



**МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПШЕНИЦІ ІМЕНІ В.М. РЕМЕСЛА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

**МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ  
ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА ЗИМОСТІЙКІСТЮ,  
МОРОЗОСТІЙКІСТЮ, ПОСУХОСТІЙКІСТЮ ТА  
ЗБУДНИКІВ НАЙПОШИРЕНІШИХ ХВОРОБ  
(Методичні рекомендації)**



**Миронівка  
2025**

## НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Методичні аспекти оцінки селекційних ліній ячменю озимого за зимостійкістю, морозостійкістю та збудників найпоширеніших хвороб (Методичні рекомендації) / за ред. доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН О. Демидова. Миронівка, 2025. 47 с.

Методичні рекомендації розроблені на основі досліджень Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України.

Рекомендовано для спеціалістів сільськогосподарських підприємств, фермерів, які займаються вирощуванням зерна та насіння ячменю озимого, викладачів, аспірантів і студентів аграрних навчальних закладів різного рівня акредитації.

Методичні рекомендації підготували:

О. Демидов, В. Гудзенко, Т. Поліщук, А. Лисенко, О. Бабій,  
Є. Кузьменко, Т. Юрченко, М. Сукайло

Відповідальний за випуск – О. Демидов

Редактор – Г. Волощук

### Рецензенти:

**Волощук Олександра Петрівна** – доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України;

**Пикало Сергій Володимирович** – кандидат біологічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу біотехнології, генетики і фізіології Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України.

Розглянуто і затверджено до друку

Вченою радою Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН України, протокол № 15 від 15 жовтня 2025 року

За довідками звертатися:

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України  
Завідувач відділу насінництва та агротехнологій, к. с.-г. н., А. Сіроштан  
+38(098)130-52-53

Завідувач лабораторії селекції ячменю, к. с.-г. н., Є.Кузьменко  
+38(068)040-33-25

## ЗМІСТ

	Вступ.....	4
	Цитовані джерела.....	5
1	Умови, матеріал і методика проведення досліджень.....	6
	Цитовані джерела.....	8
2	Закономірності прояву абіотичних і біотичних стресів та обґрунтування основних адаптивних ознак ячменю озимого в умовах Центральної частини Лісостепу України.....	8
3	Методичні аспекти оцінки селекційних ліній ячменю озимого за зимостійкістю, морозостійкістю, та збудників найбільш поширених хвороб.....	20
3.1	Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за зимостійкістю та морозостійкістю.....	20
3.2	Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за яровизаційною потребою та фотоперіодичною чутливістю .....	26
	Цитовані джерела .....	31
3.3	Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за посухостійкістю.....	36
	Цитовані джерела .....	38
3.4	Характеристика селекційних ліній ячменю за комплексом цінних господарських ознак.....	39
4	Характеристика сортів інновацій ячменю озимого миронівської селекції	42

## ВСТУП

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – одна з перших domestikованих культур, яка відіграла значну роль у розвитку сільськогосподарського виробництва, таких наук як агрономія, фізіологія, генетика, селекція, а також солодової і пивоварної промисловості та людської цивілізації загалом [1]. За даними ФАО, площа посівів ячменю у світовому масштабі в середньому за 2012–2016 рр. становила 49 млн. га [2]. Більше поширення мали тільки чотири культури: пшениця (220 млн. га), кукурудза (184 млн. га), рис (162 млн. га) та соя (115 млн. га). За цей же період валове виробництво зерна ячменю склало 142 млн. тонн, що відповідно є також п'ятою величиною.

У сільськогосподарському виробництві України ячмінь – одна з основних зернових культур, яка робить вагомий внесок у забезпечення продовольчої безпеки держави та становить значну частину її експортного потенціалу [3]. Останніми роками відбулись значні зміни у загальній посівній площі та співвідношенні осінніх і весняних посівів ячменю в Україні. Якщо донедавна переважну більшість площ займав ячмінь ярий, то з другої половини минулого десятиліття відчутно збільшились посіви ячменю озимого за одночасного скорочення весняної сівби. Збільшення посівних площ ячменю озимого супроводжується і розширенням географії його вирощування. Якщо ячмінь ярий є традиційним для України і його завжди вирощували в усіх без винятку областях [4–7], то ячмінь озимий культивували лише на Півдні: Одеській, Миколаївській областях [8]. На сьогодні його також вирощують у різному співвідношенні в усіх без винятку зонах України [4–7]. На Поліссі та в Карпатському регіоні площі ячменю озимого становлять 56,4 тис. га, Лісостепу – 136,7 тис. га. Однією з передумов розширення посівів ячменю озимого є пом'якшення умов зимового періоду. Поряд з цим, культура ячменю озимого має ряд переваг порівняно з іншими зерновими колосовими: осінні посіви за доброї перезимівлі мають потенційно вищу врожайність порівняно з весняними, особливо в роки, що характеризуються сильними ранньовесняними посухами; ячмінь озимий досягає на 10–14 днів раніше озимої пшениці, ячменю ярого, що дає змогу виручити кошти до початку основних жнив і зменшити навантаження на техніку під час їх проведення; за рахунок раннього збирання ячмінь озимий є добрим попередником для наступних культур; у зв'язку з можливістю більш пізньої сівби порівняно з пшеницею озимою, ячмінь озимий краще «вписується» у сьогоднішні «сівозміни» сільгоспвиробників, насичені культурами, які пізно збирають [9]. Виходячи з потреб виробництва створення сортів ячменю озимого, адаптованих до відносно нових екологічних умов, є важливим завданням вітчизняної селекційної науки. Поряд із відчутним зменшенням загальної посівної площі ячменю в останні роки слід відмітити позитивну тенденцію до поступового збільшення рівня врожайності [3, 10]. Водночас очевидним є також факт, що рівень врожайності 3,0–3,4 т/га не є максимально можливим за біокліматичним потенціалом території України. Тому необхідна орієнтація на підняття рівня врожайності ячменю, а не на розширення посівних площ.

Наріжним каменем у вирішенні загального для спеціалістів різних галузей сільського господарства завдання щодо підвищення та стабілізації виробництва зерна ячменю є селекційно-генетичне поліпшення культури.

За останнє століття селекція зробила значний внесок у підвищення продуктивності та поліпшення якісних показників продукції зернових культур [11, 12], у тому числі ячменю [11–14].

На сьогодні узагальнена структура напрямів використання валового світового виробництва зерна ячменю у світі становить: зернофураж – 55–60 %, солодова промисловість – 30–40 %, безпосередньо як продукт харчування лише 2–3 %, як посівний матеріал – близько 5 % [1]. Тобто основна частина зерна використовується на корм та солодування. Водночас слід відмітити, що останніми роками у світі все більших обсягів набуває використання продуктів харчування, виготовлених з ячменю. Значною мірою це пов'язано з результатами численних досліджень, які свідчать про їх цілющий вплив на людське здоров'я і характеризують ячмінь як продукт функціонального харчування, особливо голозерні форми. У країнах Південно-Східної і Центральної Азії вирощують винятково голозерний ячмінь, а в Китаї, Кореї та Японії співвідношення посівів півчастого і голозерного ячменю становить 50:50 [15–17].

Узагальнюючи слід відмітити, що особливо вагомий внесок у розвиток теорії і практики селекції ячменю в Україні у різні роки зробили такі вчені, як П. Х. Гаркавий, А. А. Лінчевський, Т. І. Дмитрієва, В. Т. Манзюк, М. Р. Козаченко, Н. І. Васько, В. С. Губернатор, М. О. Сардак, І. А. Шубенко, В. В. Ващенко, Н. Г. Аврамчук, В. О. Дорошук, О. І. Рибалка, Гудзенко В.М. та ін. Попри значні успіхи вітчизняної селекції не втрачає актуальності необхідність подальшої розробки її еколого-генетичних основ і виведення сортів ячменю різних типів розвитку, що поєднують високий потенціал врожайності та її стабільність у мінливих умовах середовища. Реалізація цього можлива лише за розробки і впровадження в селекційний процес системного підходу, що полягає у визначенні найбільш лімітуючих у певних екологічних умовах абіотичних та біотичних чинників; в інтродукції, формуванні та залученні до селекційного процесу нового генетичного різноманіття; комбінуванні в генотипі максимальної кількості необхідних ознак і властивостей; оптимізації ефективних підходів щодо оцінки і добору селекційного матеріалу та всебічного випробування константних ліній за продуктивністю і адаптивністю.

### Цитовані джерела

1. Barley: Production, Improvement, and Uses / ed. S. E. Ullrich. Wiley-Blackwell, 2011. 637 p.
2. FAOSTAT. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
3. Сільське господарство України 2016. *Статистичний збірник*. Київ : Державна служба статистики України, 2017. 246 с.
4. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2013 року. *Статистичний бюлетень*. Київ : Держстат України, 2013. 53 с.
5. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2014 року. *Статистичний бюлетень*. Київ : Держстат України, 2014. 53 с.
6. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2015 року. *Статистичний бюлетень*. Київ : Держстат України, 2015. 53 с.
7. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2016 року. *Статистичний бюлетень*. Київ : Держстат України, 2016. 53 с.

8. Лінчевський А. А. 95 років селекції ячменю в селекційно-генетичному інституті. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2012. Вип. 20 (60). С. 66–83.
9. Демидов О., Гудзенко В. Приховані резерви ячменю. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 12. С. 74–78.
10. Державна служба статистики. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
11. Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L., Laurila I. P. Cereal yield trends in Northern European conditions: changes in yield potential and its realization. *Field Crops Res.* 2009. V. 110, No. 1. P. 85–90.
12. Mackay I. J., Horwell A., Garner J. et al. Reanalysis of the historical series of UK variety trials to quantify the contributions of genetic and environmental factors to trends and variability in yield over time. *Theor. Appl. Genet.* 2011. V. 122, No. 1. P. 225–238.
13. Rijk B., van Ittersum M., Withagen J. Genetic progress in Dutch crop yields. *Field Crops Res.* 2013. V. 149, No. 1. P. 262–268.
14. Palosuo T., Rötter R. P., Salo T. et al. Effects of climate and historical adaptation measures on barley yield trends in Finland. *Clim. Res.* 2015. V. 65. P. 221–236.
15. Dickin E., Steele K., Wright D. Hulless barley for functional food. *HGCA Project Report No. 472*. 2010. 48 p.
16. Рибалка О. І., Моргун Б. В., Поліщук С. С. Ячмінь як продукт функціонального харчування / голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2016. 604 с.
17. Лінчевський А. А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 14–21.

## 1. УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основні дослідження проведено в Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН, що розташований у центральній частині Лісостепу України – південносхідній частині Київської області на вододілі річок Рось і Дніпро. Географічні координати: широта – 49°64', довгота – 31°08', висота над рівнем моря – 153 м. Рельєф місцевості – широкохвильове, підвищене придніпровське плато, розділене на північно-східну і північно-західну частини глибокими балками.

Ґрунт – чорнозем глибокий, малогумусний, слабковилугований. Потужність гумусового горизонту складає 38–40 см. Має високу та середню забезпеченість елементами мінерального живлення і відзначається слабкокислою, близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, рН сольове – 5,1–6,6. Вміст гумусу 3,7–3,9 %, лужногідролізованого азоту – 5,5–6,4 мг, фосфору – 20,5–23,8 мг, обмінного калію – 8,2– 11,0 мг на 100 г ґрунту. Сума поглинутих основ – 26,6–30,8 мг-екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 86,2–94,4 %. Питома вага твердої фази ґрунту знаходиться в межах 2,62–2,71 г/см<sup>3</sup>. Об’ємна маса ґрунту за профілем не перевищує 1,29 г/см<sup>3</sup>, орного шару – 1,27 см<sup>3</sup>. Гранулометричний склад ґрунту сприяє його обробітку, водопроникності, сприятливим для вирощування ячменю повітряному та тепловому режимам.

Стандарт у різних дослідах з ячменем озимим використовували сорти Зимовий та Жерар. Випробування (попереднє, конкурсне, багатосередовищні, багаторічні) закладали відповідно до методики державного сортовипробування [1]. Оцінку стійкості до основних збудників хвороб проводили відповідно до загальноприйнятих методик [2, 3].

Оцінка та добір ячменю озимого за зимо-, морозостійкістю в різних ланках селекційного процесу. За зимостійкістю у польових умовах диференціювали генотипи ячменю озимого відповідно до класифікатора [4]. Оцінку стану конуса наростання ячменю озимого проводили згідно з

методичними рекомендаціями [5]. Уміст цукрів у вузлах кушіння розраховували на абсолютно суху речовину за методикою [5].

Визначення відносної морозостійкості і добір морозостійких генотипів у загартованому накільченому насінні та проростках проводили відповідно до методик [6, 7], але оптимізованих нами для ячменю [8].

У вищих ланках селекційного процесу морозостійкість визначали проморожуванням рослин загартованих за природних умов у висівних ящиках згідно з ДСТУ 4749:2007 [9]. Сівбу в попередньо наповнені ґрунтом ящики проводили за оптимальних строків для ячменю озимого у центральній частині Лісостепу України – з 25 вересня по 5 жовтня. Рослини в ящиках проморожували в останню декаду січня в камерах КНТ-1 за температур  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для диференціації генотипів використали шкалу класифікатора [4].

Окрім математичних підходів, що наведені вище, у різних дослідах використовували низку методик. Дисперсійний, кореляційний, варіаційний, регресійний аналіз проводили відповідно до “Методики селекційного експерименту (в рослинництві)” за редакцією Ермантраут Е.Р. та ін. [10]. Для інтерпретації коефіцієнта кореляції використали шкалу:  $r = < 0,3$  – зв’язок слабкий,  $r = 0,3-0,5$  – помірний,  $r = 0,5-0,7$  – середній,  $r = 0,7-0,9$  – сильний,  $r = > 0,9$  – дуже сильний, близький до функціонального.

Для комплексної характеристики зволоження території та її температурного режиму використовують гідротермічний коефіцієнт (ГТК) [11], що показує відношення суми опадів за певний період до суми температур вище ніж  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  у той самий період. Розраховано за формулою:

$$ГТК = \frac{\sum r}{0,1 \times \sum t^{\circ}\text{C}}$$

де ГТК – гідротермічний коефіцієнт;  $\sum r$  – сума опадів за період вегетації, мм;  $\sum t^{\circ}\text{C}$  – сума температур вище ніж  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  за той самий період; 0,1 – постійний коефіцієнт.

Цей показник має перевагу над іншими — характеризує не тільки прибуткову частину водного балансу (опадів), а й непродуктивну витрату вологи (випаровуваність з поверхні ґрунту, рослинності). ГТК є достовірним показником зволоження в тих районах, для яких характерний однорідний тип річного ходу опадів. Окрім того, він об’єктивний і працює в достатньо широкому діапазоні сполучень температури та опадів. Завдяки ГТК можна визначити, яку частину випаровування компенсують атмосферні опади. Що нижче показники ГТК то посушливіша місцевість. Існує шкала визначення гідротермічного коефіцієнту (ГТК) таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 – Шкала визначення гідротермічного коефіцієнту (ГТК)

Числове значення ГТК	Оцінка зволоженості території
$ГТК < 0,40$	дуже сильна посуха
$0,41 \leq ГТК \leq 0,59$	сильна посуха
$0,60 \leq ГТК \leq 0,79$	середньої сили посуха
$0,80 \leq ГТК \leq 0,99$	слабка посуха
$1,00 \leq ГТК \leq 1,59$	оптимальні умови зволоження
$ГТК > 1,60$	надмірно зволожені умови

Статистичні параметри та показники адаптивності розраховували з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel і Statistica 8.0.

Для наочної інтерпретації взаємодії генотип–середовище і диференціації генотипів за врожайністю та стабільністю використали АММІ і GGE biplot [12].

#### Цитовані джерела

1. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні/ за ред. С. О. Ткачик. 3-тє вид., пер. І доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с
2. Системний аналіз в селекції польових культур : навч. Посіб. / за ред. П. П. Літун та ін. Х., 2009. 354 с.
3. Сич З. Д. Властивості коефіцієнтів стабільності ознак в динамічних рядах різної тривалості. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2005. № 2. С. 5–21.
4. [Hordeum L. | Plants of the World Online | Kew Science](https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:327148-2)
5. Рябчун Н.І., Резнік А.М., Іодковський В.З., Ярош А.В. Діагностика стану та життєздатності озимих зернових культур протягом періоду відносного спокою: методичні рекомендації / за ред. Н.І. Рябчун та ін. Харків, 2020. 30 с.
6. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. Київ : Либідь, 2005. С. 135–255.
7. Blum A. The abiotic stress response and adaptation of triticale – a review. Cereal Research Communications 2014. Vol. 42, Iss. 3. P. 359–375.
8. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Хоменко Л. О. Оптимізація підходів щодо оцінки морозостійкості селекційного матеріалу ячменю озимого. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 56–68
9. Рябчун Н. І., Петренкова В. П., Ткачик С. О., Андрющенко А. В. До методу визначення морозостійкості сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ, 2008. № 2 (8). С. 30-33
10. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
11. Гідротермічний коефіцієнт зволоження. URL:<https://superagronom.com/slovník-agronoma/gidrotermichniy-koefficient-zvolozhennya-id20236>
12. Purchase J. L., Hatting H., van Deventer C. S. Genotype × environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. *S. Afr. J. Plant Soil*. 2000. V. 17, No. 3. P. 101–107.

## 2. ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЯВУ АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ СТРЕСІВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ АДАПТИВНИХ ОЗНАК ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Селекція сортів сільськогосподарських культур є інтегральною дисципліною, яка повинна враховувати різні аспекти генетичних взаємодій та фізіологічних реакцій рослин на умови вирощування. При складанні програми створення сорту із заданими параметрами (розробці моделі сорту) селекціонер обов'язково повинен відштовхуватись від екологічних умов його майбутнього вирощування. Останніми роками як в цілому в Україні, так і в зоні Лісостепу

зокрема, мають місце суттєві відхилення погодних умов від багаторічних значень. Низка дослідників відмічають тенденцію до підвищення середньодобової температури повітря, збільшення амплітуди коливань її мінімальних та максимальних значень протягом однієї доби, зростання кількості посушливих та інших несприятливих кліматичних явищ. Все це суттєво впливає на ріст, розвиток рослин і в підсумку на рівень врожайності. Тому для планомірної селекції нових сортів з генетичним захистом проти дії несприятливих абіотичних та біотичних чинників, важливе значення має аналіз гідротермічних умов вегетації та визначення їх впливу на ріст, розвиток і продуктивність рослин.

