонерам для розуміння адаптації сортів ячменю в Китаї та для селекції кліматично стійких сортів для даного регіону у майбутньому.

VRN-H2

VRN-H2 діє як домінантний репресор цвітіння, регульований під час яровизації. Функціонально він затримує перехід до генеративної фази в озимих генотипів ячменю, які не пройшли яровизації. *VRN-H2* кодує білок, який містить певну структуру («цинкові пальці»), а також CCT-домен [15, 20]. У локусі *VRN-H2* виявлений кластер *HvZCCT* (*ZCCT-H*), який складають три гени *ZCCT-Ha*, *ZCCT-Hb*, *ZCCT-Hc*, і, який, як було досліджено, впливає на яровизаційну потребу рослин ячменю. Є думка, що ген *ZCCT-Ha* може бути найбільш імовірним кандидатом, що кодує домінантний репресор цвітіння *ZCCT1*, який пригнічує експресію *VRN-H1* у озимих сортів [25]. Показано, що в озимих генотипів спостерігається всі три гени кластера. Цей варіант локусу може розглядатися як «озимий», тобто домінантний (функціональний) алель *VRN-H2*, в той же час повна відсутність генів кластера *ZCCT-H* зумовлює формування локусу «ярого типу» та появу неактивного алелю, який несуть близько 86 % сортів ярого ячменю [19]. Нефункціональний алель *VRN2* (відсутність *VRN2*) у ячменя призводить до усунення потреби в яровизації [31]. У разі ярих сортів, через делецію всіх трьох генів *ZCCT-H* в локусі *VRN-H2* (рецесивний алель), *VRN-H1* ефективно експресується, що дозволяє рослині швидко перейти до колосіння. Для факультативних сортів показано так само наявність делеції в локусі *VRN-H2* [24, 28].

VRN-H3

HvFT1 (*VRN-H3*) є гомологом гена інтегратора *FT* (FLOWERMITEG LOCUS T), що сприяє цвітінню *Arabidopsis thaliana* [23]. Серед родини *FT*-подібних генів у ячменю за терміни колосіння відповідає ключовий ген *HvFT1*, який є найбільш імовірним геном-кандидатом для *VRN-H3* ячменю [33]. Наявність домінантного *VRN-H3* призводить до прискореного колосіння, в той час як альтернативний алель, навпаки, затримує процес переходу до фази цвітіння [23, 31]. Встановлено, що білок FT синтезується в листях за умов, які ініціюють цвітіння і далі транспортується в апікальну меристему паростків. Цей процес супроводжується переходом рослин від вегетативної фази розвитку до репродуктивної. При вирощуванні рослин на довгому дні *VRN-H3* звичайно пригнічений *VRN-H2*, але репресія його знімається, коли підвищена експресія останнього знижується підвищенням експресії *VRN-H1* під час яровизації [10, 12, 13]. Результати молекулярно-генетичного аналізу генетичного матеріалу різного походження показують, що лише 25 % тестованих сортів ячменю мають домінантний *VRN-H3* [31].

Дуже незначна варіація виявлена наразі у локусі *VRN-H3*. Отже, чутливість до яровизації в ячменю в основному визначається взаємодією між генами *VRN-H2* і *VRN-H1*, які є найбільш різноманітними. В той же час наявність рецесивного алелю має певне значення при регулюванні транскрипції *VRN-H1* та подальшого процесу розвитку рослин ячменю [33].

Контроль фотоперіодичної чутливості у ячменю

Важливу роль у доборі необхідного генетичного матеріалу ячменю відіграє рівень фотоперіодичної чутливості, що визначається локусами *PPD-H1* і *PPD-H2*, які знаходяться в хромосомах 2H і 1H відповідно [8, 9, 16]. Гени чутливості до фотоперіоду мають вирішальне значення для визначення часу цвітіння та адаптації у ячменя. Домінантні *Ppd*-алелі сприяють скороченню тривалості періоду до колосіння, зниженню зимостійкості та морозостійкості рослин у озимих сортів [27].

PPD-H1

Ячмінь – рослина довгого дня, яка прискорює свій розвиток при тривалих фотоперіодах. Незважаючи на те, що існує два основних гени чутливості до фотоперіоду, *PPD-H1* на сьогоднішній день є найбільш актуальним і, отже, основною мішенню для поліпшення адаптивних властивостей ячменю [16, 17, 30].

