

Основні напрями та завдання селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України

Гудзенко В. М.*, Васильківський С. П.

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, с. Центральне, Миронівський р-н., Київська обл., 08853, Україна

Надійшла до редакції:
13.10.2016

Погоджено до друку:
06.12.2016

**Кореспондуючий автор:*
e-mail: barleys@mail.ru

Ключові слова:
ячмінь озимий,
селекція, напрями,
завдання, врожайність,
стабільність,
зимостійкість,
посухостійкість,
стійкість до вилягання,
стійкість до хвороб

Мета. Визначити основні напрями та завдання селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, аналітичний, статистичний. **Результати.** Показано недостатню кількість наукових публікацій, щодо розробки і поглиблення теоретичних основ селекції ячменю озимого в Україні, особливо у зоні Лісостепу, за умов змін клімату. На основі власних багаторічних експериментальних досліджень 2003/04–2015/16 рр., які підтверджуються світовими науковими досягненнями, визначено основні напрями та завдання на які першочергово слід спрямувати селекцію ячменю озимого у Центральному Лісостепу України. Аргументовано необхідність цілеспрямованого створення сортів різної інтенсивності і напрямів використання з відповідними якісними показниками: для тваринництва, солодової та харчової промисловості. Виділено основні лімітуючі чинники, які останніми роками мають найсильніший вплив на рівень урожайності ячменю озимого: умови перезимівлі, нерівномірність розподілу опадів, підвищені температури повітря, вилягання, ураження комплексом збудників хвороб. **Висновки.** Необхідна розробка теоретичних основ селекції ячменю озимого за окремими програмами, відповідно до напрямів використання: фуражного, солодового і харчового. У межах вище наведених напрямів слід створювати як інтенсивні, так і універсальні сорти. Основними ознаками сортів ячменю озимого у Лісостепу України повинні бути: високий потенціал продуктивності і її стабільність, зимостійкість, посухостійкість, жаростійкість, стійкість до вилягання, стійкість до борошнистої роси, смугастої, темно-бурої, сітчастої плямистостей та карликової іржі.

Вступ

Значення ячменю як зернової культури багатьох напрямів використання, яка розповсюджена на всіх континентах земної кулі і займає четверте місце після пшениці, рису й кукурудзи у світі важко переоцінити.

Зростання посівних площ ячменю озимого в Україні в цілому, і зокрема в Лісостепу й Поліссі, вимагає створення і впровадження адаптованих до «нових» екологічних умов сортів цієї культури [1]. Іншим вагомим аргументом виступають глобальні зміни клімату і спричинене ними поступове зміщення кліматичних зон України [2]. Останнє призводить до «переформатування» ґрунтових умов певної екологічної зони з нехарактерними для неї погодними умовами і спричинює низку викликів аграрній науці і селекції зокрема, в аспекті адаптації сільськогосподарського виробництва до нових «гібридних» ґрунтово-кліматичних умов.

Виходячи з основоположних основ екологічної генетики щодо тісного зв'язку адаптивного потенціалу сорту з місцем його створення [3–5], очевидно, що на сьогодні необхідним є всебічне вивчення культури ячменю озимого у Лісостепу України, починаючи з селекції сортів і закінчуючи розробкою елементів технології вирощування, які відповідатимуть їх біологічним особливостям і гармоніюватимуть з ґрунтовими та погодними умовами екологічної зони.

Ячмінь озимий на сьогодні все більше потрапляє в поле зору науковців та виробників у тих частинах земної кулі де є можливість його вирощувати [6–12]. Очевидно, що це пов'язано з низкою біологічних та господарських переваг озимого типу розвитку, порівняно з ярим. Як

приклад, збільшення площ посіву ячменю озимого порівняно з ячменем ярим, на початку 80-х рр. XX ст. стало одним з вагомих чинників суттєвого зростання врожайності та валових зборів зерна у Франції [13].

В Україні успішна селекційна робота з ячменем озимим проводиться в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства і сортовивчення НААН (Південний Степ) і Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН (Центральний Лісостеп). У Степу селекція ячменю озимого базується на теоретичних основах і практичних досягненнях видатного селекціонера П. Х. Гаркавого [14, 15], продовженої його учнями, академіком А. А. Лінчевським та О. М. Шереметом [16–18]. А. А. Лінчевським теоретично поглиблено фізіологічні аспекти селекції ячменю на адаптивність, зокрема використання фотоперіодичної чутливості, фотосинтетичної активності, ізоферменту супероксиддисмутази та ін. [19].

У Миронівському інституті пшениці наукова селекція ячменю озимого розпочата у 1971 р. і була зосереджена в першу чергу на підвищенні врожайності і зимостійкості. У цьому напрямі в 70–80 рр. XX ст. розгорнута широка міждержавна програма з вченими Німеччини (Інститут зернових культур Бернбург-Хадмерслебен). Створений у результаті реалізації цієї співпраці селекційний матеріал став основою для виведених у подальшому сортів ячменю озимого [20].

Водночас доводиться констатувати практичну відсутність, останніми роками, ґрунтовних досліджень щодо розробки теоретичних основ селекції ячменю озимого в Україні, особливо за умов глобальних змін клімату.

Тому актуальним завданням на сьогодні є дослідження щодо підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сортів ячменю озимого у Лісостепу України. Початковим етапом є визначення основних реальних проблем, що мають місце в конкретних екологічних умовах і на вирішення яких першочергово повинні бути спрямовані селекційні зусилля.

Мета досліджень – на основі власних багаторічних експериментальних досліджень та аналізу літературних джерел визначити основні напрями та завдання селекції ячменю озимого за умов змін клімату в Центральному Лісостепу України.

Матеріали і методика досліджень

Експериментальні дослідження проведені в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) у 2003/04–2015/16 рр. Об'єкт дослідження – зразки світового генофонду, селекційний матеріал різних ланок селекції МІП. Дослідження проведені у відповідності до загальноприйнятих методик [21, 22].

Результати досліджень

Загальновідомо, що сорт рослин є складною, багатофункціональною відкритою біологічною системою. У господарському аспекті він повинен поєднувати максимально можливу кількість позитивних ознак і властивостей які забезпечують формування високого рівня врожайності при відповідній якості продукції. Автори усвідомлюють, що детально розглянути всі характеристики сорту в одній публікації є неможливим. До того ж перелік ознак і властивостей якими повинен характеризуватися сорт суттєво варіює залежно від екологічних умов вирощування. Саме тому, нижче коротко розглянуті проблеми які мали найбільш виражений рівень прояву протягом останніх 13 років у Центральному Лісостепу України.

Напрями створення (використання) сортів ячменю озимого

Кожна селекційна програма повинна розпочинатись з чіткого розуміння того для яких цілей буде використано її результати. Зерно ячменю є унікальним продуктом, який має різностороннє використання в різних галузях, але абсолютна більшість валового збору використовується на зернофураж, а також для солодощення і харчової промисловості [23].

Враховуючи лідируючі позиції України у світовому балансі виробництва зерна ячменю, необхідною є селекція за усіма цими напрямками. Безумовно основним напрямом створення сортів ячменю озимого у Лісостепу України на сьогодні є зернофуражний. Однак у цьому аспекті маєтись на увазі спрямоване створення сортів з поліпшеними кормовими параметрами.