З метою виявлення тенденцій динаміки метеорологічних показників нами проведено ретроспективний аналіз погодних умов за 2004–2020 рр. та їх порівняння з середньобагаторічними даними. Для цього використали показники метеостанції Миронівка, що розташована на території інституту. Виявлено, що середньомісячна температура повітря за 2004–2020 рр. сильно варіювала за роками в усі місяці (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1 – Середньомісячна температура повітря в умовах МПІ, °С**

Рік	Місяць												X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2004	-3,9	-2,9	4,0	8,7	13,3	17,2	19,9	19,8	14,0	9,4	3,1	0,1	8,6
2005	-0,3	-5,9	-1,6	10,2	16,1	17,1	20,6	19,8	15,4	8,5	1,9	-0,7	8,4
2006	-8,0	-6,0	0,0	9,1	14,4	17,9	20,2	21,6	15,3	9,5	3,2	2,2	8,3
2007	1,7	-3,8	5,5	8,6	18,1	20,4	22,3	21,7	15,1	9,3	0,3	-0,7	9,9
2008	-3,2	0,0	4,8	10,5	14,2	18,6	21,0	21,6	13,8	10,4	3,7	-0,5	9,6
2009	-3,7	-1,7	1,8	10,7	14,9	20,0	20,6	19,2	16,7	9,4	2,9	-2,8	9,0
2010	-8,6	-3,1	0,6	9,9	17,0	21,5	24,1	24,2	15,2	6,2	8,7	-3,6	9,3
2011	-2,0	-6,1	1,7	9,7	16,3	20,2	21,0	19,1	15,3	7,5	2,1	2,2	8,9
2012	-4,5	-11,2	1,8	12,2	19,2	20,7	23,3	20,2	16,7	10,6	4,6	-4,6	9,1
2013	-3,8	-0,1	-1,0	10,5	19,0	21,4	20,6	19,6	12,7	9,6	6,7	-0,5	9,6
2014	-4,3	-0,8	6,5	10,1	17,3	18,0	21,7	21,1	14,7	7,1	1,7	-2,1	9,3
2015	-0,8	-1,3	4,7	9,3	16,3	19,4	21,5	21,5	18,2	7,1	4,7	1,8	10,2
2016	-5,9	2,4	4,1	12,4	15,2	20,1	22,2	20,9	15,7	6,6	1,3	-1,8	9,4
2017	-5,3	-2,7	6,1	10,4	15,4	20,6	21,0	22,4	17,0	8,5	3,4	2,1	9,9
2018	-3,0	-3,7	-1,8	13,3	18,4	20,2	20,9	22,0	16,6	10,6	0,1	-1,9	9,3
2019	-4,8	0,4	4,8	10,4	17,3	22,6	19,7	20,4	15,8	11,0	4,8	2,8	10,4
2020	0,8	2,4	6,6	9,5	12,8	21,7	21,7	21,1	18,6	-	-	-	-
<b>X</b>	<b>-3,5</b>	<b>-2,6</b>	<b>2,9</b>	<b>10,3</b>	<b>16,2</b>	<b>19,9</b>	<b>21,3</b>	<b>21,0</b>	<b>15,7</b>	<b>8,8</b>	<b>3,3</b>	<b>-0,5</b>	<b>9,3</b>
Max	1,7	2,4	6,6	13,3	19,2	22,6	24,1	24,2	18,6	11,0	8,7	2,8	10,4
Min	-8,6	-11,2	-1,8	8,6	12,8	17,1	19,7	19,1	12,7	6,2	0,1	-4,6	8,3
R	10,3	13,6	8,4	4,7	6,4	5,5	4,4	5,2	5,9	4,8	8,6	7,4	2,1
Багатор.	-4,6	-3,3	1,3	8,9	14,9	18,0	19,7	19,0	14,1	8,0	1,5	-2,9	7,9

Примітка: X, Max, Min, R – середнє, максимальнє, мінімальнє значення та розмах варіювання за 2004–2020 рр., відповідно

У зимовий період найбільший розмах варіювання температури повітря за роками відмічено у лютому –  $R = 13,6$  °C (Max =  $2,4$  °C у 2016 р., Min =  $-11,2$  °C у 2012 р.). У весняний період найбільшою різниця була в березні –  $R = 8,4$  °C (Max =  $6,6$  °C у 2020 р., Min =  $-1,8$  °C у 2018 р.). Влітку найбільшу різницю за місяцями відмічено для серпня –  $R = 5,2$  °C (Max =  $24,2$  °C – 2010 р., Min =  $19,1$  °C – 2011 р.). Восени найбільш контрастними були умови листопада –  $R = 8,6$  °C (Max =  $8,7$  °C – 2010 р., Min =  $0,1$  °C – 2018 р.). Порівняно з середньобагаторічним значенням середня температура повітря за рік у 2004–2020 рр. була вищою на  $1,4$  °C. Підвищення температури відмічено для усіх без винятку місяців: від  $0,8$  °C у лютому до  $2,3$  °C у грудні.

Таблиця 2.2 – Сума опадів за місяць в умовах МПШ, мм

Рік	Місяць												X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2004	58,0	46,0	22,0	22,0	49,0	12,0	125,0	115,0	76,0	23,0	55,0	25,0	628,0
2005	39,0	30,0	21,0	52,0	41,0	70,0	66,0	153,0	1,0	56,0	37,0	69,0	635,0
2006	17,0	40,0	70,0	40,0	48,0	181,0	31,0	45,0	69,0	37,0	23,0	12,0	613,0
2007	41,0	29,0	15,0	7,0	43,0	76,0	36,0	45,0	46,0	20,0	84,0	27,0	469,0
2008	22,0	10,0	30,0	92,0	60,0	31,0	84,0	28,0	140,0	13,0	38,0	58,0	606,0
2009	37,0	55,0	42,0	0,7	48,0	128,0	88,0	8,0	20,0	51,0	22,7	83,6	584,0
2010	61,8	58,7	23,3	22,6	68,7	61,8	55,2	12,9	32,0	31,0	60,0	62,0	550,0
2011	37,0	24,0	55,0	54,0	20,0	223,0	125,0	98,9	31,8	108,3	6,8	50,8	834,6
2012	76,8	33,8	32,7	92,9	22,4	81,4	86,9	114,9	60,0	45,0	27,0	98,0	771,8
2013	66,0	67,0	89,0	35,0	61,0	57,0	52,0	35,0	134,4	7,6	33,5	8,1	645,7
2014	33,8	5,6	14,2	60,7	158,3	47,5	107,0	39,0	23,0	35,0	17,0	30,0	571,1
2015	33,0	21,0	60,0	34,0	55,0	101,0	99,0	10,0	44,0	27,0	46,0	19,0	549,0
2016	71,9	51,6	35,6	55,4	91,7	68,6	19,1	36,6	2,0	74,4	43,7	31,2	581,6
2017	31,5	32,8	13,0	42,7	23,6	20,1	101,8	19,1	13,2	74,7	51,8	114,8	539,0
2018	71,9	37,1	93,5	21,8	33,3	95	79,2	14,9	85,0	28,3	22,1	71,7	653,8
2019	39,4	25,2	27,2	23,4	50,9	86,8	50	9,7	12,0	7,0	17,3	35,9	384,8
2020	20,3	39,7	14,9	47,5	91,6	57,1	21,4	7,8	21,3	-	-	-	-
<b>Mean</b>	<b>44,5</b>	<b>35,7</b>	<b>38,7</b>	<b>41,4</b>	<b>56,8</b>	<b>82,2</b>	<b>72,2</b>	<b>46,6</b>	<b>47,7</b>	<b>39,9</b>	<b>36,6</b>	<b>49,8</b>	<b>592,0</b>
Max	76,8	67,0	93,5	92,9	158,3	223,0	125,0	153,0	140,0	108,3	84,0	114,8	834,6
Min	17,0	5,6	13,0	0,7	20,0	12,0	19,1	7,8	1,0	7,0	6,8	8,1	384,8
R	59,8	61,4	80,5	92,2	138,3	211,0	106,0	145,2	139,0	101,3	77,2	106,7	449,8
СБП	29,5	28,7	31,8	42,1	51,2	85,2	86,5	59,4	51,1	35,6	42,3	38,6	582,0

Примітка: Mean, Max, Min, R – середнє, максимальне, мінімальне значення та розмах варіювання за 2004–2020 рр., відповідно

Сума опадів у розрізі місяців у середньому за 2004–2020 рр. у січні, лютому, березні, травні, жовтні та грудні незначно переважала (на  $4,3$ – $15,2$  мм) середньобагаторічну (табл. 2.2), у квітні, червні, липні, серпні, вересні та листопаді сума опадів була дещо нижчою (на  $0,7$ – $14,4$  мм). Однак за середньомісячною сумою опадів за роками в 2004–2020 рр. відмічено суттєву

різницю. Розмах варіювання суми опадів становив від  $R = 59,8$  мм у січні до  $R = 216$  мм у червні. Слід відмітити, що в середньому за рік у 2004–2020 рр. сума опадів навіть перевищила середньобагаторічну (на 10,0 мм). Водночас можна стверджувати, що лише в окремі роки спостерігається значна різниця за середньорічною кількістю опадів, тоді як чітко вираженим є нерівномірний розподіл опадів протягом року.

Для виявлення впливу метеорологічних умов вегетації на врожайність ячменю озимого провели ретроспективну екстраполяцію гідротермічних показників 2003/04–2015/16 рр. на середні значення тривалості міжфазних періодів вегетації 22 сортів станційного сортовипробування ячменю озимого різного екологічного походження та різних періодів селекційної роботи: Бемір 2, Радон, Миронівський 87, Миронівський 93, Рицар, Паллідум 77, Борисфен, Ковчег, Сейм, Тутанхамон, Зубен, Жерар (МПП); Одеський 165, Росава, Тамань, Основа, Манас (СГП); Kromoz, Lухог (Чехія). Середньодобові значення температури повітря та суми ефективних температур ( $t > +5$  °С) в окремі періоди росту і розвитку рослин ячменю озимого за роками представлені в таблиці 2.3.

**Таблиця 2.3 – Температурний режим вегетаційного періоду ячменю озимого, °С**

Веgetацій-ний рік	Середньодобова температура, °С					Сума ефективних температур, $t > +5$ °С				
	ССх	СхП	ПВ	ВК	КД	СС	СхП	ВК	КД	ВП
2003/04	14,5	6,9	-1,3	9,8	16,8	85,8	104,0	336,9	602,0	1128,7
2004/05	7,6	8,9	-1,8	12,7	18,1	44,7	101,7	396,1	602,3	1144,8
2005/06	8,2	5,4	-3,0	11,4	18,1	57,0	29,6	408,7	604,3	1099,6
2006/07	8,7	4,2	-0,1	9,9	21,9	81,4	58,4	315,4	606,6	1061,8
2007/08	9,4	7,9	0,0	12,2	18,0	58,7	59,4	390,0	597,4	1105,5
2008/09	12,1	9,1	-0,6	11,3	19,0	78,2	98,0	316,0	604,0	1096,2
2009/10	10,0	5,7	-4,5	12,0	20,2	66,3	76,7	418,2	593,1	1154,3
2010/11	14,7	8,1	-2,8	11,2	20,8	77,7	179,9	321,6	602,2	1181,4
2011/12	11,7	4,3	-2,1	14,9	19,9	80,8	10,8	426,4	609,6	1127,6
2012/13	16,7	9,2	-1,5	15,8	20,2	81,7	177,1	421,8	593,9	1274,5
2013/14	8,8	9,1	-1,3	10,1	18,8	39,5	179,9	326,1	593,1	1138,6
2014/15	9,2	6,4	0,1	12,2	19,5	54,3	104,0	308,9	593,9	1061,1
2015/16	7,2	4,3	-0,3	12,7	17,9	34,1	78,4	330,0	593,0	1035,5
X	10,7	6,9	-1,5	12,0	19,2	64,6	96,8	362,8	599,6	1123,8
Min	7,2	4,2	-4,5	9,8	16,8	34,1	10,8	308,9	593,0	1035,5
Max	16,7	9,2	0,1	15,8	21,9	85,8	179,9	426,4	609,6	1274,5
R	9,5	5	4,6	6	5,1	51,7	169,1	117,5	16,6	239

Примітка: тут і далі: ССх – сівба–сходи; СхП – сходи–припинення вегетації; ПВ – припинення-відновлення вегетації; ВК – відновлення вегетації–колосіння; КД – колосіння–дозрівання; ВП – вегетаційний період; X, Min, Max – середнє, мінімальне і максимальне значення, відповідно; R – розмах варіювання

Сума опадів за вегетацію рослин ячменю озимого (середнє за 2003/04–2015/16 рр.) склала 400,2 мм з коливаннями від 262,9 мм (2006/07 р.) до 568,0 мм (2005/06 р.) (табл. 2.4). З них 176 мм (44,2 %) випадало у період зимового спокою рослин. Під час активної вегетації найбільше опадів відмічено від колосіння до

дозрівання – 107,2 мм (26,8 %). Кількість опадів суттєво варіювала як в окремі періоди ( $R = 70,4\text{--}290,6$  мм), так і за вегетацію в цілому ( $R = 305,1$  мм).

У період від відновлення вегетації до колосіння сильну посуху ( $ГТК = < 0,5$ ) відмічено в 2006/07 р., 2008/09 р., 2012/13 р.

**Таблиця 2.4 – Сума опадів та гідротермічний коефіцієнт у міжфазні періоди вегетації ячменю озимого**

Веgetаційний рік	Сума опадів, мм						Гідротермічний коефіцієнт	
	ССх	СхП	ПВ	ВК	КД	ВП	ВК	КД
2003/04	0,8	112,0	146,1	67,3	98,3	424,4	1,64	1,12
2004/05	17,3	22,1	182,4	93,2	69,6	384,6	1,52	0,82
2005/06	47,0	11,2	238,8	74,7	196,3	568,0	1,06	2,24
2006/07	27,2	38,1	80,8	13,0	103,9	262,9	0,21	1,29
2007/08	8,9	13,2	165,4	131,3	76,7	395,5	2,04	0,93
2008/09	6,4	8,4	227,1	6,1	112,3	360,2	0,11	1,33
2009/10	31,2	42,7	211,8	61,2	95,5	442,5	0,87	1,18
2010/11	0,0	60,4	151,4	35,3	79,5	326,7	0,64	0,99
2011/12	70,4	5,8	152,7	71,6	63,2	363,7	1,15	0,76
2012/13	0,8	68,1	344,9	18,0	96,0	527,8	0,30	1,18
2013/14	0,0	13,2	54,3	91,2	142,0	300,7	1,44	1,72
2014/15	0,0	35,6	183,6	43,7	123,9	386,8	0,86	1,52
2015/16	0,5	88,9	159,8	72,6	136,9	458,7	1,32	1,61
X	16,2	40,0	176,8	59,9	107,2	400,2	1,01	1,28
Min	0,0	5,8	54,3	6,1	63,2	262,9	2,04	2,24
Max	70,4	112,0	344,9	131,3	196,3	568,0	0,11	0,76
R	70,4	106,2	290,6	125,2	133,1	305,1	1,93	1,48

Посушливі умови ( $ГТК = 0,5\text{--}0,7$ ) були в 2010/11 р. Недостатнє зволоження ( $ГТК = 0,7\text{--}1,0$ ) відмічено в 2009/10 р. і 2014/15 р. Достатнє зволоження ( $ГТК = 1,0\text{--}1,5$ ) спостерігали в 2005/06 р., 2011/12 р., 2013/14 р., 2015/16 р. Надлишковим воно було в 2003/04 р. та 2004/05 р. У період колосіння–дозрівання недостатнє зволоження виявлено в 2004/05 р., 2007/08 р., 2010/11 р., 2011/12 р. Перезволоження у цей період спостерігали в 2005/06 р., 2013/14 р., 2014/15 р., 2015/16 р.

Гідротермічні умови року суттєво впливали на тривалість окремих міжфазних періодів (табл. 2.5).

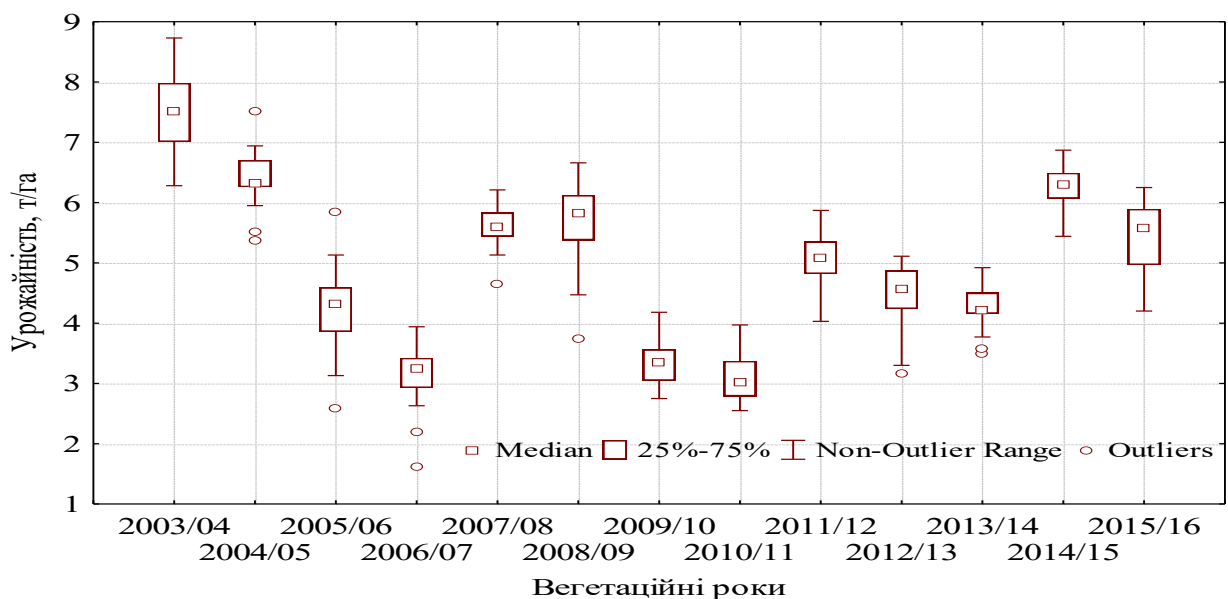
Тривалість періоду сівба–сходи у середньому становила 12,2 діб за найменшого значення в 2012/13 р. (7 діб) і найбільшого – в 2006/07 р. (20 діб). Найбільш варіабельним був період від появи сходів до припинення вегетації – від 13 діб у 2005/06 р. до 75 діб у 2015/16 р. Хоча слід відмітити, що в останньому вегетаційному році температура повітря в осінній період неодноразово переходила  $+5$  °С у бік як перевищення, так і зниження. Період від відновлення весняної вегетації до колосіння рослин ячменю озимого варіював – від 39 діб у 2012/13 р. до 66 діб у 2003/04 р. Різниця за роками у період від колосіння до повної стиглості становила 15 діб за найменшої тривалості у 2006/07 р. – 36 діб,

найбільшої у 2003/04 р. – 51 доба. Середня тривалість періоду від сівби до дозрівання ячменю озимого за 13 років склала 274,6 діб. Найкоротшою була вегетація у 2006/07 р. – 264 доби, найтривалішою у 2003/04 р. – 293 доби.