Цвітіння озимого ячменю стимулюється як відповідь на тривалість дня [10, 12, 29]. Така реакція на фотоперіод (прискорене цвітіння на довгому дні) знаходиться під контролем гена *Ppd-H1* (*PHOTOPERIOD-H1*), що кодує відповідний білок PRR (*PSEUDO-RESPONSE-REGULATOR*) [29]. Визначена природна мінливість гена *Ppd-H1*. Її обумовлює існування алелів дикого типу *Ppd-H1* та змutowаного, зі змінами в консервативному домені CCT. Функціонально домінуючий алель *Ppd-H1* у рослин ячменю зумовлює швидку реакцію на довгий світловий день, надає чутливість до фотоперіоду. Як наслідок – раннє колосіння та зниження зимостійкості й морозостійкості. В той час рецесивний алель, поява якого зумовлена рецесивною мутацією в домені CCT гена *HvPRR* і відомий як фотоперіод-нечутливий алель, хоча він також надає чутливість, але помітно меншу, ніж *Ppd-H1* [5, 26], в тих самих умовах затримує початок цієї фази, що дозволяє продовжити тривалість періоду до колосіння, наприклад, у озимих сортів, для кліматичних зон з тривалим терміном вегетації. Вплив алелів локусу *PPD-H1* на час цвітіння у ярого ячменю має тенденцію бути максимальним при середній тривалості дня (наприклад, 12–16 годин), але мінімізуються при надзвичайно тривалому дні (21–24 годин) [16, 26].

Природна рецесивна мутація (*ppd-H1*), що знижує чутливість до фотоперіоду, за літературними джерелами зустрічалась переважно в генотипах ярого ячменю, що вирощуються в районах зі збільшеним вегетаційним періодом, для затримки цвітіння [29]. Наявність змutowаного алеля (*ppd-H1*) у генотипах озимого ячменю може бути наслідком інтрогресії генетичного матеріалу з ярих сортів. Як ця функціональна мутація впливає на продуктивність та складові урожаю і, зрештою, на якість інших показників остаточно не доведено.

Доведено плейотропний ефект гена *PPD-H1* на компоненти врожайності в межах класичного фотоперіоду від 12 до 16 год [26, 29]. Визначення того, чи має ген *Ppd-H1* справжні плейотропні ефекти (крім тих, що впливають на час до цвітіння), необхідне для вирощування рослин з контрастною чутливістю до фотоперіоду при тривалості дня, коли вони можуть колоситися одночасно. Показано [26], що при надзвичайно довгих днях *PPD-H1*-чутливі та *PPD-H1*-нечутливі лінії мають тенденцію цвісти одночасно. Для отримання узгодженості висновків щодо можливих істинних плейотропних ефектів *PPD-H1* на компоненти врожайності або для виявлення відповідних взаємодій, що обумовлюють такий ефект потрібно перевірити ефекти алелів *PPD-H1* на контрастному генетичному та екологічному фоні. Крім того, добре відомо, що вплив *PPD-H1* на час до цвітіння може залежати від генетичного фону [29].

PPD-H2

В умовах короткого дня час переходу до колосіння в ячменю контролюється локусом *Ppd-H2*. Генотипи-носії домінуючого алеля *Ppd-H2* в таких умовах переходять до колосіння раніше, ніж генотипи з альтернативним алелем [8, 9].

Локус *FLOWERMITEG LOCUS T (FT)* у рослин, зокрема ячменю відіграє центральну роль в інтеграції сигналів цвітіння [12], оскільки його експресія антагоністично регулюється фотоперіодом і шляхами яровизації. Гени *FT* належать до сімейства з шести генів, які характеризуються доменом фосфатидилетаноламінзв'язуючого білка (PEBP) [21]. Екзон-інтронна структура *FT*-подібних генів, зокрема у ячменю аналогічна такої у *Arabidopsis*. *FT*-гени мають чотири екзони та три інтрони. Ця структура зберігається у всіх *FT*-подібних генах. З низки *FT*-подібних генів у ячменю [16], *HvFT3* є кандидатом на *Ppd-H2*, має активність на скороченому дні, основний QTL, що впливає на час цвітіння за таких умов.

Ідентифікація *VRN*- та *PPD*-генотипів ячменю на основі генів-кандидатів

Для маркування алелів локусів, пов'язаних з яровизацією та фотоперіодом в ячменю визначено головні гени-кандидати *HvBM5A*, *HvZCCT*, *HvFT1*, *HvPRR*, *HvFT3*, на основі аналізу поліморфізму яких здійснюється наразі визначення генотипів – носіїв функціональних альтернативних алельних варіацій у локусах *VRN-H1*, *VRN-H2*, *VRN-H3*, *PPD-H1* та *PPD-H2*, відповідно [11, 12, 31, 33]. Існує декілька стратегій швидкої та специфічної ідентифікації *PPD*- та *VRN*-алелів, зокрема це використання алель-специфічної ПЛР для детекції окремих алелів та мультиплексного ПЛР-підходу, який дає можливість одночасно виявити декілька алелів, що має суттєве значення, особливо під час скринінгу зародкової плазми ячменю у великих масштабах.