Як негативний приклад можна навести аналогію для ячменю ярого: до фуражних автоматично відносять сорти, які «не проходять» за пивоварними показниками. Звичайно, це не є науковим підходом. Тому в напрямі фуражних сортів необхідно значну увагу приділяти якісним показникам зерна.

Щодо створення озимих пивоварних сортів ячменю, то в Україні питання взагалі донедавна не піднімалось. Водночас саме виробництво ставить вимоги перед селекціонерами. На сьогодні одна з провідних пивоварних компаній України ПАТ «Оболонь» вирощує зерно, виготовляє солод та варить пиво також з сорту ячменю озимого селекції фірми KWS – Wintmalt. Це вказує на необхідність проведення селекції і в цьому напрямі. Окрім вищезгаданого сорту, в США та Західній Європі виведена ціла низка сортів ячменю озимого з високими пивоварними якостями [24–25].

В Україні роботи по створенню спеціальних голозерних харчових сортів ячменю озимого лише розпочаті [26]. Однак даний напрям набуває все більшого розмаху у світі, що пов'язано з цілющим впливом продуктів харчування виготовлених з ячменю для людського здоров'я [28–30]. У Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН для створення голозерних сортів ячменю озимого використовуємо геноплазму ячменю ярого. В цілому слід відмітити, що враховуючи наявність селекційних програм ячменю ярого та озимого в МІП, є змога використовувати переваги кожного типу розвитку і переносити необхідні ознаки з ячменю ярого в озимий, і навпаки [31].

Наведені вище напрями використання сортів визначають і відповідний перелік якісних параметрів зерна. Більшість з них (уміст та амінокислотний склад білка, уміст β -глюкану, уміст і тип крохмалю та ін.) для сортів харчового і кормового напрямів мають бути у якісному виразі абсолютно протилежними по відношенню до пивоварних [32, 33].

У рамках наведених напрямів селекції за кінцевим використанням, слід також виділити створення технологічно орієнтованих сортів залежно від майбутньої технології вирощування. Це є сорти інтенсивного типу, які можуть реалізовувати свій потенціал лише за інтенсивного технологічного забезпечення. Інша група – універсальні сорти, які мають також досить високий рівень врожайності, але водночас є більш стабільними і менш вимогливими до технології вирощування [34]. Враховуючи сьогоднішнє, створення лише одного типу сортів за технологічною спрямованістю є невиправданим. Центральна частина Лісостепу України у низці років сприяє реалізації потенціалу інтенсивних сортів. Селекція в цьому напрямі є необхідною як в господарському плані, так і для конкурування з сортами ячменю озимого Західноєвропейської селекції, які в останні п'ять років активно реєструються в Україні [35].

Водночас суб'єктивні господарсько-економічні негаразди сьогоднішнього дня внаслідок порушення сівозмін, низького технологічного та технічного забезпечення вирощування ячменю у низці господарств вимагають також створення й універсальних сортів. Можливість створення сортів з різною ефективністю використання технологічних аспектів, зокрема засвоєння макро- та мікроелементів, селекційним шляхом абсолютно доведена [36, 37].

Слід відмітити, що враховуючи кардинально різні завдання пов'язані з реалізацією вищенаведених напрямів, повна схема селекційного процесу по кожному з них (якісних та технологічних) повинна проводитись окремо, починаючи з оцінки і створення вихідного матеріалу, і закінчуючи остаточною оцінкою селекційних ліній, які передаватимуться на державне сортовипробування. Іншими словами по кожному з напрямів повинні бути розроблені теоретичні основи та окремі селекційні програми з цілеспрямованого створення сортів відповідного використання.

Не слід також відкидати і необхідність створення, за наведеними вище напрямами, окрім типово озимих сортів, також і сортів альтернативного типу розвитку (дворучок). Дана біологічна група має низку переваг, а тому селекційно-генетичні дослідження в цьому напрямі також необхідні. Селекція сортів дворучок ячменю традиційно потужно ведеться на півдні України [38]. Фактичним підтвердженням можливості створення універсальних сортів альтернативного типу розвитку адаптованих до умов Лісостепу України є сорти виведені в Миронівському інституті пшениці – 'Сейм', 'Тутанхамон'. Прикладом можливості створення зимостійких, як озимих так і сортів альтернативного типу розвитку з високими пивоварними якостями є селекційні розробки американських вчених Орегонського університету [39, 40].

Продуктивність та стабільність сортів

Незалежно від наведеного вище напряму використання чи інтенсивності, кожен сорт повинен характеризуватись високим потенціалом продуктивності й адаптивності, зумовленої гомеостазом організму, що детермінується генетичним захистом від прямої чи опосередкованої дії несприятливих абіотичних та біотичних чинників.

Врожайність безумовно є одним з основних критеріїв господарської оцінки сорту. Водночас важливою є не лише потенційно висока врожайність сорту, але і не менш важливим є її стабільний рівень прояву у різні за погодними умовами роки (вузька адаптація), або різних екологічних зонах (широка адаптація). Враховуючи значну географічну територію, яку займає Україна і як наслідок цього мінливість екологічних зон і підзон, більш реальною є пристосованість до певних екологічних умов. Хоча повністю виключати можливість створення сортів адаптованих до різних умов також не слід. Проте максимальну віддачу все ж слід очікувати від сортів які здатні використовувати екологічні ресурси конкретної екологічної зони. Тоді як наведені в таблиці 1 дані свідчать про значну мінливість погодних умов навіть в межах однієї зони. Таким чином, питання підвищення і стабілізації врожайності повинні розглядатись в комплексі. Це вимагає необхідності поєднання в одному генотипі цілої низки адаптивних ознак і властивостей.

Таблиця 1

**Кількість опадів та середньодобова температура повітря у міжфазні періоди вегетації
ячменю озимого (МІП, середнє 2003/04–2015/16 рр.)**

| Показники | Кількість опадів, мм | | | | | | Середньодобова температура повітря, С° | | | | |
|-------------|----------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|------------|-------------|-------------|-------------|
| | ССх | СхП | ПВ | ВК | КД | СД | ССх | СхП | ПВ | ВК | КД |
| X | 16,2 | 40,0 | 176,8 | 59,9 | 107,2 | 400,2 | 10,7 | 6,9 | -1,5 | 12,0 | 19,2 |
| <i>min</i> | 0,0 | 5,8 | 54,3 | 6,1 | 63,2 | 262,9 | 7,2 | 4,2 | -4,5 | 9,8 | 16,8 |
| <i>max</i> | 70,4 | 112,0 | 344,9 | 131,3 | 196,3 | 568,0 | 16,7 | 9,2 | 0,1 | 15,8 | 21,9 |
| R (max-min) | 70,4 | 106,2 | 290,6 | 125,2 | 133,1 | 305,1 | 9,5 | 5,0 | 4,6 | 6,0 | 5,1 |

Примітка: тут і далі: ССх – сівба-сходи; СхП – сходи-припинення вегетації; ПВ – припинення-відновлення вегетації; ВК – відновлення вегетації-колосіння; СхК – сходи-колосіння; КД – колосіння-дозрівання; СхД – сходи-дозрівання; СД – сівба-дозрівання; X, min, max – середнє, мінімальне і максимальне значення відповідно; R (max-min) – розмах варіювання.

