

Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЗИМОГЛЯД ОЛЕКСІЙ ВІКТОРОВИЧ

УДК 633.16:631.527

ДИСЕРТАЦІЯ

ЗАКОНОМІРНОСТІ МІНЛИВОСТІ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГЕНОТИПУ ТА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

201– Агрономія

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О.В. Зимогляд

Науковий керівник: Михайло Романович Козаченко, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Харків –2023

АНОТАЦІЯ

Зимогляд О.В. Закономірності мінливості кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від генотипу та умов вирощування. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, 2023.

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення важливого наукового завдання з установлення закономірності мінливості кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від генотипу та умов вирощування, на основі чого було досягнуто мети з визначення цінності 22 сортів і трьох ліній як вихідного матеріалу для селекції. Одержані результати в порівнянні з відомими відзначаються комплексністю вирішення завдання з використанням різних селекційних і генетичних методів визначення рівня, варіабельності, кореляції й шляхового аналізу, успадкування, комбінаційної здатності, стабільності й цінності за GGE biplot аналізом, оптимального поєднання показників різносторонніх за різновиднісними, селекційними та господарськими ознаками сортів і ліній ячменю ярого, а також виділення джерел цінних ознак в різних умовах вирощування та створення на їх основі перспективних ліній.

Уперше встановлено відмінності морфо-біологічних особливостей за кількісними ознаками в умовах 2018–2020 рр. 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого різних різновидностей (13 *nutans* Schubl., п'ять *inermis* Coern., чотири *nudum* L., один *rikotense* R. Red., один *submedicum* Orł., одна *duplialbum* L.). На основі цього виділено генотипи з високими показниками кількісних ознак: за продуктивністю сорти Аміль, Хорс, Святомихайлівський, Ахіллес, Кречет і Геркулес, за продуктивною куцистістю – сорти Хорс, Троян, Контраст, Кречет, Модерн, Геркулес і лінія 15-1246, кількістю зерен з основного колоса – Аміль,

Святомихайлівський, Ґатунок, лінії 15-1246, 15-139, масою 1000 зерен – Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Datcha, Grace, масою зерна з основного колоса – Аміль, Святомихайлівський і Grace, масою зерна з колосся підгону – Кречет, Ахіллес, Хорс, Аміль, Ґатунок, Троян, Геркулес і лінія 15-1246, довжиною основного колоса – Grace, Ґатунок, Ахіллес, Кречет, Модерн, Геркулес, лінії 15-1246 і 15-139, низькорослістю – Талісман миронівський, Datcha, Gladys і Merlin. Ці сорти та лінії є цінним вихідним матеріалом для селекції на покращення певних кількісних ознак.

Установлено значні відмінності сортів і ліній за господарськими ознаками. Урожайність досліджених зразків залежала як від генотипу, так і від умов середовища. В 2018 р. вона була на рівні 3,56–5,55 т/га, в 2019 р. – 2,79–4,91 т/га. В 2020 р. в умовах надмірного зволоження на фоні понижених температур повітря у фазу кушіння ячменю урожайність досягала 4,15–6,69 т/га. Середній рівень за роками склав 4,95 т/га, 4,09 т/га і 5,55 т/га, а в досліді – 4,88 т/га (близькою до врожайності стандарту Взірець – 4,75 т/га).

У середньому за три роки виділено високоврожайні (5,15–5,43 т/га) сорти Аміль, Авгур, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Datcha, Grace, Margret, Кречет і лінію 14-561, яку передано для кваліфікаційної експертизи під назвою Геркулес. Визначено також стійкі до вилягання сорти Взірець, Аміль, Хорс, Троян, Талісман миронівський, KWS Bambina, Datcha, Grace, Quench, Gladys, Контраст, Кречет і Геркулес (8,3–8,8 балів). З меншою тривалістю вегетації виділено сорти Ґатунок, Аміль і Хорс (78–80 діб), з більшою її тривалістю – сорти Авгур, Ахіллес, Взірець і лінія 15-139 (85–86 діб).

Визначено, що варіабельність урожайності сорту Аміль ($V = 22,88\%$) була високою, тому він придатний для оптимальних умов вирощування. У високоврожайних сортів Хорс, Троян, Талісман миронівський, Геркулес, Datcha, Grace і Margret коефіцієнт варіації врожайності був середнім ($V = 11,18\text{--}16,67\%$).

Рівень варіабельності кількісних ознак рослин був не однаковим. Середньою вона була за ознаками довжина колоса, продуктивність, продуктивна

кущистість, висота ($V = 10,14-19,68 \%$). Коефіцієнт варіації маси зерна з основного колоса, маси 1000 зерен і кількості зерен у колосі був низьким ($V = 3,53-7,02 \%$), тому добір рослин за ними буде ефективним.

Установлено дуже високий (9 балів) та високий (8 балів) за роками рівень стійкості до ураження збудником кам'яної сажки безостих сортів Контраст, Модерн, Кречет і Геркулес, безостих ліній 15-139 і 15-1246, остистих сортів Взірець, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Талісман миронівський, KWS Vambina, Grace і Merlin. До темно-бурого гелмінтоспоріозу високу стійкість визначено в сортів Margret, Merlin і Кречет.

Визначено, що вміст білка в зерні був найвищим у голозерних сортів Merlin (17,2 %), Ґатунок (16,2 %), Ахіллес (15,2 %) і Явір (15,1 %), в інших сортів – істотно нижчим та досягав 12,5–13,2 % (у сортів Аміль, Quench, Datcha, Margret, Резерв, Контраст, Модерн та голозерної безостої лінії 15-1246). Уміст крохмалю в зерні був середнім, найвищого показника досягав у лінії 15-1246, сортів Quench, Datcha і Явір (58,9–60,6 %).

У результаті досліджень встановлено, що за комплексом господарських ознак (висока врожайність – 4,75–5,43 т/га, середня варіабельність – $V = 11,06-18,59 \%$, висока стійкість до вилягання – 8,3–8,8 балів, дуже висока та висока стійкість до ураження збудниками кам'яної сажки – 7–9 балів та темно-бурого гелмінтоспоріозу – 6–9 балів) цінність для селекції мають сорти Grace, Хорс, Кречет, і Геркулес. За високою врожайністю (5,15–5,31 т/га), середньою варіабельністю ($V = 16,40-16,67 \%$), високою стійкістю до вилягання (8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до кам'яної сажки (8–9 балів) – сорти Троян і Талісман миронівський.

Визначено у досліджених сортів і ліній комплекси селекційно цінних різних кількісних ознак з високим рівнем: найбільше – по п'ять у сортів Хорс (продуктивна кущистість, продуктивність, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання), Grace (довжина колоса, маса зерна з основного колоса, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання), Геркулес (продуктивна кущистість, довжина колоса, продуктивність, урожайність, стійкість до

вилягання), по чотири – Троян (продуктивна кущистість, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання), Святомихайлівський (кількість зерен і маса зерна з основного колоса, продуктивність, маса 1000 зерен), Datcha (низькорослість, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання), Кречет (продуктивна кущистість, довжина колоса, продуктивність, урожайність), по три – Аміл (продуктивність рослини, врожайність, стійкість до вилягання), Талісман миронівський (низькорослість, урожайність, стійкість до вилягання), лінія 15-1246 (продуктивна кущистість, довжина колоса, кількість зерен у колосі). При гібридизації цих сортів можливою є рекомбінація цінних ознак.

Установлено, що рівень продуктивності окремих сортів залежить від рівня показників окремих ознак. Так, високу продуктивність шестирядного сорту Аміл зумовлено високим рівнем маси зерна як з основного колоса, так і з підгону і кількістю зерен у колосі, сортів Кречет і Геркулес – продуктивної кущистості та довжини колоса, сорту Хорс – продуктивної кущистості та маси 1000 зерен, сорту Святомихайлівський – кількості зерен з основного колоса та маси 1000 зерен.

Установлено залежність успадкування продуктивності F_1 від умов вирощування: в посушливому 2019 р. – лише за типом наддомінування, а в сприятливому 2020 р. – як за типом наддомінування, так і за проміжним та позитивним домінуванням.

Визначено достовірно високу загальну комбінаційну здатність (ЗКЗ) за продуктивністю материнських компонентів Троян, Хорс, Аміл і Талісман миронівський ($\hat{g} = 0,79-1,83$) та тестера Scrabble ($\hat{g} = 0,21$), у яких значно більше генетичних факторів, які визначають високий рівень ознаки. Низькою ЗКЗ була у сортів Взірець, Аграрій, Datcha, Контраст, Геркулес, лінії 15-139, тестера Аграрій. Висока специфічна комбінаційна здатність (СКЗ) була у материнських компонентів Datcha, Модерн, Gladys, Троян, Геркулес, Ґатунок і Grace ($\delta^2_{si} = 0,99-3,00$) та тестерів Аграрій і Scrabble ($\delta^2_{si} = 2,81-2,94$), що передбачає трансгресивну мінливість у F_2 при залученні цих сортів у схрещування.

Установлено особливості кореляції між кількісними ознаками рослин, а також шляхового аналізу продуктивності в залежності від використання різного набору ознак.

Установлено істотну позитивну кореляцію продуктивності з продуктивною кущистістю в 2018–2019 рр. ($r = 0,789$ і $0,458$ відповідно), кількості зерен з основного колоса в 2018–2019 рр. ($r = 0,560$ і $0,564$ відповідно), за три роки – з масою зерна з основного колоса ($r = 0,609, 0,708$ і $0,572$) та масою зерна з підгону ($r = 0,940, 0,869$ і $0,960$ відповідно за роками). Виявлено позитивну взаємозалежність трьох ознак: продуктивності, продуктивної кущистості та продуктивності підгону.

Шляховим аналізом продуктивності рослин у першому варіанті з використанні простих ознак (структурних елементів продуктивності) установлено позитивні прямі ефекти на продуктивність ($0,662, 0,562$ і $0,572$ відповідно за 2018, 2019 та 2020 рр.). У посушливих умовах 2018–2019 рр. установлено, що продуктивна кущистість була визначальною ознакою для продуктивності ($r = 0,789$ і $0,458$).

Шляховим аналізом продуктивності у другому варіанті з використання окрім маси зерна з основного колоса ознаки маса зерна з підгону встановлено, що лише ці дві ознаки мають прямий ($0,393, 0,515$ і $0,308$ та $0,837, 0,718$ і $0,858$ відповідно) і побічний ефект на продуктивність, а також істотну кореляції з нею ($r = 0,690, 0,708$ і $0,572$ та $r = 0,940, 0,869$ і $0,960$ відповідно). Тому в разі визначення маси зерна з основного колоса або з підгону ці дві ознаки також можна використати як детермінанти ефективності добору високопродуктивних рослин.

Визначено залежність рівня врожайності в конкурсному сортовипробуванні від взаємодії генотип-середовище, ранжування генотипів за врожайністю, стабільністю та ранжування їх по відношенню до «ідеального» генотипу за інтерпретацією результатів дослідження в контрастних гідротермічних умовах статистично-графічним методом GGE biplot аналіз. У результаті GGE biplot which-won-where (хто-де-переміг) візуалізовано взаємодію

генотип x середовище. Мега-середовища, яке створюють більш сприятливі 2018 р. та 2020 р., оптимальним за врожайністю було для сортів Grace, Аміль, Троян і Талісман миронівський, а середовище 2019 р. – для сортів Авгур, Margret і Хорс.

GGE biplot ranking розподілено генотипи за середньою за три роки врожайністю та її стабільністю. За високою врожайністю виділено сорти Grace, Margret, Аміль, Троян, Datcha, Авгур, Хорс, Аграрій, Талісман миронівський і Геркулес, а за найнижчою – голозерні сорти Merlin, Ґатунок і Ахіллес. За високою стабільністю виділено сорти Grace, Gladys, Ґатунок, Явір, Контраст і Хорс, за низькою – Аміль, Авгур, KWS Bambina і Резерв. GGE biplot comparison розподілено генотипи по відношенню до гіпотетичного «ідеального». Найближчим до «ідеального» генотипу врожайністю був сорт Grace (5,43 т/га), близькими – Троян (5,31 т/га) і Margret (5,27 т/га), потім Авгур, Аграрій, Кречет і Геркулес (5,0–5,22 т/га).

Унаслідок виявлених закономірностей встановлено практичну та селекційну цінність високоврожайних і стабільних сортів Grace і Хорс для різних умов середовища, а високоврожайних з високою реакцією за роками сортів Аміль і Авгур – для оптимальних умов.

Одержані результати досліджень мають практичне значення для комбінаційної селекції ячменю ярого. Внаслідок встановлення комплексу особливостей сортів і ліній ячменю ярого за рівнем, оптимальним поєднанням, варіабельністю, кореляцією, впливом на продуктивність її структурних елементів, успадкуванням кількісних ознак і комбінаційною здатністю, взаємодії генотип-середовище та ранжування генотипів за врожайністю і стабільністю забезпечено ефективність визначення цінності вихідного матеріалу для селекції.

Для використання в селекції виділено сорти з комплексом цінних кількісних морфо-біологічних ознак і властивостей: по вісім – Хорс (продуктивна куцистість, продуктивність рослин, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання, висока ЗКЗ, стабільність урожайності,

придатність для різних умов вирощування) та Grace (довжина та маса зерна з основного колоса, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання, стійкість до кам'яної сажки, стабільність урожайності, придатність для різних умов вирощування), по сім – шестирядний Аміл (маса зерна з основного колоса, продуктивність, урожайність, стійкість до вилягання, висока ЗКЗ, висока потенційна врожайність), Троян (продуктивна кущистість, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання, стійкість до кам'яної сажки, висока ЗКЗ, висока СКЗ) і безостий сорт Геркулес (лінія 14-561) (продуктивна кущистість, довжина колоса, продуктивність рослин, урожайність, стійкість до вилягання, стійкість до кам'яної сажки, висока СКЗ), по шість – голозерний Ґатунок (довжина колоса, кількість зерен з основного колоса, високий вміст білка, стійкість до темно-бурого гелмінтоспоріозу, висока СКЗ, стабільність урожайності) і безостий Кречет (продуктивна кущистість, довжина колоса, продуктивність рослин, урожайність, стійкість до кам'яної сажки, стійкість до темно-бурого гелмінтоспоріозу), по п'ять – Святомихайлівський (кількість зерен і маса зерна з основного колоса, продуктивність, маса 1000 зерен, стійкість до кам'яної сажки), Талісман миронівський (низькорослість, урожайність, стійкість до кам'яної сажки, стійкість до вилягання, висока ЗКЗ) і Datcha (низькорослість, маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання, висока СКЗ), по чотири – Gladys (низькорослість, стабільність урожайності, стійкість до вилягання, висока СКЗ), голозерний Merlin (низькорослість, високий вміст білка, стійкість до кам'яної сажки, стійкість до темно-бурого гелмінтоспоріозу), безостий Модерн (продуктивна кущистість, довжина колоса, стійкість до кам'яної сажки, висока СКЗ) і лінія 15-1246 (продуктивна кущистість, кількість і маса зерна колоса, стійкість до кам'яної сажки).

Виділено високоврожайні та стабільні сорти Grace і Хорс, які мають практичну та селекційну цінність для різних умов вирощування. Для оптимальних умов виділено сорти Аміл і Авгур з сильною реакцією на умови вирощування.

Безосту лінію 14-561 під назвою Геркулес, співавтором якого є здобувач,

передано для проведення з 2020 р. кваліфікаційної експертизи на придатність для поширення в Україні. Створено та виділено в селекційному розсаднику 124 цінних ліній восьми різновидностей: безостих і остистих, голозерних і плівчастих, двохрядних і шестирядних.

Ключові слова: ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), селекція, сорт, лінія, топкрос, F₁ гібриду, кількісна ознака, варіабельність, успадкування за ступенем домінантності, комбінаційна здатність, урожайність, стабільність, стійкість до збудників хвороб, селекційна цінність, добір.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

1. Зимогляд О.В. Мінливість продуктивності та її структурних елементів у сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 40-50. DOI: 10.30835/1413-7510.2019.172660.

2. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Особливості сортів і ліній ячменю ярого за кількісними морфо-біологічними та господарськими ознаками. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 116. С. 31-40. DOI: 10.30835/1413-7510.2019.190451.

3. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Наумов О.Г. Рівень і варіабельність цінних господарських ознак ячменю ярого в залежності від генотипу та гідротермічних умов. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 118. С. 22-34. DOI: 10.30835/1413-7510.2020.222281.

4. Zimogliad O.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Vazhenina O.Ye., Naumov O.G. Performance inheritance and combining ability of spring barley accessions. *Sel. Nasinn.* 2021. Issue. 119. P. 106-116. DOI: 10.30835/1413-7510.2021.237026.

Статті у науковому фаховому виданні України, проіндексованому в базах
даних Scopus

5. Kozachenko Mykhaylo, Zimoglyad Oleksiy. Definition of performance determinants in spring barley by path analysis. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25. No. 3. P. 26-35. DOI: 10.48077/scihor.25(3).2022.26-35.

Статті у закордонних виданнях

6. Kozachenko M.R., Solonechnyi P.M., Zimoglyad O.V., Vasko N.I., Vazhenina O.Ye., Naumov O.G., Kobyzeva L.N., Kolomatska V.P.. Value of *Hordeum vulgare* L. genotypes in terms of yield and its stability. *Zemes Ukio Mokslai*. 2022. Vol. 29. No. 1. P. 20-27

Тези наукових конференцій, які засвідчують
апробацію матеріалів дисертації

7. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Солонечний П.М., Наумов О.Г., Солонечна О.В., Важеніна О.Є. Морфо-біологічні особливості сортів і ліній ячменю ярого як вихідного матеріалу для селекції. Міжнародна науково-практична конференція “Підвищення ефективності селекції та рослинництва в сучасних умовах”, 3-5 липня 2019 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр’єва НААН. Харків: Інститут рослинництва ім В.Я. Юр’єва, 2019. С. 66–67.

8. Зимогляд О.В., Селекційна цінність сортів і ліній ячменю ярого за господарськими ознаками. Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів “Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур”, 19 квітня 2019 р., Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, село Центральне Миронівського району Київської обл. Миронівський інститут пшениці, 2019. С. 52-53.

9. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Наумов О.Г. Рівень господарських ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від погодних умов. V Всеукраїнська науково-практична конференція “Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі”, 15 жовтня 2020 р., Уманський

національний університет садівництва. Умань: НУС, 2020. С 56–

10. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г. Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Селекційна цінність сортів і ліній ячменю ярого за рівнем прояву морфо-біологічних та господарських ознак. Міжнародна наукова інтернет-конференція “Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність”, 17–18 червня 2020 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр’єва НААН. Харків: Інститут рослинництва імені В.Я. Юр’єва, 2020. С. 85–87

11. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Святченко С.І. Особливості остистих і безостих сортів ячменю ярого за господарськими ознаками. V Міжнародна науково-практична конференція “Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур”, 26 листопада 2020 р., Дніпровський ДАЕУ. Дніпро: ДАЕУ, 2020. С. 123–124.

12. Зимогляд О.В. Кореляція кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого. IX Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур», 23 квітня 2021 р., Миронівський Інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН. Центральне Миронівського району Київської області, 2021. С. 51.

13. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Святченко С.І., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г. Шляховий аналіз продуктивності рослин ячменю ярого. Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення», 1–2 липня 2021 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр’єва НААН. Харків: Інститут рослинництва імені В.Я. Юр’єва, 2021. С. 163–165.

14. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М. Мінливість рівня врожайності ярого ячменю в залежності від умов вирощування. V Інтернет-конференція молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молеку до сорту», 21 вересня 2021 р., НААН, МОН України, СГІ- НААН, МОН України, СГІ-НЦНС. Київ, Одеса. 2021. С.61.

Авторське Свідотство про авторство на сорт рослин

15. Свідотство № 210790 України. Про авторство на сорт рослин Геркулес ячменю звичайного (ярий). Заявка № 19020019. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Важеніна О.Є., Солонечний П.М., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Внесено в 2021 р. в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2022 р. (17.01.2022). Мінагрополітики та продовольства України. 2021.

ANNOTATION

Zimohlyad O.V. Variability Patterns of Breeding Traits in Spring Barley Cultivars and Lines of Depending on Genotype and Growing Conditions. – Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Academic Degree of the Doctor of Philosophy in specialty 201 – Agronomy. – Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine, Kharkiv, 2022.

The thesis presents a theoretical generalization of and a new solution to an important scientific problem of establishing variability patterns of breeding-genetic quantitative characteristics of spring barley cultivars and lines depending on genotype and growing conditions, based on which the goal to evaluate 22 cultivars and lines as starting material for ‘quantitative characteristics of plants and economic features’-oriented breeding was achieved. The results, in comparison with the known ones, are distinguished by comprehensiveness of solving the problem via different breeding and genetic methods for determinations of levels, variability, correlations, path coefficients, inheritance, combining ability, stability, and GGE biplot-value of breeding and economical characteristics, by optimal combinations of different varietal, breeding and economic features in spring barley cultivars and lines, by selection of sources of breeding-valuable traits under various growing conditions as well as by creation of breeding-valuable lines evolved from these sources.

For the first time, differences in morpho-biological quantitative characteristics

were determined in 22 spring barley cultivars and three lines belonging to different varieties (13 *nutans* Schubl., five *inerme* Coern., four *nudum* L., one *rikotense* R. Red., one *submedicum* Orl., and one *duplialbum* L). under the comparative conditions of 2018–2020 Based on this, genotypes with high values of quantitative traits with weak or average variability were identified: for plant performance (grain weight) – cvs. Amil, Yavir, Avhur, Merlin, Margret, KWS Bambina, Krechet and Herkules (as line 14-561); for productive tillering capacity – cvs. Troian, Herkules and line 15-1246; for the grain number from the main spike – cvs. Amil, Sviatomykhailivskiyi, and Hatunok, lines 15-1246 and 15-139 Modern, Grace Quench: for 1000-grain weight – Khors, Troian, Reserv, Sviatomykhailivskiyi, Datcha and Gladys; for the grain weight from the main spike – cvs. Troian, Yavir, Herkules, Margret; for the grain weight per afterspring – cvs. Krechet, Akhiles, Khors, Amil, Hatunok, Troian, and Herkules and line 15-1246; for the main spike length – cvs. Grace, Hatunok, Akhiles, Krechet, Herkules, and Modern, Sviatomykhailivskiyi, lines 15-1246; for short stems – cvs. Gladys, and Merlin. These cultivars and lines are valuable starting material for breeding for high values of the specified quantitative characteristics of plants.

There were significant differences in economic features between the cultivars and lines. The yield of the studied cultivars and lines depended on both genotype and growing conditions. In 2018, it was 3.56–5.55 t/ha; in 2019 - 2.79–4.91 t/ha; in 2020 (the barley tillering phase in this year was waterlogged and cool) 4.15–6.69 t/ha. The average yield was 4.95 t/ha, 4.09 t/ha and 5.55 t/ha, respectively. In the experiment, the yield was 4.88 t/ha. Which was close to the yield from the check cultivar, Vzirets (4.75 t/ha).

High-yielding cvs. Amil, Avhur, Khors, Troian, Talisman Myronivskiyi, Datcha, Grace, Margret, and Krechet and line 14-561 were selected by average yield across the three years (5.15–5.43 t/ha). Line 14-561 was submitted to the state examination as cv. Herkules. Lodging resistant cultivars were also identified: Vzirets, Amil, Khors, Troian, Talisman Myronivskiyi, KWS Bambina, Datcha, Grace, Quench, Gladys, Kontrast, Krechet, and Herkules (8.3–8.8 points). Cvs. Hatunok, Amil and

Khors were selected due to shorter vegetation (78–80 days), while cvs. Avhur, Akhiles, and Vzirets and line 15-139 – due to longer vegetation (85–86 days).

It was found that the Amil yield variability was high ($V = 22.88\%$), so this cultivar is suitable for more controlled optimal growing conditions. In high-yielding cvs. Khors, Troian, Talisman Myronivskiy, Herkules, Datcha, Grace, and Margret, the coefficient of variation of the yield was moderate ($V = 11.18\text{--}16.67\%$).

The variability of the quantitative traits of plants was not the same. It was moderate for the spike length, performance, productive tillering, and height ($V = 10.14\text{--}19.68\%$). The coefficients of variation of the grain weight from the main spike, 1000-grain weight and grain number per spike were low ($V = 3.53\text{--}7.02\%$), so selection of plants by these traits will be effective. A very high (9 points) and high (8 points) resistance to the pathogen of head smut was recorded in awnless cvs. Kontrast, Modern, Krechet, and Herkules and awnless lines 15-139 and 15-1246, awny cvs. Vzirets, Troyin, Rezerv, Sviatomykhailivskiy, Talisman Myronivskiy, KWS Bambina, Grace, and Merlin. High resistance to spot blotch was found in cvs. Margret, Merlin and Krechet. Very high and high resistance to powdery mildew was seen in all the studied cultivars and lines.

The protein content in grain was determined to be high (but not the same) in naked cvs. Merlin (17.2%), Hatunok (16.2%), Akhilles (15.2%), and Yavir (15.1%), low (12.5–13.2%) in chaffy cvs. Amil, Quench, Datcha, Margret, Rezerv, Kontrast, and Modern and naked awnless line 15-1246 in comparison with the average value of 13.9%. The starch content in grain was higher than the average in line 15-1246 and cvs. Quench and Yavir (59.1–60.6%).

The studies showed that the following cultivars were valuable for breeding due to several economic features (high performance of 4.75–5.43 t/ha, moderate variability [$V = 11.06\text{--}18.59\%$]; high resistance to lodging [8.3–8.8 points]; very high or high resistance to the pathogens of head smut [7–9 points] and spot blotch [6–9 points]: Grace, Khors, Krechet, and Herkules. Cvs. Troian and Talisman Myronivskiy were noticeable for high yields (5.15–5.31 t/ha), moderate variability ($V = 16.40\text{--}16.67\%$), high resistance to lodging (8.8 points), and very high or high

resistance to head smut (8–9 points).

The studied cultivars and lines had various combinations of high values of different breeding-valuable quantitative traits of plants with weak or average variability: Amil (grain number from the main spike, grain weight per after spring, plant performance, yield, and resistance to lodging), Khors (1000-grain weight, yield, and resistance to lodging), and Grace (grain number from the main spike, yield and resistance to lodging), line 14-561 (cv. Herkules) (productive tillering, spike length, performance, yield, and resistance to lodging, grain weight from the main spike and per after spring), Troian (yield, grain weight from the main spike and resistance to lodging), Sviatomykhailivskiyi (grain number from the main spike, weight of 1000 grains), Datcha (weight of 1000 grains, performance, and resistance to lodging), and Krechet (spike length, performance, and yield); Talisman Myronivskiyi (yield, resistance to lodging) and line 15-1246 (productive tillering, performance, spike length, grain number per spike). Hybridization between these cultivars may result in recombination of valuable traits.

It is established that the performance of the cultivars depended on high levels of different traits. Thus, the high performance of hexastichous cv. Amil was due both to the grain weight from the main spike and to the grain weight per after spring as well as to the grain number per spike; the high performance of cvs. Krechet and Herkules was attributed to productive tillering and spike length; the high performance of cv. Khors – to the grain number from the main spike and 1000-grain weight.

The inheritance of the performance by F_1 plants was found to depend on growing conditions: it was overdominance in the dry year of 2019, while intermediate inheritance and positive dominance was seen under the favorable conditions in 2020.

The general combining ability (GCA) was significantly high for the performance of maternal cvs. Troian, Khors, Amil, and Talisman Myronivskiyi ($\hat{g} = 0.79–1.83$) and the tester (Scrabble) ($\hat{g} = 0.21$), which have much more genetic factors that determine a high level of this trait. The GCA was low in cvs. Vzirets, Ahrarii, Datcha, Kontrast, and Herkules, line 15-139 and the tester (Ahrarii). The specific combining ability (SCA) was high in maternal cvs. Datcha, Modern, Gladys,

Troian, Herkules, Hatunok and, especially, Grace ($\delta^2_{si} = 0.99\text{--}3.00$) and the testers (Ahrarii and Scrabble) ($\delta^2_{si} = 2.81\text{--}2.94$), which provides transgressive variability in F_2 when these cultivars are involved in crossing.

Peculiarities of correlations between the quantitative traits of plants and of path analysis of the performance using different sets of traits (structure indicators or structure indicators plus and performance components) are described. There were significant positive pair correlation coefficients between the performance and productive tillering in 2018–2019 ($r = 0.789$ and 0.458 , respectively), between the performance and grain number from the main spike in 2018–2019 ($r = 0.560$ and 0.564 , respectively), between the – performance and grain weight grain from the main spike in the three study years ($r = 0.609$, 0.708 and 0.572 , respectively) and between the performance and grain weight per afterspring ($r = 0.940$, 0.869 and 0.960 , respectively). There were positive correlations between the following three traits: performance, productive tillering and afterspring performance.

Path analysis of the plant performance in variant 1 with simple traits (structure indicators of the performance and other plant features) demonstrated a significant positive direct effect of productive tillering and grain number from the main spike on the performance and a positive correlation between these traits which can be used as a determinants to predict the effectiveness of selection of highly productive plants.

Path analysis of the performance in variant 2 with addition of the performance components (grain weight from the main spike and grain weight perafterspring) to the traits of variant 1 showed that only these two traits had significant direct effects (0.393 , 0.515 and 0.308 , respectively; 0.837 , 0.718 and 0.858 , respectively) and a side effect through other traits on the performance. There were moderate and strong correlations, respectively, ($r = 0.69$, 0.708 and 0.572 , respectively; $r = 0.940$, 0.869 and 0.860 , respectively) between the performance and these traits. Therefore, the grain weight from the main spike and grain weight per afterspring can also be used as determinants to predict the effectiveness of selection of high-yielding plants.