**Таблиця 2.5 – Тривалість міжфазних періодів вегетації ячменю озимого, діб**

Веgetаційний рік	Тривалість міжфазних періодів, діб					
	ССх	СхП	ПВ	ВК	КД	ВП
2003/04	9	36	131	66	51	293
2004/05	14	26	141	51	46	278
2005/06	17	13	145	63	47	285
2006/07	20	55	89	64	36	264
2007/08	13	20	148	54	46	281
2008/09	11	24	143	50	43	271
2009/10	13	44	112	60	39	268
2010/11	8	55	126	51	38	278
2011/12	12	20	151	43	41	267
2012/13	7	41	148	39	39	274
2013/14	11	43	106	64	43	267
2014/15	13	35	145	43	41	277
2015/16	10	75	92	45	45	267
X	12,2	37,5	129,0	53,3	42,7	274,6
Min	7,0	13,0	89,0	39,0	36,0	264,0
Max	20,0	75,0	151,0	66,0	51,0	293,0
R	13	62	62	27	15	29

Така мінливість гідротермічних умов суттєво впливала на проходження фізіологічних процесів під час росту і розвитку рослин та формування врожайності в цілому. Середня врожайність у досліді варіювала від 7,55 т/га у 2003/4 р. до 3,10 т/га у 2010/11 р. (рис. 2. 1).



**Рисунок 2.1 – Урожайність ячменю озимого залежно від умов року, т/га**

Кореляційним аналізом встановлено, що триваліша вегетація позитивно позначалася на врожайності ( $r = 0,54$ ). Високий позитивний зв'язок з урожайністю ( $r = 0,76$ ) виявлено для тривалості періоду колосіння–дозрівання. Водночас тривалість даного періоду мала наближений до функціонального негативний зв'язок з сумою ефективних температур ( $r = -0,89$ ). Це вказує на те, що скорочення періоду колосіння–дозрівання внаслідок дії погодних умов зумовлює зниження врожайності.

Встановлено помірний позитивний зв'язок урожайності з середньодобовою температурою повітря від припинення до відновлення вегетації ( $r = 0,44$ ). Сильну негативну кореляцію урожайності відмічено з середньодобовою температурою повітря від колосіння до дозрівання ( $r = -0,77$ ).

Слабкий позитивний зв'язок виявлено між урожайністю і сумою опадів від відновлення вегетації до колосіння ( $r = 0,30$ ). У цілому за вегетацію цей показник був ще нижчим ( $r = 0,16$ ). У період колосіння–дозрівання відмічено навіть слабку негативну кореляцію ( $r = -0,11$ ) між кількістю опадів і врожайністю. Відсутність сильного зв'язку між урожайністю і вологозабезпеченням на різних етапах та за вегетаційний період в цілому пояснюється тим, що роки досліджень характеризувались значним коливанням суми опадів як в межах одного року (за міжфазними періодами), так і за роками.

Опади розподілялись впродовж окремих періодів нерівномірно, а у деяких випадках випадали за декілька діб, що звичайно, не могло компенсувати їх відсутність у попередній час. Окрім цього, перезволоження під час колосіння та дозрівання, що мало прояв у зливових дощах зі шквалами у низці років (2005/06, 2013/14, 2014/15, 2015/16), провокувало значний ступінь вилягання ячменю озимого. Останнє, в свою чергу призводило до зниження врожайності. Таким чином, збільшення кількості опадів не завжди гарантує прямо пропорційне зростання врожайності ячменю озимого. Важливе значення для отримання врожаю має не лише загальна кількість опадів, але й рівномірний їх розподіл протягом вегетації.

За період проведення досліджень чергуванням низки несприятливих абіотичних чинників характеризувались погодні умови вегетації ячменю озимого 2016/2017 р. Зокрема, сівбі ячменю під урожай 2017 року передувала ґрунтова та повітряна посухи. За останні два місяці літа 2016 року сума опадів склала 55,7 мм, при середньобагаторічній – 119 мм. Середня температура липня та серпня перевищувала середньобагаторічну на 3,5 °С, та 3,0 °С відповідно, з максимальними показниками, які перевищували +30,0 °С. Сума опадів за вересень становила лише 2,2 мм (середньо багаторічні показники опадів 41,0 мм).

Відчутні опади відмічені лише 5 жовтня 2016 р. – 14 мм. Сума ефективних температур на час припинення вегетації (9 листопада 2016 р.) становила лише 42,4 °С (оптимальна сума – 300–350 °С). Перехід через нуль в бік зниження відбувся 28 листопада 2016 р., з наступними відлигами, середня сума яких не перевищувала суму від'ємних температур. Абсолютній мінімум був відмічений 9 лютого 2017 р., при мінімальній температурі -17,9 °С. Середня температура першої декади лютого -5,5 °С (норма -4,4 °С). Найбільш критичний період

відзначався 6–9 січня 2017 р., коли середньодобова температура сягала позначки від  $-12,6$  до  $-16,2$  °С, при висоті снігового покриву до 1,0 см. Мінімальна температура на глибині вузла кущення сягала  $-8,0$  °С. Відлига 14–15 січня сформувала притерту льодову кірку, товщиною до 10 см.

3 лютого відмічено випадання опадів у вигляді дощу (15 мм), з послідуочим зниженням температури до  $-4,0$  °С, що призвело до збільшення товщини залягання притертої льодової кірки до 12–15 см (рис. 2.2). Загальний період залягання льодової кірки тривав 45 діб.



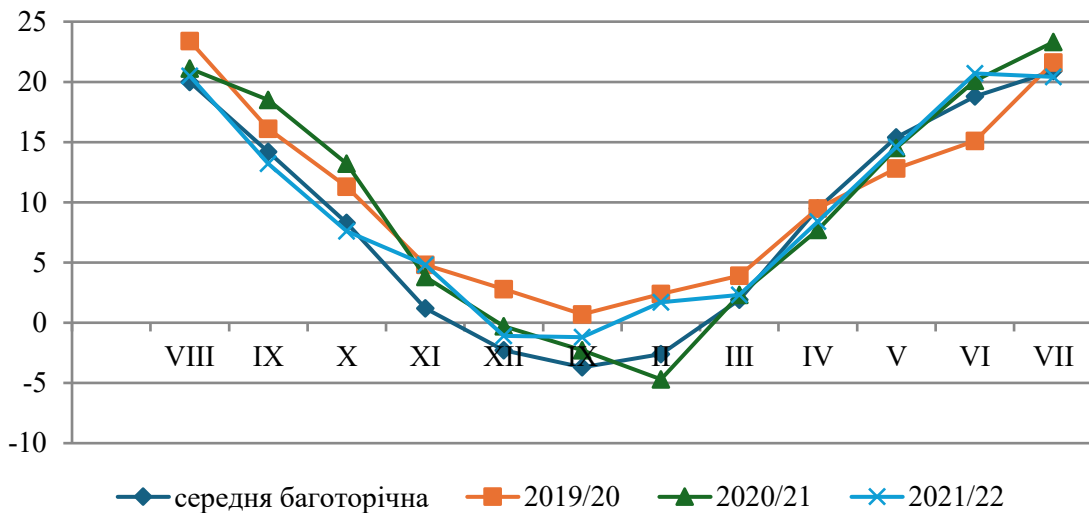
**Рисунок 2.2 – Залягання притертої льодяної кірки на посівах ячменю озимого, 2016/2017 р.**

Максимальна висота снігового покриву протягом зимового періоду становила 20–25 см. Сума опадів за січень–лютий склала 64,8 мм, або 98,2 % від багаторічної (66 мм). Станом на 1 березня 2017 року відмічено відновлення вегетації ячменю озимого. Температура першої декади березня була вище середньобагаторічної на 8,2 °С. Загалом урожай 2017 року формувався за температури, що на 1,0–4,7 °С перевищувала середньобагаторічну, за винятком аномального зниження температури, зокрема 10–11 травня до  $+1,0$  °С. Негативна дія високих температур була підсилена весняно-літньою ґрунтово-повітряною посухою. Так за період від відновлення вегетації до дозрівання сума опадів становила лише 104,6 мм, або 52,6 % (середньобагаторічний показник 199,0 мм). Середньорічна температура повітря у вегетаційному 2016/17 р. становила 9,1 °С, при середній багаторічній 7,6 °С. Такі складні погодні умови призвели до суттєвого зниження врожайності ячменю озимого, однак дозволили диференціювати селекційний матеріал і відібрати номери за стійкістю (толерантністю) до комплексу абіотичних стресів (рис. 2.3).



**Рисунок 2.3 – Диференціація номерів гібридного розсадника за стійкістю до комплексу несприятливих чинників в осінньо-зимовий період 2016/17 р.**

Несприятливі умови осінньо-зимового періоду 2019/20 р., а саме аномальна ґрунтова і повітряна посуха в передпосівний та післяпосівний період, доповнені високими температурами повітря і раптовим їх різким зниженням за відсутності снігового покриву на початку зимового періоду призвели до повного випадання колекційних зразків не залежно від походження та рівня зимо- і морозостійкості. Погодні умови 2019/20–2021/22 рр. відрізнялись від середніх багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та їх розподілом в окремі періоди росту і розвитку рослин (рис. 2.4 та 2.5). В період сівби ячменю озимого восени 2019 р. спостерігали ґрунтову посуху. Сума опадів за вересень становила 15,2 мм, що на 41,4 мм менше середнього багаторічного показника. Впродовж майже всього зимового періоду температура на глибині залягання вузла кушіння коливалась від -2,0 до +2,5 °С (показник реєстрували в період зміни висоти снігового покриву). Станом на 26.02.2020 р. відмічали тимчасове відновлення вегетації озимини, остаточне – 1 березня. Середня температура повітря в квітні була на рівні середньобагаторічних показників, а в травні була нижчою за середньобагаторічну на 2,6 °С на фоні надмірного вологозабезпечення. За період від відновлення вегетації до кінця липня кількість опадів становила 341,9 мм або 106,3 % до середнього багаторічного показника. Максимальна температура повітря за весняно - літній період відмічена у серпні (26,4 °С). Кількість опадів за рік становила 588,1 мм, що на 56,8 мм менше за середній багаторічний показник. Максимальна кількість опадів (122,3 мм) припала на травень 2020 р., мінімальна (10,5 мм) – на жовтень 2019 р. В середньому кількість опадів за місяць становила 43,8 мм. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації 2019/20 р. становив – 0,60, що відповідає умовам середньої сили посухи. Таким чином, погодні умови виявились не досить сприятливими для формування високого рівня урожаю через нестачу вологи під час сівби та дозрівання зерна.

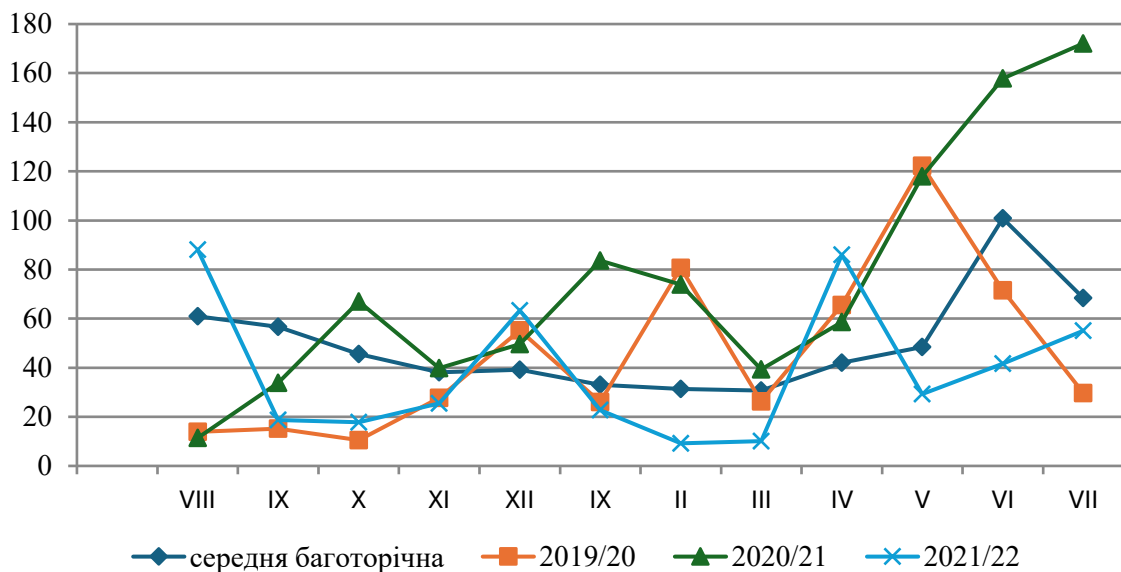


**Рисунк 2.4. Середньомісячна температура повітря впродовж вегетаційного періоду 2019/20-2021/22 рр.**

Сівба ячменю озимого восени 2020 р. проведено за умов недостатнього зволоження. В період з серпня до жовтня температура повітря перевищувала середнє багаторічне значення на 1,1–4,9 °С. В цей же період, нестача вологи становила від 22,8 до 49,6 мм. Припинення вегетації культури у 2020 р. відмічено 11 листопада. Найнижчу температуру повітря для 2021 р. (-21,4 °С) спостерігали 17 січня. Загалом зима була досить м'якою, так у грудні 2020 р. температура повітря становила -0,3 °С, що було вище на +2,0 °С до середнього багаторічного значення; у січні 2021 р. середньомісячна температура була -2,3 °С, що також вище від середньобагаторічних показників на +1,4 °С; у лютому 2021 р., температура повітря – -4,7 °С, що нижче середньобагаторічного показника на +2,1 °С. Впродовж зимового періоду 2020/21 рр. максимальна висота снігового покриву сягала позначки до 30–45 см, температура на глибині залягання вузла кущіння варіювала від 0 до -2 °С. Відновлення вегетації озимих рослин у 2021 р. відмічено 14 березня, остаточне – 26 березня. Середня температура повітря в квітні та травні 2021 р. була нижчою від середньобагаторічної на -0,9 та -1,8 °С на фоні надмірного вологозабезпечення. За період від відновлення вегетації до кінця липня кількість опадів становила 506,5 мм, що вище середньобагаторічного показника на 246,8 мм. Кількість опадів за рік сягала 905,0 мм, що на 309,7 мм більше за середньобагаторічний показник. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації 2020/21 р. характеризувався не достатнім рівнем зволоження (ГТК = 1,03).

Вересень і жовтень 2021 р. відзначились сильним дефіцитом вологи, сума опадів у цей період становила 35,0 та 23,5 мм порівняно до середньої багаторічної норми внаслідок цього спостерігали втрату вологи із ґрунту. В передпосівний і посівний період середня температура повітря була близькою до середньо багаторічних показників. Припинення вегетації ячменю озимого спостерігали у середині листопада. Перезимівля, як у більшості останніх років, відбувалась за умов нестійкого снігового покриву або його відсутності, короткочасних різких похолодань і відлиги. У листопаді та грудні температура повітря була дещо вищою за норму (на 2,9; 0,6 °С). Весняна вегетація ячменю

озимого проходила за умов дуже сильної та середньої сили посухи (ГТК = 0,28 та 0,65 відповідно). Максимальні показники температури повітря за весняно-літній період відмічено у червні на рівні 20,7 °С, при цьому дефіцит вологи становив 43,6 мм. Сума опадів за рік складала 467,6 мм, що на 114,2 мм менше порівняно до середнього багаторічного показника (581,8 мм). Таким чином, гідротермічний коефіцієнт за період вегетації 2021/22 р. ячменю озимого становив – 0,80, що відповідає умовам слабкої посухи, який негативно позначився на формуванні високої продуктивності. Отже, метеорологічні умови 2019/20–2021/22 рр. виявились контрастними, що дало можливість оцінити та виділити селекційні лінії тритикале озимого за адаптивним потенціалом.



**Рисунок 2.5 – Середньомісячна кількість опадів впродовж вегетаційного періоду 2019/20-2021/22 рр.**

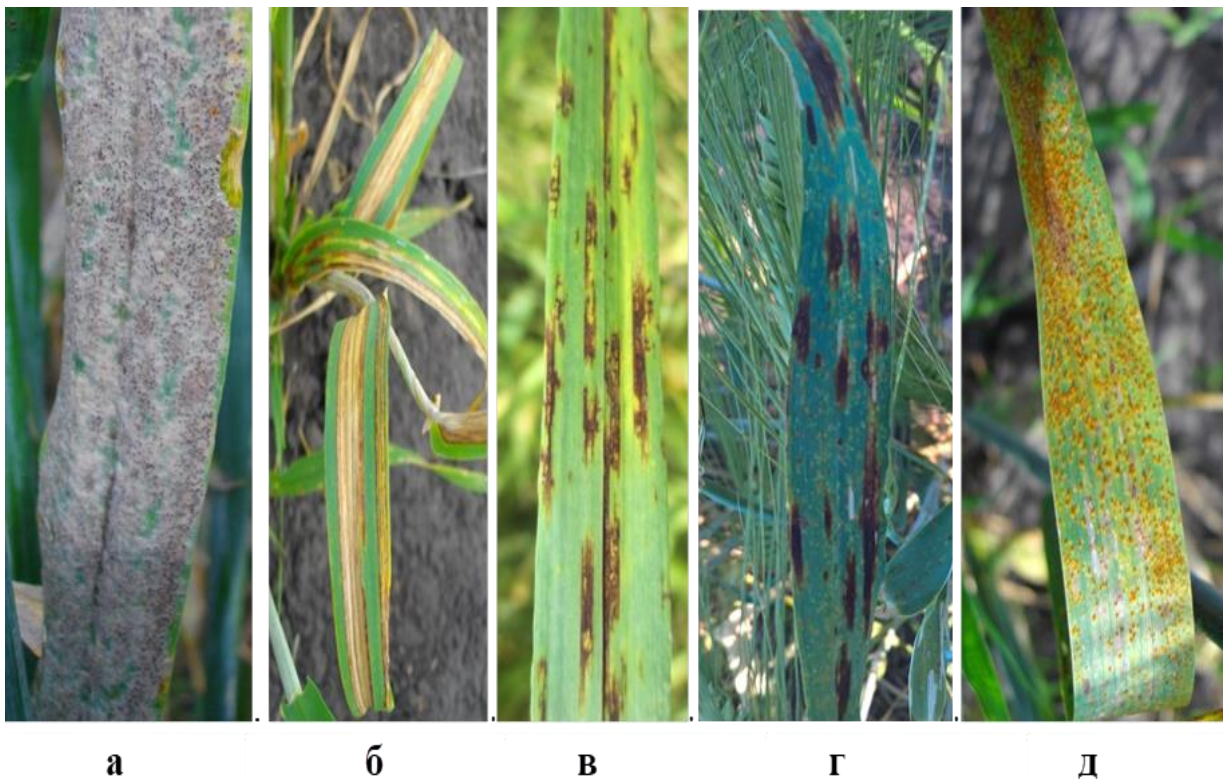
Таким чином, незважаючи на відносно сприятливі для ячменю озимого умови зимових періодів останніх років, в окремі з них небезпеку становить відсутність стійкого снігового покриву з подальшим зниженням температури до критичних для ячменю озимого значень або ж утворення льодяної кірки, що призводить до загибелі або суттєвого зрідження низькозимостійких генотипів. У той же час, попри нижчий, порівняно з іншими зерновими, філогенетичний поріг зимо- та морозостійкості ячменю озимого, генотипи суттєво різняться за їх рівнем, тому оцінка за ними є необхідною з метою використання в селекційній роботі лише форм із підвищеною зимо- та морозостійкістю.