Реалізація потенціальної продуктивності генотипу залежить від ступеня оптимізації умов проходження етапів органогенезу, на кожному з яких створюється база для успішного проходження наступного етапу. Практично дуже рідко буває так, що в одному місці вирощування діапазони життєво важливих факторів співпадають з оптимальними умовами, характерними для рослин ячменю. Найчастіше хоча би один фактор буде лімітуючим. Дія лімітуючого фактора на продукти генів (білків-ферментів) є епігенетичною, яка змінює ступінь фенотипового прояву конкретних ознак.

Прикладом впливу погодних умов року на формування врожайності та вагомого вкладу генотипу у її рівні прояву є дані результатів 13-річних досліджень 29 сортів ячменю озимого різних періодів селекційної роботи. Помітно чітку різницю між максимальною і мінімальною врожайністю у кожному році, залежно від генотипу, в межах 1,5 т/га, а в окремі роки й до 3,0 т/га (рис. 1).

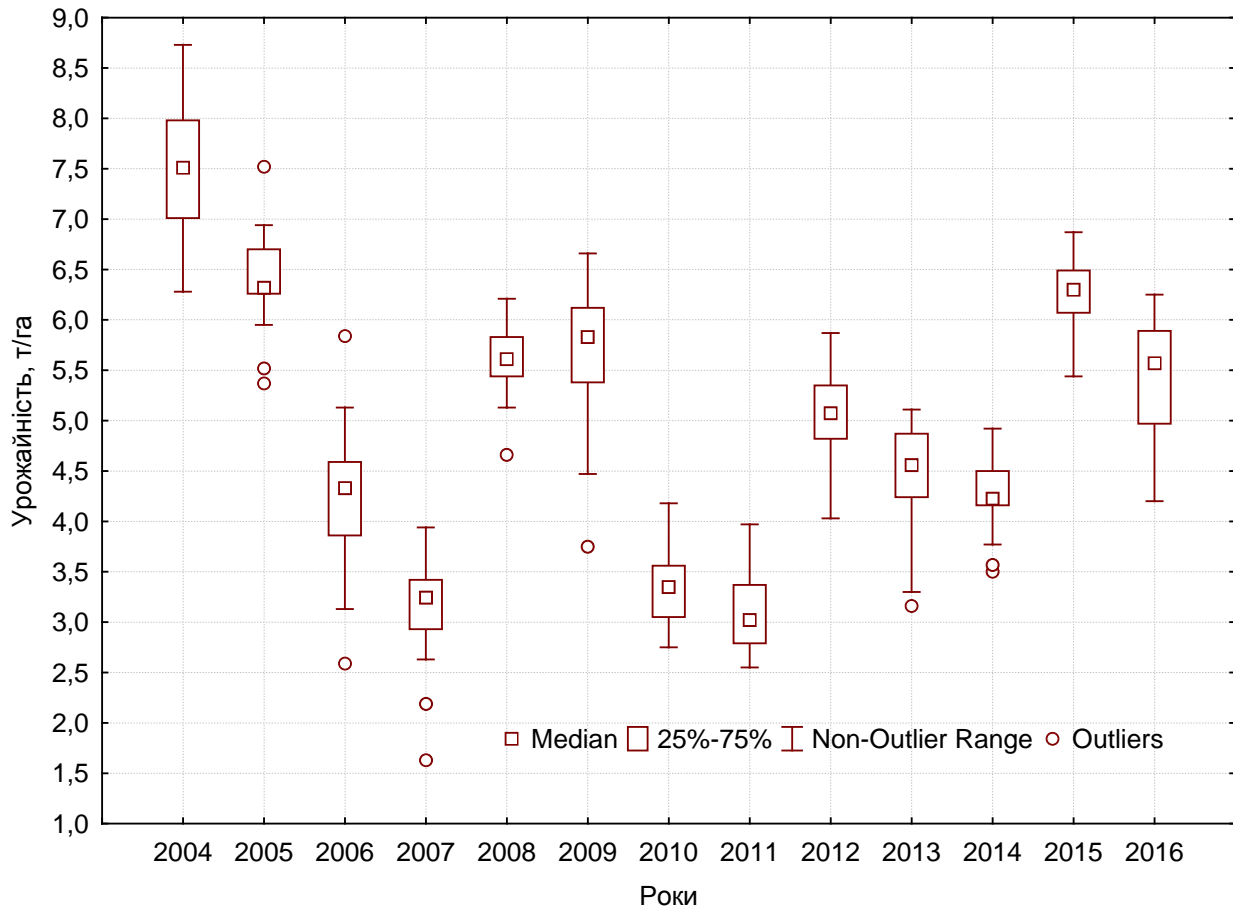


Рис. 1. Рівень прояву врожайності ячменю озимого залежно від умов року

Експериментальні дослідження переконливо свідчать про необхідність (і можливість) не лише підняття максимального потенціалу врожайності сорту, а й мінімального її рівня прояву за дії несприятливих чинників. Стабілізація врожайності тісно пов'язана з розглянутими нижче ознаками і властивостями.

Зимостійкість

Зимостійкість для будь-якої озимої культури, є одним з найбільш визначальних складових адаптивного потенціалу, оскільки, результати слабкої перезимівлі складно компенсувати, а у випадку сильного зрідження посівів чи повної загибелі рослин, взагалі неможливо. Зимостійкість ячменю озимого комплексна ознака, яка включає здатність рослин витримувати дію різних чинників: низьких температур, випрівання, вимокання, льодової кірки та ін. [41].

Потенціал морозостійкості ячменю озимого й до сьогодні залишається суттєво нижчим, ніж у інших зернових колосових – пшениці, жита та тритикале. Однак проведені нами дослідження вказують, що незважаючи на в цілому низький філогенетичний «пори́г» температури вимерзання (за узагальненими даними близько -14°C на вузлі кушніня) комерційні сорти та зразки генофонду ячменю озимого суттєво різняться за рівнем морозостійкості [42]. Тому зразки з суттєво нижчою морозостійкістю не використовуємо в секційному процесі, або якщо вони є носіями інших унікальних ознак, обов'язково комбінуємо їх з морозостійкими компонентами схрещувань з послідуною перевіркою поколінь за морозостійкістю.

Тотальна загибель ячменю озимого в умовах МІП відмічено зимою 2002/03 р., коли вимерзання в Україні мало катастрофічні наслідки навіть для пшениці озимої. Після цього, до теперішнього часу, в умовах МІП вимерзання сортів власної селекції не відмічали. Натомість показовою щодо рівня зимостійкості окремих генотипів є перезимівля 2009/10 та 2010/11 рр. Так, у 2009/10 р. серед висіяних 320 зразків перезимували лише 93 (29,1 %), а в 2010/11 р. із висіяних 912 номерів на весну залишилось 149 (16,3 %).