Dependence of the yield on the genotype-environment interaction, ranking of genotypes by yield and its stability and their ranking in relation to the "ideal"

genotype were interpreted from the yield data from competitive trials under contrast hydrothermal conditions of cultivation processed by modern statistical-graphical analysis - GGE biplot. Using GGE biplot, we analyzed 'which-won-where' patterns and visualized the relationship between the yields of the spring barley cultivars and lines under investigation and environments (years of cultivation). The mega-environment formed by the more favorable 2018 and, especially, 2020, was the most optimal in terms of yield for cvs. Grace, Amil, Troian, and Talisman Myronivskiyi, while the 2019 environment – for cvs. Avhur, Margret and Khors.

GGE biplot ranked the genotypes by average yield across the three years and its stability. Grace, Margret, Amil, Troian, Datcha, Avhur, Khors, Ahararii, Talisman Myronivskiyi, and Herkules were selected due to high yields, while naked cvs. Merlin, Hatunok and Akhiles gave the lowest yields. Cvs. Grace, Gladys, Hatunok, Yavir, Kontrast, and Khors were distinguished due to their high stability, while Amil, Avhur, KWS Bambina, and Rezerv were less stable. GGE biplot comparison ranked the genotypes in relation to the hypothetical "ideal" genotype by "breeding value": cv. Grace was the best in terms of yield (5.43 t / ha), Troian (5.31 t/ha) and Margret (5.27 t/ha) were better than the others followed by cvs. Avhur, Ahrarii, Krechet, and Herkules (5.00–5.22 t/ha).

From the revealed patterns, the practical and breeding values of high-yielding and stable cvs. Grace and Khors were good for the conditions of different years. High-yielding cultivars that were responsive to the growing conditions (Amil and Avhur) are suitable for the most optimal growing conditions.

The obtained results are of practical importance for spring barley combination breeding. Owing to defining peculiarities of spring barley cultivars and lines in terms of levels, optimal combinations, variability, correlations between quantitative traits, path analysis of the performance, inheritance and combining ability for the performance, genotype-environment interaction, and to genotype ranking by yield, its stability and relation to the «ideal genotype», the efficiency of evaluation of the starting material value for breeding was ensured.

For breeding, cultivars combining several the greatest numbers of valuable

quantitative morpho-biological traits and features were selected:(3–9 traits and features): Khors (1000-grain weight, high and stable yield, resistance to lodging, high GCA, and suitability for different growing conditions), Grace (grain number from the main spike, 1000-grain weight, high and stable yield, resistance to lodging, resistance to head smut, and suitability for different growing conditions), Amil (grain number from the main spike, grain weight peraftherspring, performance, yield, resistance to lodging, high GCA, and high potential yield), Troian (number from the main spike, yield, resistance to lodging, resistance to head smut, high GCA and SCA) and in awnless line 14-561 (cv. Herkules) (grain weight peraftherspring, grain weight from the main spike, productive tillering, spike length, plant performance, yield, resistance to lodging, resistance to head smut, high SCA); Hatunok (grain number from the main spike, high protein content, resistance to spot blotch, high SCA, and stable yield), Krechet (spike length, plant performance, yield, resistance to head smut, and resistance to spot blotch); Sviatomykhailivskyi (grain number from the main spike, performance, 1000-grain weight, and resistance to head smut), Talisman Myronivskyi (yield, resistance to head smut stone, resistance to lodging, and high GCA) and Datcha (1000-grain weight, yield, resistance to lodging, high SCA); four useful traits were noticed in two-rowed chaffy cv. Gladys (short stems, 1000-grain weight, stable yield, resistance to lodging, and high SCA), naked cv. Merlin (short stems, high protein content, resistance to head smut, and resistance to spot blotch), awnless cv. Modern (spike length, grain number from the main spike, resistance to head smut, and high SCA) and in line 15-1246 (productive tillering, grain number perspike, performance, spike length and resistance to head smut).

High-yielding and stable cvs. Grace and Khors, which are of practical and breeding value for various uncontrolled growing conditions, were identified. Cvs. Amil and Augur, which are highly responsive to growing conditions, were selected for the most optimal conditions.

Line 14-561 as awnless cv. Herkules, which had been co-authored by the applicant, was submitted to the state examination of plant varieties for suitability for dissemination in Ukraine in 2020. 124 valuable lines belonging to eight varieties

(awnless and awny, naked and chaffy, two-rowed and six-rowed) were bred and selected in a breeding nursery.

Key words: spring barley (*Hordeum vulgare* L.), plant breeding, cultivar, line, topcross, F₁ hybrids, quantitative trait, variability, inheritance by degree of dominance, combining ability, yield, stability, resistance to pathogens, breeding value, selection.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	22
РОЗДІЛ 1 ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ, СТАН, ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури)	32
1.1 Історичні аспекти культивування ячменю ярого	32
1.2 Стан селекції ячменю ярого	33
1.3 Селекційно-генетичні особливості та перспективи селекції ячменю ярого	35
1.3.1 Селекційна цінність вихідного матеріалу	35
1.3.2 Дослідження селекційно-генетичних особливостей генотипів ячменю ярого	37
1.3.3 Особливості взаємозв'язків ознак ячменю	39
1.3.4 Особливості рівня та варіабельності ознак ячменю ярого	43
1.3.5 Адаптивність генотипів ячменю ярого	45
Висновки до розділу 1	45
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	48
2.1 Ґрунтово-кліматичні та агрометеорологічні умови проведення досліджень	48
2.2 Вихідний матеріал для досліджень	51
2.3 Методика проведення досліджень	52
Висновки до розділу 2	58
РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА МОРФО–БІОЛОГІЧНИМИ ТА ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ	60
3.1 Особливості рівня та варіабельності морфо-біологічних та господарських ознак сортів і ліній ячменю ярого	60
3.2 Цінність генотипів ячменю ярого за врожайністю та	72

стабільністю	
3.3 Варіабельність продуктивності та інших кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого	79
3.4 Мінливість та взаємозв'язки продуктивності та інших кількісних ознак за кореляційним та шляхом аналізами	90
Висновки до розділу 3	104
РОЗДІЛ 4 СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	109
4.1 Успадкування продуктивності рослин сортів і ліній у F_1 ячменю ярого	109
4.2 Загальна (ЗКЗ) та специфічна (СКЗ) комбінаційна здатність сортів і ліній ячменю ярого за продуктивністю рослин у F_1	111
Висновки до розділу 4	116
РОЗДІЛ 5 СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА КОМПЛЕКСОМ ЦІННИХ ОЗНАК І ВЛАСТИВОСТЕЙ	118
5.1 Характеристика виділених сортів і ліній за комплексом цінних ознак і властивостей	118
5.2 Ефективність досліджених сортів і ліній як вихідного матеріалу	121
5.2.1 Добір рослин у F_3 парних схрещувань	122
5.2.2 Створення цінних ліній за участю дослідженого вихідного матеріалу	123
Висновки до розділу 5	125
ВИСНОВКИ	127
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	135
ДОДАТКИ	162

ВСТУП

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L) як одна з провідних зернових колосових культур широко використовується в переробній, пивоварній, харчовій, кондитерській, фармацевтичній та кормовиробничій промисловості. Україна займає одне з основних місць у світі за обсягами виробництва та експорту зерна ячменю. Тому збільшення виробництва зерна ячменю важливе для забезпечення продовольчої безпеки України. Для досягнення цього та в зв'язку з скороченням площ під посівами ячменю ярого необхідно підвищувати врожайність його зерна, що досягається, в основному, за рахунок створення та впровадження в сільськогосподарське виробництво нових високоврожайних та високоякісних сортів.

Обґрунтування вибору теми дисертації. В Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 р. було внесено 150 сортів ячменю ярого, зокрема 16 сортів селекції Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН.

Незважаючи на широкий вибір сортів, не всі вони можуть реалізувати свій потенціал за рівнем і стабільністю врожайності та якістю зерна в умовах східної частини Лісостепу України. Тому важливо створювати сорти з високою та стабільною врожайністю, стійкі до різних умов вирощування. Для успішної селекції таких сортів необхідна наявність вихідного матеріалу з цінними ознаками. В зв'язку з цим актуальним є встановлення селекційно-генетичних особливостей вихідного матеріалу, який передбачено використати в комбінаційній селекції. Результати їх досліджень багатьма авторами на різноманітних генотипах ячменю та в різних умовах неоднозначні. Тому важливим є встановлення закономірностей мінливості рівня, варіабельності, взаємодії генотип-середовища, стабільності, кореляції, шляхового аналізу, успадкування, комбінаційної здатності, показників продуктивності рослин та їх структурних елементів, а також якості зерна у сучасних сортів ячменю ярого різного походження та визначення на цій основі цінності різносторонніх сортів і

селекційних ліній, що підвищить ефективність їх використання як вихідного матеріалу в селекції. Це і стало підставою для виконання досліджень за темою дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконано особисто автором в 2018–2021 рр. у відповідності з тематичним планом Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН за завданням 2016–2018 рр. 13.00.01.42 П «Установити особливості формування цінних господарських ознак за допомогою сучасних технологій генетичного контролю та створити сорти ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.)» (номер державної реєстрації 0116U001047) ПНД 13 «Селекція зернових і зернобобових культур», завдання 2019–2020 рр. 13.00.01.70. П «Створити сорти ячменю ярого голозерного та плівчастого, придатні для кормового та харчового використання» (номер державної реєстрації 0119U000432) ПНД 13 «Селекція зернових і зернобобових культур» та завдання 2021–2025 рр. 13.00.05.02.Ф «Теоретичне обґрунтування селекції сортів ячменю ярого з показниками якості зерна відповідно до напрямку використання (пивоварного, зернового фуражного та харчового)» (номер державної реєстрації 0121U100552) ПНД 13 «Зернові, круп'яні, зернобобові культури»

Мета та завдання дослідження. Мета дослідження – теоретичне обґрунтування і нове вирішення важливого наукового завдання з установавання закономірностей мінливості селекційно-генетичних ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від генотипу та умов вирощування в східній частині Лісостепу України. Це досягнуто шляхом установавання генотипових особливостей рівня, стабільності, кореляції, успадкування, комбінаційної здатності та оптимального поєднання показників продуктивності, врожайності, їх структурних елементів та якості зерна у сортів і ліній ячменю ярого різних різновидностей в різних умовах у залежності від взаємодії генотип-середовище та виділення на цій основі джерел цінних ознак для селекції ячменю ярого.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання:

– установити особливості сортів і ліній ячменю ярого за рівнем кількісних

морфо-біологічні та господарських ознак (врожайності та її стабільності, тривалості вегетаційного періоду, стійкості до вилягання та хвороб, якості зерна);

- визначити рівень і варіабельність ознак сортів і ліній ячменю ярого;
- визначити взаємозв'язки за парними коефіцієнтами кореляції, шляховим аналізом продуктивності рослин та її структурних елементів різних генотипів;
- установити селекційно-генетичні особливості продуктивності сортів і ліній ячменю ярого за генетичним аналізом F_1 ;
- виділити джерела цінних ознак для селекції ячменю ярого.

Об'єкт дослідження: генотипові особливості рівня, мінливості, варіабельності, стабільності, кореляції, кількісних і господарських ознак, успадкування і комбінаційної здатності за продуктивністю; оптимальне поєднання показників селекційно цінних ознак у сортів і ліній ячменю ярого в різних умовах вирощування; селекційна цінність сортів і ліній та нових ліній за їх використанням в комбінаційній селекції.

Предмет дослідження: закономірності мінливості селекційно-генетичних особливостей сортів і ліній ячменю ярого за кількісними ознаками в залежності від генотипу та умов вирощування та виділення і створення цінного вихідного матеріалу для селекції ячменю ярого.

Методи дослідження: загальнонаукові – аналіз, синтез, дедукція, індукція; спеціальні – польові (випробування сортів, ліній та F_1 , фенологічні спостереження) для одержання експериментальних даних; біометричні та вимірювально-вагові для визначення рівня показників ознак; генетико-статистичний – для встановлення рівня мінливості, стабільності, успадкування та комбінаційної здатності; статистичні (дисперсійний, варіаційний, кореляційний, шляховий аналіз, GGE biplot аналіз) для визначення достовірності відмінностей експериментальних даних та взаємозв'язків ознак.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення в умовах 2018–2021 рр. важливого наукового завдання з встановлення закономірностей мінливості селекційно-генетичних

особливостей сортів і ліній ячменю ярого за кількісними ознаками в залежності від генотипу та умов вирощування, на основі чого було досягнуто мети з визначення цінності 22 сортів і трьох ліній як вихідного матеріалу для селекції за кількісними ознаками рослин і господарськими ознаками та створення цінних ліній.

Одержані результати відрізняються від відомих комплексністю вирішення завдання, для чого застосовано різні селекційні та генетичні методи визначення рівня, варіабельності, кореляції, успадкування, комбінаційної здатності, стабільності й цінності генотипів за шляховим, GGE biplot та іншими аналізами, оптимального поєднання показників та виділення джерел цінних для селекції ознак у різних умовах середовища, створення з їх залученням до гібридизації цінних ліній.

Уперше встановлено відмінності морфо-біологічних особливостей за кількісними ознаками в умовах 2018–2020 рр. 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого різних різновидностей. На основі цього виділено цінний вихідний матеріал з високими показниками окремих кількісних ознак.

Установлено значні особливості сортів і ліній за господарськими ознаками (врожайністю, тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до вилягання і хвороб, якістю зерна), в результаті чого виділено цінний вихідний матеріал для селекції, лінію 14-561 під назвою Геркулес передано на кваліфікаційну експертизу з 2020 р. на придатність для поширення в Україні.

Визначено, що варіабельність урожайності сорту Аміль ($V = 22,88\%$) була високою, тому він придатний для оптимальних умов вирощування. У високоврожайних сортів Хорс, Троян, Талісман миронівський, Геркулес, Datcha, Grace і Margret коефіцієнт варіації врожайності був середнім ($V = 11,18\text{--}16,67\%$).

Рівень варіабельності кількісних ознак рослин був неоднаковим. Середньою вона була за ознаками довжина колоса, продуктивність, продуктивна кустистість, висота ($V = 10,14\text{--}19,68\%$). Коефіцієнт варіації ознак маса зерна з основного колоса, маса 1000 зерен і кількість зерен у колосі був низьким ($V =$

3,53–7,02 %), тобто добір рослин за ними буде ефективним.

У результаті досліджень встановлено, що за комплексом господарських ознак (висока врожайність – 4,75–5,43 т/га, середня варіабельність – $V= 11,06–18,59$ %, висока стійкість до вилягання – 8,3–8,8 балів, дуже висока та висока стійкість до ураження збудниками кам'яної сажки – 7–9 балів та темно-бурого гельмінтоспоріозу – 6–9 балів) високу селекційну цінність мають сорти Grace, Хорс, Кречет, і Геркулес. За високою врожайністю (5,15–5,31 т/га), середньою варіабельністю ($V= 16,40–16,67$ %), високою стійкістю до вилягання (8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до кам'яної сажки (8–9 балів) – сорти Троян і Талісман миронівський.

Визначено поєднання різної кількості селекційно цінних ознак з високим рівнем показників у досліджених сортах і ліній: найбільше – по п'ять у сортів Аміль, Grace і лінія 14-561 (Геркулес); по чотири – Троян, Святомихайлівський, Datcha, Кречет; по три – Талісман миронівський та лінія 15-1246. При гібридизації між цими сортами можливою є рекомбінація цінних ознак.

Установлено, що рівень продуктивності окремих сортів залежить від високого рівня показників різних ознак. Так, високу продуктивність шестирядного сорту Аміль зумовлено високим рівнем ознаки маса зерна як з основного колоса, так і з підгону та кількістю зерен у колосі, сортів Кречет і Геркулес – продуктивної кущистості та довжини колоса, сорту Хорс – продуктивної кущистості та маси 1000 зерен, сорту Святомихайлівський – кількості зерен з основного колоса та маси 1000 зерен.

Установлено особливості кореляції між кількісними ознаками продуктивності рослин та їх взаємовпливу в результаті шляхового аналізу в залежності від використання різного набору ознак (структурних елементів або також і складових продуктивності).

Установлено, що кореляція продуктивності з її структурними елементами залежить від умов середовища. Так, істотну позитивну кореляцію продуктивності з продуктивною кущистістю встановлено в 2018–2019 рр. ($r = 0,789$ і $0,458$ відповідно), кількості зерен з основного колоса в 2018–2019 рр. (r

= 0,560 і 0,564 відповідно), за три роки з масою зерна з основного колоса ($r = 0,609, 0,708$ і $0,572$) та масою зерна з підгону ($r = 0,940, 0,869$ і $0,960$ відповідно). Виявлено позитивну взаємозалежність трьох ознак: продуктивності, продуктивної кущистості та продуктивності підгону.

Установлено, що результати шляхового аналізу продуктивності відрізняються в залежності від залучення до нього різних наборів ознак. У першому варіанті із залученням простих ознак (структурних елементів продуктивності) установлено позитивні прямі ефекти на продуктивність ($0,662, 0,562$ і $0,572$) ознаки продуктивна кущистість. Позитивну кореляцію продуктивності з цією ознакою було встановлено лише в посушливих умовах 2018–2019 рр. $r = 0,789$ і $0,458$). Таким чином, ознака продуктивна кущистість є визначальною для продуктивності у таких умовах.

У другому варіанті шляхового аналізу продуктивності із залученням ще й ознак складових продуктивності (маси зерна з основного колоса та маси зерна з підгону) встановлено, що лише ці дві ознаки мають прямий ($0,393, 0,515$ і $0,308$ та $0,837, 0,718$ і $0,858$ відповідно) і побічний у взаємодії з іншими ознаками ефект на продуктивність, а також середній і високий відповідно рівень кореляції з нею ($r = 0,69, 0,708$ і $0,572$ та $r = 0,940, 0,869$ і $0,960$ відповідно). Тому в разі визначення маси зерна з основного колоса або з підгону ці дві ознаки також можна використати як детермінанти добору високопродуктивних рослин.

Визначено залежність рівня врожайності від взаємодії генотип-середовище, ранжування генотипів за врожайністю та стабільністю й ранжування їх по відношенню до «ідеального» генотипу в конкурсному сортовипробуванні в різних гідротермічних умовах вирощування статистично-графічним методом GGE biplot аналіз. У результаті GGE biplot which-won-where (хто-де-переміг) аналізу візуалізовано залежність урожайності сортів і ліній ячменю ярого від середовища. Мега-середовище, яке створюють сприятливі 2018 р. і 2020 р., було оптимальним для реалізації потенціалу врожайності сортів Grace, Аміль, Троян і Талісман миронівський, а середовище 2019 р. – сортів Авгур, Margret і Хорс.

GGE biplot ranking аналіз розподілив генотипи за середньою за три роки врожайністю та стабільністю. За високою врожайністю виділено сорти Grace, Margret, Аміль, Троян, Datcha, Авгур, Хорс, Аграрій, Талісман миронівський і Геркулес, а за низькою – голозерні сорти Merlin, Ѓатунок і Ахіллес. За високою стабільністю виділено сорти Grace, Gladys, Ѓатунок, Явір, Контраст і Хорс, за низькою – Аміль, Авгур, KWS Vambina і Резерв. GGE biplot comparison аналіз ранжував генотипи по відношенню до гіпотетичного «ідеального» генотипу за селекційною цінністю: найкращим за врожайністю був сорт Grace (5,43 т/га), кращими за інші Троян (5,31 т/га) і Margret (5,27 т/га), потім сорти Авгур, Аграрій, Кречет і Геркулес (5,00–5,22 т/га).

Внаслідок виявлених закономірностей встановлено практичну та селекційну цінність високоврожайних і стабільних сортів Grace і Хорс для різних умов середовища, а високоврожайних з високою реакцією за роками сортів Аміль і Авгур – для оптимальних умов вирощування.

Установлено залежність успадкування продуктивності у F_1 від умов вирощування: в посушливому 2019 р. – лише за типом наддомінування, а в сприятливому 2020 р. – як за типом наддомінування, так і за проміжним та позитивним домінуванням.

Визначено достовірно високу загальну комбінаційну здатність (ЗКЗ) за продуктивністю материнських компонентів Троян, Хорс, Аміль і Талісман миронівський ($\hat{g} = 0,79\text{--}1,83$) та тестера Scrabble ($\hat{g} = 0,21$), у яких значно більше генетичних факторів, які визначають високий рівень ознаки. Низькою ЗКЗ була у сортів Взірець, Аграрій, Datcha, Контраст, Геркулес, лінії 15-139, Аграрій. Високою специфічна комбінаційна здатність (СКЗ) була у материнських компонентів Datcha, Модерн, Gladys, Троян, Геркулес, Ѓатунок Grace ($\delta^2_{si} = 0,99\text{--}3,00$) та батьківських компонентів Аграрій і Scrabble ($\delta^2_{si} = 2,81\text{--}2,94$). Це передбачає трансгресивну мінливість у F_2 при залученні цих сортів у схрещування.

Шляхом створення та добору в селекційному розсаднику цінних ліній визначено ефективність використання у комбінаційній селекції виділених за

селекційно-генетичними особливостями сортів і ліній.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати досліджень мають практичне значення для комбінаційної селекції ячменю ярого. Внаслідок установаження комплексу особливостей сортів і ліній ячменю ярого забезпечено ефективність визначення цінності вихідного матеріалу для селекції (Додаток Б).

Для комбінаційної селекції виділено джерела з комплексом цінних кількісних морфо-біологічних ознак і властивостей: сорти Хорс, Grace, Аміль, Троян, безоста лінія 14-561 (Геркулес), Ґатунок, Кречет, Святомихайлівський, Талісман миронівський, Datcha, Gladys, Merlin, Модерн, Авгур, лінія 15-1246.

Виділено високоврожайні та стабільні сорти Grace і Хорс, які мають практичну та селекційну цінність для різних умов вирощування. Для оптимальних умов виділено сорти Аміль і Авгур з високою реакцією на умови вирощування.

Лінію 14-561 під назвою Геркулес, співавтором якого є здобувач, передано на кваліфікаційну експертизу з 2020 р. на придатність для поширення в Україні (Додатки В і Г). Сорт Геркулес внесено в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2021 р. (Додаток Е). Створено та виділено в селекційному розсаднику цінні безості, остисті та голозерні лінії (Додаток Б).

Особистий внесок здобувача. Результати досліджень, представлені в дисертації, одержано здобувачем особисто. Автором здійснено інформаційний пошук, проаналізовано та узагальнено результати наукових досліджень у вітчизняних і зарубіжних наукових джерелах за темою дисертації. Особисто здобувачем сплановано та виконано експериментальні дослідження, проаналізовано та узагальнено одержані наукові результати, сформульовано наукові положення і висновки та розроблено рекомендації для селекції ячменю ярого. Частка авторства в опублікованих у співавторстві наукових працях за темою дисертації складає 60–80 %, у створенні переданого на кваліфікаційну експертизу на придатність для поширення в Україні сорту Геркулес – 5 %.

Апробація результатів дисертації. Результати наукових досліджень за

темою дисертації було представлено та обговорено на засіданнях вченої ради Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків, 2018–2021 рр.), а також на наукових конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції «Підвищення ефективності селекції та рослинництва в сучасних умовах», 3–5 липня 2019 р. в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур», 19 квітня 2019 р. в Миронівському Інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН (с. Центральне Миронівського району Київської області, 2019 р.); Міжнародній науковій інтернет-конференції «Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність», 17–18 червня 2020 р. в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків, 2020 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі», 15 жовтня 2020 р. в Уманському національному університеті садівництва (м. Умань, 2020 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», 26 листопада 2020 р. в Дніпровському державному аграрно-економічному університеті (м. Дніпро, 2020 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах», 25 лютого 2021 р. в Державній установі Інститут зернових культур НААН (м. Дніпро, 2021 р.); IX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур», 23 квітня 2021 р. в Миронівському Інституті пшениці ім. В.М. Ремесла НААН (с. Центральне Миронівського району Київської області, 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення», 1–2 липня 2021 р. в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків, 2021 р.).

Публікації. Основні матеріали дисертації опубліковано в 15 наукових

працях, у тому числі в шести статях, з яких чотири у фахових наукових виданнях України (одна особиста), одна у фаховому науковому виданні України, включеному до бази даних Scopus, та одна у закордонному виданні (Литва), а також у восьми тезах наукових конференцій, одержано одне Свідоцтво на сорт.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертацію викладено всього на 176 сторінках, в тому числі на 134 сторінках основного комп'ютерного набору тексту. Вона включає анотацію українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, практичні рекомендації для селекції, список використаних джерел, який включає 255 найменування, зокрема 128 латиницею, та 12 додатків. Робота містить 27 таблиць і сім рисунків.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ, СТАН, ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Історичні аспекти культивування ячменю

Ячмінь відомий з давніх часів. Культура ячменю виникла шляхом довготривалого розвитку примітивної та сучасної селекційної роботи [1, 2]. Ячмінь вирощували найдавніше в Середній Азії, Туреччині, Іраку, Ірану, Сирії, 17 тис. років тому використовували в Палестині, в 4–5 ст. до н.е. – в Єгипті.

В Європу ячмінь завезли з Месопотамії через Малу Азію спочатку в Грецію, потім до річки Дунай, а звідти і на південь України. [3]. В Англії ячмінь відомий з 4 ст. до н.е. На території Індії ячмінь вирощували вже за 3 тис. років до н.е., як і в Китаї, звідки його поширили і в Японію. На американський континент ячмінь завезли в 4 ст. н.е. переселенці. За археологічними даними на території, яку зараз займає Україна, ячмінь культивували вже в 3–4 тисячоліттях до н.е. [4, 5].

За посівною площею і валовим збором зерна у світовому виробництві ячмінь поступається лише пшениці, рису та кукурудзі [6–9]. В Україні ця культура серед зернових колосових є другою після озимої пшениці, тому відіграє важливу роль у зерновому балансі. За площами культивування та обсягами виробництва ячменю Україна входить до п'ятірки найпотужніших світових виробників і експортерів цієї культури разом з ЄС, Росією, Австралією та Канадою.

Великі обсяги виробництва ячменю зумовлюються його цінністю в господарському (продовольчому, зернофуражному і технічному) відношенні. Ячмінь в географічному розповсюдженні є універсальною культурою, він легко адаптується до контрастів клімату та ґрунтів, дає добру віддачу при застосуванні інтенсивних технологій.

1.2 Стан селекції ячменю

У процесі еволюції дикорослі форми ячменю проходили природний добір, спрямований на збереження тих ознак, які давали можливість виживати і розмножуватись рослинам для збереження виду в умовах довкілля. Внаслідок несвідомого примітивного а потім і свідомого добору кращих рослин за певними ознаками виник культурний ячмінь (*Hordeum vulgare* L.), в якому були збережені культурні якості (необсипання зернівок, крупнозерність, довгоколосість, стійкість до хвороб і вилягання та ін.) при втраті ознак дикого виду [10].

Великий внесок в створення культурних форм ячменю мала народна селекція [11], якою було підготовлено перехід до наукової організації селекції ячменю [12, 13]. У Великобританії селекцію ячменю розпочали в 19 ст. з місцевими сортами, на основі яких було створено ряд сортів в інших країнах [14]. У кінці 18 ст. селекцію ячменю стали проводити в Чехії на основі місцевого сорту *Hanna* [15], який було використано як вихідний матеріал у селекційному процесі багатьох країн Європи, зокрема й України.

В Україні селекційну роботу з ячменю фактично проводили на дослідних станціях, створених в кінці 18 – на початку 19 століття. Першою в Україні селекційною станцією стала Харківська державна селекційна станція (нині Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН), на якій створення сортів розпочато з 1909 р. методом індивідуального добору з сортів-популяцій під керівництвом В.Я. Юр'єва і згодом Б.К. Єнкена, а з 30-х років 19 ст. Т.І. Дмитрієвою. Цим методом було створено п'ять сортів: Нутанс 8/71, Медіум 105/72, Європеум 353/133, Ювілейний і Харківський 306. Методом комбінаційної селекції перші сорти Нутанс 58 і Харківський 60 було створено аж в 70-х роках 19 ст., коли для схрещування почали використовувати сорти різних екотипів. З 1965 р. було розпочато знову після довгої перерви селекцію із застосуванням методів радіаційного та хімічного мутагенезу в поєднанні з гібридизацією [16]. Усього в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН

створено 35 сортів ячменю ярого, 19 з яких внесено в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 р.

Селекцію ячменю на Одеській дослідній станції (нині Селекційно – генетичний інститут – НЦНС НААН) проводять з 1916 р. Першими були сорти Одеський 9 і Одеський 18, створені методом добору, а потім шляхом комбінаційної селекції всього створено понад 70 сортів, з яких 17 зареєстровано в Україні на 2020 р. [17]. Селекційну роботу з ячменю в цей період було розпочато також на Приєкульській, Дніпропетровській та інших дослідних станціях.

Значний внесок в селекцію ячменю в першій половині 20 ст. зробили А.А. Сапегін, Д.І. Баранський, Н.В. Родницький, В.Я. Юр'єв, Б.К. Єнкен, П.Ф. Гаркавий та ін. [17]. Подальшу роботу по селекції ячменю здійснили селекціонери В.С. Губернатор на Носівській дослідній станції [18], А.А. Лінчевський у Селекційно–генетичному інституті, Т.Є. Тарасенко і І.Д. Прохожай на Донецькій селекційній дослідній станції, В.Т. Манзюк в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва, І.А. Шубенко в Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла та інші.