Для визначення відомих алелів *VRN*- та *PPD*- розроблено ПЛР-тести з алель-специфічними праймерами, використання яких дозволяє проводити детекцію певних алелів та встановлювати відповідні генотипи у будь-якому генетичному матеріалі ячменю [1]. У озимих сортів за поліморфізмом I інтрону *HvVRN-H1* можуть бути детектовані повнорозмірна LTR-ділянка або делеція 486 п.н. в середині LTR, наявність/відсутність MITE-вставки (42 п.н.) – одного з ключових регуляторних елементів, у ярих – також наявність транспозон-подібного елемента (TE), що співвіднесено відповідно з алелями дикого типу та гаплотипом 1A, *VRNH1-6* (5C) та *VRNH1-7* (2). За необхідності визначення одночасно алелів (гаплотипів), зокрема у озимого ячменю, таких як 1A, 5C можуть бути використані розроблені ПЛР-тести, що надають можливість провести дуплексну ПЛР. Окрім

визначених алельних варіантів, ПЛР-аналізом може бути детектовано ще низка поліморфних ділянок інтрону I *VRN-H1* (*HvBM5A*), що призводить до різноманіття *VRN-H1*-алелів, загалом у сортів ярого типу розвитку (рис. 2). За аналізом локусу *VRNH2* можна встановити наявність-відсутність кластеру *ZCCT-H*, що відповідає тому чи іншому альтернативному алелю, тощо.

Використання алель-специфічних маркерів може стати зручним і ефективним інструментом в селекції сортів на цю ознаку [11, 12, 16].

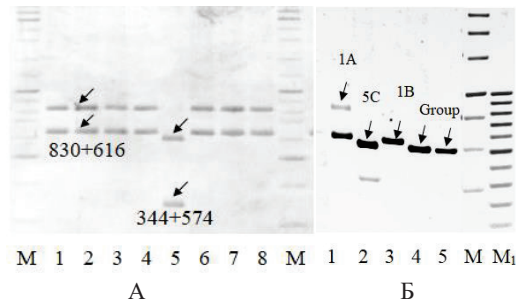


Рис. 2. Електрофореграма продуктів ампліфікації ДНК сортів ячменю за ділянками *5H-HvBM5A MITEtrI*: А – ПЛР-продукти, що детектовані шляхом дуплексної ПЛР. М – маркер молекулярної маси 1 kb DNA ladder. Б – 1-3 – ідентифіковані *HvVRN1*-гаплоти (алелі); 4, 5 – груповий маркер, не визначає окремі алелі; М, М₁ – маркери молекулярної маси DNA ladder 1kb, DNA ladder 100 bp, відповідно.

Для створення каталогу загалом використано 206 генотипів ячменю різного типу розвитку (122 ярих, 69 озимих та 15 проміжного типу) вітчизняних та інших оригінальних, зокрема з колекції СГІ-НЦНС (67 сортів), Центру генетичних досліджень Інституту рослинництва імені І. Юр'єва (м. Харків), світового центру генетичних ресурсів рослин:

- **31 сорт ячменю осіннього строку сівби селекції установ України (UKR)**, зокрема 28 сортів СГІ-НЦНС: Абориген, Айвенго, Академічний, Дев'ятий Вал, Достойний, Зимран, Манас, Метелиця, Одеський 46, Одеський 165, Барвінок, Валькірія, Одеський 167, Одеський 170, Оксамит, Основа, Параллелум 402, Палідум 77, Роман, Росава, Селена Стар, Снігова королева, Трудівник, Тамань, Тайна, відносно нові сорти Гетьман Сагайдачний, Скарб Пальміри, Презент (занесені до Реєстру сортів України в 2020 р.), 3 сорти МПП ім. В.М. Ремесла Бемір 2, Радон, Миронівський 87;

- **53 сорти ячменю осіннього строку посіву іноземного походження**, зокрема 23 російські (RU): Аванс, Андрюша, Артёмовській, Буран, Вавілон,

Державний, Еспада, Жаворонок, Козирь, Кондрат, Кумач, Метакса, Михайло, Платон, Путнік, Тігр, Тимофей, Хуторок, Метеор, Секрет, Синтез, Скороход, Циклон; 30 сортів з Європи, в тому числі Kromoz, Luran, Grabe з Чехії (CZ); Angelika, Pastoral, Galuois, Panda, Express, Magador, Plaisant з Франції (FR), Carioka (Австрія, AT), Gerlach з Голандії (NL); High light g. 269, High light g. 270, Majbrit g. 267, Majbrit g. 268, Sinderella, Ckarpia, Igri, Shcotich perl з Німеччини (DE); Bulgarium winter, Bulgarium 347 з Болгарії (BUL) Pamir013/Sonata, ROHO, Bulk Hire/ZiGNa 131, CWB-117-77-97, HVW4464 з Сирії (SYR); Crown з Великобританії, Dictoo (США).