Здатність до перезимівлі ячменю озимого регулюється взаємодією трьох фізіолого-генетичних систем – стійкості до низьких температур, фотоперіодичної та яровизаційної

чутливості. Аналіз наукових публікацій останніх років та виділених різними дослідниками генетичних моделей чутливості до яровизації, фотоперіоду та стійкості до низьких температур, свідчать про складність цього взаємозв'язку [43–48]. Однак, як відмічалось, вони вносять значний вклад в адаптивний потенціал ячменю озимого. Тому селекціонер повинен оперувати названими системами і комбінувати їх оптимальне співвідношення при створенні сорту. На сьогодні в Україні робота з ячменем у цьому напрямі проводиться лише фрагментарно на обмеженій кількості генотипів [49]. Не достатньо досліджено як світову колекцію, так і селекційний матеріал. Враховуючи важливість даних напрямів, особливо в умовах змін клімату, нами відновлено такі дослідження у Лісостепу України [50].

Таким чином, не зважаючи на потепління зимового періоду, яке спостерігається останніми роками, ознака зимостійкості і її основна складова морозостійкість повинні постійно враховуватись у селекції ячменю озимого. Для подальшої роботи слід відбирати форми лише з максимальним рівнем її прояву. Водночас слід проводити наукові пошуки щодо подальшого планомірно поліпшення сортів ячменю озимого за цією ознакою.

Психостійкість

Наведені вище фактичні дані (табл. 1) погодних умов вказують на те, що нестача вологи, внаслідок нерівномірності випадання опадів в умовах Центрального Лісостепу України, може мати прояв на різних етапах, як осінньої, так і весняної вегетації. Певним чином вирізняється період «колосіння-дозрівання», протягом якого в цілому відмічено наявність опадів. Натомість більших негараздів, в цей період, завдають підвищені температури повітря, що призводять до «підгорання» посівів навіть за наявності опадів. Тому необхідна оцінка і добір для подальшої роботи форм які оптимальніше підтримують гомеостаз за дії названих чинників протягом усієї вегетації. В даному аспекті важливим є дослідження низки фізіологічних параметрів, зокрема пов'язаними з діяльністю кореневої системи, ефективної транспірації, подовженого періоду функціонування листового апарату, тощо.

Стійкість до вилягання

Виягання посівів може призводити до значного недобору врожайності. В умовах Лісостепу України різні ступені вилягання протягом 2011/12–2015/16 рр. спостерігали щороку. Особливо сильне вилягання відмічено в 2014/15–2015/16 рр. Воно спровоковане надлишком опадів у період від колосіння до дозрівання в дані роки, а також характером випадання опадів, як правило – у вигляді злив з 0,5–1,0-місячною чи більше нормою протягом однієї, або кількох діб. Однак рівень прояву цього явища суттєво залежав від генетичної стійкості сортів [51]. Виягання схильних сортів спричинювало суттєве зниження їх рівня врожайності. Саме тому стійкість до вилягання – важлива адаптивна ознака, якою повинні характеризуватись сорти ячменю озимого у Лісостепу України. Для створення стійкого до вилягання вихідного матеріалу використовуємо, як правило, сорти західноєвропейської селекції, де інтенсивна селекція в цьому напрямі проводиться тривалий період.

Стійкість до біотичних чинників

Дослідження останніх 13 років виявили значно вищий ступінь ураження посівів ячменю озимого збудниками листових хвороб: борошнистої роси (*Blumeria (Erysiphe) graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal), смугастої (*Drechslera graminea* Ito), темно-бурої (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.), сітчастої плямистостей (*Drechslera teres* Ito) та карликової іржі (*Puccinia hordei* Otth.), порівняно з ячменем ярим. За узагальненими даними, при значному ураженні, недобір врожаю від ураження кожною з цих хвороб може сягати 20–40 % і вище [52–55]. Сильний розвиток збудників листових хвороб на посівах ячменю озимого, а також мінливість погодних умов та інших чинників не завжди гарантують високу ефективність фунгіцидного захисту. До того ж ураження групою плямистостей листя досить складно компенсувати, оскільки вони при значному поширенні, призводять до швидкого відмирання листкової поверхні. Тому стійкість до даних біотичних чинників обов'язково повинна бути врахована в селекційних програмах ячменю озимого у Лісостепу України. У МІП з світового генофонду виділені генетичні джерела стійкості до названих хвороб, які використовуються на сьогодні для створення стійкого вихідного матеріалу [56]. У тому числі активно використовується генофонд ячменю ярого.

Висновки

На основі власних багаторічних експериментальних досліджень, які підтверджуються світовими науковими досягненнями, визначені основні напрями та завдання на які першочергово повинна бути спрямована селекція ячменю озимого у Центральному Лісостепу України.

Необхідна розробка теоретичних основ селекції ячменю озимого за окремими програмами відповідно до напрямів використання: фуражного, солодового і харчового. Напрями використання визначають критерії оцінки за якісними показниками. У межах вищенаведених напрямів слід проводити селекцію як інтенсивних, так і універсальних сортів.

Не залежно від напрямів використання і інтенсивності технології вирощування, основними ознаками, якими повинні характеризуватись сорти ячменю озимого у Лісостепу України є: високий потенціал продуктивності і її стабільність, зимостійкість, посухостійкість, жаростійкість, стійкість до вилягання, стійкість до борошнистої роси, смугастої, темно-бурої, сітчастої плямистостей та карликової іржі.

Література

1. Гудзенко В. М. Урожайність, пластичність та стабільність ячменю озимого у центральному Лісостепу України / В. М. Гудзенко // Селекція і насінництво. – 2013. – Вип. 103. – С. 231–241.
2. Іващенко О. О. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату / О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 8. – С. 10–12.
3. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1980. – 587 с.
4. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1988. – 767 с.
5. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 431 с.
6. Dyulgerova B. Genetic diversity in six-rowed winter barley (*Hordeum sativum* Jess., ssp. *vulgare* L.) genotypes / B. Dyulgerova, D. Dimova, D. Valcheva // Bulgarian journal of agricultural science. – 2016. – Vol. 22, No. 1. – P. 114–118.
7. Identification of marker-trait associations in the German winter barley breeding gene pool (*Hordeum vulgare* L.) / J. Rode, J. Ahlemeyer, W. Friedt, F. Ordon // Mol breeding. – 2012. – Vol. 30. – P. 831–843.
8. Pržulj N. M. Effects of cultivar and year on leaf number in winter barley / N. M. Pržulj, V. M. Momčilović // Сборник Матице српске за природне науке. – 2013. – No. 125. – P. 85–91.
9. The behavior of some winter barley varieties in the climatic conditions of the Central Moldavian Plateau / S. Pochișcanu, C. Lupu, S. Negru, A.-A. Buburuz // Cercetări Agronomice în Moldova. – 2011. – Vol. 44, No. 4. – P. 35–44.
10. Gut M. Heritability, variation and relationship between frost resistance of winter barley and some of its characters [Електронний ресурс] / M. Gut, A. Bichoński, S. Węgrzyn // Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. – 2004. – Vol. 7, No. 1 – Режим доступу : <http://www.ejpau.media.pl/articles/volume7/issue1/agronomy/art-02.pdf>
11. Репко Н. В. Посевные площади и урожайность озимого ячменя в основных регионах возделывания [Електронний ресурс] / Н. В. Репко, Е. В. Смирнова, А. С. Коблянський // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 112. – Режим доступу : <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/119.pdf>
12. Agronomic and quality traits of winter barley varieties (*Hordeum vulgare* L.) under growing conditions in Croatia / A. Lalić, J. Kovačević, D. Novoselević [et al.] // Agriculturae conspectus scientificus. – 2009. – Vol. 74, No. 4. – P. 283–289.
13. Madre M. Progress in malting barley in Secobra / M. Madre // Proceedings 9th Intern. genetic symp. (Brno, Czech Republic, 20–26 June 2004). – Brno, 2004. – Part 1 (Oral presentations). – P. 374–384.
14. Гаркавый П. Ф. Селекция озимого ячменя на зимостойкость / П. Ф. Гаркавый // Вопросы генетики, селекции и семеноводства : сб. науч. тр. ВСГИ. – 1968. – Вып. 8. – С. 80–92.
15. Гаркавый П. Ф. Основные итоги, задачи и методы селекции ячменя в СССР / П. Ф. Гаркавый // Вопросы генетики, селекции и семеноводства : сб. науч. тр. ВСГИ. – 1970. – Вып. 9. – С. 37–52.
16. Линчевский А. А. Совершенствование сортов ячменя в процессе селекции / А. А. Линчевский // Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая : сб. науч. трудов ВСГИ. – Одесса, 1990. – С. 5–18.