На основі багаторічних досліджень селекційного та колекційного матеріалу встановлено, що надзвичайно важливими адаптивними ознаками ячменю озимого в умовах центральної частини Лісостепу України є стійкість до вилягання та збудників хвороб. Сильний ступінь вилягання відмічено в 2015/16 р. (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Вилягання селекційних посівів ячменю озимого, 2015/16 р.

Найбільш поширеними на ячмені озимому є збудники таких хвороб: борошнистої роси (*Blumeria (Erysiphe) graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal), смугастої (*Drechslera graminea* Ito), темно-бурої (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.), сітчастої (*Drechslera teres* Ito) плямистостей і карликової іржі (*Puccinia hordei* Otth.) (рис. 2.7).



а – борошниста роса, б – смугаста плямистість, в – сітчаста плямистість, г – темно-бура плямистість, д – карликова іржа

Рисунок 2.7 – Симптоми прояву найпоширеніших листових хвороб на рослинах ячменю озимого, 2015/16–2017/18 та 2020/21–2021/22 рр.

### 3. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА ЗИМОСТІЙКІСТЮ, МОРОЗОСТІЙКІСТЮ, ПОСХОСТІЙКІСТЮ ТА ЗБУДНИКІВ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ХВОРОБ

Виведення сортів сільськогосподарських культур з генетичною стійкістю до найбільш поширених абіотичних і біотичних чинників на тлі глобальних кліматичних змін, наслідком яких є погодні флуктуації, є надзвичайно актуальним завданням [1]. Ефективна селекційна робота в даному напрямі, окрім традиційних польових фенологічних спостережень і обліків, неможлива без застосування методичних підходів до оцінки та добору на стійкість в різних ланках селекційного процесу.

Залежно від генетичної архітектури, пов'язаної з трьома фізіолого-генетичними системами, яким належить значний внесок до адаптивного потенціалу, а саме: стійкість до понижених температур, яровизаційна і фотоперіодична чутливість, – ячмінь поділяють на озимий, ярий та факультативний (дворучки). Озимі сорти ячменю різняться за рівнем морозостійкості та фотоперіодичної чутливості і обов'язково мають яровизаційну чутливість. Факультативні сорти не потребують яровизації і можуть мати різну морозостійкість. Однак для максимального рівня морозостійкості дворучки повинні обов'язково бути чутливими до короткого дня. Ярі форми не мають морозостійкості та яровизаційної чутливості, але можуть різнитись за реакцією на фотоперіод [2–4]. Доведено, що сорти озимого та факультативного ячменю можуть мати співставний рівень морозостійкості, тобто для останнього яровизація не є необхідною для формування максимальної морозостійкості [5].

#### 3.1 Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за зимостійкістю та морозостійкістю

Виведення сортів сільськогосподарських культур з генетичною стійкістю до найбільш поширених абіотичних і біотичних чинників на тлі глобальних кліматичних змін, наслідком яких є погодні флуктуації – надзвичайно актуальне завдання [6]. Ефективна селекційна робота в даному напрямі, окрім традиційних польових фенологічних спостережень і обліків, неможлива без застосування методичних підходів до оцінки та добору на стійкість в різних ланках селекційного процесу.

*Морозостійкість* – здатність рослин витримувати від'ємні температури під час перезимівлі. Вона є однією з основних складових зимостійкості. Пов'язаними з морозостійкістю та зимостійкістю ознаками є фотоперіодична та яровизаційна чутливість. На сьогодні відомі три QTL, асоційовані безпосередньо з толерантністю ячменю до низьких температур ячменю. Перший локус (*FR-H1*) був визначений у популяції Dicktoo / Morex [7]. Пізніше підтверджена наявність першого (*FR-H1*) та виявлено другий локус (*FR-H2*) [8–10]. Обидва локуси розташовані на відстані близько 30 сМ від довгого плеча хромосоми 5H. *FR-H1* межує з *VRN-H1*, але остаточно не встановлено наявності плейотропної дії, або ж ефектів тісного зв'язку генів цих локусів [10, 11]. Основу *FR-H2* складають два

тісно пов'язані кластери регуляторних генів *CBF* (*HvCBF1*, *HvCBF3*, *HvCBF4*, *HvCBF6*, *HvCBF9*, *HvCBF14* та ін.) [12]. Асоційована з *FR-H2* фенотипова варіація є наслідком змін в одному або кількох *CBF* генах [13–16]. E. J. Stockinger et al. [17] і J. von Zitzewitz et al. [18] довели, що рівень морозостійкості визначається певними алелями *FR-H1* та *FR-H2*.

Слід відмітити, що максимальну морозостійкість рослини формують за умови проходження достатнього загартування, в процесі якого відбувається активація або деактивація певних генів [19]. Відомо, що при переході від вегетативної до генеративної фази морозостійкість різко знижується [17]. Дослідження останніх років вказують на існування зв'язку експресії *CBFs* генів залежно від циркадних ритмів та якості освітлення [20, 21].

S. P. Fisk et al. [22] у дослідженнях дигапloidних популяцій ідентифікували новий локус *FR-H3* на *1H* хромосомі, який зумовлював 48 % фенотипової варіації виживання у польових умовах. Локуси зі слабшим ефектом на морозостійкість картовані на *1HL*, *4HS* і *4HL* хромосомах [23].

У двох локаціях Середземноморського регіону досліджено за 1536 SNP маркерами 184 генотипи ячменю. Ідентифіковано 12 та сім позитивних SNP асоціацій у різних умовах. Дві з виявлених асоціацій були тісно пов'язані з *FR-H2* та *HvBm1* локусами на *5H* і *4HL* хромосомах, відповідно. Інші асоціації з толерантністю до низьких температур виявлено вперше [24]. Встановлено, що в адаптації ячменю до понижених температур ячменю певну роль відіграє також група дегідринових (*Dhn*) генів [25–28].

У гібридних розсадниках ячменю озимого диференціацію за зимостійкістю спостерігаємо переважно у комбінаціях із залученням до схрещувань зразків зарубіжного походження. У вищих ланках селекційного процесу слід відмітити відчутно слабшу фенотипову диференціацію за зимостійкістю порівняно з колекційним та гібридним розсадниками. Ми пов'язуємо це з планомірним формуванням кращої адаптованості селекційного матеріалу та сортів і селекційних ліній МІП завдяки послідовному добору більш зимостійких форм.

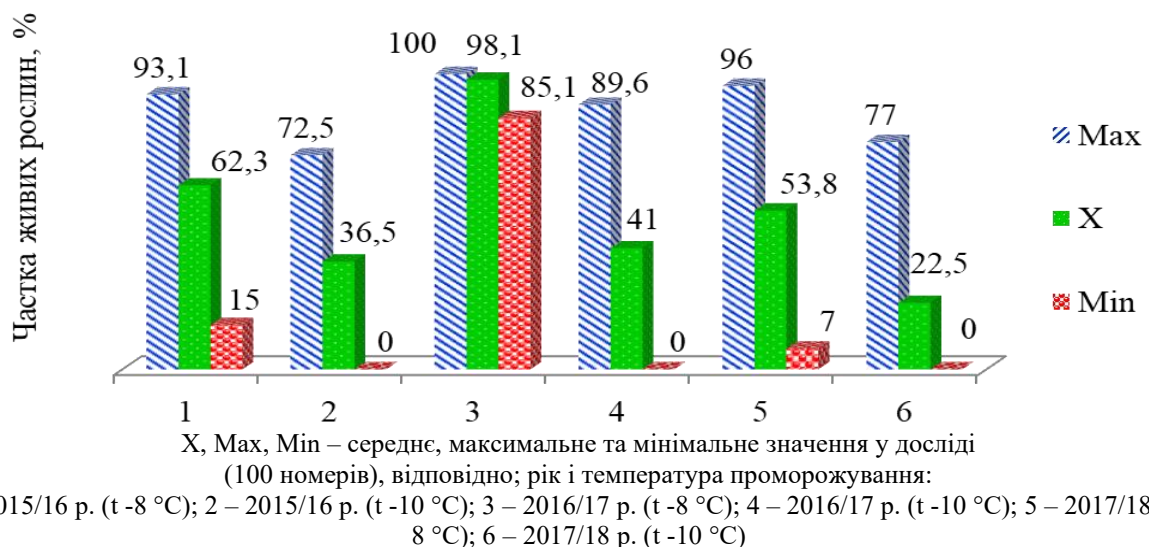
Природний добір, як складова селекційного процесу, базується на індивідуальній елімінації особин внаслідок взаємодії з умовами навколишнього середовища та конкуренції організмів. Творча роль природного добору має прояв у взаємодії організмів і варіюючих чинників довкілля. Таким чином, підґрунтям селекційного процесу є еволюційні закономірності, які реалізуються через природний добір. Останній зберігає найбільш пристосовані генотипи, а штучний добір спрямований селекціонером на добір найбільш цінних з них за господарськими ознаками, визначеними селекційними програмами. Отже, селекційний добір адаптивних особин здійснюється на результатах природного [29]. Оптимальне поєднання унікального природного (екологічне розміщення селекційної установи) та обґрунтованого селекційного добору сприяє виведенню сортів, які забезпечують вимоги виробництва [30].

Планомірне підвищення зимостійкості полягає у виокремленні морозостійких форм із стійкістю до низьких температур і шляхом комбінаційної селекції поєднання з іншими ознаками та властивостями, що сприяють перезимівлі.

Морозостійкість – одна з ключових ознак, які формують зимостійкість. Тому обов’язковими є оцінка та добір селекційного матеріалу за цією ознакою в різних ланках селекційного процесу. Щорічну оцінку даного показника є можливим проводити застосовуючи, поряд з природним добром у польових умовах прийоми штучного проморожування. Температурні та експозиційні режими більшості методів проморожування розроблені для пшениці озимої [31], а тому для диференціації філогенетично менш морозостійкої культури ячменю озимого була необхідна їх оптимізація [32].

У МП на сьогодні використовуємо низку підходів до оцінки морозостійкості залежно від ланок селекційного процесу, обсягу селекційного матеріалу та задач проморожування: лише оцінка (на константному матеріалі) або ж оцінка з подальшим добром (у поколіннях, що розщеплюються).

Спосіб оцінки та добору за відносною морозостійкістю проморожуванням у загартованих проростках використовують в МП на пшениці озимій [32]. Для ячменю озимого нами підвищені температури проморожування. Максимальну диференціацію виявлено проморожуванням за двох температур:  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1 – Диференціація номерів F<sub>2</sub> ячменю озимого за відносною морозостійкістю після проморожування у проростках**

Інший метод оцінки та добору за відносною морозостійкістю – проморожування загартованого накільченого насіння [33]. На основі експериментальних досліджень для культури ячменю озимого нами проведено оптимізацію цього методу за температурно-експозиційними умовами [32]. Визначено, що порівняно з пшеницею озимою для диференціації генотипів ячменю озимого необхідним є більш поступове зниження температури при загартуванні та виведенні камер на режим проморожування.

Основними елементами удосконаленого підходу є: кільчення насіння (доба за температури  $+20\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), загартовування протягом 10 діб (зниження температури на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  через 48 годин від  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Для виходу на режим

проморожування температуру знижували на 1 °С кожні шість годин. Температури проморожування: -9 °С і -11 °С .

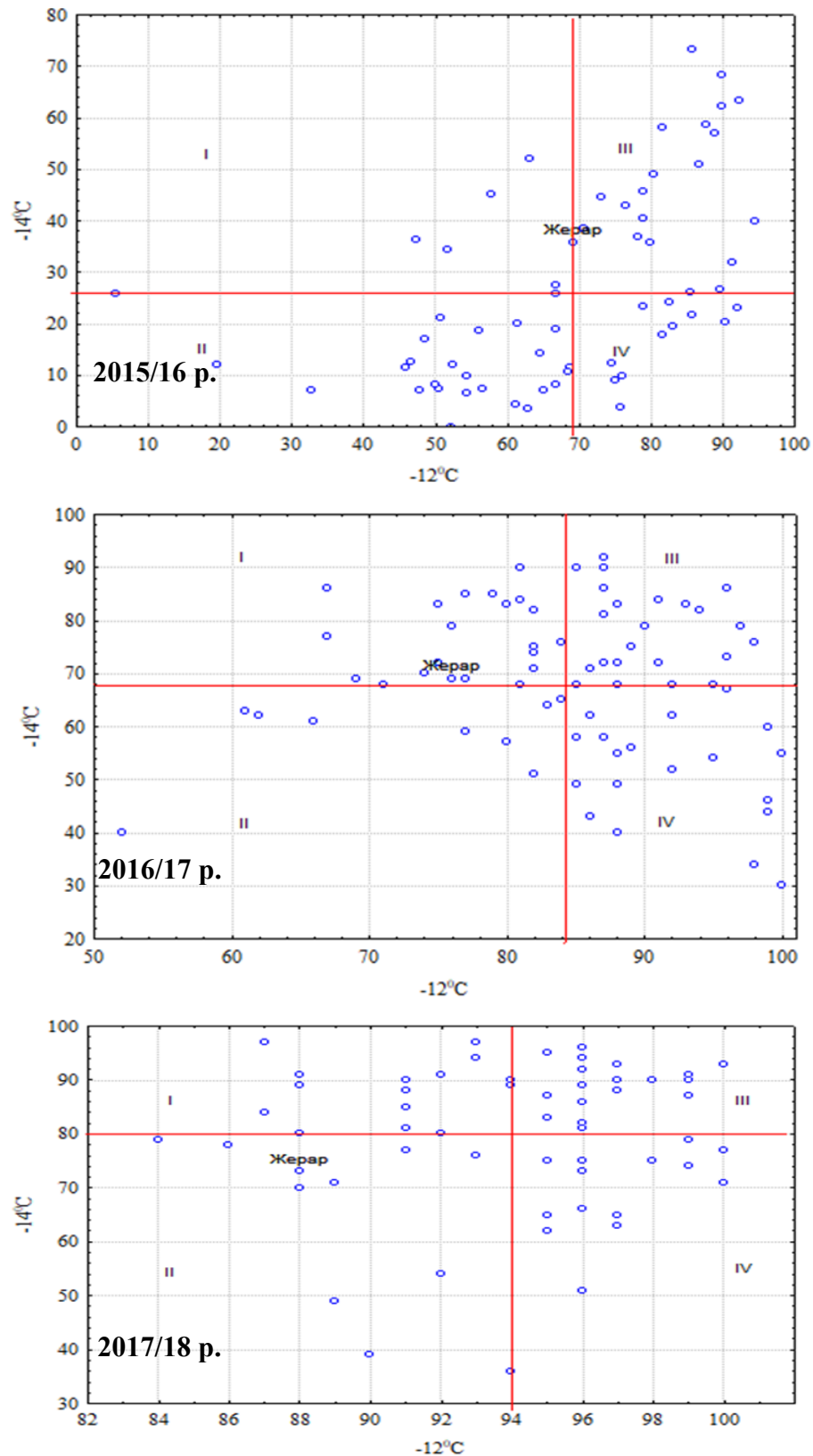
Обидва оптимізовані експрес-методи доцільно використовувати для попередньої диференціації значної кількості вихідного матеріалу ячменю озимого. Важливим аспектом їх застосування є те, що в F<sub>2</sub> можливо проводити не лише оцінку, але й добір та дорощування рослинного матеріалу, принципним, на наш погляд, є час проведення проморожування. Його слід застосовувати перед настанням оптимальних строків сівби, а після відрощування і обліку висаджувати рослини безпосередньо у полі. Таким чином, рослини проходять усі подальші етапи росту і розвитку у польових умовах, а штучний добір за відносною морозостійкістю доповнюється природним і послідовними штучними доборами за комплексом ознак в одному й тому ж поколінні. До того ж зникає необхідність додаткової яровизації рослин порівняно з проморожуванням в зимовий період і висадкою навесні.

Оцінка морозостійкості селекційних ліній ячменю озимого проморожуванням у висівних ящиках є загальноприйнятим методом [32]. Використовуючи даний спосіб, оцінюємо константні селекційні лінії (рис. 3.2).



**Рисунок 3.2 – Висівні ящики з рослинами селекційних ліній ячменю озимого на вегетаційній площадці для проходження перших етапів розвитку і загартування (а), диференціація за морозостійкістю (б), 2016/17 р.**

Візуалізацію розподілу селекційних ліній конкурсного випробування (2015/16–2017/18 рр.) за часткою рослин, що вижили, у площині двох координат, представлених температурами проморожування (-12 °С і -14 °С), наведено на рисунку 3.3.



**Рисунок 3.3 – Розподіл селекційних ліній ячменю озимого за часткою живих рослин після проморожування у висівних ящиках, %**

Перпендикулярні прямі репрезентують середнє значення частки живих рослин у досліді після проморожування за відповідними температурами. Вони умовно поділяють площину графіків на чотири сектори. Очевидно, що найбільшу цінність становлять селекційні лінії, які розташувались в секторі III,

тобто мали вищу за середню у досліді морозостійкість за обох температур проморожування. Простежуються суттєві відмінності за морозостійкістю у різні роки, про що свідчить середнє значення частки живих рослин. Зокрема в 2015/16 р.: -14 °С – 26,4 %, -12 °С – 68,0 %; 2016/17 р.: -14 °С – 68,5 %, -12 °С – 84,8 %; 2017/18 р.: -14 °С – 79,8 %, -12 °С – 94,0 %. Найявна диференціація і в межах року за лініями: 2015/16 р. (-14 °С: Max – 73,0 %, Min – 0 %; -12 °С: Max – 95,0 %, Min – 6,0 %), 2016/17 р. (-14 °С: Max – 92,0 %, Min – 30,0 %; -12 °С: Max – 100 %, Min – 52,0 %), 2017/18 р. (14 °С: Max – 97,0 %, Min – 36,0 %; -12 °С: Max – 100 %, Min – 84,0 %). Таким чином, умови року відчутно впливали на диференціацію селекційних ліній за морозостійкістю.