У перші десятиріччя 20 ст. широко використовували внутрішньо-популяційні поліпшуючі добори серед сортів, які вирощували у виробництві, хоча практично нічого нового не було створено, за винятком доборів між не повністю константних сортів чи спонтанних мутантних форм.

Коли в 1900 р. було здійснено перевідкриття законів успадкування ознак рослин, розроблених Г. Менделем в другій половині 19 ст. (1856–1865 рр.), стало можливим здійснювати добори в гібридних популяціях на науковій основі. Проте метод гібридизації в селекції ячменю почали використовувати в Україні лише в кінці 20-х років 20 ст., але найбільш поширено – з другої половини 20 ст. Метод комбінаційної селекції є найбільш ефективним завдяки рекомбінації геномів компонентів схрещування, що дає можливість створювати нові генотипи рослин [17–23]. Окрім комбінаційної селекції (внутрішньо- та міжвидової), в світовій практиці для створення сортів ячменю застосовують

методи поліплоїдії, біотехнології, радіаційного та хімічного мутагенезу, трансгенезу, молекулярної селекції [24–26], але основним залишається гібридизація – цим методом створено понад 90 % усіх існуючих сортів.

1.3 Селекційно – генетичні особливості та перспективи селекції ячменю ярого

Потреби в зерні ячменю значно перевищують його виробництво, тому все більшого значення набуває підвищення урожайності цієї культури, особливо це стосується ячменю ярого. Найбільш вагомим резервом збільшення виробництва зерна ячменю і поліпшення його якості є створення високоврожайних і високоякісних сортів, які б відповідали все зростаючим вимогам виробництва.

1.3.1 Селекційна цінність вихідного матеріалу

Одержання стабільних урожаїв зернових культур, в т. ч. і ячменю, ставить перед селекціонерами завдання зі створення сортів, адаптованих до умов певного середовища, а саме – до екологічних умов місця створення сорту [27–29]. Реалізація врожайності є специфічною для сорту, визначається генотиповими особливостями та умовами вирощування, особливо сумою опадів у міжфазний період куціння-колосіння [30–32]. З усіх абіотичних факторів середовища найбільших втрат урожай ячменю зазнає від посухи [33].

Приріст урожайності сільськогосподарських культур на 35–50 % залежить від сорту [34–36]. Тому збільшити збір зерна можна шляхом сортозаміни. Створення сортів з високою врожайністю та якістю зерна, пристосованих до умов вирощування, стійких до біо- та абіотичних чинників, з цінними ознаками, які б відповідали вимогам виробництва є предметом селекції [37, 38]. Важливе значення в селекції таких сортів належить підбору вихідного матеріалу для гібридизації [39].

Для цього необхідно визначити селекційну цінність вихідних компонентів

для схрещування як за різновиднісним складом (остисті, безості, двохрядні, шестирядні, плівчасті, голозерні та ін.), так і за рівнем продуктивності рослин, урожайності та їх структурних елементів, а також за адаптивністю, стійкістю до різних умов вирощування [40].

У першу чергу вихідний матеріал повинен мати високу продуктивність рослин і високу врожайність. Продуктивність генотипу залежить від адаптивності її елементів до умов вирощування [41–43]. Важливе значення має стійкість сортів до хвороб, за рахунок чого можна підвищити врожайність на 10–15 % [44, 45], а також стійкість до абіотичних чинників [28, 46], зокрема пристосованість до умов середовища [47, 48].

Урожайність визначається цілим комплексом ознак рослин, тому в селекції необхідно враховувати її структурні елементи [12, 49]. Зокрема, маса 1000 зерен мало реагує на умови вирощування, має високий коефіцієнт успадкованості, а тому її мінливість детермінується адаптивними ефектами генів [2]. Проте врожайність сильно залежить від умов зволоження [27]. Успадкування продуктивності та продуктивної кущистості також змінюється в залежності від кількості опадів [50, 51].

Довжина колосу і кількість зерен пов'язані з продуктивністю рослини. Причому довжина колосу детермінується як генотипом, так і гідротермічними умовами [19]. Важливе значення має стійкість сортів до вилягання, яка корелює з висотою рослин [52], особливо при сильному зволоженні [53].

Селекцію важливо вести на створення сортів різних різновидностей, яких налічується понад 200, зокрема сортів остистих і безостих, плівчастих і голозерних, дворядних і шестирядних. Сорти таких різновидностей мають поширення у всьому світі. Безості сорти вирощують у США, Канаді, Китаї, Україні, Казахстані, Росії [54–56]. Безості, короткоості та фуркатні форми ячменю було створено в Східній Азії [57]. Щодо ролі остюків, то існують протилежні дані: позитивні і негативні [56, 58].

Більшість ознак рослин, у тому числі ячменю ярого, є кількісними. Тому важливо визначити генетичні особливості за компонентами генетичної

дисперсії, впливом адаптивних і не адаптивних ефектів генів, успадковуваністю та успадкуванням [59]. Це дасть можливість оцінити селекційну цінність генотипів для підбору вихідного матеріалу для комбінаційної селекції [13, 60–64].

1.3.2 Дослідження селекційно-генетичних особливостей генотипів ячменю ярого

Для збільшення валових зборів зерна ячменю необхідно створювати і впроваджувати нові сорти, які б відповідали вимогам сільськогосподарського виробництва. Велике значення в підвищенні ефективності селекції належить науково обґрунтованому підбору вихідного матеріалу для гібридизації.

Для цього необхідно визначити селекційну цінність сортів за проявом рівня продуктивності рослин, її структурних елементів та інших кількісних ознак [65–68] і господарських ознак, зокрема врожайності зерна, стійкості до хвороб і вилягання, тривалості вегетаційного періоду. При цьому важливо враховувати їх залежність як від генотипу, так і від умов вирощування [69–73].

Важливо оцінювати сорти ячменю ярого за елементами структури врожайності [74–76] і враховувати залежність прояву кількісних ознак структури продуктивності й інших [16, 62, 63, 65, 77–82] та господарських ознак [22, 64, 83, 84] від генотипу сортів та умов вирощування, що є важливим для створення нових цінних сортів для різних умов [60, 65, 70–72, 85–89].

Для ефективного добору доречно орієнтуватися на низький рівень варіювання ознаки, дослідженню якого приділяли увагу багато дослідників. У чисельних наукових роботах встановлено низький чи високий рівень коефіцієнту варіації ознак рослин. Так, низькою була варіабельність маси 1000 зерен, кількості колосків у колосі [90], висоти рослин пивоварних сортів [91, 92]. Найбільшою варіабельність була у ознак кущистість та продуктивність рослин [92, 93]. Ефіопські вчені встановили низьку варіабельність ознаки довжина колосу, високу – маси зерна з колоса [94]. У дослідженнях болгарських

вчених найменше варіювали кількість колосків і зерен основного колосу, а найбільше – маса зерна з колосу [95], в українських учених – найменше варіювала висота рослин у зразків різних різновидностей, найбільше – кількість зерен з основного колосу [96].

Важливо знати генетичні особливості сортів, зокрема їх комбінаційну здатність для поєднання необхідних ознак, притаманних вихідним компонентам схрещування, з метою одержання сортів з новими цінними ознаками [97]. Для цього визначали різні рівні загальної та специфічної комбінаційної здатності сортів ячменю ярого за продуктивністю, її структурними елементами та іншими кількісними ознаками [23, 59, 68, 98–108]. При цьому існують дані експериментальних досліджень про контролювання кількісних ознак як не адаптивними ефектами генів [109], так і адитивними [110]. Таким чином, результати досліджень генетичних особливостей неоднозначні і залежать від вихідного матеріалу, місця та умов вирощування.

Рівень прояву кількісних ознак визначається комплексом генів. До того ж він залежить від багатьох факторів біо- та абіотичного характеру (температури, опадів, тривалості вегетації, габітусу рослин, стійкості до хвороб і вилягання, кущистості, посухостійкості і т. п.) [111–113].

Для встановлення цінності генотипу також важливим є співвідношення між масою зерна та масою соломи, так званий урожайний індекс [114]. Рівень урожайності залежить від тривалості вегетаційного періоду, який більш тривалим є за кращої зволоженості та менш тривалим – за жаркої сухої погоди [29]. Найбільш негативно впливає на рівень урожайності посуха [4, 18, 30–33, 115–117]. Тому однією з основних проблем селекції є адаптивність і стабільність прояву ознак рослин і врожайності [27, 29]. Добір на всіх етапах селекційного процесу проводять за кількісними ознаками, які проявляються у фенотипі рослин, тому їх реалізація залежить від екологічних умов [118–120]. У свою чергу ефективність добору визначається силою реакції на погодні умови [121] та високою успадковуваністю ознак [122–126].

Рівень урожайності залежить від взаємодії генотип / середовище. Тому

важливим є встановлення реакції сортів на умови вирощування, стабільності реалізації ознак рослин і врожайності за статистичними параметричними та непараметричними показниками [35, 38, 127, 128]. Так, серед сучасних аналізів поширеними є АММІ і GGE biplot, завдяки яким можна наглядно визначити різну реакцію сортів на умови вирощування. Подібні дослідження проводили в Україні в різних природно-кліматичних зонах [129–139] і в інших країнах [140–146].

Селекційну цінність вихідного матеріалу М.А. Кадыров и др. [147–148] рекомендує визначити за виходом ліній з цінними ознаками в селекційному і контрольному розсадниках, а остаточно – в конкурсному сортовипробуванні. Н.И. Тишков, Д.Н. Тишков [149] рекомендують визначити селекційну цінність вихідного матеріалу за коефіцієнтом рекомбінаційного потенціалу (КРП). Тобто за відношенням кількості перспективних ліній в конкурсному сортовипробуванні до кількості комбінацій схрещування з участю певного батьківського компонента, з яких виділено лінії. Дослідженнями різних авторів показано, що розподіл домінантних і рецесивних ефектів генів за ознаками може бути різним. Так, за даними М. Madić et al. [123], С.П. Васильківського та ін. [124–126] збільшення кількості зерен у колосі є можливим за переважання домінантних ефектів генів. Продуктивність голозерних форм визначається переважанням рецесивних, а плівчастих – домінантних алелів.

В умовах Сходу України за даними М.Р. Козаченка та ін. [106–108, 127] у ознак висота рослин і щільність колосу переважають неадитивні ефекти генів за значної різниці між успадковуваністю в широкому (H^2) і вузькому (h^2) розумінні, а у ознак кількість зерен у колосі та їх маса за незначної різниці – адитивні.

1.3.3 Особливості взаємозв'язків ознак ячменю

Урожайність сорту залежить від окремих елементів її структури, які можуть змінюватися залежно від рівня інших ознак і умов вирощування. Тому

селекцію на врожайність необхідно вести з урахуванням взаємозв'язків різних ознак рослин, які визначають кореляційним аналізом з установленням парних коефіцієнтів кореляції, які залежать від культури, сорту та умов вирощування [118–119, 123–126]. Внаслідок цього визначають доцільність і ефективність добору за окремими ознаками при позитивних коефіцієнтах кореляції [89, 124–126, 150–157].

Позитивну кореляцію урожайності ячменю з висотою, довжиною колоса, кількістю і масою зерна з колоса, кількістю колосків з 1 м² та індексом врожайності встановили ряд вчених, зокрема E. Budakli Carpici, N. Celik [158], з висотою рослин – S.M. Samarra et al. [159], з висотою рослин, довжиною колоса та кількістю колосся на 1 м² (але негативну – з кількістю зерен з колоса) – H. Akdeniz et al. [160], з масою 1000 зерен – M. Ataei [161], з кількістю колосся на 1 м², кількістю колосків у колосі та масою 1000 зерен – R. Mohtashami [162], з масою 1000 зерен – O.Б. Маренюк [163], A. Hadjichristodopulu [164], A. Jouyban et al. [165], A. Ashraf Abd El Mohsen [166], A. Nailu et al. [167], В.И Никитина [168], В.Н. Пакуль и др. [169]. Але інші вчені – E. Budakli Carpici, N. Celik [158], W.M. Bhutta et al. [170], E. Ilker [171], С.Л. Турнин и др. [172], В.Н. Яковлев и др. [173], А.С. Голубь [174], M. Mohammadi [175], Z. Braziane [176] не виявили однозначної позитивної кореляції врожайності з масою 1000 зерен.

Таким чином, кореляція врожайності з іншими кількісними ознаками у дослідженнях різних авторів може відрізнятися, так як така кореляція залежить як від генотипу сортів, так і умов вирощування. Тому необхідним є проведення кореляційного аналізу матеріалу, який передбачається використовувати як вихідний матеріал в селекції.

Важливо також визначити залежність між кількісними ознаками рослин. Так, позитивну кореляцію продуктивності рослин з висотою рослин установили К.В. Компанець та ін. [152], S.M. Sammari et al. [159], з масою зерна з колосу, масою 1000 зерен, продуктивною кущистістю, відношенням маси зерна до маси соломи – М.Р. Козаченко та ін. [153, 177], з продуктивною кущистістю, масою 1000 зерен – M. Gocheva [178], з масою зерна з основного колосу, масою 1000

зерен, продуктивною кущистістю, відношенням маси зерна до маси соломи – П.М. Солонечний і М.Р. Козаченко [128], з продуктивною кущистістю, висотою рослин, довжиною колосу, кількістю колосків у колосі, масою 1000 зерен – J. Shrimali et al. [179], з масою 1000 зерен (за виключенням зразків з ваху крохмалем) – М.Р. Козаченко та ін. [106, 150].

Неоднозначними також були результати досліджень кореляції між різними кількісними ознаками. Так, було встановлено позитивну кореляцію маси 1000 зерен з масою зерна з колосу та висотою рослини, висоти рослини з кількістю колосків у колосі – К. В. Компанець та ін. [152], продуктивної кущистості з кількістю зерен у колосі – R. Rahimi-Baladezaie et al. [68], маси 1000 зерен з продуктивною кущистістю та довжиною колоса, продуктивної із загальною кущистістю та довжиною колоса, довжини колоса з кількістю зерен у колосі (але негативну – маси 1000 зерен з кількістю зерен в основному колосі, висоти рослин з довжиною колоса – A. Nosin babaiy et al. [180]), кількості зерен у колосі з масою зерна з колосу та його довжиною (але негативну – висоти рослин з масою 1000 зерен і довжиною колосу, маси 1000 зерен з довжиною колосу і кількістю зерен в ньому – A.H. Abdullah and H.Z. Rihan [181]), кількості колосків у колосі з його довжиною, маси 1000 зерен з висотою рослини – J. Shrimali et al. [179], загальної та продуктивної кущистості з висотою рослини, кількості колосків у колосі з загальною кущистістю та висотою рослини (але негативну – кількості колосків у колосі з кущистістю, маси 1000 зерен з кількістю колосків у колосі – J.A. Al-Tabbal, J.H. Al-Fraihat [182]). Неоднозначність результатів дослідження кореляції між різними кількісними ознаками рослин, одержаних багатьма вченими на різних генотипах і в неоднакових умовах вирощування, є підставою для визначення взаємозв'язків між ознаками нового вихідного матеріалу для селекції.

Так як ознаки рослин взаємопов'язані, то добір за однією з них може в ряді випадків призвести до збільшення або до зменшення рівня інших ознак, що можна не виявити при визначенні однієї з парних кореляцій. Парні коефіцієнти кореляції не виявляють опосередкованих ефектів інших ознак. Тому поряд з

кореляційним проводять шляховий аналіз будь-якої ознаки, яким визначають відносний внесок елементів структури продуктивності в її загальний показник безпосередньо (прямий ефект) і при взаємодії з іншими ознаками (непрямі, опосередковані, побічні ефекти). Шляховий аналіз S. Wright [183, 184] є ефективним методом статистичного аналізу причин і наслідків у системі взаємозалежних ознак. Цим методом визначали: прямий позитивний вплив на врожайність і продуктивність рослин ячменю ряд вчених:

– продуктивної кущистості – R. Mohtashami [162], S.I. Tawfiq et al. [185], K.V. Kompanets et al. [186];

– кількості зерен у колосі – E. Budaclic Carpici, N. Celik [158], M. Ataei [161], G. Prasad et al. [187], O.A. Dadashi et al. [188], T.A. Setotaw et al. [189], P. Malik et al. [190], R. Fatemi et al. [191];

– маси 1000 зерен – M. Ataei [161], R. Mohtashami [162], S.I. Tawfiq et al. [185], T.A. Setotaw et al. [189], M. Dimitrova-Doneva et al. [192];

– кількості колосся на 1 м² – E. Budaclic Carpici, N. Celik [158], M. Ataei [161], S.I. Tawfiq et al. [185], T.A. Setotaw et al. [189], R. Fatemi et al. [191], R. Drikvand et al. [193], D. Arpali, M. Yagmur [194];

– маси зерна з колосу – R. Fatemi et al. [191];

– довжини колосу – Amardeep et al. [195], P. Malik et al. [168];

– урожайного індексу – J. Shrimali et al. [90], E. Budaclic Carpici, N. Celik [134], S.I. Tawfiq et al. [185], P. Malik et al. [190], R. Drikvand et al. [193], Amardeep et al. [195], O.A. Demydov et al. [196], Sandhya et al. [197];

– біологічної врожайності – J. Shrimali et al. [179], S.I. Tawfiq et al. [185], P. Malik et al. [190], Amardeep et al. [195], Sandhya et al. [197];

Проте визначили негативний вплив на врожайність і продуктивність ячменю довжини колосу G. Prasad et al. [187], P. Malik et al. [190], маси 1000 зерен та висоти рослини – A. Gebru et al. [198].

На значимість використання шляхового аналізу для визначення детермінантних ознак як критеріїв добору, за якими він буде ефективним, вказували дослідники на різних культурах:

- у ячменю – M. Ataei [161], S.M. Dofing, C.W. Knight [199], Y.P. Puri et al. [200], M.K. Singh et al. [201], M.E. Мухордова [202], W. Sinebo [203];
- у пшениці – M.A. Finne et al. [204];
- у рису – S.O. Samonte et al. [205].

Неоднозначність результатів деяких досліджень авторів є підставою для проведення кореляційного та шляхового аналізів конкретного вихідного матеріалу для селекції. Це дає можливість установити прямі та опосередковані ефекти впливу всіх ознак рослин на певну ознаку. Внаслідок цього буде визначено ознаки, які детермінують рівень селекційно важливих ознак.

1.3.4 Особливості рівня та варіабельності ознак ячменю ярого

Завданням селекції є створення високоврожайних сортів, які відповідають вимогам виробництва. Враховуючи важливість ячменю як сільськогосподарської культури широкого застосування, орієнтованої на експорт, створення високоадаптованих сортів саме цієї культури є актуальним. Основним методом селекції ячменю є міжсортна гібридизація, тому актуальним є дослідження особливостей та підбір вихідного матеріалу для схрещування за цінними ознаками, зокрема високим рівнем урожайності та стійкості до негативних чинників середовища – особливо до вилягання та хвороб.

Дослідженнями різних авторів показано, що селекційно цінні ознаки, зокрема врожайність, залежать від сорту і умов вирощування [13, 16, 27, 29, 31, 35, 38, 43, 46–49, 54–56, 68, 76, 80–82, 68–70, 85–72, 116, 117, 127–146, 206, 207], а також можуть мати різну варіабельність [65, 94, 95, 159, 187]. Це пояснюється тим, що реалізація врожайності є специфічною для сорту, визначається генотиповими особливостями та умовами вирощування [22]. Для підвищення стабільності врожаїв ячменю слід мати різноманітний генетичний матеріал, при цьому важливим є використання в селекційному процесі місцевого генофонду [30, 31, 42]. Для створення сортів ячменю з певними

властивостями важливе значення має наявність вихідного матеріалу для комбінаційної селекції, яка є ефективним методом одержання бажаної рекомбінації необхідних ознак [22, 23, 42, 46, 56, 62, 64, 87, 96, 113, 148, 208–212]. Компоненти схрещування повинні мати ознаки, які необхідно поєднати в повному генотипі.

На рівень врожайності ячменю також впливає тривалість вегетації, яка в свою чергу залежить від особливостей генотипу та умов вирощування. Серед кліматичних факторів найважливішими є освітлення і температура. За теплої погоди вегетаційний період ячменю скорочується, а за прохолодної при більшій зволоженості – подовжується. Таким чином, сорт як основний елемент технології вирощування є результатом складної взаємодії генотип-середовище, так як може реалізувати продукційний потенціал і технологічні якості лише в конкретному середовищі [22, 27, 35, 43, 213].

Ячмінь ярий схильний до ураження збудниками ряду хвороб. Система захисту рослин від ураження збудниками хвороб включає комплекс заходів, у тому числі агрохімічних. Але створення сортів ячменю, захищених генетичним бар'єром стійкості до патогенів, істотно обмежує застосування пестицидів, що дає бажаний ефект – не тільки економічний, але і екологічний. Ефективність селекції на стійкість проти хвороб потребує надійних джерел імунності, що мають генетично зумовлену стійкість [64].

Зокрема, сажкові хвороби ячменю є найпоширенішими та найбільш шкодочинними серед інфекційних хвороб ячменю ярого. Недобір урожаю від летючої сажки визначається не тільки прямими, але й прихованими втратами [214–216]. Темно-бура плямистість (*Bipolaris sorokiniana* Shoem. або *Helminthosporium sativum* P., K. et B.) є дуже шкодочинною – у пошкоджених рослин зменшується кількість коренів та продуктивних стебел. Стійкі до ураження цим патогеном сорти відсутні, але є сорти з підвищеною стійкістю [217, 218].

Таким чином, актуальними є дослідження рівня та варіабельності ознак різних сортів і селекційних ліній в залежності від умов вирощування та добір

вихідного матеріалу для селекції. В тому числі селекція на стійкість до хвороб не втрачає актуальності, особливо в зв'язку з сучасними вимогами до екологічно чистої продукції. Успіх селекції залежить від наявності джерел та донорів стійкості до хвороб з урахуванням місцевого расового складу збудників.

1.3.5 Адаптивність генотипів ячменю ярого

Сорти ячменю ярого повинні характеризуватися високою врожайністю, якістю продукції та стійкістю до несприятливих біо- і абіотичних факторів. Окрім цього, вони мають бути екологічно стабільними, тобто адаптованими до різних умов вирощування. Однією з важливих проблем в селекції є наявність вихідного матеріалу з високою адаптивністю та стабільністю рівня ознак, зокрема урожайності, тривалості вегетаційного періоду та стійкості до вилягання [219–228]. Рівень реалізації ознак залежить від багатьох біо- та абіотичних чинників. Ці питання висвітлено в чисельних експериментальних роботах [19, 27, 28, 33, 35, 38, 42, 43, 47, 65, 70–73, 117, 134, 139, 142–144, 213, 220–228]. Зокрема, в цих роботах наголошується, що тривалість вегетації та врожайність залежать від суми опадів та температури повітря в період вегетації, також на рівень реалізації потенціалу ячменю та його пластичність і стабільність мають істотний вплив як генотип, так і умови вирощування.

Таким чином, добір на всіх етапах селекційного процесу проводять за фенотиповим проявом кількісних ознак, реалізація яких залежить від умов вирощування. Ефективність добору визначається силою реакції генотипу на гідротермічні умови – чим сильніша реакція генотипу, тим нижчою є ефективність добору [27, 30, 31, 90, 117, 134, 139, 142–144, 213].

Висновки до розділу 1

1. Задачею селекції ячменю ярого є створення високоврожайних сортів з високою якістю зерна та стійкістю до негативних чинників середовища.

Селекція ячменю базується на доборі цінних генотипів, створених різними методами, зокрема в результаті комбінаційної мінливості при гібридизації вихідних батьківських компонентів.

2. Підбір цінного вихідного матеріалу базується на фенотиповому прояві кількісних ознак, особливості якого залежать від генотипу та умов вирощування. Їх необхідно визначати в різних умовах для конкретного регіону.

3. Дослідники різних країн визначили залежність як рівня кількісних ознак рослин, так і господарських ознак, їх варіабельності від генотипу, біо- та абіотичних чинників в умовах навколишнього середовища. Але результати досліджень селекційно-генетичних особливостей сортів, зокрема успадкування, загальної і специфічної комбінаційної здатності та стосовно переважання адитивних чи неадитивних ефектів генів є неоднозначними.

4. У дослідженнях різних авторів визначено як позитивну, так і негативну кореляцію між різними парами ознак. Тому важливим є кореляційний аналіз вихідного матеріалу для конкретного дослідження. При цьому авторами визначено особливості взаємозалежності як урожайності та продуктивності з їх структурними елементами, так і між окремими кількісними ознаками рослин.

5. Різними дослідниками одержано різні результати шляхового аналізу, яким визначають коефіцієнти шляхів для виявлення прямих і опосередкованих ефектів впливу окремих ознак на основну ознаку. Це дає можливість установити ознаки, які детермінують основну ознаку, зокрема врожайність та продуктивність.

6. Різними методами показано неоднакову реакцію сортів на умови вирощування в залежності від генотипу, середовища та взаємодії генотип-середовище в різних зонах України та інших країнах світу, що робить необхідним визначати адаптивність і стабільність сортів для конкретних умов.

7. У світі вирощують сорти ячменю різних різновидностей, тому доцільною є селекція таких сортів, зокрема остистих і безостистих, плівчастих і голозерних, двохрядних і шестирядних та інших з урахуванням селекційно-генетичних особливостей вихідного матеріалу.

8. Таким чином, неоднозначні результати, одержані різними авторами в експериментах з ячменем в залежності від генотипу та умов середовища, є підставою для дослідження селекційно-генетичних особливостей вихідного матеріалу різних різновидностей ячменю ярого за адаптивністю та мінливістю кількісних ознак, зокрема рівнем, варіабельністю, успадкуванням, кореляцією.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та агрометеорологічні умови проведення досліджень

Дослідження за темою проведено протягом 2018–2021 рр. згідно наукових програм у лабораторії селекції та генетики ячменю. Закладку, візуальну оцінку, збирання урожаю в дослідях проведено на полях селекційної наукової сівозміни Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (ІР імені В.Я. Юр'єва) біля с. Елітне Харківського району, Харківської області. Місцезаляження наукової сівозміни – схід України, географічно відноситься до Харківської схило–височинної області (морфологічно – до південно-західних відрогів Середньоросійської височини) Лісостепової недостатньо зволоженої (на сході) теплої зони, тобто до східної частини Лісостепу України.

Ґрунт полів наукової сівозміни є типовим потужним середньо гумусовим чорноземом, вилугуваним на лесі. За структурою ґрунт зернисто-грудкуватий. Вміст гумусу в орному шарі (за Тюрінім) 5,8 %, товщина його складає 75 см і більше. Агрохімічні показники ґрунту наступні: рН – 5,8, гідролітична кислотність – 3,29 мг/екв. на 100 г.

В орному шарі ґрунту наявні наступні запаси поживних речовин: легкогідролізованого азоту – низькі (134 мг/кг), рухомого фосфору – середні (97 мг/кг), обмінного калію – високі (133 мг/кг), з яких нітратний азот може бути використаним на 80–100 %, рухомий фосфор – на 10–20 %, обмінний калій – на 40–60 %.

Клімат помірно-континентальний, останніми роками відчувається тенденція до посилення континентальності клімату. За багаторічними даними середньорічна температура повітря становить 7,1 °С, середня багаторічна сума ефективних температур – біля 2775 °С. Загальна кількість опадів за рік складає

45–650 мм, за вегетаційний період з температурою повітря понад + 10 °С при ГТК на рівні 1,0 – біля 270 мм. Зими, як правило, малосніжні з частими та підчас тривалими відлигами.

Середня тривалість безморозного періоду – 115 діб. У третій декаді березня, інколи на 8–10 діб раніше чи пізніше, відбувається перехід середньодобової температури через 0 °С. Відтавання ґрунту на повну глибину закінчується, як правило, у першій декаді квітня, закінчується його прогрівання на глибину 20 см. Весняні заморозки припиняються в третій декаді квітня, але в деякі роки бувають і в травні. Кількість опадів у весняні місяці, як правило невелика. Вітри, які висушують ґрунт, переважають східного та південно-східного напрямку.

Температура повітря в літній період буває високою. Середня багаторічна температура повітря в червні становить 18,9 °С, у липні – 21,1 °С, у серпні – 19,6 °С. Максимальна температура повітря в окремі роки досягала 37 – 39 °С, а на поверхні ґрунту – до 54 °С. Сума середньодобових температур повітря вище 10 °С складає 2775 °С.

Опади впродовж року випадають нерівномірно, в окремі роки їх сума значно відхиляється від багаторічної. Найбільша їх кількість випадає в літній період, в липні місяці в середньому 63 мм, червні – 63,3 мм, серпні – 46,9 мм, але бувають і посушливі періоди.

Погодні умови за даними метеостанції Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва (ХНАУ імені В.В. Докучаєва) в 2018–2021 рр. в період вегетації ячменю ярого різнилися як за температурою повітря, так і за кількістю опадів (рис. 1, 2). Це дало змогу всебічно оцінити експериментальний матеріал. Так, вегетаційний період 2018 р. був жарким та посушливим, середньодобова температура перевищувала норму на 2,3–4,4 °С за місяцями, максимально досягала 22,9–24,7 °С у червні та липні. Це відбувалося на фоні недостатньої вологозабезпеченості, лише в окремі декади кількість опадів перевищила норму, але й тоді дощі носили зливовий характер, були малоефективними.