17. Лінчевський А. А. Нові завдання і шляхи їх вирішення в селекції озимого та ярого ячменю / А. А. Лінчевський // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України : зб. наук. праць СГІ. – 1996. – С. 21–27.
18. Шеремет О. М. Підсумки селекції озимого ячменю у Селекційно-генетичному інституті за період 1984–2007 рр. / О. М. Шеремет // Зб. наук. праць СГІ – НЦНС. – 2008. – С. 96–105.
19. Лінчевський А. А. 92 роки селекції ячменю в Селекційно-генетичному інституті / А. А. Лінчевський // Зб. наук. праць СГІ – НЦНС. – 2008. – С. 24–49.
20. Гудзенко В. Н. Результаты селекции ячменя озимого в Мироновском институте пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН Украины / В. Н. Гудзенко // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2013. – Вып. 49. – С. 398–405.
21. Методика проведення експертизи та державного сортовипробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур // Охорона прав на сорти рослин : офіц. бюлетень / за ред. В. В. Волкодав. – К. : Алефа, 2003. – Вип. 2, Ч. 3. – 241 с.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
23. Barley: production, improvement, and uses / S. E. Ullich (ed.). – West Sussex : Wiley-Blackwell, 2011. – 637 p.
24. Obert D. E. Registration of 'Endeavor' winter barley / D. E. Obert, C. P. Evans, J. M. Windes [et. al.] // Journal of plant registrations. – 2009. – Vol. 3, No. 2. – P. 124–126.
25. Windes J. M. Charles: two-row winter malt barley / J. M. Windes, D. Obert // University of Idaho. – 2009. – 3 p.
26. Barley and oats pocketbook (HGCA Recommended list 2014/2015). – HGCA, Agriculture and horticulture development board, 2014. – 93 p.
27. Генетичні та селекційні критерії створення сортів голозерного ячменю харчового напрямку / О. І. Рибалка, С. С. Полішук, Є. К. Кірдогло, Б. В. Моргун // Физиология и биохимия культурных растений. – 2013. – Т. 45, № 3. – С. 187–205.
28. Dickin E. Hulless barley for functional food / E. Dickin, K. Steele, D. Wright // HGCA Project Report № 472. – 2010. – 48 p.
29. Brooks W. S. Registration of 'Eve' winter hulless barley / W. S. Brooks, M. E. Vaughn, G. L. Berger [et al.] // Journal of plant registrations. – 2012. – Vol. 7, No. 1. – P. 5–11. doi:10.3198/jpr2012.03.0148crc
30. Brooks W. S. Registration of 'Dan' winter hulless barley / W. S. Brooks, M. E. Vaughn, C. A. Griffey [et al.] // Journal of plant registrations. – 2010. – Vol. 5, No. 1. – P. 1–4. doi:10.3198/jpr2010.03.0161crc
31. Гудзенко В. М. Розширення генетичного різноманіття для селекції ячменю в умовах центральної частини Лісостепу України / В. М. Гудзенко // Селекція і насінництво. – 2015. – Вип. 107. – С. 25–37.
32. Климишена Р. І. Обґрунтування елементів технології вирощування пивоварного ячменю озимого в умовах південної частини Лісостепу Західного : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / Р. І. Климишена. – Кам'янець-Подільський, 2012. – 22 с.
33. Малашкина М. С. Морфологические параметры, биохимические и технологические свойства голозерного ячменя для селекции в условиях Кемеровской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / М. С. Малашкина. – СПб., 2008. – 17 с.
34. Технологія виробництва сертифікованого насіння пшениці озимої (методичні рекомендації) / за ред. В. В. Моргуна. – К., 2013. – 111 с.
35. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік. – К. : Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, 2015. – 367 с.
36. Климашевский Э. Л. Генетический аспект минерального питания растений / Э. Л. Климашевский. – М. : Агропромиздат, 1991. – 415 с.
37. Identification of manganese efficiency candidate genes in winter barley (*Hordeum vulgare*) using genome wide association mapping [Електронний ресурс] / F. Leplat, P. R. Peadar, S. K. Rasmussen, S. Husted // BMC Genomics. – 2016. – Vol. 17 – Режим доступу : <https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-016-3129-9>
38. Шеремет О. М. Селекция сортов-двуручек ячменя на широкую адаптацию / О. М. Шеремет // Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая : сб. науч. трудов ВСГИ. – 1990. – С. 28–40.
39. Barley project: agronomic trait data 2015 / P. Hayes; T. Filichkin, S. Fisk [et al.]. – Oregon state university, 2015. – 43 p.