Водночас такі контрастні умови сприяли ґрунтовній оцінці селекційних ліній за морозостійкістю. Стабільно підвищеним рівнем морозостійкості за обох температур проморожування в 2015/16–2017/18 рр. характеризувались: Паллідум 5144, Паллідум 5098, Паллідум 5134, Паллідум 5133, Паллідум 5131, Паллідум 5121 (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1 – Характеристика кращих за морозостійкістю селекційних ліній ячменю озимого після проморожування у висівних ящиках**

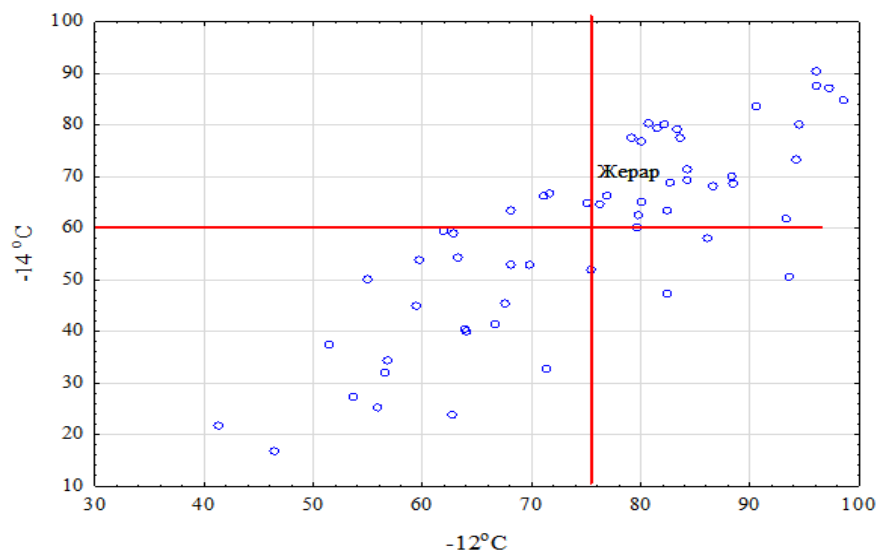
Сорт, лінія, родовід	Частка живих рослин після проморожування, %					
	2015/16 р.		2016/17 р.		2017/18 р.	
	-12 °С	-14 °С	-12 °С	-14 °С	-12 °С	-14 °С
Жерар – St	69,0±6,0	36,0±7,0	76,0±1,4	69,0±1,5	88,0±3,8	73,0±5,2
Паллідум 5144 Атлант Миронівський / Сейм	88,0±4,4	59,0±7,3	99,0±1,1	85,0±4,1	96,0±2,3	91,0±3,3
Паллідум 5098 Стрімкий / Борисфен	86,0±4,2	73,0±6,0	90,0±3,2	86,0±3,9	92,0±3,1	91,0±3,3
Паллідум 5134 Жерар / Паладін Миронівський	90,0±5,0	62,0±6,1	96,0±2,3	86,0±3,9	94,0±2,7	93,0±3,0
Паллідум 5133 Cinderella / Сейм	90,0±5,0	68,0±6,2	90,0±3,4	83,0±4,3	96,0±2,3	94,0±2,7
Паллідум 5131 (факультативна) Cinderella / Сейм	92,0±5,1	63,0±6,4	85,0±4,3	82,0±4,4	95,0±2,5	95,0±2,5
Паллідум 5121 Ковчег // Миронівський 93/ Манас	89,0±6,4	57,0±7,7	87,0±4,0	75,0±5,0	96,0±2,3	96,0±2,2
X	68,0	26,4	84,4	68,5	94,0	79,8

Примітка: X – середнє у випробуванні (60 ліній)

Сучасні сорти ячменю озимого повинні характеризуватись поєднанням багатьох цінних господарських ознак (зимостійкість, морозостійкість, посухостійкість, стійкість до вилягання та збудників хвороб, якісні показники зерна, тощо) залежно від напрямку використання, екологічних умов вирощування і т. ін. Відповідно до цього, на завершальних етапах селекційного процесу селекційні лінії ячменю озимого проходять комплексне оцінювання.

В умовах 2020/21 р. у конкурсному випробуванні досліджували 60 номерів. На рисунку 3.4 подано диференціювання селекційних ліній ячменю озимого за двох температур проморожування у висівних ящиках (-12 °С і -14 °С). Перехресними лініями позначено середній відсоток живих рослин для усієї

вибірки генотипів (за температури проморожування  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 75 % живих рослин, а за температури проморожування  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 59 % живих рослин). Кращими є селекційні лінії, які характеризуються вищим відсотком живих рослин за обох температур. Вони розміщені у верхньому правому квадраті графіка. До цього ж квадрату потрапив і стандарт Жерар ( $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 80 %,  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 65 %). Однак, виділено 18 селекційних ліній (Паллідум 5196, Паллідум 5096, Паллідум 5104, Паллідум 5189, Паллідум 5198 та ін.) які переважали за морозостійкістю також і стандарт.



**Рисунок 3.4 – Диференціація селекційних ліній ячменю озимого за морозостійкістю, 2020/21 р.**

Виділені селекційні лінії становлять значний практичний інтерес як для подальшої селекційної роботи, так і як джерела підвищеної морозостійкості. Слід відмітити, що селекційна лінія Паллідум 5131, що виведена добром із гібридної комбінації Cinderella / Сейм, має факультативний тип розвитку (рис. 3.4). Лінія Паллідум 5133 отримана з цієї ж комбінації, але є озимією. Наші результати підтверджуються літературними даними щодо можливості створення факультативних сортів ячменю з морозостійкістю на рівні озимих [34–39].

### **3.2 Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за яровизаційною потребою та фотоперіодичною чутливістю**

*Яровизація* – дія понижених температур певної тривалості, яка індукує перехід озимих культур від вегетативної до генеративної фази [40, 41]. Генетична основа чутливості ячменю до яровизації ячменю вперше була описана за фенотипом, як трилокусна (*ShshSh2sh2Sh3sh3*) епістатична модель понад 40 років тому [42]. Озимий тип розвитку (чутливий до яровизації) має генотип *ShShsh2sh2sh3sh3*. Академік НААН А.А. Лінчевський [43] наводить прогнозовані сім інших можливих генотипів, не чутливих до яровизації і здатних виколошуватись за весняної сівби. Рецесивний за трьома парами генів генотип

*shshsh2sh2sh3sh3* – факультативний, тобто не потребує яровизації для переходу до репродуктивної фази за весняної сівби і водночас не знижує морозостійкість за осінньої. На сьогодні у світовій науковій спільноті змінено номенклатуру локусів *Sh* на *VRN*, відповідно *Sh* на *VRN-H2*, *Sh2* – *VRN-H1* та *Sh3* – *VRN-H3*. Хромосомна локалізація локусів наступна: *VRN-H1* – 5H, *VRN-H2* – 4H та *VRN-H3* – 7H. Озимий генотип – *Vrn-H2* /*vrnH1vrn-H1/vrn-H3vrn-H3*. Інші комбінації не мають яровизаційної чутливості [44]. Більшість сортів мономорфні за *VRN-H3*, тому в деяких дослідженнях розглядається дволокусна епістатична модель *VRN-H2/VRN-H1* [45]. Кандидат для *VRN-H1* – *HvBM5A MADS-box* ген, який є ортологом гена пшениці *AP1 (Vrn1)*, що стимулює колосіння після дії понижених температур [46–48]. Передбачається, що в першому інтроні *HvBM5A* наявний сайт, пов'язаний з репресором *VRN-H2* [49]. Розмір делеції в першому інтроні *VRN-H1* зумовлює фенотипову варіацію яровизаційної чутливості [49, 50]. Сучасні молекулярні дослідження свідчать, що факультативний ячмінь має озимий алель у *VRN-H1* локусі та делецію в локусі *VRN-H2* [51]. У яровизаційно чутливих сортах *VRN1* експресований незначною мірою у листках і конусах наростання та індукується яровизацією [46, 48]. Підвищення експресії локуса *VRN1* пов'язане з часом колосіння, про що може свідчити стимуляція колосіння *VRN1* у яровизованих рослин [46–48]. М. С. Casao et al. [52] експериментально довели можливість маніпулювати яровизаційною чутливістю лише з незначним ефектом на морозостійкість. Це дає можливість створювати сорти з пониженою яровизаційною чутливістю, не знижуючи рівень морозостійкості. Детермінант для *VRN-H2* – цинковий палець-*CCCT* домен транскрипційний фактор (zinc finger-*CCCT* domain transcription factor), який регулюється коротким днем та *VRN-H1* [53]. Втрата функцій мутацією в *ZCCCT* асоціюється з раннім колосінням ячменю [53]. I. Karsai et al. [54] зазначають, що за схрещування озимих та факультативних форм ячменю *VRN-H2* визначає час колосіння. У дослідженнях K. Kóti et al. [55] за тривалого світлового дня гени *VRN-H1* і *VRNH2* детермінували час колосіння залежно від тривалості яровизації. За короткого світлового дня ефект даних локусів був несуттєвим. В умовах довгого дня підтверджено дволокусну епістатичну модель. За короткого дня та яровизації варіація часу колосіння вказує на те, що хоча гени *VRN-H1* і *VRN-H2* першочергово є детермінантами яровизаційного відклику, однак вони є частиною значно більшого інтерактому (комплексу молекулярних взаємодій), який визначає перехід від вегетативного до генеративного розвитку. P. Szucs et al. [44] також підтвердили епістатичну взаємодію *VRN-H2* і *VRN-H1* за тривалого світлового дня і зазначили, що довжина інтрону *VRN-H1* може робити внесок у яровизаційну чутливість. В. Trevaskis et al. [56] встановили, що *VRN1-H1* регулюється переважно яровизацією та ростовими процесами, у той час як тривалість світлового дня має найбільший вплив на *ZCCCT* гени *VRN-H2* локусу. J. Cockram et al. [57] з поміж 429 досліджених сортів, створених в умовах Європи за останні 60 років, виявили три нові алелі *VRN-H1*. Для *VRN-H1* і *VRN-H2* виявлено 17 багатолокусних гаплотипів, три з яких наявні у 79 % досліджених сортів. *VRN-H3* є ортологом *Arabidopsis Flowering Locus T (FT)*, який регулює цвітіння арабідопсису [58, 59]. Кандидат-ген для *VRN-H3* – *HvFT1*. Експресія *HvFT1* визначається тривалістю

світлового дня і сприяє цвітінню [60]. Мутації в першому інтроні *HvFT1* пов'язуються з домінантністю або рецесивністю алелів *VRN-H3* [61]. Домінантні алелі асоційовані зі слабкою яровизаційною чутливістю і можуть бути пов'язані з раннім колосінням. М. Arifuzzaman et al. [62] виявили, що *VRN-H3* суттєво впливає на варіювання морфологічних ознак рослин ячменю, зокрема кореневої системи і стебел. Поряд з наведеними генетичними дослідженнями низка авторів вказують на значну роль епігенетичних факторів у яровизаційних відкликах арабідопсису та зернових культур [63–68].

*Фотоперіодична чутливість* – реакція на тривалість світлового дня, яка проявляється у затримці періоду колосіння фотоперіодично чутливих сортів за його скорочення. Вона визначається локусами *PPD-H1* і *PPD-H2* з відповідними генами кандидатами *HvPRR7* та *HvFT3*. Варіації в *PPD-H1* пов'язані зі зміною послідовностей амінокислот в *CCT* домені. З рецесивною алелем пов'язана нечутливість до довгого світлового дня. Варіації в *PPD-H2* викликані повною або частковою делецією гена, що впливає на чутливість до короткого дня [60, 69, 70].

Низка досліджень вказують на складну генетично-регуляторну схему індукції колосіння ячменю у відповідь на різне поєднання температурно-світлових умов вегетації рослин [71–77]. Із генами яровизаційної та фотоперіодичної чутливості пов'язані також і гени циркадних ритмів (зокрема *HvCO1*, який є ортологом гена *CONSTANS* арабідопсису) [78–85]. Враховуючи значну роль розглянутих фізіолого-генетичних систем у формуванні врожайності та адаптивному потенціалі ячменю загалом численні дослідження проводяться на різноманітному генетичному матеріалі у різних країнах. Зокрема, дослідження яровизаційної чутливості [86–89], фотоперіодизму [90–96], взаємодії яровизаційної та фотоперіодичної чутливості [84–90], циркадних ритмів [97–100]. У публікації С. В. Hill, С. Li [101] узагальнено існуючі на сьогодні уявлення про генетичні шляхи індукції цвітіння різних культур, зокрема колосіння пшениці та ячменю.

В умовах кліматичних змін із нестійким за температурним режимом зимовим періодом виведення сортів факультативного ячменю, нечутливих до яровизації, але з сильною фотоперіодичною реакцією та морозостійкістю на рівні типово озимих сортів, є перспективним напрямом селекції. У роки з сильно посушливим осіннім періодом, коли виникає загроза не отримати сходи, сівбу дворучок можна відкласти і провести її рано навесні. Проведені дослідження вказують на ефективність поєднання і системного застосування різних методів оцінки та добору, що сприяє виокремленню генотипів ячменю озимого з підвищеною зимостійкістю. У первинних ланках селекції з великою кількістю номерів доцільно проводити оцінку та добір за морозостійкістю експрес-методами. Відібрані константні селекційні лінії слід оцінювати за потенційною зимостійкістю у природних умовах за сумою цукрів у вузлі кущіння і конусом наростання та визначати рівень їх морозостійкості штучним проморожуванням рослин, попередньо загартованих у висівних ящиках.

Проведено дослідження чутливості до яровизації селекційних ліній конкурсного випробування та зразків генофонду за різних термінів штучної яровизації (50, 40, 30, 20, 10 діб і контроль – без яровизації). Виявлено значне

різноманіття за цією ознакою (рис. 3.5, 3.6 та 3.7). Виявлено, що 19 % були не чутливими до яровизації, тобто мають факультативний тип розвитку (дворучки). Решта селекційних ліній характеризувались різним ступенем чутливості за цією ознакою (від дуже високої до слабкої). Для підтвердження отриманих результатів досліджень дані дослідження буде повторно проведено в наступному році.



**Рисунок 3.5 – Фенотиповий прояв чутливого (Паллідум 5133) та нечутливого (Паллідум 5131) до яровизації генотипів ячменю у фазу колосіння (а) та дозрівання (б) за весняної сівби, 2017/18 р.**

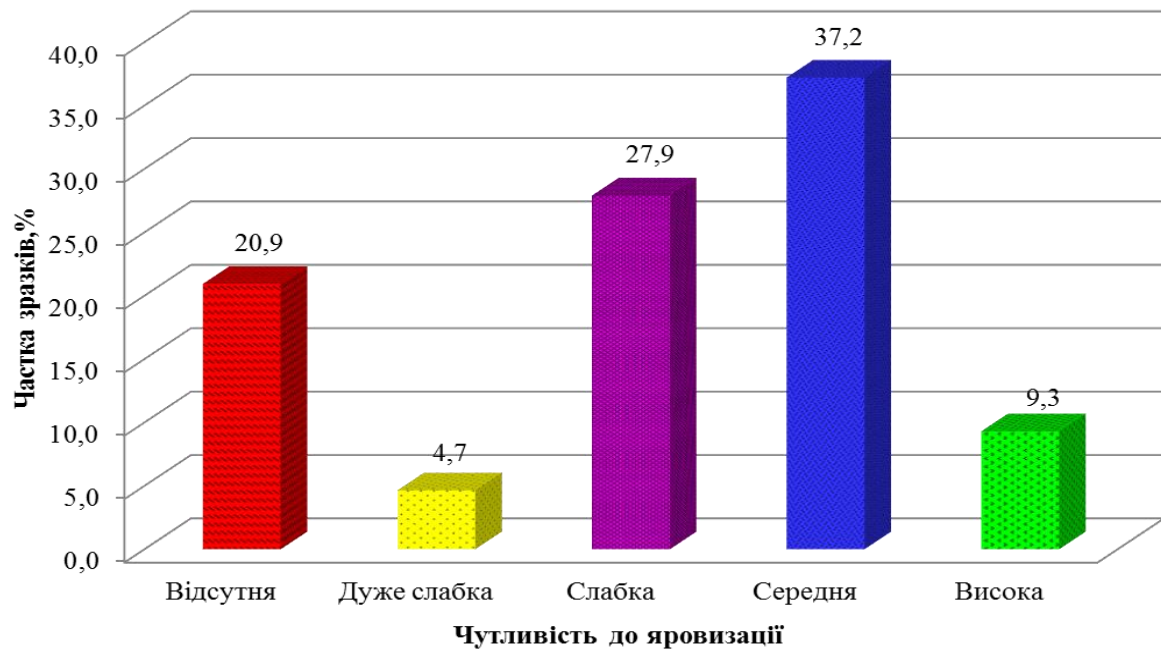


**Рисунок 3.6 – Загальний вигляд різноманіття ячменю озимого (у т. ч. факультативного) за різних термінів штучної яровизації, 2020 р.**

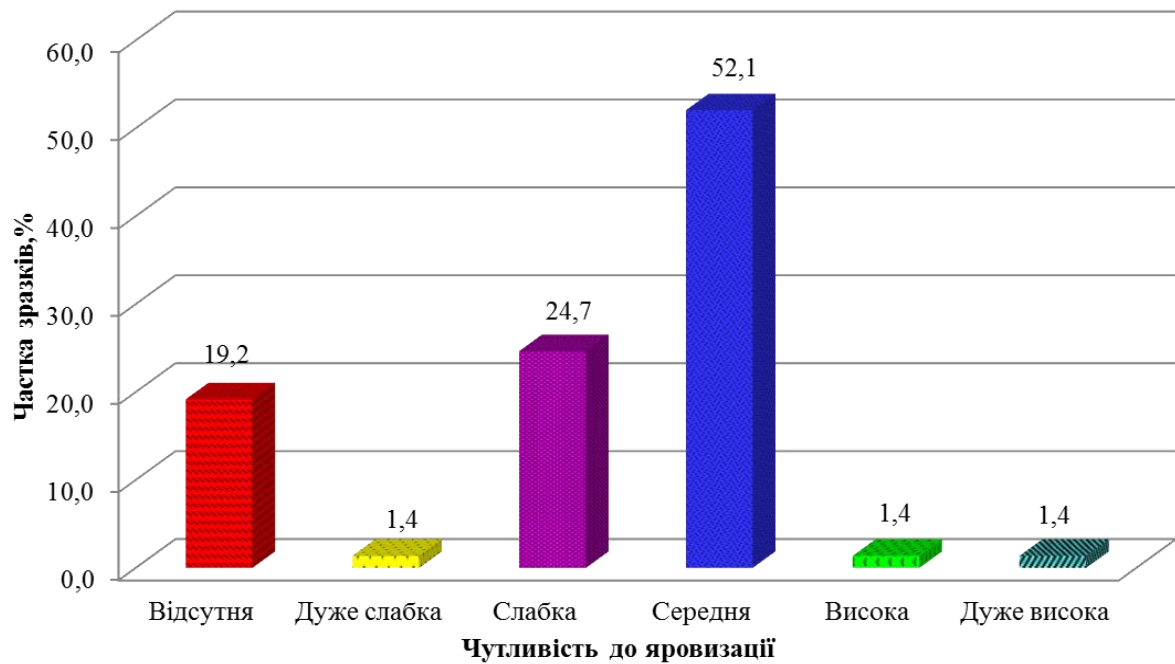


**Рисунок 3.7 – Фенотиповий прояв чутливості до яровизації за різних термінів її штучної тривалості, 2020 р.**

Слід відмітити, що окрім практично рівної кількості нечутливих до яровизації факультативних генотипів як в конкурсному випробуванні, так і колекційному розсаднику, серед селекційних ліній була більша кількість номерів із високою чутливістю (потребою) до яровизації (рис. 3.8, 3.9). Враховуючи значний вплив чутливості до яровизації на загальний адаптивний потенціал ячменю озимого [42–68], буде повторно проведено дані дослідження та визначено зв'язки цієї ознаки з іншими цінними господарськими ознаками.