- **39 сортів ярого ячменю селекції СГІ-НЦНС різних років**: Адапт, Вакула, Водограй, Воєвода, Галактик, Галатея, Геліос, Геліос (2), Гетьман, Дерибас, Едем, Еней, Зоряний, Казковий, Козак, Командор, Медикум 46, Незалежний, Нутанс 244, Нутанс 518, Оболонь, Одеський 9, Одеський 14, Одеський 18, Одеський 36, Одеський 100, Одеський 115, Одеський 151, Палідум 107, Переможний, Південний, Прерія, Престиж, Славутич, Сталкер, Степовий, Чарівний, Черноморець, Чудовий;

- **37 сортів ярого ячменю вітчизняних оригінальних з колекції Центру генетичних ресурсів рослин України** (м. Харків):

- 12 сортів (Бадьорий, Джерело, Звершення, Екзотик, Етикет, Ефект, Харківський 60, Харківський 67, Харківський 74, Харківський 99, Харківський 112, Харківський 306 Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва;

- 7 сортів (Вінницький 7, Вінницький 28, Пирогівський, Осма, Подолян, Подільський 14, Лотос) Вінницької ДСГДС;

- 5 сортів (Аскольд, Миронівський 86, Миронівський 92, Персей, Соборний) Миронівського інституту пшениць ім. В.М. Ремесла;

- 3 сорти (Донецький 6, Донецький 14, Донецький 650) Донецького інституту АПВ;

- 2 сорти (Носівський 9, Носівський 20) Носівський СДС;

- 7 сортів інших установ, зокрема Карат (Волинський інститут АПВ); Надія (Інститут землеробства і тваринництва західного регіону); СН-28 (Кіровоградська СГДС); Оксамитовий (Ялтушківська ДС ІБКіЦБ); Стяг (НУБіП); Ахілес (ООО "ЗОРЯ", Дніпропетровська обл., Павлоград); Мономах (Харківський ДАУ ім. В.В.Докучаєва).

- **46 сортів ярого ячменю закордонних оригінальних**, в тому числі 25 – з колекції Центру генетичних ресурсів рослин України (м. Харків) та 21 – з світового центру генетичних ресурсів рослин (ARS USDA, США):

- Dzinters, Abava (Латвія/LAT);

- Arra, Etu (Фінляндія/Fin);

- Dandy, Golden promise, Klaxon, Triumph, Shevalie (Великобританія/UK);

- Tolar, Forum, Scarlett (Чехія/CZ);
- Korona, Annabell, Amulet, Maresi, Marina, Philadelphia, Pasadena, Thuringia, Triumph-2, Volla, Xenia (Німеччина/DE);
- Adrien, Impula, Gitana (Нідерланди/NL);
- Europrestige (Монсанта Європа С.А./EC);
- Michke, Josefin, Olbram, Roland, Celinka, Nevada, Tabora, Beka (Франція/FR);
- Giza 126, Giza 132 (Єгипет/EG);
- Prilar, Arizona, MQ 34 (Сполучені Штати Америки/USA);
- Samson (Канада/CAN);
- Гана, Гонар, Пріма Белорусії (Беларусь/BLR);
- Перелом, Зерноградський 385 (росія/RU).

У таблиці 1 наведено перелік усіх досліджених сортів з їх алельними характеристиками за *VRN*- та *PPD*-локусами.

Гени яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості, які залучені до контролю тривалості й темпів проходження початкових етапів онтогенезу, сприяють адаптації рослин важливих злаків, зокрема ячменю (*Hordeum vulgare* L.) до специфічних умов вирощування. З метою визначення оптимального розвитку сортів у певних кліматичних регіонах і ефективної селекції високо врожайних генотипів актуальним є використання ДНК-маркерів генів яровизації та фотоперіоду ячменю. Використання алель-специфічних маркерів може стати зручним і ефективним інструментом в селекції сортів на ці ознаки.