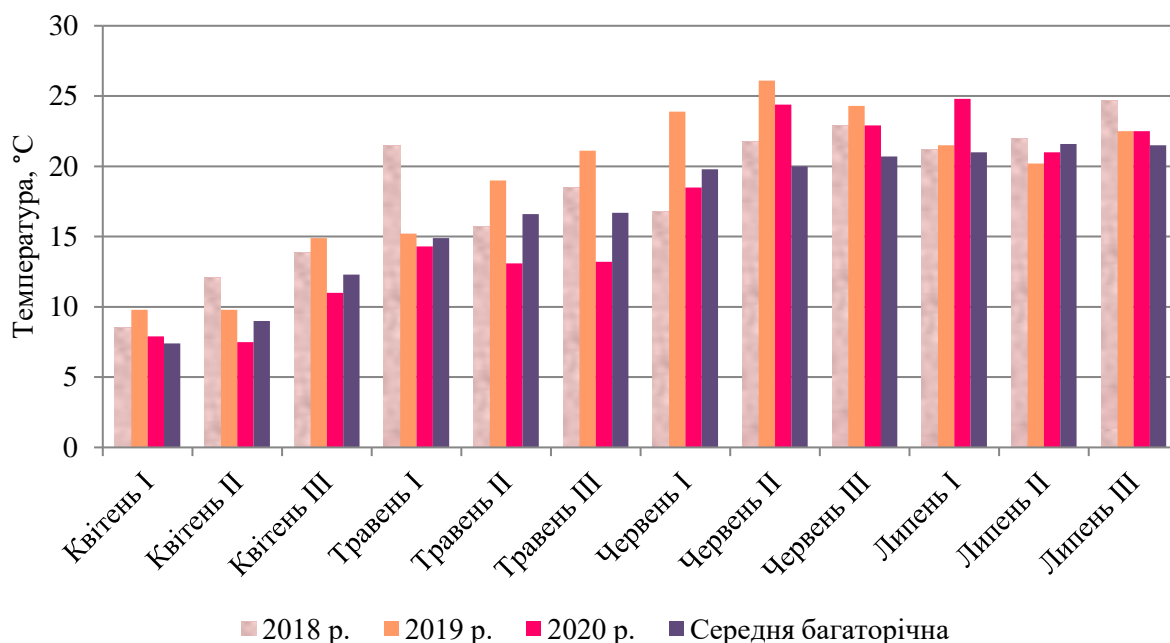


Рис. 1. Середньодобова температура повітря в період вегетації ячменю ярого за роками та декадами

Також і вегетаційний період 2019 р. був жарким та посушливим, ячміль дуже добре використав опади в квітні та травні, але в червні та липні була посуха на фоні високих температур. Середньодобова температура перевищувала норму на 1,5–4,6 °С за місяцями, максимально досягала 33,2–35,2 °С у червні. Такі погодні умови були несприятливими для розвитку рослин ячменю, призводили до формування короткого колоса та малої кількості бокових стебел, а літні посухи – до утворення щуплого зерна.

Веgetаційний період 2020 р., навпаки, відзначався надмірно вологою та прохолодною весною. Температура в квітні–травні була нижчою за середню багаторічну на 0,8–2,6 °С, а опадів випало в травні 64 мм (147 % до норми). Такі погодні умови є сприятливими для росту та розвитку ячменю, так як сприяють підвищеному продуктивному кушінню та закладенню довгого колоса. Уже з червня розпочалася посуха на фоні підвищених температур (на 0,8–1,7 °С вище норми). Лише у другій декаді липні випало багато опадів (на 67 мм більше

норми, або 368 %), але ці опади носили зливовий характер, часто супроводжувалися градом, тому були малоефективними.

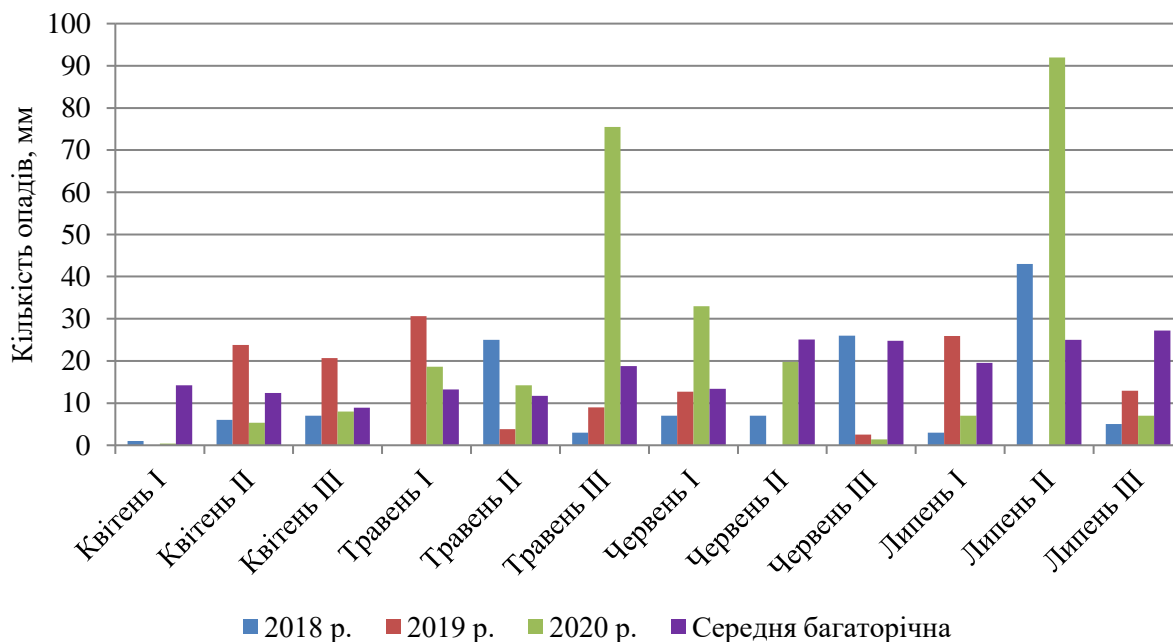


Рис. 2. Кількість опадів за вегетаційний період ячменю

Роки 2018 та 2020 рр. були сприятливими для росту та розвитку ячменю, а 2019 р. можна характеризувати як несприятливий.

Таким чином, метеорологічні умови за роки досліджень (2018–2021 рр.) відрізнялися як за температурою повітря, так і за кількістю опадів впродовж вегетаційного періоду ячменю ярого. Внаслідок цього можна було об'єктивно встановити мінливість і селекційну цінність досліджуваного матеріалу за темою дисертації.

2.2 Вихідний матеріал для досліджень

Для визначення селекційної цінності вихідного матеріалу за особливостями кількісних ознак рослин і господарських показників, а також селекційно-генетичних особливостей у системі топкросів у дослідженнях було використано сорти і селекційні лінії ячменю ярого.

У 2018–2020 рр. вихідним матеріалом у дослідженнях були 22 сорти ячменю ярого різних різновидностей:

- один сорт різновидності *submedicum* Orł. (Взірець),
- один шестирядний сорт різновидності *rikotense* Red. (Аміл),
- 13 сортів різновидності *nutans* Schübl. (Авгур, Аграрій, Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Талісман Миронівський, KWS Bambina, Datcha, Gladys, Grace, Quench, Margret).
- чотири голозерні сорти різновидності *nudum* L. (Merlin, Гатунок, Ахіллес, Явір),
- три безості сорти різновидності *inermis* Coern. (Контраст, Кречет, Модерн).

Досліджено також дві безості півчасті лінії 14-561 і 15-139 різновидності *inermis* Coern, одна безоста голозерна лінія 15-1246 різновидності *duplialbum* L.

Батьківськими сортами для парних схрещувань два півчасті сорти Аграрій і Scrabble різновидності *nutans* Schübl. і голозерний колекційний зразок NSGJ 1 різновидності *nudum* L. Для визначення селекційно-генетичних особливостей вихідного матеріалу досліджено F_1 75 гібридних комбінацій, одержаних від схрещувань 25 материнських з трьома батьківськими компонентами.

Для доборів рослин у гібридних популяціях, які розщеплюються, досліджено F_2 . Потомства відібраних у F_2 рослин оцінено в селекційному розсаднику.

2.3 Методика проведення досліджень

Для визначення морфо-біологічних і селекційно-генетичних особливостей сортів і ліній ячменю ярого проведено дослідження кількісних ознак і господарських показників спеціальними методами дослідження: польовим, структурного аналізу, біохімічними, генетичними, статистичними. Польові дослідження проведено в полях наукової сівозміни згідно «Методики проведення

кваліфікаційної експертизи сортів рослин» [229]. Попередник – горох на зерно. Агротехнічні роботи з підготовки ґрунту та догляду за рослинами – загальноприйняті для зони для ячменю ярого.

Польові досліди з дослідження вихідних батьківських сортів та ліній закладали в 2018–2020 рр. по типу конкурсного сортовипробування в чотирьох повтореннях. Довжина ділянок – 10 м, ширина – 1 м, рядків – 7, міжряддя – 0,15 м, міжділянкові доріжки – 0,5 м. Висівали насіння селекційною сівалкою ССФК-7 в оптимальні строки.

Гібридизацію проведено за системою повних топкросів у 2018 і 2019 роках. Висів насіння першого покоління для вирощування F_1 проведено сівалкою СКС-6 (повторень – два, довжина рядків – 1 м, міжряддя – 0,2 м).

Протягом вегетації проведено фенологічні спостереження, відмічено дати сходів, колосіння та дозрівання. На інфекційних фонах лабораторії імунітету рослин до хвороб та шкідників проведено оцінку стійкості до хвороб і вилягання за дев'ятибальною шкалою (борошниста роса, кам'яна сажка, гельмінтоспоріоз).

У досліді визначали врожайність зерна, масу 1000 зерен, вміст білка та крохмалю в зерні згідно «Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин» [229]. Структурний аналіз проводили на 30 рослинах кожного зразка за 11 ознаками рослин (висота, загальна і продуктивна кущистість, щільність і довжина основного колоса, маса зерна з основного і колосся з підгону, продуктивність) [229].

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою STATISTICA 6 та EXCEL і різних методик для визначення:

- достовірності відмінності варіантів, варіабельності за дисперсійним аналізом [183, 230],
- кореляції [183, 230],
- коефіцієнтів шляхового аналізу за методикою S. Wright [184],
- успадкування [231],
- комбінаційної здатності у F_1 [59].

Статистичну обробку даних урожайності проводили за допомогою ANOVA. Інформативність та диференціюючу здатність середовища (років), а також селекційну цінність сортів визначали за GGE-biplot аналізом [232–235].

Графіки GGE biplot побудовано з використанням перших двох базових компонентів (principal component (PC1 та PC2), одержаних шляхом обробки даних методом сингулярного розкладання. В моделі зберігаються тільки два базові компоненти, оскільки така модель є кращою для виявлення закономірностей, вона дозволяє легко відобразити PC1 і PC2 на двовимірному біплоті так, що взаємодію між кожним генотипом та кожним середовищем може бути візуалізовано.

Базовою моделлю GGE biplot є формула (2.1):

$$Y_{ij} - \mu - \beta_j = \lambda_1 \xi_{i1} \eta_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} \eta_{j2} + \varepsilon_{ij} \quad (2.1)$$

де Y_{ij} – середня врожайність генотипу i у середовищі j ,

μ – загальне середнє,

β_j – середня врожайність усіх генотипів у середовищі j ,

λ_1 та λ_2 – сингулярні значення (singular value (SV) перших двох базових компонентів (PC1 та PC2),

ξ_{i1} та ξ_{i2} – власні скаляри генотипу i для PC 1 та PC 2 відповідно,

η_{j1} та η_{j2} – власні скаляри середовища j для PC 1 та PC 2 відповідно,

ε_{ij} – залишок, пов'язаний з генотипом i у середовищі j .

Для побудови біплоту вищенаведена модель має було представлено у формулі (2.3):

$$Y_{ij} - \mu - \beta_j = g_{i1} e_{1j} + g_{i2} e_{2j} + \varepsilon_{ij} \quad (2.3)$$

Де $g_{i1} e_{1j}$ та $g_{i2} e_{2j}$ – індекси PC 1 та PC 2 для генотипу i та середовища j відповідно.

На біплоті генотип i відображається як точка, визначена всіма значеннями g_i , а середовище j зображується як точка, визначена всіма значеннями e_j .

Для побудови GGE biplot було використано програму Genstat 12.

Залежність рівня врожайності сортів від погодних умов під час

проходження критичних фаз розвитку визначали за допомогою кореляційного аналізу за програмою STATISTICA 6.

Ступінь домінантності (hp) обчислювали за формулою В. Griffing [236] (2.2):

$$hp = \frac{F_1 - M_p}{P_{max} - M_p} \quad (2.2),$$

де F_1 – значення ознаки у гібрида, M_p – середнє значення ознаки в обох батьків, P_{max} – значення ознаки кращого батьківського компонента.

Групування отриманих даних проводили за класифікацією G.M. Veil, R.E. Atkins [237], за якою можливими є наступні типи взаємодії генів:

$hp > 1$ – гетерозис (позитивне наддомінування), $0,5 < hp \leq 1$ – позитивне домінування, $-0,5 \leq hp \leq 0,5$ – проміжне успадкування, $-1 \leq hp \leq -0,5$ – негативне домінування, $hp < -1$ – депресія (негативне наддомінування).

Ступінь перевищення рівня ознаки у F_1 над батьками визначали за гетерозисом істинним (heterobeltiosis, H_{bt}), який дає змогу виявити найсильніший прояв ознаки F_1 у порівнянні з кращим батьківським компонентом і тим самим – оцінити селекційну цінність та ймовірність утворення трансгресивних сегрегантів у гібридній комбінації. Гетерозис істинний визначали за формулою (2.3):

$$H_{bt}(\%) = \frac{(F_1 - BP)}{BP} \times 100 \quad (2.3),$$

де H_{bt} – істинний гетерозис,

F_1 – значення ознаки у гібрида,

BP – значення ознаки у кращого з батьківських компонентів.

Шляховий аналіз проводили за А.И. Седловским и др. (1982) [183] згідно методики S. Wright (1934) [184].

Залежність продуктивності рослин ячменю від інших ознак можна виразити через рівняння множинної регресії: (2.4)

$$Y = Y_c + b_1(X_1 - X_{1c}) + b_2(X_2 - X_{2c}) + \dots + b_n(X_n - X_{nc}) + E \quad (2.4)$$

де Y – продуктивність рослини, г;

Y_c – середня продуктивність рослини, г;

$X_1 \dots X_n$ – значення ознаки № 1 ... n ;

$X_{1c} \dots X_{nc}$ – середнє статистичне значення ознаки № 1 ... n ;

$b_1 \dots b_n$ – коефіцієнти регресії $X_1 \dots X_n$ на Y ;

E – загальна похибка рівняння, яка включає і похибку досліду.

Введемо позначення:

$$y = Y - Y_c; x_1 = X_1 - X_{1c}; x_2 = X_2 - X_{2c}; \dots; x_n = X_n - X_{nc}.$$

Проведемо нормування змінних ознак, тобто розділимо відхилення їх від середніх значень на свої стандартні відхилення:

$$x_i = (X_i - X_{ic}) / \sigma_i$$

де x_i – нормоване значення ознаки з номером i ;

X_i – фактичне значення ознаки з номером i ;

X_{ic} – середнє статистичне значення ознаки з номером i ;

σ_i – стандартне відхилення ознаки з номером i ;

$$i = 1, 2, \dots, n$$

n – загальна кількість ознак, які достовірно впливають на продуктивність.

Тоді рівняння (2.4) прийме вигляд: (2.5)

$$y / \sigma_y = b_1(\sigma_1/\sigma_y)(x_1/\sigma_1) + b_2(\sigma_2/\sigma_y)(x_2/\sigma_2) + \dots + b_n(\sigma_n/\sigma_y)(x_n/\sigma_n) + \sigma_e/\sigma_y)(E/\sigma_e) \quad (2.5)$$

Позначимо: $P_i = b_i (\sigma_i / \sigma_y)$. Величину P_i називають коефіцієнтом шляху ознаки x_i до залежної змінної y (у нашому випадку продуктивності рослини).

Для визначення шляхових коефіцієнтів S. Wright складемо систему n лінійних рівнянь із n невідомими: (2.6)

$$\sum_{j=1}^n P_j r_{ij} = r_{yi} \quad (2.6)$$

де P_j – шляховий коефіцієнт від j -ої ознаки до y ;

r_{ij} – коефіцієнт кореляції між i -ою та j -ою ознаками;

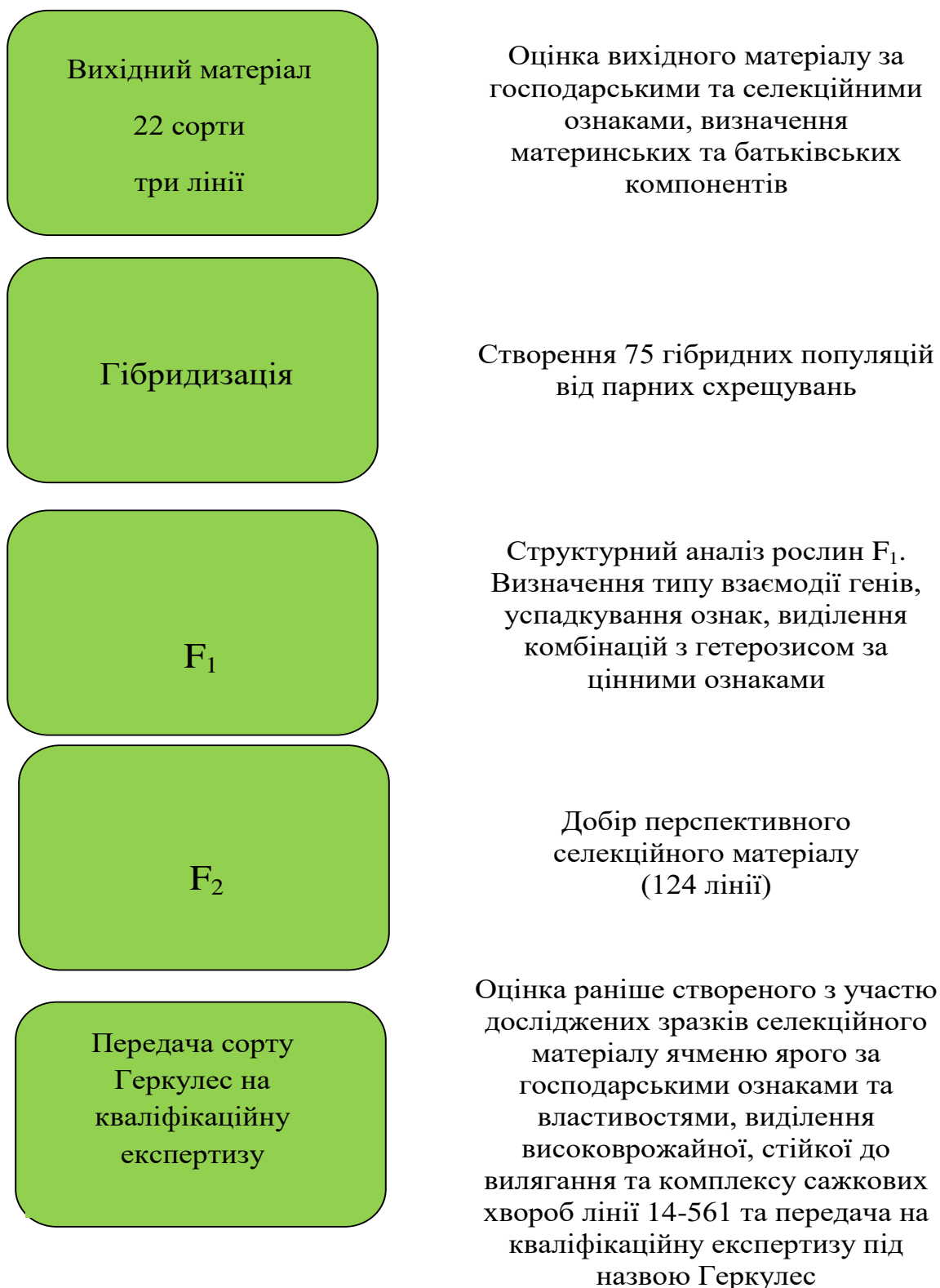
r_{yi} – коефіцієнт кореляції між y та i -ою ознакою;

$$i = 1, 2, \dots, n.$$

Таким чином, шляховий коефіцієнт S. Wright – це стандартизований коефіцієнт регресії незалежної ознаки на залежну функцію. На відміну від

коефіцієнта кореляції шляховий коефіцієнт є векторною величиною.

СХЕМА СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ



Для створення сорту Геркулес було оцінено раніше створений за участі

здобувача селекційний матеріал, де до схрещування було залучені сорти та лінії, вивчені в дисертаційному дослідженні.

Висновки до розділу 2

1. У 2018–2021 рр. метеорологічні умови за тепло- та вологозабезпеченістю були різними, це відображає особливості умов зони східної частини Лісостепу України та дає можливість об'єктивно оцінити вихідний матеріал за врожайністю, продуктивністю, їх структурними елементами та іншими кількісними ознаками, а також за варіабельністю, адаптивністю, кореляцією та шляховим аналізом.

2. Установлено, що за період проведення дослідження (2018–2020 рр.) один рік (2019) був в основному сприятливим для вирощування ячменю ярого, а два (2018 та 2020) – несприятливими.

3. Дослідження проведено з 22 сортами і трьома лініями ячменю ярого різних різновидностей: *nutans* Schübl., сорти якої значно переважають у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, а також рідкісних у ньому різновидностей *rikotense* Red., *submedicum* Orl., *inermis* Coern., *nudum* L., *duplialbum* L. Визначення їх особливостей є важливим для ведення селекції сортів різних різновидностей, які широко вирощують у світі.

4. Використання 22 сортів і трьох ліній в гібридизації за схемою парних схрещувань є важливим для встановлення їх селекційно-генетичних особливостей за успадкуванням, комбінаційною здатністю, а також для створення цінних гібридних комбінацій для одержання ліній різних різновидностей.

5. При виконанні польових та лабораторних досліджень використано загальноприйняті методики, для аналізу експериментальних даних – одномірний та багатомірний види аналізу. Здійснено селекційно-орієнтовний аналіз оцінки відмінності селекційного матеріалу за реакцією на зміну умов

середовища, визначення селекційної цінності вихідного матеріалу та прогнозування перспективних гібридних комбінацій.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА МОРФО–БІОЛОГІЧНИМИ ТА ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ

3.1 Особливості рівня та варіабельності морфо-біологічних та господарських ознак сортів і ліній ячменю ярого

Завданням селекції є створення високоврожайних сортів, які відповідають вимогам виробництва. Враховуючи важливість ячменю як сільськогосподарської культури широкого застосування, орієнтованої на експорт, створення адаптивних сортів саме цієї культури є актуальним [5, 29]. Основним методом селекції ячменю є міжсортова гібридизація, тому актуальним є дослідження особливостей та підбір вихідного матеріалу для схрещування за цінними ознаки, зокрема високий рівень урожайності та стійкості до негативних чинників середовища – особливо проти вилягання та хвороб.

Селекційно цінні ознаки, зокрема врожайність, залежать від сорту і умов вирощування. Для створення сортів ячменю з певними властивостями важливе значення має наявність вихідного матеріалу для комбінаційної селекції, яка є ефективним методом одержання бажаної рекомбінації необхідних ознак. Компоненти схрещування повинні мати ознаки, які необхідно поєднати в певному генотипі.

Роки 2018 та 2020 рр. були сприятливими для росту та розвитку ячменю, а 2019 р. можна характеризувати як несприятливий. Урожайність досліджених сортів і ліній залежала як від генотипу, так і від умов вирощування, це визначено за допомогою дисперсійного аналізу, апостеріорне порівняння – за Homogenous groups (Fisher LSD). Урожайність у залежності від року дослідження мала істотні відмінності. Так, у 2018 р. вона була на рівні 3,56–5,55 т/га, в 2019 р. – 2,79–4,91 т/га, в 2020 р. – 3,69–5,43 т/га. Тобто, найвищого рівня цей показник досягав у 2018 р. та в 2020 р., який відзначався надмірним

зволоженням на фоні знижених температур у фазу кушіння ячменю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Варіабельність урожайності сортів та ліній ячменю ярого в дослідях сортовипробування

Зразок	Урожайність, т/га				Коефіцієнт варіації
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
Взірець – стандарт	4,69	3,91	5,66	4,75	18,44
Аміл	5,16	4,26	6,69*	5,37	22,88
Авгур	5,08	4,91*	5,72	5,26	28,16
Аграрій	5,06	4,20	6,18	5,15	19,29
Хорс	5,24	4,51*	5,91	5,22	13,41
Троян	5,34	4,42	6,16	5,31	16,40
Резерв	4,46	4,68*	5,26	4,80	8,61
Святомихайлівський	5,02	4,36	5,46	4,95	11,19
Талісман миронівський	5,25	4,25	5,96	5,15	16,67
KWS Vambina	5,26	3,50	6,18	4,98	27,34
Datcha	5,53*	4,32	6,01	5,29	16,47
Gladys	5,15	3,90	5,30	4,78	16,07
Grace	5,44*	4,60*	6,25*	5,43*	15,19
Quench	5,03	4,38	5,38	4,93	10,29
Margret	5,55*	4,59*	5,66	5,27	11,18
Merlin	4,14	2,79**	4,15**	3,69**	21,18
Гатунок	3,56**	3,64	4,72**	3,97**	16,31
Ахіллес	4,17	3,29**	4,76**	4,07**	18,16
Явір	4,46	3,75	4,92**	4,38	13,47
Контраст	5,09	4,14	5,64	4,96	15,31
Кречет	5,14	4,40	6,35*	5,20	18,59
Модерн	4,92	3,92	5,18	4,67	14,23
15-1246	4,37	3,54	4,89**	4,27	15,96
Геркулес	5,17	4,50*	5,62	5,20	11,06
15-139	5,36	3,90	4,75**	4,67	15,70
Середня	4,95	4,09	5,55	4,86	–
НІР ₀₅	0,73	0,60	0,57	–	–

Примітки. 1. * – значення істотно перевищують стандарт, ** – значення істотно нижчі стандарту. Рівень значущості $p = 0,05$.

2. Жирним виділено слабку варіацію, курсивом – сильну.

Середня врожайність у досліді (4,86 т/га) за роки досліджень була близькою до врожайності сорту-стандарту Взірець (4,75 т/га), тому порівняння досліджених зразків із середнім по досліді співпадає з порівнянням із стандартом Взірець.

У залежності від генотипу встановлено істотні відмінності за врожайністю та виділено сорти, які достовірно відрізнялись за цим показником від стандарту Взірець. Зокрема, в 2018 р. голозерні зразки мали врожайність нижчу, ніж у стандарту, а саме: Гатунок (3,56 т/га), 15-1246 (3,87 т/га), Merlin (4,15 т/га), Ахіллес (4,17 т/га). Урожайність всіх інших зразків була на рівні стандарту.

У 2019 р. низьковрожайними були Merlin (2,79 т/га) та Ахіллес (3,29 т/га), а істотно перевищили стандарт сорти Троян, Геркулес, Хорс, Margret, Grace, Резерв, Авгур (4,43–4,91 т/га). У 2020 р. урожайність достовірно меншою за стандарт була в зразків Merlin, Гатунок, 15-139, Ахіллес, 15-1246, Явір (4,15–4,93 т/га), більшою – у сортів Grace (6,25 т/га), Кречет (6,35 т/га), Аміль (6,69 т/га) (див. табл. 3.1).

Таким чином, за будь-яких умов вирощування голозерні зразки є більш низьковрожайними в порівнянні з півчастим стандартом Взірець, зокрема це Merlin, Гатунок, Ахіллес, лінія 15-1246. Це пояснюється відсутністю півки, яка складає біля 10 % маси врожаю. Стабільно перевищував стандарт сорт Grace, а інші зразки за врожайністю були на рівні високоврожайного стандарту. Можемо дійти висновку, що вибірка півчастих зразків для дослідження є однорідною за рівнем урожайності, тому достовірного перевищення між сортами за цією ознакою не виявлено.

За коефіцієнтом варіації встановлено, що варіабельність урожайності була низькою в сорту Резерв (8,61), високою – в сортів Авгур (28,16), Merlin (21,18), Аміль (22,88), KWS Vambina (27,34). У всіх інших сортів та ліній мінливість урожайності була середньою, коефіцієнт варіації був у межах 10,29 (Quench) – 19,29 (Аграрій) (див. табл. 3.1). Ураховуючи рівень урожайності зразків ячменю ярого, можна зробити висновок про те, що цінними для селекції за рівнем та

невисокою варіабельністю цього показника є сорти Авгур, Аграрій, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Datcha, Grace, Margret, Кречет, Геркулес. Серед голозерних сортів цінними є Ахіллес та Явір.

За тривалістю вегетації в 2018–2020 рр. всі досліджені сорти і лінії є середньостиглими. Але тривалість вегетаційного періоду змінювалася в залежності від умов року, а саме: всі три роки мали істотні відмінності за цим показником. У 2018 р. тривалість вегетації була найменшою – 77–83 доби, в 2019 р. – 77–87 діб, у 2020 р. – 80–90 діб, у середньому 80, 82 і 86 діб відповідно (табл. 3.2).