40. Barley project: malting quality data 2015 / P. Hayes; T. Filichkin, S. Fisk [et al.]. – Oregon state university. – 2015. – 25 p.
41. Власюк П. А. Фізіологічні основи зимостійкості ячменю / П. А. Власюк, Є. Д. Остаплюк. – К. : Наукова думка, 1973. – 151 с.
42. Демидов О. А. Оптимізація підходів щодо оцінки морозостійкості селекційного матеріалу ячменю озимого / О. А. Демидов, В. М. Гудзенко, Л. О. Хоменко // Миронівський вісник. – 2016. – Вип. 2. – С. 56–68.
43. Takahashi R. Genetics of earliness and growth habit in barley / R. Takahashi, S. Yasuda // Barley Genetics II. Proc. of the 2nd Int. Barley Genetics Symposium. – Washington, Pullman : Washington State University Press, 1971. – P. 388–408.
44. Karsai I. The *Vrn-H2* locus is a major determinant of flowering time in a facultative × winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population / I. Karsai, P. Szucs, K. Meszaros [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 2005. – Vol. 110. – P. 1458–1466. doi: 10.1007/s00122-005-1979-7
45. Yasuda S. Genetic constitution for spring growth habit and some other characters in barley cultivars in the Mediterranean coastal regions / S. Yasuda, J. Hayashi, I. Moriya // Euphytica. – 1993. – Vol. 70. – P. 77–83.
46. Using genetics to advance breeding: the winter barley example / T. H. H. Chen, P. M. Hayes, J. S. Skinner, P. Szücs // Cereal science and technology for feeding ten billion people: genomics era and beyond. – Zaragoza : Ciheam / Irta, 2008. – P. 193–195.
47. Molecular and structural characterization of barley vernalization genes / J. von Zitzewitz, P. Szucs, J. Dubcovsky [et al.] // Plant Mol. Biol. – 2005. – Vol. 59. – P. 449–467. doi: 10.1007/s11103-005-0351-2
48. Dubcovsky J. Molecular characterization of the allelic variation at the VRN-H2 vernalization locus in barley / J. Dubcovsky, C. Chenand, L. Yan, // Mol. Breed. – 2005. – Vol. 15, Iss. 4. – P. 395–407. doi:10.1007/s11032-005-0084-6
49. Стельмах А. Ф. Ідентифікація фізіологічних реакцій початкового розвитку дворучок та озимих генотипів ячменю / А. Ф. Стельмах, А. А. Лінчевський, В. І. Файт // 36. наук. пр. СГІ-НЦНС. – 2008. – Вип. 12. – С. 24–49.
50. Звіт про науково-дослідну роботу з виконання ПНД НААН «Зернові культури» за 2011–2015 р.: Вивчити генетичні, фізіологічні, морфо-біологічні закономірності формування зимостійкості ячменю озимого в Лісостепу України за умов зміни клімату та створити сорт з підвищеною зимостійкістю, високим потенціалом продуктивності, стійкістю до вилягання та основних захворювань / В. М. Гудзенко, С. І. Волощук, Т. П. Поліщук. – Миронівка, 2015. – 60 с.
51. Демидов О. А. Рівень вияву та зв'язок урожайності, висоти рослин і стійкості до вилягання ячменю озимого у Лісостепу України / О. А. Демидов, С. П. Васильківський, В. М. Гудзенко // Вісник аграрної науки. – 2016. – № 10. – С. 30–34.
52. Carver T. Effects of barley mildew on green leaf area and grain yield in field and greenhouse experiments / T. Carver, E. Griffins // Ann. Appl. Biol. – 1982. – Vol. 101, No. 3. – P. 561–572.
53. Arabi M. I. E. Heterogeneity in *Pyrenophora graminea* as revealed by ITS-RFLP / M. I. E. Arabi, M. Jawhar // Journal of Plant Pathology. – 2007. – Vol. 89, No. 3. – P. 391–395.
54. Clark R. V. Yield losses in barley cultivars caused by spot blotch / R. V. Clark // Canadian J. Plant Pathol. – 1979. – Vol. 1. – P. 113–117.
55. Yield losses in winter barley resulting from a new race of *Puccinia hordei* in North America / C. A. Griffey, M. K. Das, R. E. Baldwin, C. M. Waldenmaier // Plant Dis. – 1994. – Vol. 78. – P. 256–260.
56. Гудзенко В. М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України / В. М. Гудзенко // Агробіологія. – 2014. – № 2. – С. 29–33.

References

- Gudzenko, V. M. (2013). Yielding capacity, plasticity, and stability of winter barley in the Central Forest-steppe of Ukraine. *Seleksia i Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 103, 231–241. [in Ukrainian]
- Ivashchenko, O. O., & Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2011). Directions of adaptation of agrarian production to climate fluctuations]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 8, 10–12. [in Ukrainian]
- Zhuchenko, A. A. (1980). *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy (adaptatsiya, rekombinogenez, agrobiotsenoz)* [Ecological Genetics of Cultivated Plants (Adaptation, Recombination, Agrobiocenosis)]. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]
- Zhuchenko, A. A. (1988). *Adaptivnyy potentsial kul'turnykh rasteniy (ekologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive Capacity of Cultivated Plants (Ecological and Genetic Foundations)]. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]
- Zhuchenko, A. A. (1990). *Adaptivnoe rasteniiovodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive Crop Production (Ecological and Genetic Foundations)]. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]

6. Dyulgerova, B., Dimova, D., & Valcheva, D. (2016). Genetic diversity in six-rowed winter barley (*Hordeum sativum* Jess., ssp. *vulgare* L.) genotypes. *Bulgarian journal of agricultural science*, 22, 114–118.
7. Rode, J., Ahlemeyer, J., Friedt, W., & Ordon, F. (2012). Identification of marker-trait associations in the German winter barley breeding gene pool (*Hordeum vulgare* L.). *Mol breeding*, 30, 831–843.
8. Pržulj, N. M., & Momčilović, V. M. (2013). Effects of cultivar and year on leaf number in winter barley. *Matica Srpska Journal for Natural Sciences*, 125, 85–91.
9. Pochișcanu, S. Lupu, C., Negru S., & Buburuz, A.-A. (2011). The behavior of some winter barley varieties in the climatic conditions of the Central Moldavian Plateau. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 44(4), 35–44.
10. Gut, M., Bichoński, A., & Węgrzyn, S. (2004). Heritability, variation and relationship between frost resistance of winter barley and some of its characters. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 7(1). Retrieved from <http://www.ejpau.media.pl/articles/volume7/issue1/agronomy/art-02.pdf>
11. Repko, N. V. Smirnova, E. V., & Koblyanskiy, A. S. (2015). Acreage and yield of winter barley in the major regions of growing. *Naučnyj žurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 112. Retrieved from <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/119.pdf>
12. Lalić, A., Kovačević, J., Novoselović, D., Šimić, G., Abičić, I., & Guberac, V. (2009). Agronomic and quality traits of winter barley varieties (*Hordeum vulgare* L.) under growing conditions in Croatia. *Agriculturae conspectus scientificus*, 74(4), 283–289.
13. Madre, M. (2004). Progress in malting barley in Secobra. *Proceedings 9th Intern. genetic symp.* (Vol. 1, pp. 374–384). June 20–26, 2004, Brno, Czech Republic.
14. Garkavyi, P. F. (1968). Winter barley breeding for winter hardiness. *Voprosy genetiki, seleksii i semenovodstva* [Problems of Genetics, Plant Breeding and Seed Production], 8, 80–92. [in Russian]
15. Garkavyi, P. F. (1970). Main results, objectives and methods of barley breeding in the USSR. *Voprosy genetiki, seleksii i semenovodstva* [Problems of Genetics, Plant Breeding, and Seed Production], 9, 37–52. [in Russian]
16. Linchevskiy, A. A. (1990). Improving barley varieties in breeding process. In *Seleksiya yachmenya na povyshenie adaptivnosti s tsel'yu uvelicheniya i stabilizatsii urozhaya* [Breeding of barley aimed at increasing its adaptivity with the purpose of increasing and stabilisation of yield] (pp. 5–18). Odessa: N.p. [in Russian]
17. Linchevskiy, A. A. (1996). New tasks and ways to solve them in winter and spring barley breeding. In *Realizatsiia potentsiinykh mozhlyvostei sortiv ta hibrydiv Seleksiino-henetychnoho instytutu v umovakh Ukrainy*. [Realization of potential abilities in varieties and hybrids bred at Plant Breeding and Genetics Institute under conditions of Ukraine] (pp. 21–27). Odesa: N.p. [in Ukrainian].
18. Sheremet, O. M. (2008). Results of winter barley breeding at the Plant Breeding & Genetics Institute during 1984–2007. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS* [Collection of Scientific Papers of Plant Breeding & Genetics Institute – National Centre of Seed and Cultivar Investigation], 96–105. [in Ukrainian]
19. Linchevskiy, A.A. (2008). 92 years of breeding barley at the Plant Breeding & Genetics Institute. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS* [Collection of Scientific Papers of Plant Breeding & Genetics Institute – National Centre of Seed and Cultivar Investigation], 24–49. [in Ukrainian]
20. Gudzenko, V. N. (2013). Results of winter barley breeding at the V.N. Remeslo Mironovka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine. *Zemledelie i seleksiya v Belarusi* [Farming and Plant Breeding in Belarus], 49, 398–405. [in Russian]
21. Volkodav, V. V. (Ed.). (2003). Method of examination and state testing of varieties of grain, cereal and leguminous crops. *Okhorona prav na sorty roslyn* [Plant variety rights protection] (Vol. 2, Part. 3). Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
22. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
23. Ullich, S. E. (Ed.). (2011). *Barley: production, improvement, and uses*. West Sussex: Wiley-Blackwell.
24. Obert, D. E., Evans, C. P., Windes, J. M., Wesenberg, D. M., Ulrich, S. E., Budde, A., Chen, X., & Jackson, E. W. (2009). Registration of 'Endeavor' winter barley. *Journal of plant registrations*, 3(2), 124–126.
25. Windes, J. M., & Obert, D. *Charles: two-row winter malt barley*. University of Idaho.
26. *Barley and oats pocketbook (HGCA Recommended list 2014/2015)* (2014). HGCA, Agriculture and horticulture development board.
27. Rybalka, O. I., Polishchuk, S. S., Kirdohlo, Ye. K., & Morhun, B. V. (2013). Genetic and selection criteria of hullless barley cultivar production for the food end-use. *Fiziologii i biohimiia kul'turnykh*