Література

1. Бальвінська М.С., Файт В.І. Ідентифікація *Vrn*- та *Ppd*-генотипів ячменю (*Hordeum vulgare* L.) шляхом ПЛР-аналізу: методичні рекомендації. Одеса, Екологія. 2021. 20 с.
2. Гудзенко В.М., Васильківський С.П. Основні напрями та завдання селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2016. № 1. С. <http://plant.gov.ua/uk/2016-1-2>.
3. Лінчевський А.А., Легкун І.Б., Бабаш А.Б., Щербина З.В. Пріоритети в селекції ячменю (*Hordeum vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні. *Збірник наукових праць СП-НЦНС*, 2017. Вип. 30 (70). С. 23–39.
4. Лінчевський А.А., Легкун І.Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісн. аграр. науки*. 2020. №9. С. 34–42. doi.org/10.31073/agrovysnyk202009-05.
5. Сиволап Ю.М., Бальвінська М.С., Захарова О.О. та інш. Молекулярні маркери у розвитку теорії і практики селекції ячменю: Науково-методичний посібник. Одеса: Астропринт, 2014. 86 с.
6. Стельмах А.Ф., Бальвінська М.С., Файт В.І., Захарова О.О. Системи регуляції темпів початкового розвитку ячменів осіннього строку сівби. *Збірник наукових праць СП-НЦНС*, 2017. Вип. 2. С. 1–13.
7. Стельмах А.Ф., Лінчевський А.А., Файт В.І. Физиолого-генетическая регуляция скорости начального развития ячменей осеннего срока сева. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Том 21. С. 199–204. doi.org/10.7124/FEEO.v21.835.
8. Casao M.C., Igartua E., Karsai I., Lasa J.M., Gracia M.P., Casas A.M. Expression analysis of vernalization and day-length response genes in barley (*Hordeum vulgare* L.) indicates that *VRNH2* is a repressor of *PPDH2* (*HvFT3*) under long days. *Journal of Experimental Botany*. 2011. Vol. 62, No. 6. P. 1939–1949.
9. Casao M.C., Karsai I., Igartua E., Gracia M.P., Casas A., Veisz O. Adaptation of barley to mild winters: A role for *PPDH2*. *BMC Plant Biol.* 2011. Vol. 11. P. 164–176.
10. Casas A., Djemel A., Ciudad F., Yahiaoui S., Ponce L., Contreras-Moreira B., Gracia M., Lasa J., Igartua E. *HvFT1* (*VrnH3*) drives latitudinal adaptation in Spanish barleys. *Theor. Appl. Genet.* 2011. Vol. 112. P. 1293–1304.
11. Cockram J., Chiapparino E., Taylor S., Stamati K., Donini P., Laurie D., O'Sullivan D. Haplotype analysis of vernalization loci in European barley germplasm reveals novel VRN-H1 alleles and a predominant winter VRN-H1/VRN-H2 multi-locus haplotype. *Theor. Appl. Genet.* 2007. Vol. 115. P. 993–1001.
12. Cockram J., Horsnell R., Norris C., O'Sullivan D.M. Molecular and phenotypic characterization of the alternative seasonal growth habit and flowering time in barley (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* L.). *Mol Breeding*. 2015. Vol. 35. 165–175.
13. Dawson I.K., Russell J., Powell W. et al. Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytol.* 2015. Vol. 206. P. 913–931.
14. Dhillon T., Pearce S.P., Stockinger E.J., Distelfeld A., Li C., Knox A.K., Dubcovsky J. Regulation of freezing tolerance and flowering in temperate cereals: the VRN-1 connection. *Plant Physiol.* 2010. Vol. 153. P. 1846–1858.
15. Dubcovsky J., Chen C. L., Yan L. Molecular characterization of the allelic variation at the *VRN-H2* vernalization locus in barley. *Molecular Breeding*. 2005. Vol. 15. P. 395–407.
16. Faure S., Higgins J., Turner A., Laurie D.A. The FLOWERING LOCUS T-Like Gene Family in Barley (*Hordeum vulgare*). *Genetics*. 2007. Vol. 176, № 1. P. 599–609; <https://doi.org/10.1534/genetics.106.06950>
17. Fernández-Calleja, M., Casas, A.M. & Igartua, E. Major flowering time genes of barley: allelic diversity, effects, and comparison with wheat. *Theor Appl Genet.* 2021. Vol.134. P. 1867–1897. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03824-z>
18. Hasan N., Choudhary S., Naaz N. et al. Recent advancements in molecular marker-assisted selection and applications in plant breeding programmes. *J. Genet. Eng. Biotechnol.* 2021. Vol. 19. Iss. 1. 128. doi.org/10.1186/s43141-021-00231-1.
19. Hemming M., Fieg S., Peacock W., Dennis E., Trevaskis B. Regions associated with repression of the barley *Hordeum vulgare* L. *VERNALIZATION1* gene are not required for cold induction. *Molecular Genetics and Genomics*. 2009. Vol. 282. P. 107–117.
20. Karsai I., Szűcs P., Mészáros K., Filichkina T., Hayes P. M., Skinner J. S., Láng L., Bedő Z. The *Vrn-H2* locus is a major determinant of flowering time in a facultative winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theor Appl Genet.* 2005. Vol. 110. P. 1458–1466.
21. Kikuchi R., Kawahigashi H., Ando T., Tonooka T., Handa H. Molecular and functional characterization of PEBP genes in barley reveal the diversification of their roles in flowering. *Plant Physiology*. 2009. Vol. 149. P. 1341–1353.