У залежності від генотипу істотні відмінності за тривалістю вегетації відсутні, лише сорт Гатунок був більш скоростиглим, ніж стандарт Взірець (у середньому 78 діб та 85 діб відповідно). Відсутність істотних відмінностей за цим показником у залежності від генотипу пояснюється тим, що для дослідження відібрано високоврожайні сорти та перспективні лінії ячменю ярого, які мають оптимальну для зони Лісостепу тривалість вегетації.

Таблиця 3.2 – Тривалість вегетаційного періоду зразків ячменю ярого, діб

Зразок	Тривалість вегетації за роками			
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня
1	2	3	4	5
Взірець – стандарт	82	85	87	85
Аміл	78	80	83	80
Авгур	81	87	90	86
Аграрій	80	82	84	82
Хорс	78	80	83	80
Троян	78	80	84	81
Резерв	78	80	84	81
Святомихайлівський	77	81	86	81
Талісман миронівський	81	82	88	84
KWS Vambina	80	81	87	83

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
Datcha	80	82	87	83
Gladys	81	83	87	84
Grace	80	82	86	83
Quench	81	83	89	84
Margret	80	82	86	83
Merlin	81	82	87	83
Гатунок	77	77	80	78
Ахіллес	83	85	88	85
Явір	81	81	86	83
Контраст	79	80	83	81
Кречет	80	81	85	82
Модерн	81	82	87	83
15-1246	82	82	87	84
Геркулес	82	82	88	84
15-139	83	83	89	85
Середня	80	82	86	83

Стійкість до вилягання досліджених зразків ячменю ярого дуже залежала від генотипу та погодних умов. Так, у 2020 р. спостерігали посилений розвиток вегетативної маси, рослини були високими, кущистими, що призвело до сильного вилягання. З іншого боку, такі погодні умови сприяли коректному оцінюванню зразків за стійкістю до вилягання. Досліджувана вибірка зразків характеризувалася за цим показником у 2018 р. за дев'ятибальною шкалою в 4,0–9,0, у 2019 р. – 3,5–9,0, у 2020 р. – 4,2–8,8 балів (табл. 3.3). Тобто, в 2020 р. жоден із зразків не був абсолютно стійким до вилягання.

У залежності від генотипу в середньому за три роки сорти та лінії розподілилися наступним чином:

– дуже висока стійкість (8,5–8,8 балів) – Gladys, Quench, Аміль, Троян,

Талісман миронівський, KWS Vambina, Datcha, Grace;

– висока (8,0–8,3 бали) – Явір, 15-139, Взірець, Хорс, Контраст, Кречет, Геркулес;

– середня (7,5–7,9 балів) – Margret, Ахіллес, Авгур, Аграрій, Святомихайлівський, Модерн;

– низька (7,0–7,4 бали) – Merlin, 15-1246;

– дуже низька ($\leq 6,9$ балів) – Гатунок, Резерв.

Таблиця 3.3 – Стійкість до вилягання зразків ячменю ярого, бал

Зразок	Стійкість до вилягання за роками			
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня
1	2	3	4	5
Взірець – стандарт	8,5	8,5	8,0	8,3
Аміл	9,0	9,0	8,5	8,8
Авгур	8,0	8,0	7,0	7,7
Аграрій	8,5	8,5	6,0	7,7
Хорс	8,5	8,5	8,0	8,3
Троян	9,0	9,0	8,5	8,8
Резерв	4,0	3,5	5,0	4,2
Святомихайлівський	8,0	8,0	7,0	7,7
Талісман миронівський	9,0	8,8	8,5	8,8
KWS Vambina	8,8	8,8	8,8	8,8
Datcha	9,0	9,0	8,5	8,8
Gladys	8,8	8,8	8,0	8,5
Grace	9,0	9,0	8,5	8,8
Quench	8,8	8,8	8,0	8,5
Margret	8,8	8,8	6,0	7,9
Merlin	8,0	8,0	6,0	7,3
Гатунок	7,0	6,5	6,0	6,5

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5
Ахіллес	9,0	8,8	5,0	7,6
Явір	8,5	8,5	7,0	8,0
Контраст	8,5	8,5	8,0	8,3
Кречет	8,5	8,5	8,0	8,3
Модерн	8,0	8,0	6,0	7,7
15-1246	8,5	8,5	4,0	7,0
Геркулес	8,5	8,5	8,0	8,3
15-139	9,0	9,0	6,0	8,0

Примітка. Жирним шрифтом виділено варіанти з дуже високою та високою стійкістю до вилягання.

Так як умови 2020 р. були диференціюючим середовищем для вибірки за стійкістю до вилягання, то доцільним було оцінювання зразків саме в цьому році. Зокрема, дуже стійкими (8,5–8,8 балів) в цих умовах були KWS Bambina, Аміль, Троян, Талісман миронівський, Datcha, Grace; стійкими (8,0 балів) – Взірець, Хорс, Gladys, Quench, Кречет, Геркулес.

Важливою характеристикою вихідного матеріалу для селекції є його стійкість до грибкових хвороб, зокрема до кам'яної сажки, гелмінтоспоріозу (темно-бурої плямистості), борошнистої роси. Дослідження проведено на штучних інфекційних та провокаційних фонах. Штучне ураження летючою сажкою проводили методом В.И. Кривченка [238] із застосуванням вакуум-приладу, кам'яною сажкою – шляхом заспорення насіння з видаленими біля зародків плівками [239]. Ступінь ураження сортів сажками оцінювали за підрахунком ураженого колосся у відсотках від загальної кількості. Провокаційні фони листових хвороб створювали шляхом розміщення сприйнятливих сортів–накопичувачів інфекції рядами вздовж дослідних ділянок. Інтенсивність ураження листовими хворобами визначали за характером прояву хвороби. Стійкість сортів до хвороб визначали в балах за

шкалою оцінки зернових колосових культур, де 9–8 – дуже висока і висока стійкість, 7–6 – стійкість, 5 – слабка сприйнятливість, 4–3 – сприйнятливість, 2–1 – висока і дуже висока сприйнятливість.

У результаті дослідження в 2018–2021 рр. на штучному інфекційному фоні встановлено, що дуже високу стійкість до кам'яної сажки мали сорти Quench, Контраст, Модерн та лінії 15-139 та 15-1246, у них стійкість за всі чотири роки оцінюється в 9 балів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Стійкість зразків ячменю ярого до ураження збудниками кам'яною сажкою за роками, бал

Зразок	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Взірець	8	9	9	9
Аміл	7	6	5	8
Авгур	7	9	6	9
Аграрій	9	9	7	8
Хорс	7	9	7	8
Троян	8	9	8	9
Резерв	8	9	9	9
Святомихайлівський	8	9	9	9
Талісман миронівський	9	9	8	9
KWS Vambina	8	9	8	8
Datcha	8	7	3	8
Gladys	9	7	7	8
Grace	8	9	8	9
Quench	9	9	9	9
Margret	6	9	7	8
Merlin	9	9	8	8
Гатунок	9	8	7	5
Ахіллес	8	7	7	8
Явір	7	9	8	9
Контраст	9	9	9	9
Кречет	8	9	9	9
Модерн	9	9	9	9
15-1246	9	9	9	9
Геркулес	8	9	9	9
15-139	9	9	9	9

Примітка. Жирним шрифтом виділено сприйнятливі варіанти: від слабкої до дуже високої сприйнятливості.

Сорти з високою стійкістю до кам'яної сажки (8 балів) – Взірець, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Талісман миронівський, KWS Vambina, Grace, Merlin, Кречет, Геркулес. Слабко сприйнятливими були сорти Аміль і Гатунок (5 балів), сприйнятливим – Datcha (3 бали) (див. табл. 3.4).

До темно-бурого гелмінтоспоріозу високою стійкістю була лише у сорту Кречет (8 балів), стійкими (7–6 балів) були сорти Margret, Резерв, Святомихайлівський, Datcha, Grace, Явір, Взірець, Аграрій, Ахіллес. Слабкою сприйнятливістю (5 балів) до темно-бурого гелмінтоспоріозу характеризувалися Авгур, Троян, Гатунок, Контраст, Геркулес, лінія 15-1246, KWS Vambina, Gladys, Merlin, сприйнятливістю (4–3 бали) – Аміль, Хорс, Quench, Талісман миронівський, лінія 15-139. Безостий сорт Модерн був дуже сприйнятливим до гелмінтоспоріозу (2 бали) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Стійкість зразків ячменю ярого до ураження збудниками листових хвороб, бал

Зразок	Стійкість до ураження за роками					
	темно-бурым гелмінтоспоріозом				борошнистою росою	
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2018 р.	2019 р.
1	2	3	4	5	6	7
Взірець	8	6	8	7	9	9
Аміль	8	8	7	4	9	9
Авгур	3	7	8	5	9	9
Аграрій	6	8	8	–	9	8
Хорс	8	8	7	4	8	9
Троян	9	8	5	8	9	9
Резерв	8	8	7	6	9	9
Святомихайлівський	8	7	8	7	9	9
Талісман миронівський	3	6	6	8	9	9
KWS Vambina	7	7	7	5	9	8
Datcha	7	7	8	6	9	9
Gladys	8	7	6	5	9	9
Grace	9	8	7	6	9	8
Quench	4	4	8	5	9	9

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5	6	7
Margret	9	8	8	7	9	8
Merlin	9	8	9	5	9	8
Гатунок	8	7	5	5	9	9
Ахіллес	8	6	8	7	9	9
Явір	7	7	8	8	8	9
Контраст	5	5	7	6	9	9
Кречет	8	8	9	8	8	8
Модерн	2	5	7	5	9	8
15-1246	5	5	7	6	8	7
Геркулес	8	7	7	5	9	8
15-139	3	3	5	3	8	8

Примітка. Жирним шрифтом виділено сприйнятливі варіанти: від слабкої до дуже високої сприйнятливості.

Борошниста роса на провокаційному фоні за низької вологості та високою температурою повітря слабо проявилася на ячмені ярому, а в 2020 р. та 2021 р. подібне оцінювання неможливо було провести за відсутності інфекційного фону. В 2018–2019 рр. стійкість усіх зразків була дуже високою та високою.

Таким чином, за дуже високою та високою груповою стійкістю до кам'яної сажки, гельмінтоспоріозу та борошнистої роси можна виділити сорти Кречет, Резерв, Святомихайлівський, Явір, Взірець, Margret, Grace, вони є цінним вихідним матеріалом для комбінаційної селекції на стійкість до цих хвороб. Особливо доречним буде виділити голозерний сорт Явір, так як голозерні сорти є більш сприйнятливими до ураження збудниками хвороб у порівнянні з остистими. Тому виділення сорту Явір за комплексною стійкістю до сажкових і листових хвороб є дуже цінним для селекції голозерного ячменю. Безості сорти та лінії є стійкими до кам'яної сажки, але сприйнятливими до гельмінтоспоріозу (за виключенням сорту Кречет).

Сорти та лінії ячменю в 2018–20220 рр. було також досліджено за якістю зерна, зокрема – за вмістом білка і крохмалю (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вміст білка і крохмалю в зерні сортів і ліній ячменю ярого, %

Зразок	Вміст білка				Вміст крохмалю			
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Взірець	12,9	13,4	13,7	13,3	59,9	58,1	56,7	58,2
Аміл	13,1	12,3	12,2	12,5	55,3	58,3	60,0	57,9
Авгур	14,1	14,8	14,1	14,3	57,3	56,1	56,1	56,5
Аграрій	13,5	14,9	15,6	14,7	56,1	56,2	56,6	56,3
Хорс	13,1	14,5	14,1	13,9	57,6	56,9	59,3	57,9
Троян	12,9	13,5	13,7	13,4	58,0	57,8	58,4	58,1
Резерв	12,8	13,4	13,2	13,1	57,2	57,7	59,6	58,2
Святомихай- лівський	13,7	13,5	13,3	13,5	58,2	57,8	59,1	58,4
Талісман миронівський	13,9	14,9	14,2	14,3	56,8	56,0	58,0	56,9
KWS Vambina	14,1	13,8	13,2	13,7	57,7	57,2	58,4	57,8
Datcha	13,9	12,5	12,4	12,9	58,5	58,6	59,7	58,9
Gladys	13,6	13,4	13,1	13,4	58,2	57,5	59,8	58,5
Grace	13,5	14,2	13,4	13,7	58,0	57,0	58,9	58,0
Quench	12,9	12,9	12,3	12,7	59,9	57,8	60,4	59,4
Margret	13,0	13,1	13,3	13,1	58,1	56,6	59,1	57,9
Merlin	17,5	16,6	17,4	17,2	57,3	56,0	58,2	57,2
Гагунок	16,4	16,0	16,1	16,2	58,0	58,0	59,0	58,3
Ахіллес	16,0	16,1	14,8	15,6	57,6	56,7	57,9	57,4
Явір	14,9	15,7	14,7	15,1	62,2	55,8	59,2	59,1
Контраст	12,5	13,5	13,3	13,1	59,3	58,7	57,1	58,4
Кречет	12,4	13,9	13,3	13,2	59,5	57,2	59,0	58,6
Модерн	13,2	13,1	12,9	13,1	56,2	57,2	58,0	57,1
15-1246	12,8	13,6	13,2	13,2	64,0	58,6	59,1	60,6
Геркулес	14,2	14,9	13,4	14,2	61,0	56,6	56,6	58,1
15-139	13,4	14,2	14,0	13,9	60,7	56,7	57,7	58,4
Середнє	13,77	14,02	13,80	13,9	58,50	57,24	58,50	58,1

Установлено, що вміст білка і крохмалю варіюють як за роками, так і в залежності від генотипу. Так, середній по досліді вміст білка в 2018–2020 рр. склав 13,77 %, 14,03 % і 13,80 %, крохмалю – 58,50 %, 57,24 % та 58,50 % відповідно. Тобто, вміст білка найвищим, а крохмалю – найнижчим був у

2019 р., несприятливому для ячменю, чим підтверджується закономірність негативної залежності рівня врожайності і вмісту білка, вмісту білка – з вмістом крохмалю.

Щодо вмісту білка в залежності від генотипу, то дуже високим він був у голозерних сортів Merlin (12,2 %), Гатунок (16,2 %), Ахіллес (15,6 %), Явір (15,1 %). Сорти Аграрій, Авгур, Талісман миронівський, Геркулес, Хорс та лінія 15-139 мали високий вміст білка в зерні (понад 14 %), а низьким (до 13 %) він був у сортів Аміль, Quench, Datcha (табл. 3.6). Високим вмістом крохмалю (понад 58 %) характеризувалися лінія 15-1246 та сорти Quench, Явір, Datcha, Gladys, Святомихайлівський, Контраст, лінія 15-139, Гатунок, Взірєць, Резерв.

Сорти Quench і Datcha з низьким вмістом білка та високим – крохмалю є придатними для пивоваріння. Сорти з високим вмістом білка і крохмалю є цінними для виробництва продуктів харчування – це Merlin, Явір, Гатунок, Ахіллес, Геркулес, лінія 15-139. Доречно відмітити, що голозерні сорти мають дуже високий вміст білка і всі вони є харчового напряму використання. Для більшості безостих зразків особливістю є низький вміст білка (окрім лінії 15-139) (див. табл. 3.6).

Таким чином, у 2018–2021 рр. встановлено рівень і варіабельність цінних господарських ознак урожайність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до хвороб та вилягання, вміст білка і крохмалю в 25 зразків ячменю ярого різного походження й різних різновидностей з метою виділення перспективного вихідного матеріалу для комбінаційної селекції. Виділено сорти як селекційно цінні з комплексом господарських ознак: високою врожайністю з низькою варіабельністю (11,06–18,59 %), стійкістю до вилягання (8,3–8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до ураження збудниками кам'яної сажки (7–9 балів) та темно-бурого гелмінтоспоріозу (6–9 балів) – Авгур, Аграрій, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Grace, Кречет, Геркулес та серед голозерних Ахіллес і Явір. До того ж, сорти з високим вмістом білка та крохмалю голозерні Ахіллес, Явір і безостий Геркулес є сортами для харчового використання. Встановлено, що безості зразки є джерелами стійкості до кам'яної сажки, але

вони є сприйнятливими (за виключенням сорту Кречет) до темно-бурого гельмінтоспоріозу.

3.2 Цінність генотипів ячменю ярого за врожайністю та стабільністю

Метою дослідження було визначення цінності сортів і ліній ярого ячменю за рівнем урожайності та її стабільністю. Методом дослідження використано GGE biplot аналіз даних конкурсного сортовипробування.

Сорти ячменю ярого повинні характеризуватися, в першу чергу, високою врожайністю, якістю продукції та стійкістю до несприятливих біотичних і абіотичних факторів. Окрім цього, вони мають бути екологічно стабільними, тобто адаптованими до різних умов вирощування. Однією з важливих проблем в селекції є наявність вихідного матеріалу з високою адаптивністю та стабільністю рівня ознак, зокрема врожайності.

Важливою характеристикою сортів є врожайність та стабільність реалізації її у взаємодії з умовами вирощування. Поряд з різними параметричними методами їх дослідження зараз широко використовують більш сучасні методи АММІ та GGE biplot або GGE biplot. Так як рівень урожайності залежить не лише від генотипу, але й від впливу середовища та взаємодії генотип-середовище, то актуальним є встановлення адаптивності сортів ячменю для конкретної зони вирощування.

Варіанти досліду порівнювали із стандартом Взірець та середнім по досліді. Оцінку взаємодії генотипів з середовищем (умовами років), ранжування генотипів за середньою за роками врожайністю та стабільністю й по відношенню до гіпотетичного «ідеального» генотипу проводили методом GGE biplot аналізу. Для візуалізації використано сучасні графічні побудови, засновані на принципі головних компонент GGE biplot (взаємодія генотип–генотип–середовище) як графічне відображення матричної мультиплікації з використанням програми GENSTAT 17. Для графічного аналізу використано програмне забезпечення на основі R-програмування. Статистичні параметри

розраховували за програмою STATISTICA 6.

Урожайність досліджених сортів і ліній у 2018 р. була на рівні 3,56–5,55 т/га, в 2019 р. – 2,79–4,91 т/га, в 2020 р. – 4,15–6,69 т/га (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Урожайність сортів і ліній ячменю ярого т/га

Сорт, лінія	Шифр	Урожайність			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середня
Взірець – стандарт	<i>G1</i>	4,69	3,91	5,66	4,75
Аміл	<i>G2</i>	5,16	4,26	6,69*	5,37*
Авгур	<i>G3</i>	5,08	4,91*	5,72	5,26*
Аграрій	<i>G4</i>	5,06	4,20	6,18	5,15*
Хорс	<i>G5</i>	5,24	4,51*	5,91	5,22*
Троян	<i>G6</i>	5,34	4,42	6,16	5,31*
Резерв	<i>G7</i>	4,46	4,68*	5,26	4,80
Святомихайлівський	<i>G8</i>	5,02	4,36	5,46	4,95
Талісман миронівський	<i>G9</i>	5,25	4,25	5,96	5,15*
KWS Vambina	<i>G10</i>	5,26	3,50	6,18	4,98
Datcha	<i>G11</i>	5,53*	4,32	6,01	5,29*
Gladys	<i>G12</i>	5,15	3,90	5,30	4,78
Grace	<i>G13</i>	5,44*	4,60*	6,25*	5,43*
Quench	<i>G14</i>	5,03	4,38	5,38	4,93
Margret	<i>G15</i>	5,55*	4,59*	5,66	5,27*
Merlin	<i>G16</i>	4,14	2,79*	4,15*	3,69*
Гатунок	<i>G17</i>	3,56*	3,64	4,72*	3,97*
Ахіллес	<i>G18</i>	4,17	3,29*	4,76*	4,07*
Явір	<i>G19</i>	4,46	3,75	4,92*	4,38
15-1246	<i>G20</i>	4,37	3,54	4,89*	4,27*
Геркулес (14-561)	<i>G21</i>	5,17	4,51*	5,62	5,20*
15-139	<i>G22</i>	5,36	3,90	4,75*	4,67
Контраст	<i>G23</i>	5,09	4,14	5,64	4,96
Кречет	<i>G24</i>	5,14	4,10	6,35*	5,20*
Модерн	<i>G25</i>	4,92	3,92	5,18	4,67
Середнє		4,95	4,09	5,55	X=4,86
НІР ₀₅		0,73	0,60	0,57	0,40

Примітка. * – достовірність відмінності від стандарту Вірець на 5 % рівні.

Тобто, найвищого рівня цей показник досягав у 2020 р., який відзначався надмірним зволоженням на фоні знижених температур у фазу куціння ячменю.

Дисперсійним аналізом ANOVA для моделі АММІ (табл. 3.8) нами встановлено достовірність впливу на мінливість врожайності генотипу, середовища та їх взаємодії, що дає можливість робити аналіз за GGE biplot.

Таблиця 3.8 – ANOVA для АММІ моделі

Source	Df	SS	MS	F	F prob
Total	299	222.5576	0.7443	*	*
Treatments	74	191.2979	2.5851	26.53	0.00000
Genotypes	24	62.2066	2.5919	26.60	0.00000
Environments	2	109.6554	54.8277	48.33	0.00000
Block	9	10.2108	1.1345	11.64	0.00000
Interactions	48	19.4359	0.4049	4.16	0.00000
IPCA 1	25	11.5260	0.4610	4.73	0.00000
IPCA 2	23	7.9099	0.3439	3.53	0.00000
Residuals	0	0	*	*	*
Error	216	21.0489	0.0974	*	*

Визначено найбільший достовірний внесок у дисперсію умов середовища – 49,27%. Досить значним був внесок в дисперсію генотипу – 27,95%, меншим – взаємодії генотип / середовище (8,73%). В сумі внесок цих трьох джерел дисперсії склав 85,95%. Перші два головні компоненти (PC1 і PC2) пояснюють 90,45% мінливості, викликані взаємодією генотип / середовище, а саме: PC1 – 78,32%, PC2 – 12,13%.

Таким чином, результати наших досліджень одержано на сучасних сортах і селекційних лініях ячменю ярого та при значному впливі генотипу на мінливість урожайності (лише в 1,76 разів меншому, ніж вплив середовища), коли була високою різниця в урожайності сортів.

Візуалізацію взаємодії генотип x середовище (роки), ранжування

генотипів за середньою за роками врожайністю та стабільністю, а також по відношенню до гіпотетичного «ідеального» генотипу за селекційною цінністю проведено GGE biplot аналізом. Графіки побудовано з використанням лише двох головних (базових) компонентів PC1 та PC2, одержаних шляхом обробки даних методом сингулярного розкладання. В такій моделі можна відобразити PC1 та PC на двомірному біплоті для візуального показу взаємодії між кожним генотипом та кожним середовищем.

GGE Scatter biplot which-won-where характеризує взаємозв'язок генотипів із середовищем у вигляді багатокутника (рис. 3.1). Вершинами його є генотипи, максимально віддалені від центру біплоту. Гіпотетичні середовища розділено лініями на сектори.

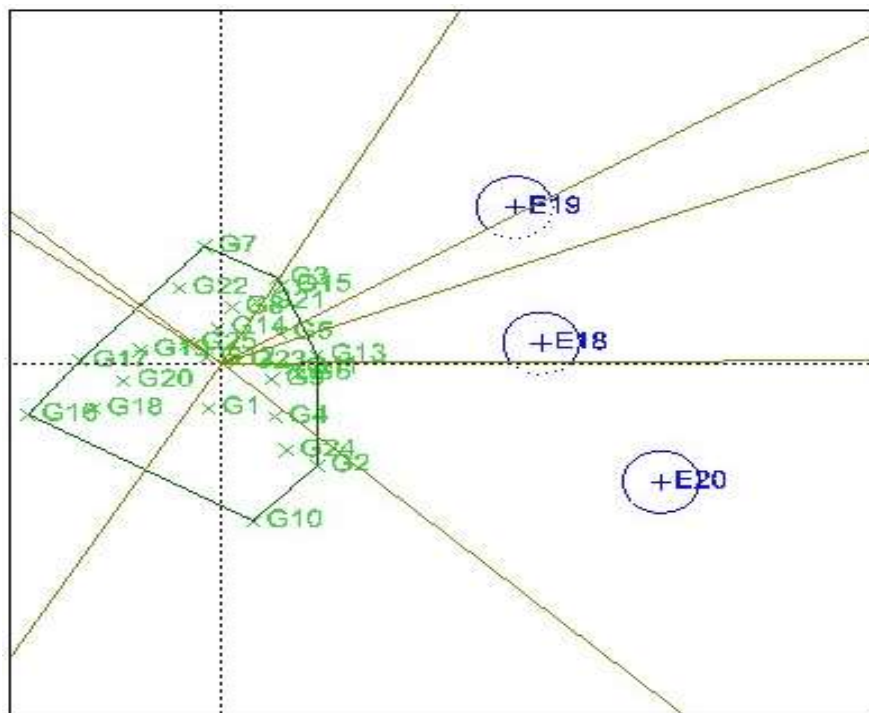


Рис. 3.1 – GGE biplot у вигляді багатокутника – взаємодія між генотипом і середовищем

В одному секторі знаходяться середовища E18 (2018 р.) та E20 (2020 р.), в яких середня врожайність генотипів була найвищою (4,95–5,55 т/га). Тому ці середовища утворюють мега-середовище. В одному секторі з мега-середовищем знаходиться сорт Grace (G13), для якого умови цих років були оптимальними

(врожайність 5,44–6,25 т/га). Високу врожайність у 2020 р. мали також сорти Троян (G6), Аміль (G2), Талісман миронівський (G9). Середовище E19 (2019 р.) оптимальним було для сортів Авгур (G3), Хорс (G5), Margret (G15). Сорти, які знаходяться в секторах без середовищ, мали меншу врожайність, ніж названі сорти.

GGE biplot ranking характеризує генотипи за рівнем середньої врожайності та її стабільністю в різних середовищах (рис. 3.2). Лінія врожайності (середня координата середовища вісь X) проходить через початок координат по горизонталі та ранжує сорти за рівнем середньої врожайності в напрямі, позначеному стрілкою, яку виділено колом на абсцисі.

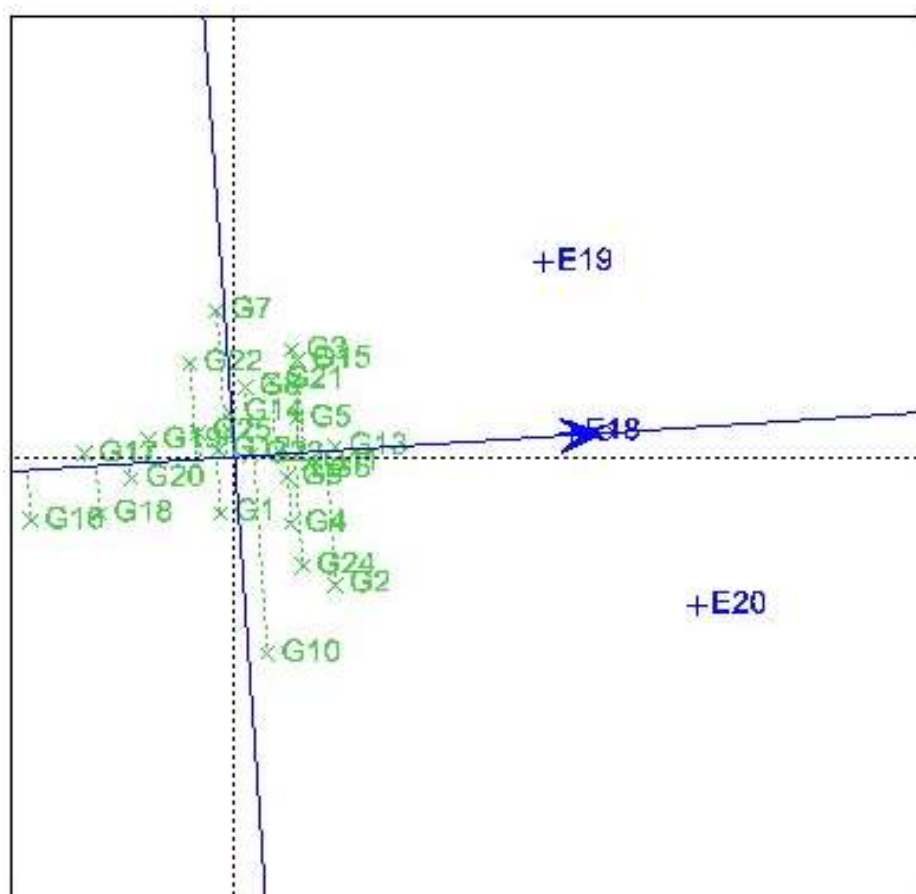


Рис. 3.2 Ранжування генотипів за середньою врожайністю та стабільністю

Наглядно показано, що найвища за три роки середня врожайність була у сорту Grace (G13), висока також Аміль (G2), Авгур (G3), Аграрій (G4), Хорс (G5), Троян (G6), Талісман миронівський G9), Datcha (G11), Геркулес (G24).

Найменша вона була у голозерних сортів Merlin (G16), Гатунок (G17), Ахіллес (G18), які розміщено зліва на початку вісі X.

Лінія стабільності, або вісь Y, проходить через початок координат перпендикулярно осі X. Віддаленість сортів від осі абсцис по осі ординат в обох напрямках характеризує варіабельність урожайності за роками, за якою визначається їх стабільність. Більш віддалені від осі X сорти більш варіабельні, а значить нестабільні. Найбільш нестабільними були сорти Аміль (G2), Авгур (G3), KWS Vambina (G10), Резерв (G7). Найстабільнішими за близькістю до осі X були сорти Grace (G13), Gladys (G12), Гатунок (G17), Явір (G19), Контраст (G20), Хорс (G5). Серед високоврожайних стабільними були сорти Grace (G13) і Хорс (G5).