**Рисунок 3.8 – Розподіл селекційних ліній ячменю за чутливістю до яровизації, 2020 р.**



**Рисунок 3.9 – Розподіл колекційних зразків ячменю за чутливістю до яровизації, 2020 р.**

### Цитовані джерела

1. Dawson I. K., Russell J., Powell W. et al. Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytol.* 2015. V. 206, No. 3. P. 913–931.
2. Fowler D. B., Breton G., Limin A. E. et al. Photoperiod and temperature interactions regulate lowtemperature-induced gene expression in barley. *Plant Physiol.* 2001. V. 127, No. 4. P. 1676–1681.
3. von Zitzewitz J., Szucs P., Dubcovsky J. et al. Molecular and structural characterization of barley vernalization genes. *Plant Mol. Biol.* 2005. V. 59, No. 3. P. 449–467.
4. Janmohammadi M. Cold acclimation and vegetative/reproductive transition in winter cereals. *Albanian J.*

*Agric. Sci.* 2012. V. 11, No. 4. P. 199–205.

5. Rizza F., Pagani D., Gut M. et al. Diversity in the response to low temperature in representative barley genotypes cultivated in Europe. *Crop Sci.* 2011. V. 51, No. 6. P. 2759–2779.
6. Dawson I. K., Russell J., Powell W. et al. Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytol.* 2015. V. 206, No. 3. P. 913–931.
7. Hayes P. M., Blake T., Chen T. H. H. et al. Quantitative trait loci on barley (*Hordeum vulgare* L.) chromosome 7 associated with components of winterhardiness. *Genome.* 1993. V. 36, No. 1. P. 66–71.
8. Francia E., Rizza F., Cattivelli L. et al. Two loci on chromosome 5H determine low-temperature tolerance in a 'Nure' (winter) × 'Tremois' (spring) barley map. *Theor. Appl. Genet.* 2004. V. 108, No. 4. P. 670–680.
9. Skinner J. S., von Zitzewitz J., Szucs P. et al. Structural, functional, and phylogenetic characterization of a large *CBF* gene family in barley. *Plant Mol. Biol.* 2005. V. 59, No. 4. P. 533–551.
10. Galiba G., Vágújfalvi A., Li C. et al. Regulatory genes involved in the determination of frost tolerance in temperate cereals. *Plant Science.* 2009. V. 176, No. 1. P. 12–19.
11. Francia E., Barabaschi D., Tondelli A. et al. Fine mapping of a *HvCBF* gene cluster at the frost resistance locus *Fr-H2* in barley. *Theor. Appl. Genet.* 2007. V. 115, No. 8. P. 1083–1091.
12. Tondelli A., Francia E., Barabaschi D. et al. Mapping regulatory genes as candidates for cold and drought stress tolerance in barley. *Theor. Appl. Genet.* 2006. V. 112, No. 3. P. 445–454.
13. Knox A. K., Dhillon T., Cheng H. et al. *CBF* gene copy number variation at *Frost Resistance-2* is associated with levels of freezing tolerance in temperate-climate cereals. *Theor. Appl. Genet.* 2010. V. 121, No. 1. P. 21–35.
14. Zhou M. Q., Shen C., Wu L. H. et al. *CBF*-dependent signaling pathway: a key responder to low temperature stress in plants. *Crit. Rev. Biotechnol.* 2011. V. 31, No. 2. P. 186–192.
15. Kurepin L. V., Dahal K. P., Savitch L. V. et al. Role of *CBFs* as integrators of chloroplast redox, phytochrome and plant hormone signaling during cold acclimation. *Int. J. Mol. Sci.* 2013. V. 14, No. 6. P. 12729–12763.
16. Jeknić Z., Pillman K.A., Dhillon T. et al. *Hv-CBF2A* overexpression in barley accelerates *COR* gene transcript accumulation and acquisition of freezing tolerance during cold acclimation. *Plant Mol. Biol.* 2014. V. 84, No. 1–2. P. 67–82.
17. Stockinger E. J., Skinner J. S., Gardner K. G. et al. Expression levels of barley *Cbf* genes at the *Frost resistance-H2* locus are dependent upon alleles at *Fr-H1* and *Fr-H2*. *Plant J.* 2007. V. 51, No. 2. P. 308–321.
18. von Zitzewitz J., Cuesta-Marcos A., Condon F. et al. The genetics of winterhardiness in barley: perspectives from genome-wide association mapping. *Plant Genome.* 2011. V. 4, No. 1. P. 76–91.
19. Fowler S., Thomashow M. F. Arabidopsis transcriptome profiling indicates that multiple regulatory pathways are activated during cold acclimation in addition to the *CBF* cold response pathway. *Plant Cell.* 2002. V. 14, No. 8. P. 1675–1690.
20. Dhillon T., Morohashi K., Stockinger E.J. *CBF2A-CBF4B* genomic region copy numbers alongside the circadian clock play key regulatory mechanisms driving expression of *FR-H2 CBFs*. *Plant Mol. Biol.* 2017. V. 94, No. 3. P. 333–347.
21. Gierczik K., Novák A., Ahres M. et al. Circadian and light regulated expression of *CBFs* and their upstream signalling genes in barley. *Int. J. Mol. Sci.* 2017. V. 18, No. 8. pii: E1828. doi: 10.3390/ijms18081828.
22. Fisk S. P., Cuesta-Marcos A., Cistué L. et al. *FR-H3*: a new QTL to assist in the development of fall-sown barley with superior low temperature tolerance. *Theor. Appl. Genet.* 2013. V. 126, No. 2. P. 335–347.
23. Skinner J. S., Szucs P., von Zitzewitz J. et al. Mapping of barley homologs to genes that regulate low temperature tolerance in Arabidopsis. *Theor. Appl. Genet.* 2006. V. 112, No. 5. P. 832–842.
24. Visioni A., Tondelli A., Francia E. et al. Genome-wide association mapping of frost tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). *BMC Genomics.* 2013. V. 14: 424. doi: 10.1186/1471-2164-14-424.
25. Zhu B., Choi D.-W., Fenton R., Close T. J. Expression of the barley dehydrin multigene family and the development of freezing tolerance. *Mol. Gen. Genet.* 2000. V. 264, No. 1–2. P. 145–153.
26. Holková L., Mikulková P., Hrstková P. et al. Allelic variations at *Dhn4* and *Dhn7* are associated with frost tolerance in barley. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2010. V. 46, No. 4. P. 149–158.
27. Kosova K., Holkova L., Prasil I. T. et al. Expression of *dehydrin 5* during the development of frost tolerance in barley (*Hordeum vulgare*). *J. Plant Physiol.* 2008. V. 165, No. 11. P. 1142–1151.
28. Kosová K., Vítámvás P., Prášil I. T. Expression of dehydrins in wheat and barley under different temperatures. *Plant Sci.* 2011. V. 180, No. 1. P. 46–52.
29. Vasylykivskiy S., Gudzenko V. Winter barley selection in steady grain production provision in the Central Forest-steppe of Ukraine. *Агробіологія.* 2017. № 1. С. 25–33.
30. Литвиненко М. А. Розвиток програм селекції пшениці озимої м'якої і твердої в Селекційно-генетичному інституті – НЦНС. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки : міжнародна науково-практична конференція, присвячена 110-річчю від дня народження академіка-селекціонера Василя Миколайовича Ремесла: усна доповідь на пленарній частині (с. Центральне, 20 жовтня 2017 р.).
31. Пшениця озима. Метод визначання морозостійкості сортів : ДСТУ 4749 : 2007; В. В. Кириченко, В. П. Петренко, Н. І. Рябчун [та ін.]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 7 с.

32. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Хоменко Л. О. Оптимізація підходів щодо оцінки морозостійкості селекційного матеріалу ячменю озимого. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 56–68.
33. Хоменко Л. О. Прояв і успадкування ознаки морозостійкості та її використання в селекції пшениці м'якої озимої: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 – селекція і насінництво. Київ, 2012. 20 с.
34. Легкун І. Б. Особливості селекції сортів ячменю озимого на стійкість до збудників чорної летючої та твердої видів сажки : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.05 – селекція і насінництво. Одеса, 2015. 20 с.
35. Гаркавий П. Ф. Селекция озимого ячменя на зимостойкость. *Вопросы генетики, селекции и семеноводства : сборник научных трудов*. Одесса : ВСГИ, 1968. С. 80–92.
36. Шеремет О. М. Підсумки селекції озимого ячменю у Селекційно-генетичному інституті за період 1984–2007 рр. *Зб. наук. праць СГІ – НЦНС*. 2014. Вип. 12 (52). С. 96–105.
50. Линчевский А. А. Совершенствование сортов ячменя в процессе селекции. *Сб. науч. трудов ВСГИ*. 1990. С. 5–18.
37. Лінчевський А. А. Нові завдання і шляхи їх вирішення в селекції озимого та ярого ячменю. Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України : зб. наук. праць. Одеса, 1996. С. 21–27.
38. Шеремет А. М. Селекция сортов-двуручек на широкую адаптацию. Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів селекційно-генетичного інституту в умовах України : зб. наук. праць. Одеса, 1996. С. 28–40.
39. Casao M. C., Igartua E., Karsai I. et al. Introgression of an intermediate VRNH1 allele in barley (*Hordeum vulgare* L.) leads to reduced vernalization requirement without affecting freezing tolerance. *Mol. Breed.* 2011. V. 28, No. 4. P. 475–484.
40. Hayes P. M., Chen F. Q., Corey A. et al. The Dicktoo × Morex population: a model for dissecting components of winterhardiness in barley. In *Plant Cold Hardiness*. New York : Plenum Press, 1997. P. 77–87.
41. Deng W., Casao M. C., Wang P. et al. Direct links between the vernalization response and other key traits of cereal crops. *Nature Communication*. 2015. 6 : 5882. doi: 10.1038/ncomms6882
42. Takahashi R., Yasuda S. Genetics of earliness and growth habit in barley. In: *Barley Genetics II*. Proceedings of the Second International Barley Genetics Symposium. Washington State University Press, Pullman, WA, 1971. P. 388–408.
43. Лінчевський А. А. 95 років селекції ячменю в селекційно-генетичному інституті. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2012. Вип. 20 (60). С. 66–83.
44. Szucs P., Skinner J. S., Karsai I. et al. 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. V. 277, No. 3. P. 249–261.
45. Fu D. L., Szucs P., Yan L. L. et al. Large deletions within the first intron in *VRN-1* are associated with spring growth habit in barley and wheat. *Mol. Genet. Genomics*. 2005. V. 273, No. 1. P. 54–65.
46. Trevaskis B., Bagnall D. J., Ellis M. H. et al. MADS box genes control vernalization-induced flowering in cereals. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2003. V. 100, No. 22. P. 13099–13104.
47. Yan L., Loukoianov A., Tranquilli G. et al. Positional cloning of the wheat vernalization gene *VRN1*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2003. V. 100, No. 10. P. 6263–6268.
- 142
48. Danyluk J., Kane N. A., Breton G. et al. *TaVRT-1*, a putative transcription factor associated with vegetative to reproductive transition in cereals. *Plant Physiol.* 2003. V. 132, No. 4. P. 1849–1860.
49. Fu D. L., Szucs P., Yan L. L. et al. Large deletions within the first intron in *VRN-1* are associated with spring growth habit in barley and wheat. *Mol. Genet. Genomics*. 2005. V. 273, No. 1. P. 54–65.
50. Yan L. L., Loukoianov A., Blechl A. et al. The wheat *VRN2* gene is a flowering repressor downregulated by vernalization. *Science*. 2004. V. 303, Iss. 5664. P. 1640–1644.
51. Karsai I., Szücs P., Mészáros K. et al. The *Vrn-H2* locus is a major determinant of flowering time in a facultative x winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theor. Appl. Genet.* 2005. V. 110, No. 8. P. 1458–1466.
52. Casao M. C., Igartua E., Karsai I. et al. Introgression of an intermediate *VRNH1* allele in barley (*Hordeum vulgare* L.) leads to reduced vernalization requirement without affecting freezing tolerance. *Mol. Breed.* 2011. V. 28, No. 4. P. 475–484.
53. Dubcovsky J., Chen C. L., Yan L. L. Molecular characterization of the allelic variation at the *VRN-H2* vernalization locus in barley. *Mol. Breed.* 2005. V. 15, No. 4. P. 395–407.
54. Karsai I., Szücs P., Mészáros K. et al. The *Vrn-H2* locus is a major determinant of flowering time in a facultative x winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theor. Appl. Genet.* 2005. V. 110, No. 8. P. 1458–1466.
55. Kóti K., Karsai I., Szücs P. et al. Validation of the two-gene epistatic model for vernalization response in a winter × spring barley cross. *Euphytica*. 2006. Vol. 152, No. 1. P. 17–24.
56. Trevaskis B., Hemming M. N., Peacock W. J., Dennis E. S. *HvVRN2* responds to daylength, whereas *HvVRN1* is regulated by vernalization and developmental status. *Plant Physiol.* 2006. V. 140, No. 4. P. 1397–1405.
57. Cockram J., Chiapparino E., Taylor S. A. et al. 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. V. 115, No. 7. P. 993–1001.

58. Trevaskis B., Hemming M. N., Dennis E. S., Peacock W. J. The molecular basis of vernalization induced flowering in cereals. *Trends Plant Sci.* 2007. V. 12, No. 8. P. 352–357.
59. Hemming M. N., Peacock W. J., Dennis E. S., Trevaskis B. Low-temperature and daylength cues are integrated to regulate *FLOWERING LOCUS T* in barley. *Plant Physiol.* 2008. V. 147, No. 1. P. 355–366.
60. Turner A., Beales J., Faure S. et al. The pseudo-response regulator *Ppd-H1* provides adaptation to photoperiod in barley. *Science.* 2005. V. 310, Iss. 5750. P. 1031–1034.
61. Yan L., Fu D., Li C., Blechl A. et al. The wheat and barley vernalization gene *VRN3* is an orthologue of *FT*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2006. V. 103, No. 51. P. 19581–19586.
62. Arifuzzaman Md., Günal S., Bungartz A. et al. Genetic mapping reveals broader role of *Vrn-H3* gene in root and shoot development beyond heading in barley. *PLoS ONE.* 2016. V. 11, No. 7: e0158718. doi: 10.1371/journal.pone.0158718
63. Bastow R., Mylne J.S., Lister C. et al. Vernalization requires epigenetic silencing of *FLC* by histone methylation. *Nature.* 2004. V. 427, No. 6970. P. 164–167.
64. Sung S., Amasino R. M. Vernalization and epigenetics: how plants remember winter. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2004. V. 7, No. 1. P. 4–10.
65. Alexandre C., Hennig L. *FLC*-independent vernalization responses. *Int. J. Plant Dev. Biol.* 2007. V. 1, No. 2. P. 202–211.
66. Alexandre C. M., Hennig L. *FLC* or not *FLC*: the other side of vernalization. *J. Exp. Bot.* 2008. V. 59, No. 6. P. 1127–1135.
67. Oliver S. N., Finnegan E. J., Dennis E. S. et al. Vernalization-induced flowering in cereals is associated with changes in histone methylation at the *VERNALIZATION1* gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2009. V. 106, No. 20. P. 8386–8391
68. Zografos B. R., Sung S. Vernalization-mediated chromatin changes. *J. Exp. Bot.* 2012. V. 63, No. 12. P. 4343–4348.
69. Faure S., Higgins J., Turner A., Laurie D. A. The *FLOWERING LOCUS T*-like gene family in barley (*Hordeum vulgare*). *Genetics.* 2007. V. 176, No. 1. P. 599–609.
70. Kikuchi R., Kawahigashi H., Ando T. et al. Molecular and functional characterization of *PEBP* genes in barley reveal the diversification of their roles in flowering. *Plant Physiol.* 2009. V. 149, No. 3. P. 1341–1353.
71. Karsai I., Szűcs P., Kőszegi B. et al. Effects of photo and thermo cycles on flowering time in barley: a genetical phenomics approach. *J. Exp. Bot.* 2008. V. 59, No. 10. P. 2707–2715.
72. Sasani S., Hemming M. N., Oliver S. N. et al. The influence of vernalization and daylength on expression of flowering-time genes in the shoot apex and leaves of barley (*Hordeum vulgare*). *J. Exp. Bot.* 2009. V. 60, No. 7. P. 2169–2178.
73. Wang G., Schmalenbach I., von Korff M. et al. 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. V. 120, No. 8. P. 1559–1574.
74. Hemming M. N., Trevaskis B. Make hay when the sun shines: the role of MADS-box genes in temperature-dependant seasonal flowering responses. *Plant Sci.* 2011. V. 180, No. 3. P. 447–453.
75. Maurer A., Draba V., Jiang Y. et al. Modelling the genetic architecture of flowering time control in barley through nested association mapping. *BMC Genomics.* 2015. V. 16: 290. doi: 10.1186/s12864-015-1459-7.
76. Rostami Z., Fazeli A., Barary M. Genetic and phenotypic variation for flowering time genes in barley (*Hordeum vulgare*). *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res.* 2015. V. 3, No. 2. P. 112–119.
77. Ejaz M., von Korff M. The genetic control of reproductive development under high ambient temperature. *Plant Physiol.* 2017. V. 173, No. 1. P. 294–306.
78. Campoli C., Drosse B., Searle I. et al. Functional characterisation of *HvCOI*, the barley (*Hordeum vulgare*) flowering time ortholog of *CONSTANS*. *Plant J.* 2012. V. 69, No. 5. P. 868–880.
79. Campoli C., Shtaya M., Davis S.J., von Korff M. Expression conservation within the circadian clock of a monocot: natural variation at barley *Ppd-H1* affects circadian expression of flowering time genes, but not clock orthologs. *BMC Plant Biol.* 2012. V. 12: 97. doi: 10.1186/1471-2229-12-97
80. Alqudah A. M., Sharma R., Pasam R. K. et al. Genetic dissection of photoperiod response based on GWAS of pre-anthesis phase duration in spring barley. *PLoS ONE.* 2014. V. 9, No. 11: e113120. doi: 10.1371/journal.pone.0113120
82. Kusakina J., Rutterford Z., Cotter S. et al. Barley *Hv CIRCADIAN CLOCK ASSOCIATED 1* and *Hv PHOTOPERIOD H1* are circadian regulators that can affect circadian rhythms in arabidopsis. *PLoS ONE.* 2014. V. 10, No. 6: e0127449. doi: 10.1371/journal.pone.0127449
83. Johansson M., Staiger D. Time to flower: interplay between photoperiod and the circadian clock. *J. Exp. Bot.* 2015. V. 66, No. 3. P. 719–730.
84. Mulki M. A., von Korff M. *CONSTANS* controls floral repression by up-regulating *VERNALIZATION2* (*VRN-H2*) in barley. *Plant Physiol.* 2016. V. 170, No. 1. P. 325–337.
85. Dakhiya Y., Hussien D., Fridman E. et al. Correlations between circadian rhythms and growth in challenging environments. *Plant Physiol.* 2017. V. 173, No. 3. P. 1724–1734.
86. Hemming M. N., Fieg S., Peacock W. J. et al. Regions associated with repression of the barley (*Hordeum vulgare*) *VERNALIZATION1* gene are not required for cold induction. *Mol. Genet. Genomics.* 2009. V. 282, No. 2. P. 107–117.