22. Kobayashi F, Takumi S., Kume S., Ishibashi M., Ohno R., Murai K., Nakamura Ch. Regulation by *Vrn-1/Fr-1* chromosomal intervals of CBF-mediated *Cor/Lea* gene expression and freezing tolerance in common wheat. *Journal of Experimental Botany*. 2005. Vol. 56. № 413. P. 887–895.
23. Loscos J., Igartua E., Contreras-Moreira B., Gracia M., Casas A. HvFT1 polymorphism and effect—survey of barley germplasm and expression analysis. *Front. Plant. Sci.* 2014. Vol. 5. Iss. 251. P. 1–15.
24. Mohammadi M., Torkamaneh D., Nikkhah H. Correlation of vernalization loci VRN-H1 and VRN-H2 and growth habit in barley germplasm. *International Journal of Plant Genomics*. 2013. Article ID 924043. P. 1–9.
25. Mulki M., Korff M. CONSTANS Controls floral repression by up-regulating VERNALIZATION2 (VRN-H2) in barley. *Plant Physiol.* 2016. Vol. 170. Iss. 1. P. 325–337.
26. Parrado J.D., Savin R., Slafer G.A. Photoperiod sensitivity of Ppd-H1 and ppd-H1 isogenic lines of a spring barley cultivar: exploring extreme photoperiods. *J. Exp. Bot.* 2023. Vol. 74. Iss. 21. P. 6608–6618. doi: 10.1093/jxb/erad342
27. Serrago R.A., García G.A., Savin R., Miralles J. Daniel, Slafer G.A. Relevance of grain number and grain weight on barley yield responses to environmental and genetic factors *Field Crops Research*. 2025. Vol. 328, 109922 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109922>
28. Szucs P., Skinner J.S, Karsai I., Cuesta-Marcos A., Haggard K.G., Corey A.E., Chen T.H., Hayes P.M. Validation of the *VRN-H2/VRN-H1* epistatic model in barley reveals that intron length variation in *VRN-H1* may account for a continuum of vernalization sensitivity. *Mol. Genet. Genomics*. 2007. Vol. 277. P. 249–261.
29. Turner A., Beales J., Faure S., Dunford R., Laurie D. The pseudo-response regulator Ppd-H1 provides adaptation to photoperiod in barley. *Science*. 2005. Vol. 310. P. 1031–1034.
30. Wang G., Schmalenbach I., von Korff M, Le'on J., Kilian B., Rode J., Pillen K. Association of barley photoperiod and vernalization genes with QTLs for flowering time and agronomic traits in a BC2DH population and a set of wild barley introgression lines. *Theor Appl Genet.* 2010. Vol.120. P. 1559–1574.
31. Yan L., Fu D., Li C., Blechl A., Tranquilli G., Bonafede M., Sanchez A., Valarik M., Dubcovsky J. The wheat and barley vernalization gene VRN3 is an orthologue of FT. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 2006. Vol. 103. P. 19581–19586.
32. Zhang C.H., Xu D.A. Zhao C.H., Yu M.Q., Chen J., Qiang X.L., Zhang J. Identification and distribution of VERNALIZATION1 alleles in Chinese barley (*Hordeum vulgare*) germplasm. *Mol Breeding*. 2015. Vol. 35. P. 162–175.
33. Zitzewitz J., Szucs P., Dubcovsky J., Yan L., Francia E., Pecchioni N., Casas A., Chen T., Hayes P., Skinner J. Molecular and structural characterization of barley vernalization genes. *Plant Mol. Biol.* 2005. Vol. 59. P. 449–467.

Таблиця 1

Алельні характеристики сортів ячменю за *VRN-* та *PPD-* локусами

№ з/п	Назва сорту	Походження	Тип розвитку ¹	Алелі досліджених локусів ³										PPD-H2 HvFT3
				VRN-H1 HvBM5A			VRN-H2 HvZCCT-Ha/b	VRN-H3 HvFT1	PPD-H1 HvPRR					
				42-bp InDel	HvVRN1- гаплотип	Hv1/RN1- алель								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	Академічний	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1 ^a	D ⁶	R	R	D/R				
2	Барвінок	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
3	Валькірія	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
4	Зимран	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
5	Манас	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
6	Метелія	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
7	Одеський 170	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
8	Оксанит	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
9	Паралелум 402	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
10	Роман	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
11	Селена Стар	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
12	Трудовник	UKR	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
13	Андрюша	RU	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
14	Артьомовській	RU	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
15	Державний	RU	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
16	Еспада	RU	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
17	Жаворонок	RU	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				
18	Кондрат	RU	w	MITE	1A	Hv1/RN1	D	R	R	D/R				

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	Кумач	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
20	Метакса	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
21	Метсор	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
22	Міхайло	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
23	Плагон	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
24	Сінтез	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
25	Tirp	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
26	Хуторок	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
27	CWB-117-77-97	SYR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
28	Pamir065/Pamir149	SYR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
29	Gerlach	NL	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
30	Scarpia	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
31	High light g. 269	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
32	High light g. 270	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
33	Majbritt g. 267	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
34	Majbritt g. 268	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
35	Sinderella	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
36	Luran	CZ	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
37	Grabe	CZ	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D/R
38	HVW4464	SYR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D
39	Bulk Hire /ZiGNa	SYR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D
40	Pamir013/Sonata	SYR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D
41	ROHO	SYR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D
42	Galuois	FR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
43	Bulgarium winter	BUL	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
44	Bulgarium 347	BUL	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
45	Shootich perl	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
46	Pastoral	FR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
47	Гетьман Сагайдачний	UKR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
48	Magador	FR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	D	R
49	Plaisant	FR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	D	R
50	Igri	DE	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	D	R
51	Panda	FR	w	MITE	1A	HvI/RNI	R	R	R	R
52	Carioka	AT	w	-	5C	HvI/RNI-6	D	R	R	R
53	Express	FR	w	-	5C	HvI/RNI-6	D	R	R	R
54	Crown	UK	w	-	5C	HvI/RNI-6	R	R	D	D
55	Angelika	FR	w	-	5C	HvI/RNI-6	D	R	R	D/R
56	Аванс	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	R	R	R	D
57	Бемір 2	UKR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
58	Буран	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
59	Вавілон	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
60	Козирь	RU	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
61	Kropoz	CZ	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
62	Миронівський 87	UKR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
63	Одеський 165	UKR	w	MITE	1A	HvI/RNI	R	R	R	R
64	Одеський 167	UKR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R
65	Палідум 77	UKR	w	MITE	1A	HvI/RNI	D	R	R	R