GGE biplot comparison ранжує генотипи по відношенню до гіпотетичного (ідеального) генотипу, тобто за їх селекційною цінністю. Умовно ідеальний генотип являє собою центр концентричних кіл. Чим ближче розміщено генотип до центру, тим він є більш цінним.

На рисунку 3.3 наглядно показано, що найбільш наближеним до центру кола є сорт Grace (G13), який розміщено на межі центрального кола. Він був найбільш урожайним (5,43 т/га) та стійким до умов вирощування.

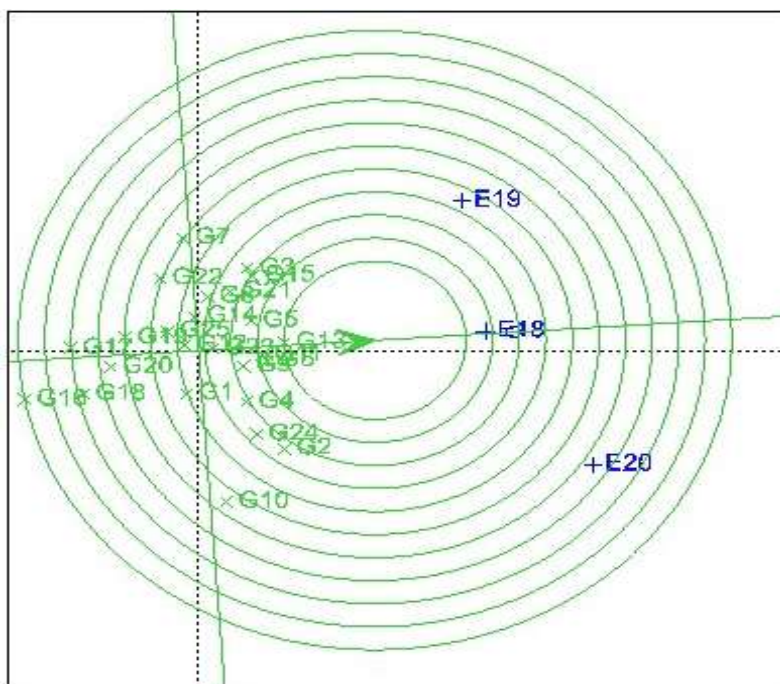


Рис. 3.3 – Порівняння генотипів з «ідеальним» генотипом

Кращим за інші був також сорт Троян (G6), який знаходиться в другому колі, а також сорти Margret (G15), Хорс (G5) і Талісман миронівський (G9), які розміщено в третьому колі (5,31 т/га та 5,27 т/га відповідно). Дещо далі (в четвертому колі) розміщено сорти Геркулес (G24), Аграрій (G4), Кречет (G21), Авгур (G3) та Аміл (G2), середня врожайність яких була вищою, ніж в інших сортів, які знаходяться в більш віддалених колах, і складала 5,00–5,37 т/га.

Таким чином, в результаті GGE biplot аналізу візуалізовано вплив генотипу, середовища та взаємозв'язку генотип x середовище на реалізацію потенціалу врожайності досліджених сортів і ліній ячменю. Мега-середовище, яке створюють 2018 р. і 2020 р., є оптимальним для вирощування сортів Grace, Аміл, Троян і Талісман миронівський, а середовище 2019 р. – для сортів Авгур, Margret і Хорс. За GGE biplot ranking наглядно ранжовано генотипи за середньою врожайністю та стабільністю за три роки: за високою врожайністю сортів Grace, Margret, Аміл, Троян, Datcha, Авгур, Хорс, Аграрій, Талісман миронівський, Геркулес; низькою – голозерних сортів Merlin, Гатунок, Ахіллес; за високою стабільністю – сорти Grace, Gladys, Гатунок, Явір, Контраст і Хорс, низькою – Аміл, Авгур, KWS Vambina, Резерв. Серед високоврожайних більш стабільними були сорти Grace і Хорс. За GGE biplot comparison візуалізовано порівняння генотипів з гіпотетичним «ідеальним» генотипом за селекційною цінністю: найкращим був сорт Grace (5,43 т/га), кращим за інші Троян (5,31 т/га), далі Margret (5,27 т/га), Авгур, Аграрій, Кречет і Геркулес (5,00–5,22 т/га). Висновком виявлених закономірностей є встановлення виробничої та селекційної цінності високоврожайних і стабільних сортів Grace (5,43 т/га) і Хорс (5,22 т/га) для різних умов, а також високоврожайних і з сильною реакцією сортів Аміл (5,37 т/га) і Авгур (5,22 т/га) для оптимальних умов вирощування.

3.3 Варіабельність продуктивності та інших кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого

Установлення у сортів ячменю ярого рівня і варіабельності продуктивності та її структурних елементів у залежності від умов вирощування та генотипу, визначення ознак зі стабільним проявом рівня варіювання є важливим для підвищення ефективності доборів перспективного матеріалу в селекційному процесі.

Для цього в 2018–2020 рр. було проведено дослідження, де вихідним матеріалом були 22 сорти та три лінії ячменю ярого різного походження, у тому числі плівчастих та голозерних. Сорти вирощували в розсаднику сортовипробування, площа ділянки 10 м². Для аналізу елементів структури продуктивності з кожного зразка відбирали 30 типових для сорту рослин, визначали висоту, продуктивну кущистість, довжину колоса, кількість зерен та масу зерна з головного колоса, масу зерна з рослини (продуктивність).

Рівень прояву та варіювання кількісних ознак продуктивності рослин у сортів ячменю ярого був різним як за роками, так і за сортами, це визначено за допомогою дисперсійного аналізу, апостеріорне порівняння – за Homogenous groups (Fisher LSD). Так, за висотою рослин істотно відрізнявся від двох інших 2020 р. (81 см), за продуктивною кущистістю (2,5 стебел) – 2019 р. (додаток А1). Довжина колоса (7,19 см) у 2018 р. була істотно меншою за рівень цієї ознаки в 2019 та 2020 рр. (додаток А2). Маса зерна з основного колоса мала істотні відмінності між рівнем 2019 та 2020 рр. (1,29 г та 1,14 г відповідно), тоді як у 2018 р. (1,21 г) цей показник знаходився на рівні обох інших років (додаток А3). Аналогічно – за продуктивністю, де істотною була відмінність між рівнями 2018 та 2020 рр. (2,28 г та 2,78 г відповідно), а продуктивність у 2019 р. була на рівні обох інших років (2,63 г) (додаток А4). Маса 1000 зерен та кількість зерен у колосі за роками не мали істотних відмінностей (додаток А5). Таким чином, рівень прояву продуктивності та інших кількісних ознак найвищим був у 2019 р. та 2020 р. (табл. 3.9–3.15).

Висота рослин у 2018 р. та 2019 р. була на одному рівні (62 см та 63 см відповідно) (додаток А6). Істотно більшою, ніж у ці два роки, вона була в 2020 р. (81 см). Це можна пояснити надмірною зволоженістю та відносно низькими температурами в 2020 р. у міжфазні періоди сходи-кущіння та кущіння-колосіння, коли рослини ячменю посилено нарощували вегетативну масу.

Рівень прояву ознак та їх мінливість залежала також і від генотипу. Так, усі досліджені зразки не були високорослими, але низькорослими (до 60 см) серед них були Gladys (59 см) і Merlin (57 см). Відносно високорослими були сорт Гатунок (77 см), лінія 15-1246 (7 см) та сорт Святомихайлівський (80 см). Усі інші зразки мали середню висоту (див. додаток А6). Варіабельність висоти слабкою була лише у лінії 15-1246 (9,08 %), сильною – у сортів Хорс, Троян, Гатунок (понад 20 %) (табл. 3.9). Зважаючи на середню варіабельність висоти у сортів Gladys і Merlin, їх можна вважати джерелами низькорослості.

Таблиця 3.9 – Висота рослин та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Висота, см				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
1	2	3	4	5	6
Взірець – стандарт	60	56	80	65	19,68
Аміл	64	61	86	70	19,41
Авгур	59	65	75	66	12,19
Аграрій	60	58	78	65	16,86
Хорс	65	65	92	74	21,07
Троян	65	64	92	74	21,56
Резерв	62	70	88	73	18,16
Святомихайлівський	72	79	89	80	10,68
Талісман миронівський	56	55	76	62	19,00
KWS Vambina	57	58	79	65	19,21
Datcha	57	54	76	62	19,14
Gladys	55	56	67	59	11,22
Grace	58	60	78	65	16,86
Quench	64	56	71	64	11,79

Продовження табл. 3.9

1	2	3	4	5	6
Margret	60	60	78	66	15,75
Merlin	52	51	68	57	16,74
Гатунок	68	66	96	77	21,88
Ахіллес	70	67	86	74	13,74
Явір	60	63	84	69	18,95
Контраст	62	64	85	70	18,12
Кречет	67	62	84	71	16,24
Модерн	70	67	85	74	13,03
15-1246	78	70	84	77	9,08
Геркулес	66	62	81	70	14,38
15-139	66	69	88	74	16,05
Середня	63	62	81	69	

Примітка. Жирним шрифтом виділено слабку варіабельність, курсивом – сильну.

Продуктивна кущистість у всіх зразків була високою (понад 1,5 стебла), але дуже високою – лише у сортів Кречет (3,0 стебел), Хорс (2,7), Геркулес (2,7), Троян (2,5), ліній 15-1246 (2,5) та 15-139 (2,6) (див. додаток А1). Щодо реакції генотипів на зміну умов середовища, то за роками варіабельність продуктивної кущистості була слабкою (<10 %) сортів Святомихайлівський, Талісман миронівський, Явір, Геркулес, Merlin та лінії 15-139. Зовсім не реагувала лінія 15-1246 (0,0 % варіабельність), маючи при цьому високу продуктивну кущистість (2,5 стебел). Дуже сильно (коефіцієнт варіації понад 20 %) реагували на зміну погодних умов Аміль, Авгур, Хорс, Резерв, KWS Vambina, Datcha, Gladys, Grace, Quench, Гатунок, Кречет (табл. 3.10). Таким чином, слід відмитити зразки з високим рівнем та низькою варіабельністю продуктивної кущистості – сорт Геркулес та лінії 15-139 і 15-1246.

Таблиця 3.10 – Продуктивна кущистість та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Продуктивна кущистість, штук стебел				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
1	2	3	4	5	6
Взірець – стандарт	1,7	2,4	2,4	2,2	18,65
Аміл	2,1	2	1,2	1,8	27,92
Авгур	1,1	2,5	1,3	1,6	46,36
Аграрій	1,7	2,3	1,9	2,0	15,53
Хорс	2,2	3,6	2,3	2,7	28,93
Троян	2,8	2,1	2,7	2,5	14,94
Резерв	1,5	2,3	2,3	2,0	22,72
Святомихайлівський	2,0	2	1,7	1,9	9,12
Талісман					
миронівський	2,0	2,3	1,9	2,1	10,07
KWS Bambina	2,3	2,6	1,6	2,2	23,68
Datcha	1,6	2,0	1,3	1,6	23,21
Gladys	1,5	2,4	1,7	1,9	25,32
Grace	2,0	3,3	1,8	2,4	12,38
Quench	1,4	3,3	2,2	2,3	41,48
Margret	2,2	1,9	1,7	1,9	13,02
Merlin	2,4	2,3	2,0	2,2	9,32
Гатунок	2,5	2,6	1,4	2,2	30,73
Ахіллес	2,5	2,4	2,0	2,3	11,50
Явір	2,1	2,2	2,4	2,2	6,84
Контраст	2,3	2,2	2,8	2,4	13,21
Кречет	3,5	3,2	2,3	3,0	20,82
Модерн	2,4	2,2	2,8	2,5	12,39
15-1246	2,5	2,5	2,5	2,5	0,00
Геркулес	2,9	2,6	2,5	2,7	7,81
15-139	2,9	2,6	2,2	2,6	9,90
Середня	2,2	2,5	2,0	2,2	

Примітка. Жирним шрифтом виділено слабку варіабельність, курсивом – сильну.

За довжиною основного колоса довгоколосими (понад 9,0 см) можна

вважати лише лінію 15-139 (9,1 см) та сорт Модерн (9,0 см), обидва зразки належать до безостих. Усі інші зразки мали колос середньої довжини (6,0–8,9 см). Але серед них можна відмітити зразки з колосом довжиною понад 8,0 см, це Ахіллес, Кречет, Гатунок, Святомихайлівський, Grace, 15-1246, Геркулес (табл. 3.11, див. додаток А2).

Таблиця 3.11 – Довжина колоса та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Довжина колоса, см				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
Взірець – стандарт	6,7	7,7	8,2	7,5	10,14
Аміл	6,0	7,1	6,2	6,4	9,11
Авгур	6,0	8,7	7,0	7,2	18,87
Аграрій	6,8	7,4	7,4	7,2	4,81
Хорс	6,0	8,1	7,4	7,2	14,92
Троян	8,0	7,7	7,3	7,7	4,58
Резерв	6,5	7,2	6,6	6,8	5,59
Святомихайлівський	8,0	9,2	8,4	8,5	7,16
Талісман миронівський	6,5	7,8	6,5	6,9	10,83
KWS Vambina	7,0	7,6	8,0	7,5	6,68
Datcha	7,5	6,9	6,2	6,9	9,48
Gladys	6,0	8,2	7,0	7,1	15,59
Grace	7,5	8,4	9,9	8,6	14,10
Quench	6,0	8,4	8,2	7,5	17,68
Margret	7,0	7,7	7,6	7,4	5,09
Merlin	6,0	7,5	6,6	6,7	11,27
Гатунок	8,0	9,5	7,8	8,4	11,02
Ахіллес	8,0	9,2	6,9	8,0	14,32
Явір	7,0	8,1	8,2	7,8	8,57
Контраст	6,0	8,0	7,3	7,1	14,29
Кречет	8,4	8,3	8,5	8,4	1,19
Модерн	8,9	9,0	9,0	9,0	0,64
15-1246	9,0	8,7	8,1	8,6	5,33
Геркулес	9,0	8,4	9,0	8,8	3,94
15-139	8,0	9,2	10,0	9,1	11,10
Середня	7,2	8,2	7,7	7,7	

Примітка. Жирним шрифтом виділено слабку варіабельність.

Сильної варіабельності за довжиною колоса не відмічено, слабкою вона була у сортів Аміль, Агарій, Троян, Резерв, Святомихайлівський, KWS Vambina, Datcha, Margret, Явір, Кречет, Модерн, Геркулес та лінії 15-1246. У підсумку слід відмітити зразки з довгим колосом та слабкою варіабельністю – Модерн (9,0 см), Геркулес (8,8 см), 15-1246 (8,6 см), Святомихайлівський (8,5 см), Кречет (8,4 см) (див. табл. 3.11). Ці зразки можуть бути джерелами довгоколосості.

Кількість зерен у колосі була середньою як за генотипами (20–24 зерна), так і за роками (22–24 зерна). Великою у порівнянні з двохрядними зразки вона була лише у шестирядного сорту Аміль (50 зерен). Найменше зерен у колосі (20 шт.) відмічено у сортів Хорс, Резерв, Контраст, найбільше (24 шт.) – Святомихайлівський, Grace, Quench, Гатунок, Модерн, 15-1246, 15-139 (див. додаток А3). Варіабельність за довжиною колоса була переважно слабкою, середньою – лише у сортів Святомихайлівський, Gladys, Grace, Quench (табл. 3.12). Таким чином, джерелами великої кількості зерен у колосі можна вважати зразки Святомихайлівський, Grace, Quench, Гатунок, Модерн, 15-1246, 15-139, які поєднують високий рівень прояву ознаки з її слабкою або середньою варіабельністю.

Таблиця 3.12 – Кількість зерен у колосі та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Кількість зерен у колосі, штук				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
1	2	3	4	5	6
Взірець – стандарт	20	22	23	22	7,02
Аміль	45	53	52	50	8,72
Авгур	19	23	22	21	9,26
Аграрій	21	22	23	22	4,59
Хорс	18	21	21	20	8,53
Троян	20	21	22	21	4,78
Резерв	18	21	21	20	8,53

Продовження табл. 3.12

1	2	3	4	5	6
Святомихайлівський	21	26	25	24	11,02
Талісман миронівський	20	24	23	22	9,00
KWS Vambina	22	23	20	22	7,44
Datcha	21	21	20	21	2,57
Gladys	19	23	25	22	12,83
Grace	21	24	26	24	10,70
Quench	20	25	26	24	13,52
Margret	21	22	21	21	3,77
Merlin	19	23	21	21	9,52
Гатунок	23	26	24	24	6,28
Ахіллес	22	21	22	22	2,39
Явір	19	22	23	21	9,76
Контраст	19	21	19	20	5,30
Кречет	22	22	22	22	0,78
Модерн	22	24	25	24	6,42
15-1246	25	24	24	24	2,10
Геркулес	22	24	24	23	4,56
15-139	23	25	24	24	4,17
Середня	22	24	23	23	

Примітка. Жирним шрифтом виділено слабку варіабельність.

Маса зерна з основного колоса у всіх зразків була середньою, за виключенням шестирядного сорту Аміль (1,97 г), у якого відносно високий рівень ознаки пояснюється великою у порівнянні з двохрядними зразками кількістю зерен у колосі (50 зерен). Серед двохрядних найвищою (понад 1,2 г) маса зерна з колоса була у сортів Троян, Святомихайлівський, Gladys, Grace, Margret, Гатунок, Явір, Геркулес та лінії 15-1246 (табл. 3.13, див. додаток А3). При цьому варіабельність ознаки була слабкою у зразків Взірець, Аграрій, Троян, Талісман миронівський, Datcha, Quench, Margret, Явір, Кречет, Модерн, Геркулес, 15-139, сильною – Аміль, Гатунок, Ахіллес, Merlin. Таким чином, імовірними джерелами маси зерна з основного колоса є зразки Троян, Margret, Явір, Геркулес.

Таблиця 3.13 – Маса зерна з основного колоса та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Маса зерна з основного колоса, г				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
Взірець – стандарт	0,98	1,03	1,05	1,02	3,53
Аміл	1,88	2,47	1,56	1,97	23,43
Авгур	0,85	1,25	1,08	1,06	18,94
Аграрій	1,14	1,13	1,00	1,09	7,17
Хорс	1,00	1,26	1,21	1,17	11,93
Троян	1,34	1,15	1,26	1,25	7,63
Резерв	0,82	1,13	1,1	1,02	16,82
Святомихайлівський	1,36	1,66	1,57	1,53	10,06
Талісман					
миронівський	1,09	1,13	1,19	1,14	4,43
KWS Vambina	1,26	1,31	0,95	1,17	16,62
Datcha	1,27	1,19	1,06	1,17	9,03
Gladys	1,11	1,47	1,07	1,22	18,11
Grace	1,26	1,44	1,58	1,43	11,24
Quench	1,08	1,17	1,28	1,18	8,51
Margret	1,22	1,22	1,27	1,24	2,33
Merlin	1,10	1,54	0,86	1,17	29,56
Гатунок	1,28	1,45	0,92	1,22	22,24
Ахіллес	1,38	1,36	0,82	1,19	26,77
Явір	1,14	1,27	1,30	1,24	6,88
Контраст	1,72	0,95	0,90	1,19	14,12
Кречет	1,16	1,14	0,98	1,09	9,02
Модерн	1,09	1,07	1,21	1,12	6,74
15-1246	1,36	1,30	1,08	1,25	11,83
Геркулес	1,33	1,17	1,30	1,27	6,71
15-139	1,07	1,00	0,95	1,00	5,99
Середня	1,21	1,29	1,14	1,22	

Примітка. Жирним шрифтом виділено слабку варіабельність, курсивом – сильну.

Маса 1000 зерен у роки дослідження була середньою як за генотипами, так і за роками (40,3–49,5 г). Відносно високий рівень ознаки (понад 45,5 г)

відмічено у сортів Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Datcha, Gladys, низький (менше 42,5 г) – Взірець, Аграрій, Quench, голозерних Merlin, Гатунок, безостої лінії 15-139 (табл. 3.14, див. додаток А5).

Таблиця 3.14 – Маса 1000 зерен та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Маса 1000 зерен, г				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
Взірець – стандарт	42,0	40,5	44,4	42,3	4,65
Аміл	44,5	42,5	44,7	43,9	2,77
Авгур	43,2	42,5	44,5	43,4	2,34
Аграрій	41,5	41,5	43,5	42,2	2,74
Хорс	46,5	49,5	52,5	49,5	6,06
Троян	44,7	47,5	50,2	47,5	5,79
Резерв	47,5	50,5	49,0	49,0	3,06
Святомихайлівський	48,5	46,5	51,0	48,7	4,63
Талісман миронівський	42,5	42	45,7	43,4	4,63
KWS Vambina	43,5	44,5	45,7	44,6	2,47
Datcha	47,0	47,5	47,5	47,3	0,61
Gladys	48,0	48,0	46,0	47,3	2,44
Grace	43,0	43,0	46,0	44,0	3,94
Quench	42,0	41,0	40,5	41,2	1,86
Margret	46,0	43,5	39,7	43,1	7,37
Merlin	41,0	42,0	38,0	40,3	5,16
Гатунок	42,0	42,0	42,5	42,2	0,68
Ахіллес	44,5	44,0	42,0	43,5	3,04
Явір	44,2	45,5	42,0	43,9	4,03
Контраст	43,5	43,0	44,5	43,7	1,75
Кречет	44,0,	44,0	45,7	44,6	2,20
Модерн	44,5	46,0	44,0	44,8	2,32
15-1246	43,0	46,0	40,5	43,2	6,38
Геркулес	42,0	45,0	46,0	44,3	4,70
15-139	41,0	42,0	42,0	41,7	1,39
Середня	44,0	44,4	44,7	44,4	–

Варіабельність маси 1000 зерен низька як за роками, так і за генотипами,

що пояснюється більш значною залежністю ознаки від генотипу, ніж від впливу середовища. Джерелами крупнозерності можна вважати сорти Хорс (49,5 г), Резерв (49,0 г), Святомихайлівський 48,7 г), Троян (47,5 г), Datcha (47,3 г), Gladys (47,3 г).

Для селекційного процесу основною ознакою рослини є продуктивність. За цією ознакою високий рівень прояву (понад 3,0 г) відмічено у сортів Аміль (3,63 г), Кречет (3,22 г), Троян (3,13 г), Хорс (3,09 г). ці сорти істотно перевищували за продуктивністю стандарт Взірець. Низькою (менше 2,0 г) була продуктивність лінії 15-139 (1,87 г) та сортів Datcha (1,79 г) і Взірець (1,99 г) (табл. 3.15, див. додаток А4). Висока продуктивність шестирядного сорту Аміль формувалася за рахунок великої кількості та маси зерен з колоса, безостого сорту Кречет – продуктивної кущистості та довжини колоса, сорту Троян – продуктивної кущистості, маси зерна з колоса та маси 1000 зерен, сорту Хорс – продуктивної кущистості та маси 1000 зерен.

Таблиця 3.15 – Продуктивність та її варіабельність у ячменю ярого

Зразок	Продуктивність, г				Коефіцієнт варіації, %
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	
1	2	3	4	5	6
Взірець – стандарт	1,70	2,29	1,98	1,99	14,83
Аміль	3,50	4,24	3,14	3,63	15,46
Авгур	1,97	2,75	2,46	2,39	16,47
Аграрій	1,82	2,18	2,52	2,17	16,11
Хорс	2,00	3,75	3,51	3,09	30,74
Троян	3,10	2,25	4,05	3,13	28,74
Резерв	1,11	2,19	3,7	2,33	55,75
Святомихайлівський	2,35	2,68	3,5	2,84	20,83
Талісман					
миронівський	1,79	2,17	3,15	2,37	29,61
KWS Bambina	2,40	2,77	2,20	2,46	11,77
Datcha	1,88	2,02	1,47	1,79	15,97
Gladys	1,41	2,80	1,90	2,04	34,62
Grace	1,95	2,78	3,08	2,60	22,48

Продовження табл. 3.15

1	2	3	4	5	6
Quench	1,28	3,08	3,65	2,67	46,33
Margret	2,50	2,05	2,94	2,50	17,82
Merlin	2,16	2,57	3,01	2,58	16,48
Гатунок	2,85	3,06	1,76	2,56	27,30
Ахіллес	2,85	3,55	2,06	2,82	26,43
Явір	2,23	2,52	3,23	2,66	19,34
Контраст	2,47	1,93	2,55	2,32	14,56
Кречет	3,51	2,94	3,2	3,22	8,87
Модерн	2,21	1,94	3,25	2,47	28,04
15-1246	2,73	2,71	2,78	2,74	1,32
Геркулес	2,66	2,52	3,15	2,78	11,91
15-139	2,47	1,94	1,2	1,87	34,11
Середня	2,28	2,63	2,78	2,56	

Примітка. Жирним шрифтом виділено слабку варіабельність, курсивом – сильну.

Варіабельність продуктивності слабкою була у зразків 15-1246 та Кречет, сильною – Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Талісман миронівський, Gladys, Grace, Quench, Гатунок, Ахіллес, Модерн, 15-139 (див. табл. 3.15). Доречно відмітити, що варіабельність продуктивності не пов'язана з рівнем прояву ознаки, вона була сильною чи слабкою як у високопродуктивних, так і відносно низькопродуктивних зразків. Таким чином, джерелами продуктивності є сорти, які поєднують високий рівень ознаки з її низькою або середною варіабельністю – Кречет (продуктивність 3,22 г, варіабельність 8,87 %), 15-1246 (2,74 г, 1,32 %), Геркулес (2,78 г, 11,91 %), Явір (2,66 г, 19,34 %), Merlin (2,58 г, 16,48 %), Margret (2,50 г, 17,82 %), KWS Vambina (2,46 г, 11,77 %), Авгур (2,39 г, 16,47 %) (див. табл. 3.15).

Щодо ознак, то найбільш сильно варіювала продуктивність (до 55,75 %), за нею продуктивна куцистість (до 46,36 %). Значно меншою була варіація висоти рослин, довжини основного колоса, кількості зерен та маси зерна з основного колоса. Низькою була варіабельність лише маси 1000 зерен (7,37 %),

що може свідчити про те, що рівень цієї ознаки залежить більше від генотипу, ніж від впливу середовища (табл. 3.16). Таким чином, визначальними для добору на продуктивність можуть бути ознаки довжина основного колоса, кількість зерен у колосі та маса 1000 зерен як такі, які мало змінюються під впливом середовища. Для попередньої польової оцінки за продуктивністю значення мають ознаки довжина колоса та кількість зерен у колосі як такі, які визначаються візуально.

Таблиця 3.16 – Варіабельність кількісних ознак, V %, 2018–2020 рр.

Ознака	Коефіцієнт варіації
Висота рослини	9,08–21,88
Продуктивна кущистість	0,00–46,36
Довжина основного колоса	0,64–18,87
Кількість зерен у колосі	0,78–13,52
Маса зерна з основного колоса	2,33–29,56
Маса 1000 зерен	0,61–7,37
Продуктивність	1,32–55,75

3.4 Мінливість та взаємозв'язки продуктивності та інших кількісних ознак за кореляційним та шляхом аналізами

Доречно відмітити, що лише низької варіабельності ознаки недостатньо для того, щоб ця ознака була ключовою (визначальною) для добору. Для цього необхідно встановити силу зв'язку цієї ознаки з продуктивністю, яка визначається кореляцією. Визначенню кореляції між кількісними ознаками рослин генотипів ячменю присвячено дослідження різних авторів на неоднаковому наборі вихідного матеріалу та в різних умовах.

Проте, хоч парні коефіцієнти кореляції важливі для визначення залежностей між окремими кількісними ознаками рослин, але за їх використання неможливо виявити взаємозалежності між комплексом ознак. Для

визначення внеску кожної ознаки в основну безпосередньо (прямі ефекти) та при взаємодії з іншими ознаками (побічні, опосередковані ефекти) використовують шляховий аналіз основної ознаки, зокрема продуктивності (маси зерна) рослини за методикою S. Wright [184]. Завдяки цьому визначають детермінантні ознаки як критерії прогнозу ефективного добору рослин за основною ознакою.

На важливість шляхового аналізу як ефективного методу статистичного аналізу причин і наслідків в системі взаємопов'язаних ознак ячменю (продуктивність рослини, її структурні елементи, врожайність та ін.) вказували різні автори.

Різними дослідниками показано доцільність визначення взаємозалежності між основними та іншими ознаками рослин з використанням як парних коефіцієнтів кореляції, так і шляхового аналізу основної ознаки для встановлення прямих і опосередкованих ефектів взаємопов'язаних ознак. Проте в їх дослідженнях з різними сортами ячменю та в неоднакових географічних пунктах і умовах вирощування рослин одержано неоднозначні результати (позитивні або негативні, до того ж за різними ознаками) відносно парної кореляції між продуктивністю й іншими кількісними ознаками та результати шляхового аналізу продуктивності. Тому дослідження кореляції ознак і проведення шляхового аналізу продуктивності нових генотипів з різним рівнем показників ознак і в умовах різних років є актуальним.

Метою дослідження було встановлення особливостей взаємозалежності за рівнем парних коефіцієнтів кореляції 10-ти кількісних ознак рослин сортів і ліній ячменю ярого та результатів шляхового аналізу продуктивності (маси зерна) рослини за використання різного набору кількісних ознак, а також визначення на основі цього детермінантних ознак прогнозу ефективності добору високопродуктивних рослин.