87. Saisho D., Ishii M., Hori K., Sato K. Natural variation of barley vernalization requirements: implication of quantitative variation of winter growth habit as an adaptive trait in East Asia. *Plant Cell Physiol.* 2011. V. 52, No. 5. P. 775–784.
88. Mohammadi M., Torkamaneh D., Nikkhah H.-R. Correlation of vernalization loci *VRN-H1* and *VRN-H2* and growth habit in barley germplasm. *Int. J. Plant Genomics.* 2013: 924043. doi: 10.1155/2013/924043
89. Benkherbache N., Tondelli A., Djekoune A. et al. Marker characterization of vernalization and lowtemperature tolerance loci in barley genotypes adapted to semi-arid environments. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2016. V. 52, No. 4. P. 157–162.
90. Gol L., Tome F., von Korff M. Floral transitions in wheat and barley : interactions between photoperiod, abiotic stresses, and nutrient status. *J. Exp. Bot.* 2017. V. 68, Iss. 7. P. 1399–1410.
91. Casao C., Karsai I., Igartua E. et al. Adaptation of barley to mild winters: a role for *PPDH2*. *BMC Plant Biol.* 2011. V. 11: 164. doi: 10.1186/1471-2229-11-164.
92. Jones G., Jones H., Charles M. P. et al. Phylogeographic analysis of barley DNA as evidence for the spread of Neolithic agriculture through Europe. *J. Archaeol. Sci.* 2012. V. 39, No. 10. P. 3230–3238.
93. Nishida H., Ishihara D., Ishii M. et al. Phytochrome C is a key factor controlling long-day flowering in barley. *Plant Physiol.* 2013. V. 163, No. 2. P. 804–814.
94. Baloch A. W., Baloch G. A., Mangan B.-N. et al. The effect of *Ppd-H1* gene's SNP 48 marker on heading dates in natural populations of barley from Middle East. *Glob. J. Biodivers. Sci. Manag.* 2013. V. 3, No. 2. P. 233–236.
95. Digel B., Tavakol E., Verderio G. et al. *Photoperiod-H1 (Ppd-H1)* controls leaf size. *Plant Physiol.* 2016. V. 172. P. 405–415.
96. Nakamichi N. Adaptation to the local environment by modifications of the photoperiod response in crops. *Plant Cell Physiol.* 2015. V. 56, No. 4. P. 594–604.
97. Faure S., Turner A. S., Gruszka D. et al. Mutation at the circadian clock gene *EARLY MATURITY 8* adapts domesticated barley (*Hordeum vulgare*) to short growing seasons. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2012. V. 109, No. 21. P. 8328–8333.
98. Deng W., Clausen J., Boden S. et al. Dawn and dusk set states of the circadian oscillator in sprouting barley (*Hordeum vulgare*) seedlings. *PLoS ONE.* 2015. V. 10, No. 6: e0129781. doi: 10.1371/journal.pone.0129781
99. Ford B., Deng W., Clausen J. et al. Barley (*Hordeum vulgare*) circadian clock genes can respond rapidly to temperature in an *EARLY FLOWERING 3*-dependent manner. *J. Exp. Bot.* 2016. V. 67, No. 18. P. 5517–5528.
100. Xia T., Zhang L., Xu J. et al. The alternative splicing of *EAM8* contributes to early flowering and shortseason adaptation in a landrace barley from the Qinghai-Tibetan Plateau. *Theor. Appl. Genet.* 2017. V. 130, No. 4. P. 757–766.
98. Cuesta-Marcos A., Igartua E., Ciudad F. J. et al. Heading date QTL in a spring x winter barley cross evaluated in Mediterranean environments. *Mol. Breed.* 2008. V. 21, No. 4. P. 455–471.
99. Jones H., Leigh F. J., Mackay I. et al. Population-based resequencing reveals that the flowering time adaptation of cultivated barley originated East of the Fertile Crescent. *Mol. Biol. Evol.* 2008. V. 25, No. 10. P. 2211–2219.
100. Cockram J., White J., Leigh F. J. et al. Association mapping of partitioning loci in barley. *BMC Genetics.* 2008. V. 9: 16. doi: 10.1186/1471-2156-9-16 254–264.
101. Hill C. B., Li C. Genetic architecture of flowering phenology in cereals and opportunities for crop improvement. *Front. Plant. Sci.* 2016. V. 7: 1906. doi: 10.3389/fpls.2016.01906
96. Стельмах А. Ф., Лінчевський А. А., Файт В. І. Ідентифікація фізіологічних реакцій початкового розвитку дворучок та озимих генотипів ячменю. *Зб. наук. праць СГП – НЦНС.* 2008. Вип. 12 (52). С. 50–57.
97. Стельмах А. Ф., Линчевский А. А., Файт В. И. Физиолого-генетическая регуляция скорости начального развития ячменем осеннего срока сева. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2017. Т. 21. С. 199–204.
98. Сиволап Ю. М., Бальвінська М. С., Захарова О. О. та ін. Молекулярні маркери у розвитку теорії і практики селекції ячменю. Науково-методичний посібник. Одеса : Астропринт, 2014. 86 с.
99. Линчевский А. А. Совершенствование сортов ячменя в процессе селекции. *Сб. науч. трудов ВСГИ.* 1990. С. 5–18.
100. Лінчевський А. А. Нові завдання і шляхи їх вирішення в селекції озимого та ярого ячменю. *Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України* : зб. наук. праць. Одеса, 1996. С. 21–27.
101. Шеремет А. М. Селекція сортів-двуручок на широку адаптацію. *Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів селекційно-генетичного інституту в умовах України* : зб. наук. праць. Одеса, 1996. С. 28–40.
102. Pinthus M. J. Lodging in wheat, barley and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. *Advances in agronomy.* 1973. V. 25. P. 210-256.
103. Sisler W. W., Olson P. J. A study of methods of influencing lodging in barley and the effect of lodging upon yield and certain quality characteristics. *Scientific Agriculture.* 1951. V. 31. P. 177-186.
104. Caierão E. Effect of induced lodging on grain yield and quality of brewing barley. *Crop breeding and applied biotechnology.* 2006. V. 6. P. 215-221.

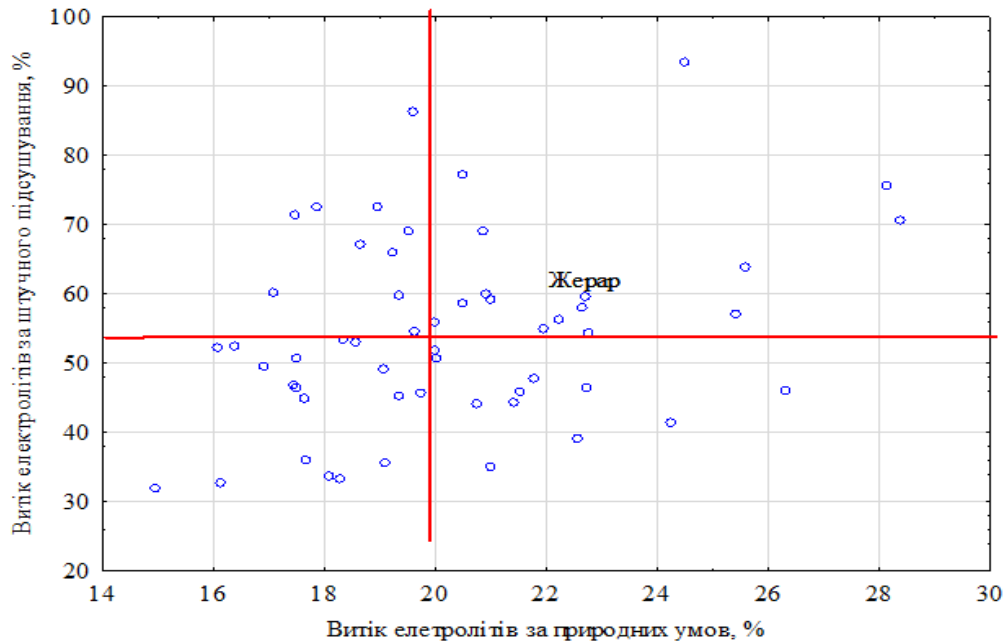
### 3.3 Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за посухостійкістю

Посуха є складним багаторівневим абіотичним стресом, який може мати різний ступінь, тривалість та діяти у різні періоди розвитку рослин. Активація генів, фізіологічні захисні реакції та компенсаторні ефекти рослин у відповідь на стрес також різняться [1–5; 6–12; 7–19]. Тому оцінка толерантності до нестачі вологи та підвищених температур повітря повинна бути максимально всебічною.

Здатність насіння проростати за умов штучної фізіологічної посухи свідчить як про підвищену всмоктуючу силу насіння, що дає можливість поглинути більше води з розчину, так і здатність проростати за дефіциту вологи. Відмічено, що ця властивість сприяє формуванню потужнішої первинної кореневої системи, яка робить вагомий внесок у подальшу стійкість дорослої рослини [14]. Іншим важливим аспектом, що визначає посухостійкість, особливо за раптової сильної дії екстремальних чинників є здатність клітин витримувати зневоднення, тобто витривалість протоплазми до висушування. Пошкодження в цьому випадку перш за все мають прояв у проникності клітинних мембран, що можна визначити за витіканням електролітів.

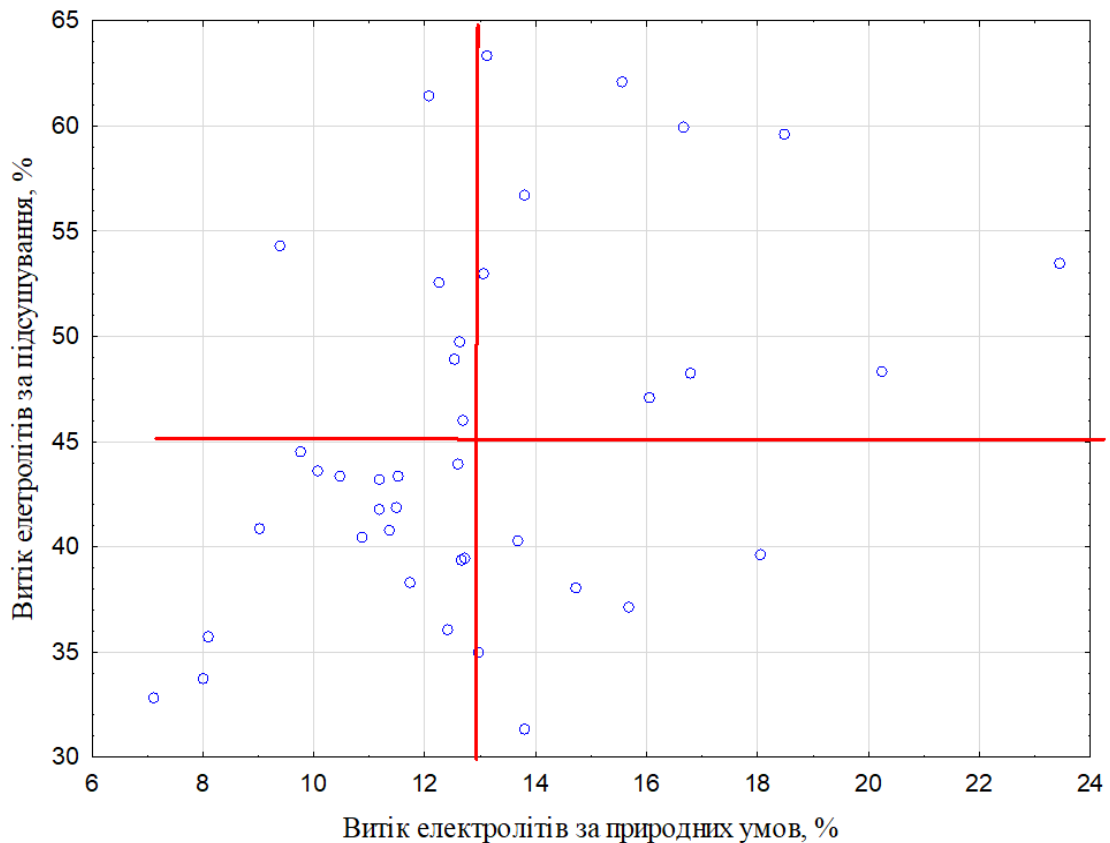
Таким чином, в умовах центральної частини Лісостепу України необхідно поєднувати в генотипі створюваного сорту ячменю озимого високий потенціал урожайності та різні аспекти посухостійкості. У даному напрямі найбільш ефективним є порівняння фізіологічних реакцій та врожайності селекційних ліній у посушливих і зволжених умовах. З метою ефективної диференціації та виокремлення високопродуктивних посухостійких генотипів ячменю в селекційний процес впроваджено системний підхід, що передбачає використання лабораторних (відносна посухо- та жаростійкість), лабораторно-польових (стійкість клітинних мембран (витік електролітів)) методів на різних етапах розвитку рослин.

Диференціацію селекційних ліній ячменю озимого за стійкістю клітин до зневоднення у 2020/21 вегетаційному році провели на основі визначення електропровідності (рис. 3.10). Виділено 18 селекційних ліній (Паллідум 5198, Паллідум 5192, Паллідум 5196, Паллідум 5174, Паллідум 5096, Паллідум 4897 та ін.) з підвищеною посухостійкістю як за природних умов, так і за штучного підсушування. На даному рисунку стійкі селекційні лінії розміщені в нижньому лівому квадраті. Стандарт Жерар потрапив до частини графіка з нижчою стійкістю до зневоднення за обох варіантів досліду.



**Рисунок 3.10 – Диференціація селекційних ліній ячменю озимого за витоком електролітів, 2020/21 р.**

За електролітичного методу оцінювання стійкості до зневоднення з рослинного матеріалу у 2021/22 вегетаційному році, відібраного у полі, середня частка витоку електролітів склала 13,0 %, з коливаннями між лініями від 7,1 % до 23,5 % (рис. 3.11). Середній для усіх селекційних ліній вихід електролітів після додаткового лабораторного підсушування був значно більшим і склав 45,2 % з варіюванням від 31,4 % до 63,3 %. За першого варіанту аналізу (без додаткового підсушування) кращими (з меншим витоком електролітів), або на рівні стандарту (13,0 %) була 31 селекційна лінія. За додаткового підсушування статистично на рівні стандарту (45,2 %) були шість селекційних ліній. Чотири селекційні лінії (Паллідум 5024 (Борисфен / Сейм), Паллідум 4897 (Gulz 6308 / NVW 862 // Миронівський 87) (дворучка), Паллідум 5121 (Ковчег // Миронівський 93 / Манас), Паллідум 5229 (Ковчег / Cartel)) слід виділити як кращі за обох варіантів дослідження. Ще дві селекційні лінії Паллідум 5226 (Борисфен / Миронівський 87 // Maskara), Паллідум 5206 (Паллідум 4773 / Cartel) також виділили за цими показниками, але вони суттєво поступались стандарту та решті селекційних ліній за врожайністю. Загалом слід відмітити, що переважна більшість усіх досліджених селекційних ліній мали високу стійкість до стресів навіть за підсушування (відповідно до шкали градацій за цим методом), оскільки відсоток витоку електролітів у них був меншим 60 %. Лише три лінії характеризувались середньою стійкістю.



**Рисунок 3.11 – Диференціація селекційних ліній ячменю озимого за витоком електролітів, 2021/22 р.: перехресними лініями позначено середню частку витоку електролітів для усієї вибірки за відповідних варіантів дослідів**

### Цитовані джерела

1. Fahad S., Bajwa A. A., Nazir U. et al. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Front. Plant Sci.* 2017. V. 8: 1147.
2. Moustafa E. S. A. Genetic analysis of grain yield and its components in barley under drought stress conditions. *Egypt. J. Plant Breed.* 2014. V. 18, No. 2. P. 211–223.
3. El-Denary M. E., El-Shawy E. E. Molecular and field analysis of some barley genotypes for water stress tolerance. *Egypt. J. Genet. Cytol.* 2014. V. 43, No. 1. P. 187–198.
4. Haddadin M. F. Assessment of drought tolerant barley varieties under water stress. *Int. J. Agric. For.* 2015. V. 5, No. 2. P. 131–137.
5. Al-Abdallat A. M., Karadsheh A., Hadadd N. I. et al. Assessment of genetic diversity and yield performance in Jordanian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces grown under rainfed conditions. *BMC Plant Biol.* 2017. V. 17: 191. doi: 10.1186/s12870-017-1140-1
6. Al Abdallat A. M., Ayad J. Y., Abu Elenein J. M. et al. Overexpression of the transcription factor *HvSNAC1* improves drought tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Mol. Breed.* 2014. V. 33, No. 2. P. 401–414.
7. Chen J., Chang S. X., Anyia A. O. Quantitative trait loci for water-use efficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.) measured by carbon isotope discrimination under rain-fed conditions on the Canadian Prairies. *Theor. Appl. Genet.* 2012. V. 125, No. 1. P. 71–90.
8. Kosová K., Vítámvás P., Urban M. O. et al. Breeding for enhanced drought resistance in barley and wheat – drought-associated traits, genetic resources and their potential utilization in breeding programmes. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2014. V. 50, No. 4. P. 247–261.
9. Wójcik-Jagła M., Rapacz M., Tyrka M. et al. Comparative QTL analysis of early short-time drought tolerance in Polish fodder and malting spring barleys. *Theor. Appl. Genet.* 2013. V. 126, No. 12. P. 3021–3034.
10. Fiust A., Rapacz M., Wójcik-Jagła M., Tyrka M. Development of DArT-based PCR markers for selecting drought-tolerant spring barley. *J. Appl. Genet.* 2015. V. 56, No. 3. P. 299–309.
11. Ogrodowicz P., Adamski T., Mikołajczak K. et al. QTLs for earliness and yield-forming traits in the Lubuski × CamB barley RIL population under various water regimes. *J. Appl. Genet.* 2017. V. 58, No. 1. P. 49–65.