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
66	Радон	UKR	w	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	R
67	Секрет	RU	w	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	R
68	Скорочод	RU	w	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	R
69	Циклон	RU	w	MITE	1A	Hv/RNI	R	R	R	R
70	Скарб Пальміри	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	R	R	D	R
71	Презент	UKR	f	-	5C	Hv/RNI-6	R	R	R	R
72	Абориген	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
73	Айенго	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
74	Дев'ятий Вал	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
75	Достойний	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
76	Одеський 46	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
77	Основа	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
78	Росава	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
79	Снігова королева	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
80	Тайна	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
81	Тамань	UKR	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
82	Путнік	RUS	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
83	Тімофей	RUS	f	MITE	1A	Hv/RNI	D	R	R	D/R
84	Dictoo	USA	f	-	344	Hv/RNI-6	D	R	R	D
85	Dandy	UK	s	-	2	Hv/RNI-7	R	R	R	D
86	Golden promise	UK	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
87	Klaxon	UK	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
88	Triumph	UK	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
89	Shevalie	UK	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
90	Impula	NL	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
91	Gitana	NL	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
92	Dzinters	LAT	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
93	Abava	LAT	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
94	Beka	FR	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
95	Triumph-2	DE	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
96	Volla	DE	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
97	Maja	DEN	s	-	5B	Hv/RNI-4	R	R	D	D
98	Arra	FIN	s	MITE	1B	Hv/RNI-5	R	R	R	D
99	Etu	FIN	s	MITE	1B	Hv/RNI-5	R	R	R	D
100	Xenia	DE	s	MITE	1A	Hv/RNI	R	R	R	R
101	Адапт	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
102	Вакула	UKR	s	-	5B	Hv/RNI-4	D	R	R	D
103	Волорай	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
104	Галактик	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
105	Галатея	UKR	s	-	5A	Hv/RNI-1	R	R	R	D
106	Геліос	UKR	s	-	5B	Hv/RNI-4	R	R	R	D
107	Гетьман	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
108	Дерибас	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
109	Зоряний	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
110	Казковий (гаплотип1)	UKR	s	-	4A	Hv/RNI-3	R	R	R	D
	Казковий (гаплотип2)	UKR	s	-	1B	Hv/RNI-5	R	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
111	Командор	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	D	R	R	D
112	Незалежний	UKR	s	-	5B	HvI/RN1-4	R	R	R	D
113	Нутанс 244	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
114	Оболонь	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
115	Одеський 36	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
116	Одеський 100	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
117	Одеський 115	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
118	Одеський 151	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
119	Палідум 107	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	D	R	R	D
120	Переможець	UKR	s	-	5B	HvI/RN1-4	R	R	R	D
121	Південний	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	D	R	R	D
122	Прерія (гаплотип1)	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
	Прерія (гаплотип2)	UKR	s	-		HvI/RN1-8	R	R	R	D
123	Престіж	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
124	Славутич	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
125	Сталкер (гаплотип1)	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
	Сталкер (гаплотип2)	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
126	Степовий	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
127	Ахиллес (гаплотип1)	UKR	s	МІТЕ	5B	HvI/RN1-4	R	R	R	.R
	Ахиллес (гаплотип2)	UKR	s	МІТЕ		HvI/RN1-8	R	R	R	.R
128	Чарівний	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
129	Чорноморець	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
130	Чудовий	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
131	Едем	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	D	R	R	D
132	Еней	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
133	Восхода	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
134	Козак	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	D	R	R	D
135	Медикум 46 (гаплотип1)	UKR	s	-	1B	HvI/RN1-5	D	R	R	D
	Медикум 46 (гаплотип2)	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	D	R	R	D
	Медикум 46 (гаплотип3)	UKR	s	-	2	HvI/RN1-7	D	R	R	D
136	Нутанс 518	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
137	Одеський 9	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
138	Одеський 14	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
139	Одеський 18	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
140	Геліос2	UKR	s	-	5B	HvI/RN1-1	R	R	R	D
141	Вінницький 7	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-4	R	R	R	D
142	Вінницький 28	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
143	Лотос	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
144	Пирогівський	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	R
145	Подільський 14	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
146	Полюян	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
147	Осма	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	D	R	R	D
148	Носівський 9	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
149	Носівський 20	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D
150	Міроновський 86 (гаплотип1)	UKR	s	-	4A	HvI/RN1-3	R	R	R	D
	Міроновський 86 (гаплотип2)	UKR	s	-	5A	HvI/RN1-1	R	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
151	Мірошівський 92 (гаплотип1)	UKR	s	MITE/-	5A	Hv1/RN1-1	D	R	R	D
	Мірошівський 92 (гаплотип2)	UKR	s	MITE/-	4A	Hv1/RN1-3	D	R	R	D
152	Аскольд	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
153	Соборний	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
154	Персей	UKR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
155	Донецький 6	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
156	Донецький 14	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
157	Донецький 650	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
158	Стяг	UKR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
159	Надія	UKR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
160	Карат	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
161	СН-28	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	D	R	R	D
162	Оксамитовий	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
163	Етикет	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
164	Ефект	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
165	Бадюрий	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
166	Джерело	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
167	Звернення	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
168	Харківський 60	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	D	R	R	D
169	Харківський 112	UKR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
170	Екзотик	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
171	Харківський 67	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	D	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
172	Харківський 74	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
173	Харківський 99	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
174	Харківський 306	UKR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	D	R	R	D
175	Перелом	RU	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
176	Зерноградський 385	RU	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
177	Гана	BLR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
178	Гонар	BLR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
179	Прима Белорусии	BLR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
180	Korona	DE	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
181	Adrien	NL	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
182	Annabell (гаплотип1)	DE	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
	Annabell (гаплотип2)	DE	s	-	5B	Hv1/RN1-4	R	R	R	D
183	Amulet	DE	s	-	3	Hv1/RN1-2	R	R	R	D
184	Europrestige	EC	s	-	3	Hv1/RN1-2	R	R	R	D
185	Josefin	FR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
186	Marina	DE	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
187	Maresi	DE	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
188	Michke	FR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	D	R	R	D
189	Nevada	FR	s	-	5A	Hv1/RN1-1	R	R	R	D
190	Olbram	FR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
191	Pasadena	DE	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
192	Roland	FR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D
193	Celinka	FR	s	-	4A	Hv1/RN1-3	R	R	R	D