Коефіцієнти кореляції визначали за програмою STATISTICA 6 з рішенням системи семи (дев'яти) лінійних рівнянь з сімома (дев'ятьма) невідомими за методом A. Bryman and D. Cramer [240] для визначення шляхових коефіцієнтів

прямих ефектів, а також з розкладом коефіцієнта кореляції між продуктивністю та кожною з семи (дев'яти) ознак на прямий ефект ознаки та побічні ефекти інших для одержання матриці відповідних їм шляхових коефіцієнтів.

У 2018–2020 рр. встановлено особливості кореляції за парними коефіцієнтами 10 кількісних ознак рослин ячменю ярого та шляховим аналізом продуктивності.

Кореляція кількісних ознак.

За три роки дослідження встановлено взаємозалежність між продуктивністю (основною ознакою), її структурними елементами (продуктивною кущистістю, кількістю зерен у основному колосі та масою 1000 зерен), її складовими (масою зерна з основного колоса та масою зерна з підгону), іншими кількісними ознаками (висотою рослини та довжиною колоса), а також тривалістю вегетаційного періоду й стійкістю до вилягання (табл. 3.17). Продуктивність позитивно корелювала з продуктивною кущистістю та кількістю зерен у основному колосі, але достовірно лише в 2018 і 2019 рр. ($r = 0,79$ і $0,39$; $0,56$ і $0,50$ відповідно), а з масою зерна з основного колоса ($r = 0,61$, $0,71$ і $0,57$) та масою зерна з підгону ($r = 0,94$, $0,87$ і $0,96$) достовірно в усі три роки.

Різним за роками був зв'язок продуктивності з висотою рослини – достовірним у 2018 р. ($r = 0,47$), з довжиною колоса – достовірним у 2018 р. ($r = 0,48$). Недостовірною була кореляція з масою 1000 зерен ($r = -0,14$, $0,00$ і $0,30$), стійкістю до вилягання ($r = 0,32$, $0,12$ і $0,10$) і з тривалістю вегетації ($r = -0,13$, $-0,10$ і $-0,17$).

Продуктивна кущистість позитивно корелювала також з масою зерна з підгону ($r = 0,81$, $0,76$ і $0,49$). Кількість зерен у основному колосі мала також позитивний зв'язок з масою зерна з основного колоса ($r = 0,77$, $0,85$ і $0,49$), але недостовірний з тривалістю вегетації ($r = -0,15$, $-0,20$ і $-0,23$).

Негативним був зв'язок маси 1000 зерен з тривалістю вегетаційного періоду – достовірно в 2018 р. ($r = -0,46$).

Таблиця 3.17 – Коефіцієнти кореляції ознак ячменю ярого

Ознака	Рік	Висота рослин	Продуктивна кущистість	Довжина колоса	Кількість зерен у колосі	Маса зерна з колоса	Маса зерна з підгону	Маса 1000 зерен	Вегетаційний період	Стійкість до вилягання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Продуктивна кущистість	2018	0,44*		–	–	–	–	–	–	–
	2019	-0,08	1	–	–	–	–	–	–	–
	2020	0,25		–	–	–	–	–	–	–
Довжина колоса	2018	0,68*	0,64*		–	–	–	–	–	–
	2019	0,60*	0,19	1	–	–	–	–	–	–
	2020	0,19	0,37		–	–	–	–	–	–
Кількість зерен з колоса	2018	0,24	0,15	0,03		–	–	–	–	–
	2019	0,03	-0,20	-0,13	1	–	–	–	–	–
	2020	0,14	-0,30	-0,03		–	–	–	–	–
Маса зерна з колоса	2018	0,30	0,31	0,34	0,77*		–	–	–	–
	2019	0,03	-0,20	-0,11	0,85*	1	–	–	–	–
	2020	0,08	-0,11	0,22	0,49*		–	–	–	–
Маса зерна з підгону	2018	0,43*	0,81*	0,43*	0,33	0,29		–	–	–
	2019	0,06	0,76*	0,23	0,18	0,28	1	–	–	–
	2020	0,13	0,49*	-0,10	-0,05	0,32		–	–	–
Маса 1000 зерен	2018	0,07	-0,23	-0,07	-0,06	0,07	-0,19		–	–
	2019	0,37	0,04	-0,13	-0,24	-0,04	0,03	1	–	–
	2020	0,39	0,02	-0,09	-0,05	0,35	0,23		–	–
Вегетаційний період	2018	-0,06	0,04	0,19	-0,15	-0,13	-0,10	-0,46*		–
	2019	-0,18	-0,03	0,12	-0,20	-0,21	0,02	-0,29	1	–
	2020	-0,60*	0,00	0,21	-0,23	-0,04	-0,18	-0,29		–
Стійкість до вилягання	2018	-0,08	0,20	0,06	0,21	0,37	0,23	-0,24	0,38	
	2019	-0,36	-0,01	0,02	0,14	0,08	0,10	-0,35	0,31	1
	2020	-0,20	-0,16	-0,03	0,10	0,35	0,01	0,45*	-0,02	
Продуктивність	2018	0,47*	0,79*	0,48*	0,56*	0,61*	0,94*	-0,14	-0,13	0,32
	2019	0,06	0,46*	0,12	0,56*	0,71*	0,87*	0,00	-0,10	0,12
	2020	0,14	0,39	-0,03	0,10	0,57*	0,96*	0,30	-0,17	0,10

Примітка. * – достовірно при $p = 0,05$.

Висота рослини позитивно корелювала за два роки (2018 і 2019) з довжиною колоса ($r = 0,68$ та $0,60$). Позитивний зв'язок довжини колоса був у ці ж роки з висотою рослини ($r = 0,68$ та $0,60$).

Доречним є встановлення зв'язку між висотою рослин у ячменю та

стійкістю до вилягання (див. табл. 3.7) (рис. 3.4). Взаємозв'язок між цими двома ознаками був недостовірним, коефіцієнт кореляції навіть за максимальним значенням ($r_{\max} = -0,36$) є неістотним, тобто існує лише тенденція до негативної залежності. Таким чином, вести добір на стійкість до вилягання лише за висотою рослин є недоцільним.

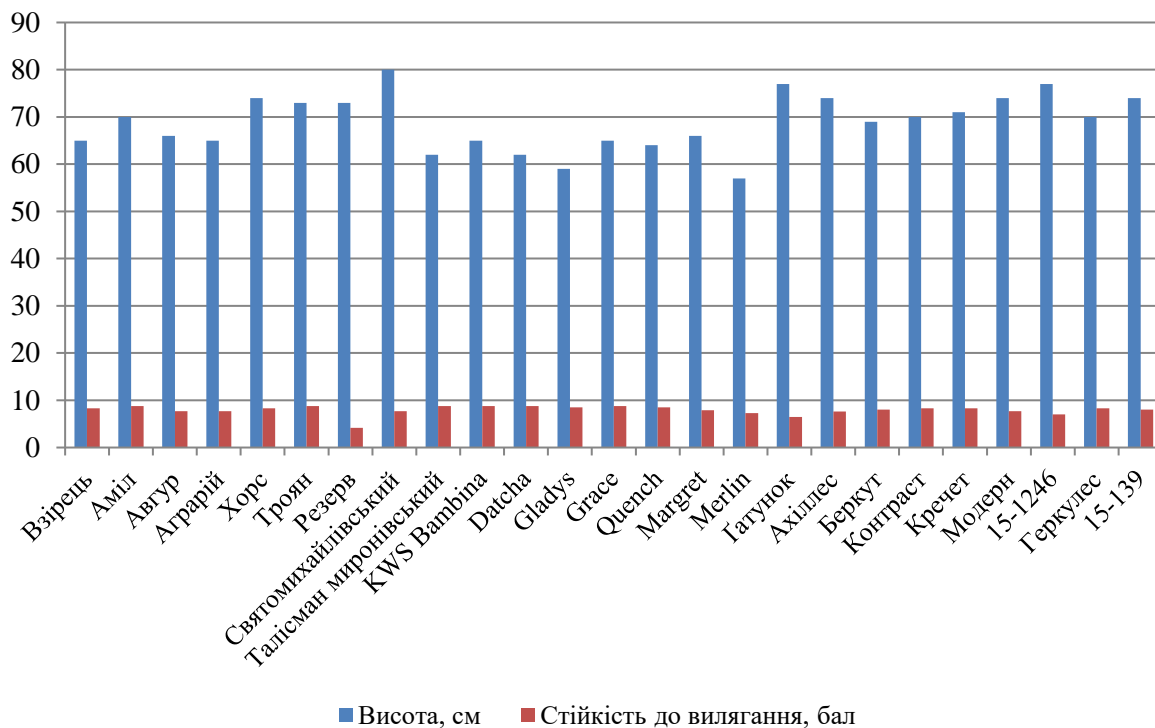


Рис. 3.4 – Висота рослин та стійкість до вилягання зразків ячменю ярого, 2018–2020 рр.

Маса зерна з основного колоса позитивно корелювала з кількістю зерен у основному колосі ($r = 0,77, 0,85$ і $0,49$) і продуктивністю, але достовірно лише за два роки ($r = 0,61$ та $0,56$). За три роки позитивним був зв'язок маси зерна з підгону з продуктивністю ($r = 0,94, 0,87$ і $0,96$) і продуктивною кущистістю ($r = 0,81, 0,76$ і $0,49$).

У стійкості до вилягання був слабкий і неоднозначний за роками зв'язок з іншими ознаками. Тривалість вегетаційного періоду негативно корелювала з масою 1000 зерен – достовірно лише в 2018 р. ($r = -0,46$).

Таким чином, встановлено, що кореляція продуктивності з іншими

кількісними ознаками в залежності від умов року змінює як тісноту, так і знак (позитивна чи негативна). Тому для узагальнення кореляції було проведено аналіз за середніми за три роки значеннями ознак. У результаті було встановлено, що продуктивність найбільш тісно пов'язана з масою зерна з основного колоса ($r = 0,62$), кількістю зерен у колосі ($r = 0,51$) та продуктивною кущистістю ($r = 0,40$) (табл. 3.18).

Таблиця 3.18 – Кореляція продуктивності з іншими кількісними ознаками, за середніми 2018–2020 рр.

Ознака	2	3	4	5	6	7	8
1 Продуктивна кущистість	0,48	-0,25	-0,24	-0,00	0,40	-0,29	0,40
2 Довжина колоса	1	-0,12	-0,12	-0,14	0,57	-0,04	0,05
3 Кількість колосків у колосі	–	1	0,99	-0,13	0,13	0,80	0,47
4 Кількість зерен у колосі	–	–	1	-0,10	0,14	0,82	0,51
5 Маса 1000 зерен	–	–	–	1	0,30	0,13	0,15
6 Висота рослини	–	–	–	–	1	0,13	0,40
7 Маса зерна з основного колоса	–	–	–	–	–	1	0,62
8 Продуктивність	–	–	–	–	–	–	1

Примітка. Жирним шрифтом виділено істотні значення при рівні значущості $p = 0,05$.

Насамкінець, при встановленні взаємозв'язків між кількісними ознаками виділено два кореляційні кластери (рис. 3.5):

1. Продуктивність + кількість колосків у колосі + кількість зерен у колосі + маса зерна з основного колоса. До нього входить малий кластер продуктивність + кількість зерен у колосі + маса зерна з основного колоса.

2. Продуктивність + продуктивна кущистість + висота рослини.

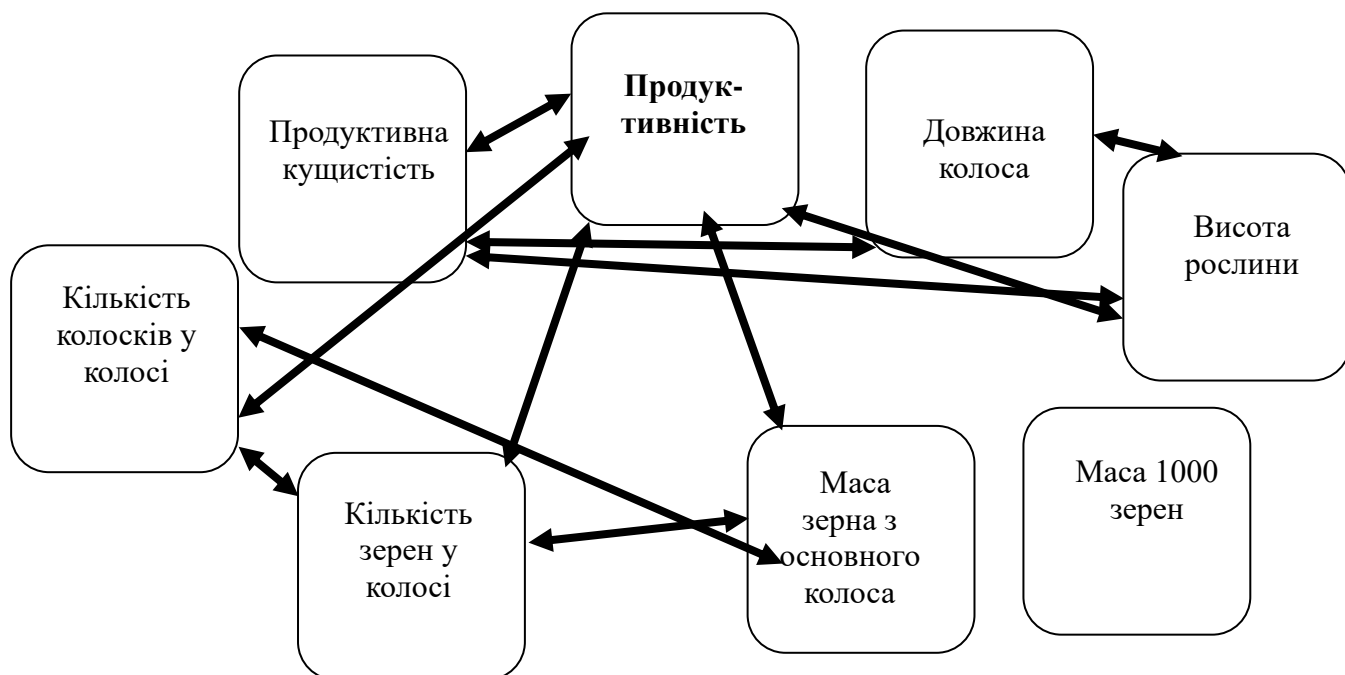


Рис. 3.5 – Кореляційні кластери продуктивності з іншими кількісними ознаками, за середніми 2018–2020 рр. (на рисунку наведено лише істотну кореляцію).

Таким чином, за результати аналізу встановлено істотну кореляцію продуктивності з масою зерна з основного колоса та з підгону в усі три роки. Це є логічним, так як ці дві ознаки і складають, власне, продуктивність. Також кореляція була істотною між продуктивністю, продуктивною кущистістю та кількістю зерен в основному колосі, але лише в два роки – 2018 і 2019 рр. Ураховуючи результати аналізу за середніми даними, де нівелюються неістотні за роками відмінності вихідних даних, та варіабельність ознак, ми приходимо до висновку, що визначальними ознаками для добору на продуктивність є продуктивна кущистість, кількість та маса зерен з основного колоса. З них ознаки продуктивна кущистість та кількість зерен у колосі є ключовими для візуальної оцінки генотипів за продуктивністю.

Шляховий аналіз продуктивності. У результаті визначення за 2018, 2019 і 2020 рр. коефіцієнтів кореляції продуктивності з кожною з дев'яти ознак, а також шляхових коефіцієнтів кожної ознаки одержано розклад коефіцієнтів кореляції між продуктивністю та кожною з дев'яти кількісних ознак на прямий ефект та побічні (непрямі, опосередковані) ефекти інших восьми ознак

досліджених 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого.

У першому варіанті шляхового аналізу продуктивності використано сім кількісних ознак (продуктивну кущистість, кількість зерен з основного колоса, масу 1000 зерен, висоту рослини, довжину колоса), а також тривалість вегетації та стійкість до вилягання.

Результати розкладу кореляції зведено в матриці шляхових коефіцієнтів дії кожної із семи ознак на продуктивність і побічних ефектів інших шести ознак, які складають причинно-наслідкову систему (табл. 3.19). Структура матриці відповідає системі з семи рівнянь з сімома прямими ефектами, помноженими на коефіцієнт кореляції відповідних семи ознак.

Шляховим аналізом продуктивності встановлено різний рівень прямих ефектів внеску кожної з семи ознак в продуктивність (по центральній діагоналі табл. 3.19), побічних ефектів інших шести ознак у зв'язках кожної з семи ознак з продуктивністю (по горизонталі кожної із семи ознак), побічних ефектів кожної із семи ознак у зв'язках продуктивності з іншими шістьма ознаками (по вертикалі кожної із семи ознак), значення і напрям якого залежали від умов середовища.

Так, встановлено, що високі середні в 2018–2019 рр. коефіцієнти кореляції продуктивності з продуктивною кущистістю ($r = 0,789$ і $0,458$ відповідно) визначалися прямим позитивним ефектом ($0,662$ і $0,562$). До того ж, у 2018 р. цей ефект посилювався побічним ефектом висоти рослини, кількості зерен у основному колосі та стійкості до вилягання ($0,043$, $0,056$ і $0,037$ відповідно). У 2019 р., навпаки, прямий позитивний ефект послабився негативним побічним ефектом кількості зерен в основному колосі ($-0,160$) та посилювався позитивним ефектом довжини колоса ($0,039$). У 2020 р. прямий ефект продуктивної кущистості був значним, але по шляху він послабився побічними ефектами висоти рослини ($-0,066$), довжини колоса ($-0,0147$) і кількості зерен основного колоса ($-0,091$), тому в підсумку кореляція з продуктивністю була неістотною в умовах 2020 р. (див. табл. 3.19).

Таблиця 3.19 – Шляховий аналіз продуктивності рослини ячменю ярого з сімома ознаками (перший варіант)

Ознака	Рік	Висота рослин	Продуктивна кущистість	Довжина колоса	Кількість зерен з колоса	Маса 1000 зерен	Вегетаційний період	Стійкість до вилягання	Продуктивність
Висота рослин	2018	0,099	0,289	-0,005	0,089	0,000	0,009	-0,014	0,468*
	2019	-0,030	-0,001	0,007	0,000	0,000	0,002	-0,004	0,060
	2020	0,006	0,001	-0,003	-0,001	-0,001	-0,001	0,003	0,140
Продуктивна кущистість	2018	0,043	0,662	-0,004	0,056	0,000	-0,006	0,037	0,789*
	2019	0,009	0,562	0,039	-0,160	0,011	-0,003	0,000	0,458*
	2020	-0,066	0,573	-0,047	-0,091	0,009	0,000	0,012	0,389
Довжина колоса	2018	0,067	0,425	-0,007	0,013	0,000	-0,030	0,011	0,480*
	2019	-0,066	0,109	0,200	-0,105	-0,036	0,012	0,001	0,115
	2020	-0,049	0,212	-0,126	-0,010	-0,034	-0,025	0,002	-0,027
Кількість зерен з колоса	2018	0,023	0,099	0,000	0,375	0,000	0,025	0,037	0,560*
	2019	-0,003	-0,114	-0,027	0,789	-0,064	-0,021	0,004	0,564*
	2020	-0,036	-0,170	0,004	0,305	-0,020	0,027	-0,008	0,095
Маса 1000 зерен	2018	0,007	-0,149	0,001	-0,023	-0,002	0,074	-0,043	-0,135
	2019	-0,040	0,023	-0,027	-0,186	0,272	-0,030	-0,012	0,000
	2020	-0,103	0,013	0,011	-0,016	0,394	0,034	-0,034	0,303
Вегетаційний період	2018	-0,005	0,024	-0,001	-0,058	0,001	-0,162	0,069	-0,133
	2019	0,020	-0,015	0,023	-0,160	-0,079	0,104	0,010	-0,097
	2020	0,156	0,000	-0,026	-0,070	-0,114	-0,117	0,001	-0,169
Стійкість проти вилягання	2018	-0,007	0,135	0,000	0,078	0,000	-0,062	0,181	0,325
	2019	0,039	-0,004	0,005	0,107	-0,096	0,032	0,033	0,115
	2020	0,053	-0,091	0,004	0,031	0,179	0,002	-0,074	0,105

Примітка. * – достовірно при $p = 0,05$.

Аналогічною була кореляція продуктивності з кількістю зерен з основного колоса – істотною в 2018 та 2019 рр. ($r = 0,560$ і $0,564$ відповідно) і неістотною ($r = 0,095$) в 2020 р. У 2018 р. прямий ефект кількості зерен посилювався позитивним побічним ефектом продуктивної кущистості (0,099), в 2019 та 2020 рр., навпаки, прямий ефект кількості зерен послаблювався побічним ефектом продуктивної кущистості (-0,114 і -0,170 відповідно).

Кореляція продуктивності з висотою рослини була в 2018 р. істотною ($r = 0,468$) та неістотною в 2019 і 2020 рр. ($r = 0,060$ і $0,140$ відповідно). Прямий вплив висоти рослин був слабким, але в 2018 р. він посилюється позитивним

побічним ефектом продуктивної кущистості (0,289) та кількості зерен з основного колоса (0,089) (див. табл. 3.19).

Довжина колоса істотно корелювала з продуктивністю лише в 2018 р. ($r = 0,480$). Прямий ефект довжини колоса при цьому був незначним, але в 2018 р. він посилювався побічним ефектом продуктивної кущистості (0,425) висоти рослин (0,067) та кількості зерен з основного колоса (0,013).

Доречно відмітити, що побічний ефект продуктивної кущистості посилював вплив довжини колоса на продуктивність в усі три роки. На шляху маса 1000 зерен \rightarrow продуктивність відмічено стійкий негативний опосередкований вплив кількості зерен з основного колоса, який послаблює прямий ефект маси 1000 зерен.

Істотної кореляції продуктивності з тривалістю вегетації та стійкістю до вилягання не було встановлено, при цьому прямі ефекти названих ознак теж не були значними (див. табл. 3.19).

Таким чином, в умовах 2018 і 2019 рр. встановлено істотну кореляцію продуктивності з ознаками продуктивна кущистість та кількість зерен з основного колоса, яка підтверджується їх значними прямими ефектами за шляховим аналізом. До того ж, продуктивна кущистість позитивно впливає на рівень продуктивності опосередковано через довжину колоса.

До другого варіанту шляхового аналізу продуктивності залучено додаткові ознаки – маса зерна з основного колоса та маса зерна з підгону (табл. 3.20). Результати розкладу кореляції продуктивності з дев'ятьма ознаками зведено в матрицю шляхових коефіцієнтів.

Позитивний прямий ефект на продуктивність за три роки досліджень (2018–2020) був у маси зерна з основного колоса (0,393, 0,515 і 0,308 відповідно за роками). Цей шлях посилювався побічним ефектом маси зерна з підгону (0,242, 0,199 і 0,246), що виразилося в істотній позитивній кореляції продуктивності з масою зерна з колоса ($r=0,609, 0,708$ і $0,572$). Побічний позитивний ефект маси зерна з колоса також посилювався опосередковано через треті ознаки: кількість зерен у колосі (0,304, 0,438 і 0,151), маса зерна з

підгону (0,113, 0,143 і 0,099), стійкість до вилягання (0,147, 0,043 і 0,107).

Таблиця 3.20 – Шляховий аналіз продуктивності рослин ячменю ярого за використання 10 ознак у другому варіанті

Ознака	Рік	Висота рослин	Продуктивна кущистість	Довжина колоса	Кількість зерен з колоса	Маса зерна з колоса	Маса зерна з підгону	Маса 1000 зерен	Вегетаційний період	Стійкість до вилягання	Продуктивність
Висота рослин	2018	0,011	0,002	-0,018	-0,004	0,116	0,362	-0,001	-0,001	0,001	0,468*
	2019	-0,003	-0,001	0,007	0,000	0,015	0,041	0,000	0,002	-0,004	0,060
	2020	0,006	0,001	-0,003	-0,001	0,025	0,114	-0,001	-0,001	0,003	0,140
Продуктивна кущистість	2018	0,005	0,005	-0,017	-0,002	0,121	0,682	0,002	0,000	-0,004	0,789*
	2019	0,000	0,008	0,002	0,002	-0,100	0,548	0,000	0,000	0,000	0,458*
	2020	0,002	0,003	-0,006	0,002	-0,035	0,416	0,000	0,000	0,002	0,389
Довжина колоса	2018	0,007	0,003	-0,026	-0,001	0,134	0,358	0,001	0,002	-0,001	0,480*
	2019	-0,002	0,002	0,012	0,001	-0,056	0,168	0,000	-0,001	0,000	0,115
	2020	0,001	0,001	-0,015	0,000	0,068	-0,090	0,000	0,000	0,000	-0,027
Кількість зерен з колоса	2018	0,003	0,001	-0,001	-0,016	0,304	0,278	0,001	-0,002	-0,004	0,560*
	2019	0,000	-0,002	-0,002	-0,008	0,438	0,129	0,000	0,003	0,001	0,564*
	2020	0,001	-0,001	0,001	-0,007	0,151	-0,046	0,000	0,000	-0,001	0,095
Маса зерна з колоса	2018	0,003	0,002	-0,009	-0,012	0,393	0,242	-0,001	-0,001	-0,007	0,610*
	2019	0,000	-0,002	-0,001	-0,007	0,515	0,199	0,000	0,003	0,001	0,710*
	2020	0,000	0,000	-0,003	-0,003	0,308	0,276	-0,001	0,000	-0,005	0,570*
Маса зерна з підгону	2018	0,005	0,004	-0,011	-0,005	0,113	0,837	0,002	-0,001	-0,004	0,940*
	2019	0,000	0,006	0,003	-0,001	0,143	0,718	0,000	0,000	0,001	0,870*
	2020	0,001	0,001	0,002	0,000	0,099	0,858	-0,001	0,000	0,000	0,960*
Маса 1000 зерен	2018	0,001	-0,001	0,002	0,001	0,026	-0,161	-0,011	-0,005	0,004	-0,135
	2019	-0,001	0,000	-0,002	0,002	-0,018	0,018	-0,001	0,004	-0,004	0,000
	2020	0,002	0,000	0,001	0,000	0,109	0,198	-0,003	0,000	-0,006	0,303
Вегетаційний період	2018	-0,001	0,000	-0,005	0,002	-0,052	-0,085	0,005	0,010	-0,007	-0,133
	2019	0,001	0,000	0,001	0,002	-0,110	0,012	0,000	-0,013	0,003	-0,097
	2020	-0,004	0,000	-0,003	0,002	-0,012	-0,156	0,001	0,001	0,000	-0,169
Стійкість до вилягання	2018	-0,001	0,001	-0,002	-0,003	0,147	0,189	0,003	0,004	-0,019	0,325
	2019	0,001	0,000	0,000	-0,001	0,043	0,072	0,000	-0,004	0,011	0,115
	2020	-0,001	0,000	0,000	-0,001	0,107	0,005	-0,001	0,000	-0,013	0,105

Примітки: 1) невраховані фактори (залишки) варіювали від 0,001 до 0,01;
2) * – достовірно при $p = 0,05$.

Значним в усі три роки був також позитивний прямий ефект на продуктивність маси зерна з підгону (0,837, 0,718 і 0,858). На цьому шляху позитивний вплив мав побічний ефект маси зерна з основного колоса (0,113, 0,143 і 0,099). Це в підсумку виразилося в дуже тісній кореляції продуктивності

з масою зерна з підгону ($r=0,940, 0,869$ і $0,960$). Побічний позитивний ефект цієї ознаки посилювався опосередковано через масу зерна з колоса ($0,242, 0,199$ і $0,246$), продуктивну кущистість ($0,682, 0,548$ і $0,416$) та висоту рослини ($0,362, 0,041$ і $0,114$).

Між продуктивністю та продуктивною кущистістю була позитивна кореляція середньої сили, коефіцієнт кореляції достовірний у 2018 і 2019 рр. ($r=0,793, 0,460$). При цьому прямий ефект продуктивної кущистості був неістотним ($0,005, 0,008$ і $0,003$), але посилювався побічним ефектом маси зерна з підгону ($0,682, 0,548$ і $0,416$). Середній позитивний коефіцієнт кореляції між продуктивністю та кількістю зерен в основному колосі в 2018 і 2019 рр. ($r=0,563$ і $0,559$) був за рахунок побічного ефекту маси зерен з основного колоса ($0,304$ і $0,438$) і маси зерна з підгону ($0,278$ і $0,129$). З довжиною колоса істотну кореляцію продуктивності відмічено лише в 2018 р. ($r=0,477$), прямий ефект неістотний, але вплив довжини колоса значно посилювався побічними ефектами маси зерна з основного колоса та підгону. В 2018–2020 рр. позитивний коефіцієнт кореляції встановлено між продуктивністю та висотою рослин, але достовірний – лише в 2018 р. ($r=0,47$) завдяки побічному ефекту маси зерна з підгону ($0,362$) та маси зерна з основного колоса ($0,116$). Між продуктивністю та тривалістю вегетаційного періоду, так як і між продуктивністю та масою 1000 зерен істотної кореляції не встановлено.

Таким чином, ознаки маса зерна з основного колоса і підгону істотно корелюють з продуктивністю та мають значний прямий ефект на неї.

Дослідженнями різних авторів по ячменю показано важливість визначення кореляції між окремими ознаками та шляхового аналізу основної ознаки, зокрема продуктивності рослини. В них було визначено неоднакові (позитивні або негативні) коефіцієнти кореляції та прямі і побічні ефекти окремих ознак на продуктивність. Вони були різними в залежності від дослідженого вихідного матеріалу та умов середовища.