29. Brooks, W. S., Vaughn, M. E., Berger, G. L., Griffey, C. A., Thomason, W. E., Paling, J. J., ... Hicks, K. B. (2012). Registration of 'Eve' winter hulless barley. *Journal of plant registrations*, 7(1), 5–11. doi:10.3198/jpr2012.03.0148crc
30. Brooks, W. S., Vaughn, M. E., Griffey, C. A., Thomason, W. E., Paling, J. J., Pitman, R. M., ... Hicks, K. B. (2010). Registration of 'Dan' winter hulless barley. *Journal of plant registrations*, 5(1), 1–4. doi:10.3198/jpr2010.03.0161crc
31. Gudzenko, V. M. (2015). The extension of genetic diversity for barley breeding under conditions of the Central Part of Forest-Steppe of Ukraine. *Seleksia I Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 107, 25–37. [in Ukrainian]
32. Klymyshena, R. I. (2012). *Obhruntuvannia elementiv tekhnologii vyroshchuvannia pyvovarnoho yachmeniu ozymoho v umovakh pivdennoi chastyny Lisostepu Zakhidnoho* [Justification of elements of growing technology of winter malting barley in the conditions of southern part of Western Forest-Steppe] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Kamianets-Podilskyi. [in Ukrainian]
33. Malashkina, M. S. (2008). *Morfologicheskie parametry, biokhimicheskie i tekhnologicheskie svoystva golozernogo yachmenya dlya seleksii v usloviyakh Kemerovskoy oblasti* [Morphological parameters, biochemical and technological properties of hulless barley for breeding under conditions of the Kemerovo region] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). St. Petersburg. [in Russian]
34. Morhun, V. V. (Ed.) (2013). *Tekhnolohiia vyrobnytstva sertyfikovanoho nasinnia pshenytsi ozymoi* [Technology of production of certified seed of winter wheat]. Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
35. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2015 rik* [The State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine in 2015] (2015). Kyiv: State Veterinary and Phytosanitary Service of Ukraine. [in Ukrainian]
36. Klimashevskiy, E. L. (1991). *Geneticheskiy aspekt mineral'nogo pitaniya rasteniy* [Genetic aspects of mineral nutrition of plants]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
37. Leplat, F., Pedas, P. R., Rasmussen, S. K., & Husted, S. (2016). Identification of manganese efficiency candidate genes in winter barley (*Hordeum vulgare*) using genome wide association mapping. *BMC Genomics*, 17. Retrieved from <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-016-3129-9>
38. Sheremet, O. M. (1990). Breeding facultative barley varieties for broad adaptation. *Seleksiya yachmenya na povyshenie adaptivnosti s tsel'yu uvelicheniya i stabilizatsii urozhaya. Sb. nauch. trudov VSGI* [Barley breeding for increasing adaptability in order to enlarge and stabilize yield. Collection of Scientific Papers of All-Union Plant Breeding & Genetics Institute], 28–40. [in Russian]
39. Hayes, P., Filichkin, T., Fisk, S., Helgerson, L., Belcher, A., Herb, D., ... Winke, J. (2015). *Barley project: agronomic trait data 2015*. Oregon State University.
40. Hayes, P., Filichkin, T., Fisk, S., Helgerson, L., Belcher, A., Herb, D., ... Winke, J. (2015). *Barley project: malting quality data 2015*. Oregon State University.
41. Vlasiuk, P. A., & Ostapliuk, Ye. D. (1973). *Fiziolohichni osnovy zymostiikosti yachmeniu* [Physiological basis of barley winter-hardiness]. Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian]
42. Demydov, O. A., Gudzenko, V. M., & Khomenko L. O. (2016). Optimization of approaches to the determination of frost resistance of winter barley breeding material. *Myronivskiy visnyk* [Myronivka Bulletin], 2, 56–68. [in Ukrainian]
43. Takahashi, R., & Yasuda, S. (1971). Genetics of earliness and growth habit in barley. In R. A. Nilan (ed.), *Barley Genetics II Proc. of the 2nd Int. Barley Genetics Symposium* (pp. 388–408). Washington State University, Washington, Pullman.
44. Karsa, I., Szűcs, P., Mészáros, K., Filichkina, T., Hayes, P. M., Skinner, J. S., Láng, L., & Bedő, Z. (2005). The *Vrn-H2* locus is a major determinant of flowering time in a facultative × winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theor. Appl. Genet.*, 110, 1458–1466. doi: 10.1007/s00122-005-1979-7
45. Yasuda, S., Hayashi, J., & Moriya, I. (1993). Genetic constitution for spring growth habit and some other characters in barley cultivars in the Mediterranean coastal regions. *Euphytica*, 70, 77–83.
46. Chen, T. H. H., Hayes, P. M., Skinner, J. S., & Szűcs, P. (2008). Using genetics to advance breeding: the winter barley example. In *Cereal science and technology for feeding ten billion people: genomics era and beyond* (pp. 193–195). Zaragoza: Ciheam / Irta.
47. von Zitzewitz, J., Szucs, P., Dubcovsky, J., Yan, L., Francia, E., Pecchioni, N., ... Skinner, J. S. (2005). Molecular and structural characterization of barley vernalization genes. *Plant Mol. Biol.*, 59, 449–467. doi: 10.1007/s11103-005-0351-2
48. Dubcovsky, J., Chenand, C., & Yan, L. (2005). Molecular characterization of the allelic variation at the *VRN-H2* vernalization locus in barley. *Mol. Breed.*, 15(4), 395–407. doi:10.1007/s11032-005-0084-6