12. Wojcik-Jagła M., Fiust A., Kościelniak J., Rapacz M. Association mapping of drought tolerance-related traits in barley to complement a traditional biparental QTL mapping study. *Theor. Appl. Genet.* 2018. V. 131, No. 1. P. 167-181.
13. Carter A. Y., Hawes M. C., Ottman M. J. Drought-tolerant barley: I. Field observations of growth and development. *Agronomy*. 2019. V. 9: 221. doi:10.3390/agronomy9050221
14. Chloupek O., Dostál V., Sředa T. et al. Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size. *Plant Breed.* 2010. V. 129, No. 6. P. 630–636.
15. Naz A. A., Arifuzzaman M., Muzammil S. et al. Wild barley introgression lines revealed novel QTL alleles for root and related shoot traits in the cultivated barley (*Hordeum vulgare* L.). *BMC Genet.* 2014. V. 15: 107.
16. Kwasniewski M., Daszkowska-Golec A., Janiak A. et al. Transcriptome analysis reveals the role of the root hairs as environmental sensors to maintain plant functions under water-deficiency conditions. *J. Exp. Bot.* 2016. V. 67, No. 4. P. 1079–1094.
17. Ahmed I. M., Nadira U.A., Cao F. et al. Physiological and molecular analysis on root growth associated with the tolerance to aluminum and drought individual and combined in Tibetan wild and cultivated barley. *Planta*. 2016. V. 243, No. 4. P. 973–985.
18. Al Abdallat A. M., Ayad J. Y., Abu Elenein J. M. et al. Overexpression of the transcription factor *HvSNAC1* improves drought tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Mol. Breed.* 2014. V. 33, No. 2. P. 401–414.
19. Pureisa M., Nabipur M., Meskarbashi M. Stem internodes reserves and mobilization of barley genotypes during grain filling under terminal drought. *Intl. J. Agron. Plant Prod.* 2013. V. 4, No. 10. P. 2673–2679.

### 3.4 Характеристика селекційних ліній ячменю озимого за комплексом цінних господарських ознак

Сучасні сорти ячменю озимого повинні характеризуватись поєднанням багатьох цінних господарських ознак (зимостійкість, морозостійкість, посухостійкість, стійкість до вилягання та збудників хвороб, якісні показники зерна, тощо) залежно від напряму використання, екологічних умов вирощування і т. ін. Відповідно до цього, на завершальних етапах селекційного процесу селекційні лінії ячменю озимого проходять комплексне оцінювання.

Слід відмітити, що найбільш характерними особливостями проведення досліджень в польових умовах з ячменем озимим в 2020/21 р. був дуже сильний ступінь вилягання та сильний розвиток борошнистої роси і темно-бурої плямистості листя. Відповідно до цього, на основі оцінок і обліків за стійкістю до вилягання та хвороб, з урахування показників врожайності та інших ознак у випробуваннях попередніх років, вибракувано 31 селекційну лінію. У той же час, практичну комерційну цінність сорт становить лише тоді, коли показники стійкості до найбільш поширених стресових чинників поєднані з достатнім рівнем узагальнюючої інтегральної ознаки – врожайності. В іншому випадку, такі генотипи є лише цінними генетичними джерелами для використання в селекційних програмах для поліпшення відповідних ознак (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2 – Характеристика селекційних ліній ячменю озимого за комплексом цінних ознак, 2020/21 р.**

Шифр	Сорт, номер лінії	YLD	FR_I	FR_II	LE_I	LE_II	LR	PM	SB
G1	Жерап St	6,94	65	80	22,7	59,5	4	5	6
G2	4299*	7,22	41	67	20,5	77,2	6	6	6
G3	5154	5,94	65	75	17,9	72,6	6	5	7
G4	5024	8,22	79	81	19,3	59,9	7	6	7
G5	5041	8,19	68	87	19,6	86,3	6	7	7
G6	5156	7,44	52	75	18,6	67,2	7	7	6
G7	4897	6,58	60	80	20,0	50,8	6	8	6

G8	5096	7,86	80	81	19,1	35,6	6	7	6
G9	5104	8,25	80	82	19,0	72,6	8	7	6
G10	5110	7,97	78	79	20,9	69,1	5	7	6
G11	5121	8,13	45	59	24,5	93,5	7	8	5
G12	5131	7,43	33	71	20,8	44,2	8	7	6
G13	5141	7,81	24	63	22,0	55,1	8	7	5
G14	5142	7,50	66	71	21,0	59,3	7	5	5
G15	5161	6,75	67	72	22,7	58,2	6	5	5
G16	5165	6,63	59	62	19,5	69,1	8	6	5
G17	5170	6,74	54	60	17,5	71,5	9	4	6
G18	5173	8,43	62	93	19,1	49,1	6	6	5
G19	5174	8,05	63	80	17,6	44,9	7	6	7
G20	5182	6,44	53	68	19,3	45,4	4	8	6
G21	5183	6,50	41	64	21,5	46,0	5	7	7
G22	5184	6,72	47	82	17,7	36,0	7	8	6
G23	5189	6,57	78	84	20,5	58,6	6	8	6
G24	5192	7,16	64	82	17,5	46,9	9	7	5
G25	5196	7,62	87	97	17,5	46,6	4	7	6
G26	5198	7,11	70	88	16,9	49,5	6	8	7
G27	5200	7,18	58	86	21,8	47,9	7	8	7
G28	5202	7,76	66	77	25,4	57,1	6	7	6
G29	5203	7,22	50	55	28,4	70,6	7	6	6
G30	5206	8,32	32	57	28,1	75,7	7	6	6
σ	-	0,68	16	11	3,0	14,4	1	1	1

Примітка. YLD – врожайність, т/га; R\_I – частка живих рослин (%) за температури проморожування -14°C, FR\_II – частка живих рослин (%) за температури проморожування -12°C; LE\_I – витік електролітів за природних умов, %; LE\_II – витік електролітів за штучного підсушування, %; LR – стійкість до вилягання, бал; PM – стійкість до борошнистої роси, бал; SB – стійкість до темно-бурої плямистості; σ – середньоквадратичне відхилення; \* – всі лінії різновидності pallidum


Розгорнуту характеристику названих селекційних ліній за цінними господарськими та адаптивними ознаками подано в таблиці 3.3. Слід відзначити, що окрім показників стійкості до основних стресових чинників більшість селекційних ліній перевищували стандарт за масою 1000 зерен. За цією ознакою слід виділити селекційні лінії Паллідум 5202 (42,7 г), Паллідум 5096 (40,6 г), Паллідум 5110 (40,1 г). Вміст білка у зерні виділених селекційних ліній варіював від 11,4 % у Паллідум 5174 до 13,8 % у Паллідум 5173.


**Таблиця 3.3 – Характеристика кращих селекційних ліній ячменю озимого конкурсного випробування, 2020/21 р.**


Сорт, селекційна лінія, походження	Урожайність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Вміст білка, %	Висота рослин, см	Витік електролітів, %		Морозостійкість, %		Стійкість до, бал			Період сходо-колосіння, діб
					природні умови	підсушування	-12 °С	-14 °С	вильгання	борошністої роси	темно-бурої плямистості	
Жерар – St	6,94	35,0	13,3	108	22,7	59,5	80	65	4	5	6	220
Паллідум 5174 Трудівник / Борисфен	8,05	39,8	11,4	98	17,6	44,9	80	63	7	6	7	223
Паллідум 5024 Борисфен / Сейм	8,22	34,6	13,4	104	19,3	59,9	81	79	7	6	7	223
Паллідум 5104 Од. 165 / Манас // Борисфен	8,25	37,0	12,0	103	19,0	72,6	82	80	8	7	6	223
Паллідум 5041 Борисфен / Аполлон	8,19	33,5	12,4	100	19,6	86,3	87	68	6	7	7	223
Паллідум 5173 Паллідум 4976 / Сейм	8,43	39,9	13,8	117	19,1	49,1	93	62	6	6	5	227
Паллідум 5096 Стрімкий / Борисфен	7,86	40,6	13,1	98	19,1	35,6	81	80	6	7	6	224
Паллідум 5110 Ковчег / Сейм // Вугар	7,97	40,1	13,7	109	20,9	69,1	79	78	5	7	6	225
Паллідум 5198 Паллідум 4836 / Паллідум 4735	7,11	36,6	13,5	101	17,5	46,6	88	70	6	8	7	226
Паллідум 5200 Федор / Cartel	7,18	39,7	13,0	118	21,8	47,9	86	58	7	8	7	226
Паллідум 5196 Паллідум 5044 / Cartel	7,62	37,8	11,8	107	17,5	46,6	97	87	4	7	6	219
Паллідум 5202 Cartel / Паллідум 4755	7,76	42,7	13,1	102	25,4	57,1	77	66	6	7	6	219
Паллідум 5192 Паллідум 5040 / Cartel	7,16	36,0	12,0	108	17,5	46,9	82	64	9	7	5	225
Паллідум 5156 HVS 56863 / МИР 92 // Борисфен	7,44	39,4	13,4	102	18,6	67,2	75	52	7	7	6	220
НІР <sub>05</sub>	0,38	0,7	-	6	1,2	2,3	4	6	1	1	1	1

Слід зазначити, що найбільшим вмістом білка серед досліджених у конкурсному випробуванні характеризувалась селекційна лінія Паллідум 5154 – 14,8 %. Однак, вона значно поступалась за врожайністю (5,94 т/га) стандарту та іншим селекційним лініям, а тому може становити цінність лише як джерело білковості. За нижчим рівнем прояву висоти рослин слід відмітити селекційні лінії Паллідум 5174 та Паллідум 5096 (обидві – 98 см). Найбільш високоврожайна селекційна лінія Паллідум 5173 (8,43 т/га) мала висоту 117 см, але в той же час стійкість до вильгання в неї дорівнювала 6 балам. Таким чином, можна припустити, що дана селекційна лінія має досить міцну механічну тканину стебла.

#### 4. Характеристика сортів-інновацій ячменю озимого миронівської селекції

<b>Ячмінь озимий</b>	
<b>MIP Атлас NEW!</b>	
<b>Рік реєстрації 2024 р.</b>	<b>РІК РЕЄСТРАЦІЇ – 2024 Р.</b>
<b>РЕКОМЕНДОВАНИЙ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ У ЛІСОСТЕПУ ТА СТЕПУ УКРАЇНИ</b>	
Різновидність <i>Pallidum</i>	
Середньопізній (тривалість вегетації 251–265 діб)	
Зимостійкість висока (9 балів)	
Високоврожайний – 9,8 т/га	
Короткостебловий – висота рослин 105 см	
Висока стійкість до вилягання – 8-9 балів	
Висока стійкість до обсіпання – 9 балів	
Висока стійкість до посухи – 9 балів	
Стійкість проти борошнистої роси, бурої іржі та гельмінтоспоріозу – 7-9 балів	
Висока зимостійкість – 9 балів	
Вміст білка – до 13,3 %	
Маса 1000 зерен – 47,2-54,3 г	
Зернового та кормового напряму використання	
<b>РІВЕНЬ ВРОЖАЙНОСТІ СОРТУ</b>	
<b>Кіровоградська філія УІЕСР – 8,9 т/га</b>	
<b>Дніпропетровська філія УІЕСР – 9,4 т/га</b>	
<b>Вінницька філія УІЕСР – 8,9 т/га</b>	
<b>Тернопільська філія УІЕСР – 9,6 т/га</b>	
<b>Карлівський відділ Полтавської філії УІЕСР – 10,3 т/га</b>	

<b>Ячмінь озимий</b>	
<b>MPP Strateg NEW!</b>	
<b>Рік реєстрації 2024 р.</b>	<b>РІК РЕЄСТРАЦІЇ – 2024 Р.</b>
<b>РЕКОМЕНДОВАНИЙ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ У ЛІСОСТЕПУ, СТЕПУ ТА ПОЛІССІ УКРАЇНИ</b>	
Різновидність Pallidum	
Середньопізній (тривалість вегетації 251–265 діб)	
Зимостійкість висока (9 балів)	
Високоврожайний – 8,9 т/га	
Короткостебловий – висота рослин 100–110 см	
Висока стійкість до вилягання – 8-9 балів	
Висока стійкість до обсіпання – 9 балів	
Висока стійкість до посухи – 9 балів	
Стійкість проти борошнистої роси, бурої іржі та гельмінтоспоріозу – 7-9 балів	
Висока зимостійкість – 9 балів	
Вміст білка – 13,3 %	
Маса 1000 зерен – 44,7-53,2 г	
Зернового та кормового напряму використання	
<b>РІВЕНЬ ВРОЖАЙНОСТІ СОРТУ</b>	
<b>Дніпропетровська філія УІЕСР – 10,0 т/га</b>	
<b>Кіровоградська філія УІЕСР – 9,5 т/га</b>	
<b>Вінницька філія УІЕСР – 10,4 т/га</b>	
<b>Тернопільська філія УІЕСР – 10,2 т/га</b>	
<b>Івано-Франківська філія УІЕСР – 8,3 т/га</b>	
<b>Волинська філія УІЕСР – 7,9 т/га</b>	

<b>Ячмінь озимий</b>	
<b>МПП Стратег NEW!</b>	
<b>Рік реєстрації 2024 р.</b>	
<b>РІК РЕЄСТРАЦІЇ – 2024 Р.</b>	
<b>РЕКОМЕНДОВАНИЙ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ У ЛІСОСТЕПУ, СТЕПУ ТА ПОЛІССІ УКРАЇНИ</b>	
Різновидність <i>Pallidum</i>	
Середньопізній (тривалість вегетації 251–265 діб)	
Зимостійкість висока (9 балів)	
Високоврожайний – 8,9 т/га	
Короткостебловий – висота рослин 100–110 см	
Висока стійкість до вилягання – 8-9 балів	
Висока стійкість до обсипання – 9 балів	
Висока стійкість до посухи – 9 балів	
Стійкість проти борошнистої роси, бурої іржі та гельмінтоспоріозу – 7-9 балів	
Висока зимостійкість – 9 балів	
Вміст білка – 13,3 %	
Маса 1000 зерен – 44,7-53,2 г	
Зернового та кормового напряму використання	
<b>РІВЕНЬ ВРОЖАЙНОСТІ СОРТУ</b>	
<b>Дніпропетровська філія УІЕСР – 10,0 т/га</b>	
<b>Кіровоградська філія УІЕСР – 9,5 т/га</b>	
<b>Вінницька філія УІЕСР – 10,4 т/га</b>	
<b>Тернопільська філія УІЕСР – 10,2 т/га</b>	
<b>Івано-Франківська філія УІЕСР – 8,3 т/га</b>	
<b>Волинська філія УІЕСР – 7,9 т/га</b>	

## **КОНКУРЕНТНІ ПЕРЕВАГИ НАУКОВОЇ (НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ) ПРОДУКЦІЇ / ПОСЛУГИ У ПОРІВНЯННІ З ІНШИМИ НА РИНКУ.**

Незважаючи на значне розширення площ посіву кукурудзи, соняшнику, сої, ріпаку, ячмінь був, є і залишатиметься однією із стратегічних культур, яка поряд з пшеницею роками вносить вагомий вклад у продовольчу безпеку країни. Як відомо, Україна належить до лідерів ринку зерна, зокрема, і ячменю. Поряд із прогнозованістю рівня врожайності, маємо також залежність від змін природних чинників та цінових коливань. Отже цінним є визначення вектору поведінки у цьому середовищі або формування стратегії конкурентних переваг для досягнення максимального ефекту.

Продукція Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН має низку конкурентних переваг, а саме:

- доступність насінневого матеріалу переважно по всій території України;
- сорти мають підвищену стійкість проти ураження основними патогенами;
- стійкий до вилягання, що важливо для ячменю в цілому;
- сорти високоврожайні, переважна більшість з яких рекомендована до впровадження в різних агроекологічних зонах України;
- характеризуються високою масою 1000 зерен,
- сорти ячменю ярого характеризуються оптимальним поєднанням високим потенціалом врожайності, пивоварних якостей та комплексу інших цінних господарських;

### **Напрямки діяльності:**

- Проведення наукових досліджень в галузі селекції та насінництва зернових культур, а також створення, випробування та впровадження конкурентоспроможної науково-технічної продукції в залежності від агроекологічних умов, її освоєння в підпорядкованих дослідних господарствах різних областей України, здійснення інформаційного забезпечення суб'єктів господарювання аграрної сфери.

### **Надаємо послуги:**

- моніторинг стану посівів сільськогосподарських культур;
- моніторинг фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур;
- визначення біологічної врожайності сільськогосподарських культур;
- підбір сортів сільськогосподарських культур відповідно до умов їх вирощування;

### **Проводимо:**

- науково-практичні семінари та міжнародні конференції, Дні поля, курси з підвищення кваліфікації спеціалістів та керівників господарств;
- навчання спеціалістів агроформувань різних форм власності;
- виступи по радіо, на телебаченні, в періодичних виданнях, соціальних мережах;

- демонстрацію наукових досягнень на міжнародних та Всеукраїнських виставках;

**Консультації з питань:**


- сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- насінництва сільськогосподарських культур;
- системи обробітку ґрунту, удобрення сільськогосподарських культур, інтегрованого захисту від бур'янів, хвороб та шкідників;
- підвищення родючості ґрунту, оптимізації мінерального живлення рослин, раціонального використання органічних добрив;
- оптимізації структури сільськогосподарських угідь і посівних площ;
- механізації виробничих процесів, агрегування, регулювання, технологічних особливостей виконання операцій.

**Виробляємо і реалізуємо:**

- базове та сертифіковане насіння ячменю озимого

**НАША АДРЕСА:**

08853, вул. Центральна 68, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл.,  
МПП НААН, тел. (04574) 74-1-35, E-mail: mwheats@ukr.net;  
<https://www.mip.com.ua>



# МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПШЕНИЦІ ІМЕНІ В.М.РЕМЕСЛА НААН

МИРОНІВСЬКІ СОРТИ -  
ЗАПОРУКА ВАШИХ ВРОЖАЇВ!

**Центральне, Обухівський район,  
Київська область  
e-mail: [mwheats@ukr.net](mailto:mwheats@ukr.net)  
[www.mip.com.ua](http://www.mip.com.ua)**