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
194	Scarlett	CZ	s	-	5A	<i>Hv1/RN1-1</i>	R	R	R	D
195	Tabora	FR	s	-	4A	<i>Hv1/RN1-3</i>	R	R	R	D
196	Tolar	CZ	s	-	4A	<i>Hv1/RN1-3</i>	R	R	R	D
197	Philadelphia	DE	s	-	5A	<i>Hv1/RN1-1</i>	R	R	R	D
198	Forum	CZ	s	-	5A	<i>Hv1/RN1-1</i>	R	R	R	D
199	Thuringia	DE	s	-	4A	<i>Hv1/RN1-3</i>	R	R	R	D
200	Giza 126	EG	s	-	5B	<i>Hv1/RN1-4</i>	D	R	R	D
201	Giza 132 (raplogit1)	EG	s	-	3	<i>Hv1/RN1-2</i>	D	R	R	R
	Giza 132 (raplogit2)	EG	s	-	-	<i>Hv1/RN1-8</i>	D	R	R	R
202	Prilar	USA	s	-	1B	<i>Hv1/RN1-5</i>	R.	R	R	R
203	Arizona	USA	s	-	5B	<i>Hv1/RN1-4</i>	D	R	R	D
204	Champion	USA	s	MITE/-	н.а.	<i>Hv1/RN1-9</i>	R.	R	R	D
205	Samson	CAN	s	MITE	4A	<i>Hv1/RN1-3</i>	R.	R	R	R
206	MQ 34	USA	s	-	5A	<i>Hv1/RN1-1</i>	D	R	R	D

Примітки: ¹W – озимий, s – ярий, f – проміжний (факультативний, дворучка); ^{2a} – аель *Hv1/RN1* wild-типу; ^{2b} – D, R – домінуючий та рецесивний алелі відповідно

К29 Каталог сортів ячменю (*Hordeum vulgare* L.) з аельними характеристиками за *VRN*- та *PPD*-локусами : науково-практичні рекомендації / уклад.: М. С. Бальвінська, В. І. Файт ; СГП-НЦНС. — Одеса : Астропринт, 2025. — 28 с.
ISBN 978–617–8569–83–9

Наведено інформацію щодо аельних характеристик 206 сортів ячменю ярого, озимого та альтернативного типу розвитку української та закордонної селекції за генами яровизаційної потреби *Vrn-H1*, *Vrn-H2*, *Vrn-H3* та фотоперіодичної чутливості *Ppd-H1*, *Ppd-H2*. Ідентифіковані генотипи ячменю можуть бути використані як донори певних алелів вказаних генів у селекційних програмах, а також при створенні спеціального генетичного матеріалу.

Науково-практичні рекомендації призначені для широкого кола спеціалістів, викладачів наукових закладів та науковців, що займаються селекцією та генетикою ячменю.

УДК 633.16:575.16/.22

Науково-виробниче видання

КАТАЛОГ

**сортів ячменю (*Hordeum vulgare* L.)
з алельними характеристиками
за *VRN*- та *PPD*-локусами**

Науково-практичні рекомендації

Укладачі

**БАЛЬВІНСЬКА Марина Сергіївна
ФАЙТ Віктор Іванович**

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. № 34 (7).

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.