49. Stelmakh, A. F., Linchevskiy, A. A., & Fait, V. I. (2008). Identification of physiological reactions of initial development of facultative and winter barley genotypes. *Zbirnyk naukovykh prats SHI-NTsNS* [Collection of Scientific Papers of Plant Breeding & Genetics Institute – National Centre of Seed and Cultivar Investigation], 12, 24–49. [in Ukrainian]
50. Gudzenko, V. M., Voloshchuk, S. I., & Polishchuk T. P. (2015). *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu za 2011–2015 r.: Vyvchyty henetychni, fiziologichni, morfo-biologichni zakonomirnosti formuvannia zymostiikosti yachmeniu ozymoho v Lisostepu Ukrainy za umov zminy klimatu ta stvoryty sort z pidvyshchenoiu zymostiikosti, vysokym potentsialom produktyvnosti, stiikisti do vyliahannia ta osnovnykh zakhvoriuvan* [Report on the research work for 2011–2015. To study genetic, physiological, morphological, and biological patterns of forming hardiness of winter barley in the Forest-steppe of Ukraine under conditions of climate change and to develop variety with high winter hardiness, high potential of productivity, lodging resistance, and resistance against common diseases]. Myronivka: N.p. [in Ukrainian]
51. Demydov, O. A., Vasylykivskiy, S. P., & Gudzenko, V. M. (2016). Level of manifestation and connection between productivity of height of plants and resistance to lodging of winter barley in Forest-Steppe. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 10, 30–34. [in Ukrainian]
52. Carver, T., & Griffins, E. (1982). Effects of barley mildew on green leaf area and grain yield in field and greenhouse experiments. *Ann. Appl. Biol.*, 101(3), 561–572.
53. Arabi, M. I. E., & Jawhar, M. (2007). Heterogeneity in *Pyrenophora graminea* as revealed by ITS-RFLP. *Journal of Plant Pathology*, 89(3), 391–395.
54. Clark, R. V. (1979). Yield losses in barley cultivars caused by spot blotch. *Canadian J. Plant Pathol.*, 1, 113–117.
55. Griffey, C. A., Das, M. K., Baldwin, R. E., & Waldenmaier, C. M. (1994). Yield losses in winter barley resulting from a new race of *Puccinia hordei* in North America. *Plant Dis.*, 78, 256–260.
56. Gudzenko, V. M. (2014). Breeding assessment of collection accessions of winter barley under conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Agrobiologiâ* [Agrobiology], 2, 29–33. [in Ukrainian]

Аннотация

УДК 631.16:633.1

Гудзенко В. Н.*, **Васильковский С. П.** Основные направления и задачи селекции ячменя озимого в Центральной Лесостепи Украины

*Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН Украины, с. Центральное, Мироновский р-н, Киевская обл., 08853, Украина, *e-mail: barleys@mail.ru*

Цель. Определить основные направления и задания селекции ячменя озимого в Центральной Лесостепи Украины. **Методы.** Полевой, лабораторный, аналитический, статистический. **Результаты.** Показано недостаточное количество научных публикаций, относительно разработки и углубления теоретических основ селекции ячменя озимого в Украине, особенно в зоне Лесостепи, в условиях изменения климата. На основании собственных многолетних экспериментальных исследований 2003/04–2015/16 гг., которые подтверждаются мировыми научными достижениями, определены основные направления и задания, на которые первоначально необходимо направить селекцию ячменя озимого в Центральной Лесостепи Украины. Аргументирована необходимость направленного создания сортов разной интенсивности и направлений использования с соответствующими качественными показателями: для животноводства, солодовой и пищевой промышленности. Выделены основные факторы, которые имеют наиболее сильное влияние на уровень урожайности ячменя озимого в последние годы: условия зимовки, неравномерность распределения осадков, повышенные температуры воздуха, полегание, поражение комплексом возбудителей болезней. **Выводы.** Необходимо разработка теоретических основ селекции ячменя озимого по отдельным программам, в соответствии с направлениями использования: зернофуражного, солодового и пищевого. В рамках выше приведенных направлений необходимо создавать как интенсивные, так и универсальные сорта. Основными признаками сортов ячменя озимого в Лесостепи Украины должны быть: высокий потенциал продуктивности и её стабильность, зимостойкость, засухоустойчивость, жаростойкость, устойчивость к мучнистой росе, полосатой, темно-бурой, сетчатой пятнистостям и карликовой ржавчине.

Ключевые слова: ячмень озимый, селекция, направления, задачи, урожайность, стабильность, зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням.

Abstract

UDC 631.16:633.1

Gudzenko V. M.*, **Vasylkivskiy S. P.** Main directions and tasks in winter barley breeding in Central Forest-Steppe of Ukraine

*V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS of Ukraine, Tcentralne, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine, *e-mail: barleys@mail.ru*

Purpose. To determine the main directions and tasks of winter barley breeding in the Central Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, analytical, statistical. **Results.** There is insufficient amount of scientific publications in recent years with regard to elaboration and extending theoretical principles of winter barley breeding under conditions of climatic changes in Ukraine, especially in the Forest-Steppe. Based on our data of many years of experimental research (2003/04–2015/16) confirmed by the world scientific achievements the main directions and tasks are assigned to be the priority of winter barley breeding in the Central Forest-Steppe of Ukraine. There were argued the necessity of purposeful creation of varieties feature various intensity and purpose of use with appropriate quality parameters: for livestock feeding, malt and food industries. The main factors are identified to have stronger impact on winter barley yielding capacity in recent years. These are wintering conditions, uneven distribution of rainfall, higher temperatures, lodging, and affection with complex of pathogens. **Conclusion.** It is necessary to elaborate theoretical bases of winter barley breeding for individual programs according to the purpose of use: feed, food and malt. Within the purpose of use mentioned above both intensive and universal varieties should be developed. Generally, winter barley varieties in the Forest-Steppe of Ukraine should meet high yielding capacity and stability, winter-hardiness, drought and heat tolerance, lodging resistance, resistance against powdery mildew, stripe blotch, spot blotch, net blotch, and dwarf leaf rust.

Keywords: *winter barley, breeding, directions, tasks, yield, stability, winter-hardiness, drought tolerance, lodging resistance, disease resistance.*