Результати наших досліджень з установами закономірностей парної кореляції між окремими ознаками сортів і ліній ячменю ярого як нового

вихідного матеріалу в комбінаційній селекції, а також прямих і побічних опосередкованих ефектів різних ознак рослини на продуктивність мають певні особливості в порівнянні з даними, одержаними іншими дослідниками.

Так, було встановлено позитивну кореляцію продуктивності з продуктивною кущистістю та кількістю зерен з основного колоса, як і в дослідях R. Rahimi-Baladezaie et al. [68], J. Shrimali [179] (але у нього продуктивність позитивно корелює також з висотою рослини, довжиною колоса та масою 1000 зерен), M. Gocheva [178] (також і з масою 1000 зерен), а також з масою зерна з основного колоса, як у M. Gocheva [178]. У наших дослідях, окрім цього, продуктивність істотно корелює також і з масою зерна з підгону. За цими чотирма ознаками (продуктивна кущистість, кількість зерен в основному колосі, маса зерна з основного колоса та з підгону) за позитивною кореляцією без врахування опосередкованого впливу інших ознак можна було б робити добори для виділення продуктивних рослин.

Позитивною за три роки була також кореляція між масою та кількістю зерен з основного колоса (але не з висотою рослини) та довжини колоса з висотою рослини, як у дослідженнях E. Budacli Caprici and N. Celik [158].

Недостовірним був зв'язок маси 1000 зерен та продуктивності з тривалістю вегетації. Але в дослідях E. Budacli Caprici and N. Celik [158] негативною була кореляція між іншими ознаками – між висотою рослини, масою 1000 зерен і довжиною колоса, масою 1000 зерен і довжиною колоса та кількістю зерен у колосі, а за даними J. Shrimali et al. [179] – між масою 1000 зерен і кількістю зерен у колосі.

Як вказували різні автори, для встановлення взаємозалежностей ознак важливо визначити не лише кореляцію між окремими ознаками, а й їх внесок в основну ознаку, зокрема продуктивність, за їх прямими ефектами за врахування побічних ефектів інших ознак. Щодо цього дані різних дослідників є неоднозначними: прямий ефект на продуктивність у дослідях R. Drikvand et al. [193] був у продуктивної кущистості, в M. Ataei [161] – довжини колоса і кількості колосків у колосі, в T.A. Setotaw et al. [189] – продуктивної

кущистості, кількості зерен у колосі, висоти рослини, довжини колоса і вегетаційного періоду. Ці ознаки також позитивно корелювали з продуктивністю, а тому їх було визнано детермінантами для добору.

У наших дослідженнях для шляхового аналізу продуктивності використано різні варіанти набору ознак. У першому варіанті використано лише сім простих кількісних ознак, які можна назвати три структурні елементи продуктивності – продуктивна кущистість, кількість зерен у колосі та маса 1000 зерен, інші ознаки – висота рослин, довжина колоса, тривалість вегетаційного періоду та стійкість до вилягання).

У цьому варіанті встановлено прямі та побічні ефекти різних кількісних ознак на продуктивність, значення й напрям яких залежав від умов середовища. Позитивні прямі ефекти на продуктивність за всі три роки були у продуктивній кущистості (0,662, 0,562 і 0,573) та кількості зерен в основному колосі (0,375, 0,789 і 0,305).

З урахуванням позитивних і негативних побічних ефектів інших шести ознак у підсумку це виразилося в позитивних коефіцієнтах кореляції продуктивності з ознакою продуктивна кущистість, достовірних лише в 2018 і 2019 рр. ($r=0,789$ і $0,458$). Цю ознаку можна використовувати як детермінантну для добору високопродуктивних рослин.

У другому варіанті наших досліджень для шляхового аналізу продуктивності використано крім простих семи ознак (як у першому варіанті) ще й ознаки-складові продуктивності: маса зерна з основного колоса та підгону. Ці дві складові ознаки мали значний як прямий, так і побічний ефект на продуктивність. Це є логічним, так як саме маса зерна з основного колоса та маса зерна з підгону в сумі складають продуктивність. Позитивний побічний ефект був між цими ознаками, окрім цього у маси зерна з основного колоса – з кількістю зерен в основному колосі, маси зерна з підгону – з продуктивною кущистістю, довжиною колоса та кількістю зерен з основного колоса. Це виразилося в позитивній кореляції з продуктивністю. Інші ознаки не мали значного як прямого, так і побічного ефекту на продуктивність.

Складова ознака маса зерна з підгону мала дуже сильний прямий ефект (0,837, 0,718 і 0,858) на продуктивність рослини і високий рівень кореляції з нею ($r=0,940$, 0,718 і 0,858). Маса зерна з основного колоса мала значний прямий ефект на продуктивність (0,393, 0,515 і 0,308) і середній рівень кореляції з нею ($r=0,609$, 0,708 і 0,572). Тому в разі визначення маси зерна з підгону або з основного колоса ці дві ознаки можна використати як детермінанти для добору високопродуктивних рослин.

Висновки до розділу 3 (241–243, 245–254)

1. У 2018–2020 рр. встановлено рівень і варіабельність цінних господарських ознак урожайність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до хвороб та вилягання у 25 зразків ячменю ярого різного походження з метою виділення перспективного вихідного матеріалу для комбінаційної селекції.

2. Виділено сорти як селекційно цінні з комплексом господарських ознак: високою врожайністю з низькою варіабельністю (11,06–18,59 %), стійкістю до вилягання (8,3–8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до ураження збудниками кам'яної сажки (7–9 балів) та темно-бурого гельмінтоспоріозу (6–9 балів) – Авгур, Аграрій, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Grace, Кречет, Геркулес та серед голозерних Ахіллес і Явір.

3. Встановлено, що безості зразки є джерелами стійкості до кам'яної сажки, але вони є сприйнятливими (за виключенням сорту Кречет) до темно-бурого гельмінтоспоріозу. За дуже високою та високою груповою стійкістю до кам'яної сажки, гельмінтоспоріозу та борошнистої роси можна виділити сорти Merlin та Кречет, вони є цінним вихідним матеріалом для комбінаційної селекції на стійкість до цих хвороб.

4. Вміст білка і крохмалю варіюють як за роками, так і в залежності від генотипу. Так, середній по досліді вміст білка в 2018–2020 рр. склав 13,77 %, 14,03 % і 13,80 %, крохмалю – 58,50 %, 57,24 % та 58,50 % відповідно. Тобто, вміст білка найвищим, а крохмалю – найнижчим був у 2019 р., несприятливому

для ячменю, чим підтверджується закономірність негативної залежності рівня врожайності і вмісту білка, вмісту білка – з вмістом крохмалю.

5. У залежності від генотипу вміст білка дуже високим він був у голозерних сортів Merlin (12,2 %), Гатунок (16,2 %), Ахіллес (15,6 %), Явір (15,1 %). Сорти Аграрій, Авгур, Талісман миронівський, Геркулес, Хорс та лінія 15-139 мали високий вміст білка в зерні (понад 14 %), а низьким (до 13 %) він був у сортів Аміль, Quench, Datcha (табл. 3.6). Високим вмістом крохмалю (понад 58 %) характеризувалися лінія 15-1246 та сорти Quench, Явір, Datcha, Gladys, Святомихайлівський, Контраст, лінія 15-139, Гатунок, Взірєць, Резерв.

6. Таким чином, сорти Quench і Datcha з низьким вмістом білка та високим – крохмалю є придатними для пивоваріння. Сорти з високим вмістом білка і крохмалю є цінними для виробництва продуктів харчування – це Merlin, Явір, Гатунок, Ахіллес, Геркулес, лінія 15-139. Доречно відмітити, що голозерні сорти мають дуже високий вміст білка і всі вони є харчового напряму використання, Для більшості безостих зразків особливістю є низький вміст білка (окрім лінії 15-139).

7. В результаті GGE biplot аналізу візуалізовано вплив на рівень врожайності генотипу, середовища та взаємодії генотип x середовища. Мега-середовище, яке створюють 2018 р. і 2020 р. є оптимальним для сортів Grace, Аміль, Троян і Талісман миронівський, а середовище 2019 р. – для сортів Авгур, Margret і Хорс.

8. Методом GGE biplot ranking розподілено генотипи за середньою врожайністю та стабільністю за три роки. Найвищою була врожайність у сортів Grace, Margret, Аміль, Троян, Datcha, Авгур, Хорс, Аграрій, Талісман миронівський, Геркулес; найнижчою – у голозерних сортів Merlin, Гатунок, Ахіллес. Високою стабільністю вирізнялися сорти Grace, Gladys, Гатунок, Явір, Контраст і Хорс, низькою – Аміль, Авгур, KWS Vambina, Резерв. Серед високоврожайних стабільними були сорти Grace і Хорс.

9. GGE biplot comparison розподілено генотипів по відношенню до гіпотетичного «ідеального» за селекційною цінністю: найближчим до

«ідеального» був сорт Grace (5,43 т/га), далі Троян (5,31 т/га), Margret (5,27 т/га), Авгур, Аграрій, Кречет і Геркулес (5,00–5,22 т/га).

10. Висновком виявлених закономірностей є встановлення практичної та селекційної цінності високоврожайних і стабільних сортів Grace (5,43 т/га) і Хорс (5,22 т/га) для різних умов, а також високоврожайних і з високою реакцією сортів Аміль (5,37 т/га) і Авгур (5,22 т/га) для оптимальних умов вирощування.

11. Установлено, що рівень прояву ознак та їх мінливість залежала як від генотипу, так і від впливу середовища. Найсильніше за роками варіювали продуктивність та продуктивна кущистість. Неістотною була варіабельність маси 1000 зерен та кількості зерен у колосі.

12. Джерелами, які поєднують високий рівень прояву ознаки з слабкою або середньою варіабельністю, були за продуктивною кущистістю Геркулес та 15-1246, за довжиною колоса Модерн, Геркулес, Святомихайлівський, Кречет, за кількістю зерен у колосі Святомихайлівський, Grace, Quench, Гатунок, Модерн, 15-1246, 15-139, за масою зерен з основного колоса Троян, Margret, Явір, Геркулес, за крупнозерністю (масою 1000 зерен) Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Datcha, Gladys, за продуктивністю Кречет, Геркулес, Явір, Merlin, Margert, KWS Vambina, Авгур. Джерелами низькорослості є сорти Gladys і Merlin.

13. Джерелами з комплексом селекційно цінних ознак є зразки Геркулес (продуктивна кущистість 2,7 стебел, довжина колоса 8,8 см, маса зерна з основного колоса 1,27 г, продуктивність 2,78 г), 15-1246 (продуктивна кущистість 2,5 стебел, кількість зерен у колосі 24), Модерн (довжина колоса 9,0 см, кількість зерен у колосі 24), Святомихайлівський (довжина колоса 8,5 см, кількість зерен у колосі 24, маса 1000 зерен 48,7 г), Троян (маса зерна з основного колоса 1,25 г, маса 1000 зерен 47,5 г), Margret (маса зерна з основного колоса 1,24 г, продуктивність 2,50 г), Явір (маса зерна з основного колоса 1,24 г, продуктивність 2,66 г), Gladys (низькорослість 59 см, маса 1000 зерен 47,3 г), Merlin (низькорослість 57 см, продуктивність 2,58 г).

14. Джерелами продуктивності визначено сорти, які поєднують високий рівень ознаки з її низькою або середною варіабельністю – Кречет (продуктивність 3,22 г, варіабельність 8,87 %), 15-1246 (2,74 г, 1,32 %), Геркулес (2,78 г, 11,91 %), Явір (2,66 г, 19,34 %), Merlin (2,58 г, 16,48 %), Margret (2,50 г, 17,82 %), KWS Vambina (2,46 г, 11,77 %), Авгур (2,39 г, 16,47 %)

15. У 2018–2020 рр. встановлено особливості взаємозв'язків 10 кількісних ознак рослин 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого за коефіцієнтами кореляції та причинно-наслідкові залежності в системі взаємопов'язаних ознак в результаті шляхового аналізу продуктивності рослин при використанні різних ознак (простих і складових продуктивності). За парними коефіцієнтами кореляції встановлено позитивну кореляцію продуктивності з продуктивною кущистістю, кількістю зерен з основного колоса, масою зерна з основного колоса і підгону. Виявлено позитивну кореляцію трьох ознак: продуктивності, продуктивної кущистості та маси зерна з підгону.

16. При встановленні взаємозв'язків між ознаками виділено два кореляційні кластери:

– продуктивність + кількість колосків у колосі + кількість зерен у колосі + маса зерна з основного колоса. До нього входить малий кластер продуктивність + кількість зерен у колосі + маса зерна з основного колоса;

– продуктивність + продуктивна кущистість + висота рослини.

17. Шляховим аналізом продуктивності у варіанті з використанням усіх кількісних ознак без складових продуктивності встановлено позитивну кореляцію та позитивний прямий ефект на продуктивність продуктивної кущистості, яка може бути детермінантою добору високопродуктивних рослин.

18. У варіанті з використанням в шляховому аналізі продуктивності також і ознак-складових (маси зерна з основного колоса та з підгону) встановлено, що лише ці дві ознаки-складові мали значний прямий і побічний у взаємодії з іншими ознаками ефект на продуктивність рослини, а також середній та високий рівень кореляції. Тому в разі визначення маси зерна з основного колоса або з підгону ці дві ознаки окремо також можна використати як детермінанти

добору високопродуктивних рослин.

19. Ураховуючи варіабельність, кореляцію та результати шляхового аналізу продуктивності, встановлено, що ключовими ознаками для добору на високу продуктивність є продуктивна кущистість, кількість та маса зерен з основного колоса. Так як кількість колосків і зерен з основного колоса дуже тісно пов'язані між собою, то ознаку кількість колосків в основному колосі також можна використовувати для доборів на продуктивність.

РОЗДІЛ 4

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

4.1 Успадкування продуктивності рослин сортів і ліній у F_1 ячменю ярого

Серед особливостей вихідного матеріалу для селекції важливим є успадкування гібридами ознак батьківських компонентів схрещування. Прогноз успадкування дає можливість установити ефект генів (адитивний чи неадитивний), що детермінують рівень ознак. Ступінь прояву ознак у гібридів у порівнянні з компонентами схрещування визначають за ступенем домінантності.

Так як адитивний ефект генів виражається напівсумою спільної дії алелів локусу, то генотипова варіанса лише адитивна, а тому значення ознаки буде близьким до генотипового, у F_1 буде проміжним між компонентами схрещувань, а у F_2 вищепляться гомозиготи з рецесивними та домінантними алелями. При повному домінуванні (за однакового чи вищого рівня значення ознаки у F_1 в порівнянні з кращим компонентом схрещування) фенотипові значення при заміщенні того чи іншого алеля різні. Тоді у F_2 генотипова варіанса буде розкладатися на адитивну (при різниці між рецесивними і домінантними гомозиготами) та домінантну (неадитивну) з гетерозиготністю (гетерозиготи будуть розщеплятися). Тому добір домінантних гомозигот за фенотипом буде не завжди ефективним, а рецесивних гомозигот, навпаки, буде ефективним.

Дослідженнями різних учених встановлено різні варіанти успадкування ознак у F_1 ячменю ярого: від негативного (депресії) до позитивного наддомінування (гетерозису).

Для характеристики генетичних особливостей вихідного матеріалу для селекції важливим є визначення комбінаційної здатності за різними ознаками. Дослідженнями різних учених одержано неоднозначні дані щодо рівня загальної (ЗКЗ) та специфічної комбінаційної здатності тих чи інших ознак: урожайності та її складових. Таким чином, ураховуючи неоднозначність

результатів досліджень різних авторів, актуальними є дослідження успадкування та комбінаційної здатності сортів і ліній ячменю ярого в залежності від генотипу та умов вирощування.

Вихідним матеріалом для встановлення особливостей успадкування та комбінаційної здатності за ознакою продуктивність були 22 сорти та три лінії ячменю ярого. Досліджували F_1 парних схрещувань 25 материнських з трьома батьківськими компонентами. Схрещування проведено в 2018 р. та 2019 р., F_1 одержано в 2019 та 2020 рр., з яких 2019 р. був посушливим, а 2020 р. – сприятливим для росту та розвитку рослин.

Проведено структурний аналіз продуктивності рослин. Успадкування продуктивності у F_1 75 гібридних комбінацій визначали за ступенем домінантності (h_p), що характеризує рівень прояву ознаки у гібрида в порівнянні з компонентами схрещування. Групування одержаних даних і визначення взаємодії алелів генів проводили за класифікацією G.M. Veil і R.E. Atkins [237]. Загальну та специфічну комбінаційну здатність за продуктивністю визначали за методикою М.Д. Федина і Д.Я. Силиса [59]. Дисперсійний аналіз первинних даних досліду та комбінаційної здатності проведено по програмі STATISTICA 6.

З врахуванням достовірності різниці між варіантами ЗКЗ і СКЗ за дисперсійним двофакторним аналізом за ознакою продуктивність F_1 і компонентів схрещування визначали ефекти ЗКЗ і СКЗ.

Так, у 2019 р. за ознакою продуктивність у F_1 всіх гібридних комбінацій було позитивне наддомінування, $h_p = 1,58-191,50$ (табл. 4.1). У результаті при неадитивному ефекті генів у поколінні F_2 , що розщеплюється, будуть рецесивні гомозиготи, добір яких буде ефективним, а також будуть вищеплюватися як домінантні гомозиготи, так і гетерозиготи. Тому добір домінантних генотипів не буде ефективним, так як у наступному поколінні гетерозиготи будуть розщеплюватися.

У 2020 р. у F_1 більшості гібридних комбінацій за продуктивністю також було встановлено наддомінування (гетерозис) при схрещуванні з батьківськими компонентами Аграрій ($h_p = 2,38-49,60$), NSGJ –1 ($h_p = 1,11-240,00$) і Scrabble

($h_p = 2,02-48,43$). Позитивне домінування ознаки було в гібридних комбінаціях Взірець / Scrabble ($h_p = 0,79$) і KWS Bambina / Scrabble ($h_p = 0,76$). Негативне наддомінування (депресія) ознаки було в гібридних комбінаціях Merlin / Scrabble ($h_p = -1,14$) і Явір / Scrabble ($h_p = -2,28$).

Проміжне успадкування продуктивності F_1 у 2020 р. було у гібридних комбінаціях Аграрій / Scrabble ($h_p = 0,10$), Геркулес / Scrabble ($h_p = -0,24$) і Merlin / Аграрій ($h_p = 0,09$). У цих варіантах проявився адитивний ефект генів, генотипова варіанса є адитивною, тому прояв ознаки при доборі буде близьким до генотипового, а значить добір за нею буде ефективним.

4.2 Загальна (ЗКЗ) та специфічна (СКЗ) комбінаційна здатність сортів і ліній ячменю ярого за продуктивністю у F_1

У 2019–2020 рр. у системі парних схрещувань встановлено загальну (ЗКЗ) та специфічну (СКЗ) комбінаційну здатність за продуктивністю материнських та батьківських компонентів схрещування.

Таблиця 4.1 – Ступінь домінантності (h_p) при успадкуванні продуктивності у F_1

Материнський компонент	Рік	Батьківський компонент		
		Аграрій	NSGJ-1	Scrabble
1	2	3	4	5
Взірець	2019	5,54	7,79	3,48
	2020	3,45	23,79	0,79
Аміл	2019	3,82	3,34	7,98
	2020	35,28	8,53	4,44
Авгур	2019	9,19	16,60	10,19
	2020	7,69	7,52	2,63
Аграрій	2019	–	8,73	2,45
	2020	–	62,50	0,10
Хорс	2019	3,16	101,60	7,58
	2020	22,73	22,89	4,00
Троян	2019	15,55	23,36	14,59
	2020	2,38	2,29	13,32

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
Резерв	2019	1,72	4,34	9,48
	2020	6,12	5,08	14,84
Свято- михайлівський	2019	6,44	4,66	191,50
	2020	18,50	15,89	3,14
Талісман миронівський	2019	36,69	19,79	8,18
	2020	15,20	40,00	4,14
KWS Vambina	2019	7,10	5,79	21,42
	2020	5,59	5,36	0,76
Datcha	2019	5,17	1,58	12,17
	2020	12,62	36,75	4,11
Gladys	2019	8,55	9,64	6,27
	2020	3,59	5,90	2,02
Grace	2019	73,83	64,80	2,66
	2020	4,17	8,50	2,06
Quench	2019	81,50	39,08	6,51
	2020	32,12	11,18	3,02
Margret	2019	4,29	6,23	10,28
	2020	28,55	17,74	4,38
Merlin	2019	5,21	4,06	19,19
	2020	0,09	7,98	- 1,14
Гатунок	2019	86,00	45,14	4,91
	2020	4,52	23,36	2,25
Ахіллес	2019	12,28	27,76	11,18
	2020	49,06	6,86	4,45
Явір	2019	8,05	8,06	4,82
	2020	4,25	6,93	- 2,28
Контраст	2019	3,52	4,20	8,15
	2020	34,56	240,00	3,07
Кречет	2019	2,81	7,28	19,50
	2020	4,41	1,11	48,43
Модерн	2019	8,33	8,32	11,88
	2020	3,45	4,46	8,00
15-1246	2019	3,02	7,40	124,50
	2020	3,71	8,11	28,83
Геркулес	2019	9,20	4,03	3,88
	2020	12,60	12,22	- 0,24
15-139	2019	7,67	24,33	4,16
	2020	6,86	33,80	4,09

У результаті двофакторного дисперсійного аналізу первинних даних і

комбінаційної здатності за ознакою продуктивність F_1 для одержання інформації із взаємодії зразків з батьківськими компонентами, включаючи окремі компоненти схрещування, тобто враховуючи варіанти всіх генотипів, визначено достовірність впливу на мінливість ознаки як усіх варіантів (генотипів), включаючи материнські і батьківські компоненти та F_1 , так і окремо F_1 і компонентів схрещування сумарно і окремо материнських (ЗКЗ) і батьківських (ЗКЗ тестерів), а також взаємодії F_1 з компонентами схрещування та материнських компонентів з батьківськими (СКЗ).

З урахуванням цього визначено ефекти ЗКЗ материнських компонентів і тестерів та СКЗ як їх взаємодії (табл. 4.2). За ефектами ЗКЗ за ознаками продуктивності досліджені зразки можна розділити на три групи: з високою, низькою та середньою ЗКЗ. Достовірно високою ЗКЗ у 2019 р. була у материнських компонентів Аміль, Хорс, Троян і Талісман миронівський, у 2020 р. – Авгур, Хорс, Троян, Резерв, Datcha, Margret і лінії 15-1246, стабільно за два роки – Хорс і Троян, у яких значно більше генетичних факторів (або ефектів генів), які визначають високий рівень ознаки. Висока ЗКЗ була також у батьківського компонента Scrabble в 2019 р. (в 2020 р. – середньою), у батьківського компонента NSGJ-1 – високою в 2020 р. (в 2019 р. – середньою).

Достовірно низькою ЗКЗ у 2019 р. була у материнських компонентів Взірєць, Аграрій, Контраст, Геркулес, Datcha і лінії 15-139, а в 2020 р. – також у зразків Взірєць, Аграрій, Геркулес і лінії 15-139, у сортів KWS Vambina, Merlin, Явір. Середньою (недостовірною) ЗКЗ була в інших сортів. Гібриди між зразками з високою ЗКЗ і зразками з більш низькою або середньою ЗКЗ можуть бути перспективними для селекції через можливий прояв у потомстві позитивних трансгресій.

Установлено, що достовірно високими ефекти СКЗ були в 2019 р. у материнських сортів Троян, Datcha, Gladys, Grace, Ґатунок, Модерн, Геркулес, а також у тестерів Аграрій та Scrabble, окремі гібридні комбінації з якими є кращими або гіршими, ніж середні значення обох компонентів схрещування (табл. 4.3)

Таблиця 4.2 – Ефекти ЗКЗ за ознакою продуктивність сортів і ліній ячменю ярого

Компонент схрещування	Рік	
	2019 р.	2020 р.
Материнський компонент		
Взірець	- 1,02*	- 1,16*
Аміл	1,09*	- 0,13
Авгур	- 0,32	1,86*
Аграрій	- 2,65*	- 0,88*
Хорс	0,99*	0,70*
Троян	0,79*	0,61*
Резерв	0,62	0,96*
Святомихайлівський	0,49	- 0,11
Талісман миронівський	1,83*	0,35
KWS Vambina	- 0,03	- 0,64*
Datcha	- 1,51*	1,60*
Gladys	0,36	- 0,42
Grace	0,60	- 0,37
Quench	0,42	- 0,26
Margret	0,14	0,64*
Merlin	0,58	- 1,04*
Гатунок	0,13	- 0,53
Ахіллес	0,46	- 0,50
Явір	0,20	- 0,64*
Контраст	- 1,52*	0,10
Кречет	0,24	0,37
Модерн	0,10	- 0,11
15-1246	- 0,26	1,34*
Геркулес	-0,91*	- 1,15*
15-139	- 0,83*	- 0,60*
НІР _{0,5}	0,62	0,58
Батьківський компонент		
Аграрій	- 0,30*	- 0,45*
NSGJ-1	0,09	0,56*
Scrabble	0,21*	0,004
НІР _{0,5}	0,18	0,17

Примітка. * – ефекти СКЗ достовірні за рівнем значущості $p=0,05$.

Таблиця 4.3 – Ефекти специфічної комбінаційної здатності, 2019 р

Материнський компонент, і	Батьківський компонент, j				δS_i^{-2}
	Аграрій	NSGJ-1	Scrabble	$\sum S_i^{2-}$	
Взірець	0,56	0,23	- 0,79	0,99	0
Аміл	0,60	- 0,67	0,07	0,81	-0,15
Авгур	- 0,13	- 0,72	0,85	1,26	0,09
Аграрій	- 0,96	0,11	0,85	1,66	0,22
Хорс	- 1,02	0,35	0,67	1,61	0,20
Троян	- 0,20	- 1,80	2,00	7,28	2,09*
Резерв	- 1,34	0,55	0,79	2,72	0,57
Святомихайлівський	0,80	- 1,35	0,55	3,01	0,67
Талісман	- 0,79	- 0,26	1,05	1,79	0,26
миронівський					
KWS Vambina	0,31	- 1,43	1,12	3,46	0,80
Datcha	1,61	- 1,02	- 0,59	3,98	0,99*
Gladys	- 1,78	- 0,15	1,93	6,91	1,97*
Grace	0,27	2,09	- 2,36	10,01	3,00*
Quench	- 0,74	0,46	0,28	0,84	-0,005
Margret	0,49	0,87	- 1,36	2,85	0,62
Merlin	1,03	- 0,88	- 0,15	1,86	0,29
Гатунок	- 1,99	2,36	- 0,37	9,67	2,89*
Ахіллес	- 0,22	- 0,40	0,62	0,59	-0,13
Явір	1,35	- 0,19	1,16	3,20	0,73
Контраст	- 0,28	- 0,40	0,68	0,73	0,06
Кречет	- 0,81	1,37	-0,56	2,85	0,62
Модерн	1,70	0,21	-1,91	6,58	1,86*
15-1246	- 0,71	0,77	-0,06	1,10	0,03
Геркулес	2,41	- 1,02	-0,39	8,88	2,59*
15-139	- 0,17	0,94	-0,77	1,50	0,17
$\sum S_i$	0	0	0	–	20,27
$\sum S_i^{2-}$	29,33	24,33	30,40	–	–
δS_i^{-2}	2,81*	2,26	2,94*	–	–
X		2,67		–	0,81

Примітка. * – ефекти СКЗ достовірні за рівнем значущості $p=0,05$.

Таким чином, у 2019–2020 рр. встановлено селекційно-генетичні особливості 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого за успадкуванням та

комбінаційною здатністю за ознакою продуктивність, на основі чого визначено ефекти дії генів і перспективи ефективності добору біотипів у залежності від комбінації схрещування та року вирощування. В посушливих умовах 2019 р. у F_1 за ознакою продуктивність проявилось позитивне наддомінування. У 2020 р. в сприятливих умовах розвитку рослин у F_1 в окремих комбінаціях схрещування було проміжне успадкування, коли можливим є добір за рівнем ознаки, та позитивне домінування, а в більшості гібридів – позитивне наддомінування, коли добір за фенотипом є не ефективним. Установлено високу загальну комбінаційну здатність (ЗКЗ) у 2019 р. у материнських сортів Аміль, Хорс, Троян і Талісман миронівський, а в 2020 р. – також у Хорс і Троян (як і в 2019 р.), Авгур, Резерв, Datcha, Margret і лінії 15–1246, у яких значно більше генетичних факторів (або ефектів генів), які позитивно визначають рівень ознаки.

У батьківських компонентів високою ЗКЗ була в 2019 р. у Scrabble (у 2020 р. – середня), в 2020 р. – у NSGJ-1 (у 2019 р. – середня). Гібриди між зразками з високим рівнем ЗКЗ і зразками з більш низьким чи середнім рівнем ЗКЗ можуть бути перспективними для селекції через можливий прояв у потомстві позитивних трансгресій. Достовірно високі ефекти специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) були в 2019 р. у материнських компонентів Троян, Datcha, Gladys, Grace, Ѓатунок, Модерн, Геркулес, а також у батьківських Аграрій та Scrabble.

Висновки до розділу 4

1. У результаті дослідження встановлено різні ефекти генів за ознакою продуктивність сортів і ліній ячменю ярого в залежності від комбінації схрещування та умов вирощування: в посушливому 2019 р. у F_1 проявилось позитивне наддомінування; у сприятливому 2020 р. – позитивне наддомінування, позитивне домінування та проміжне успадкування, коли можливим є ефективний добір за ознакою.

2. Установлено високу ЗКЗ в 2019 р. у материнських сортів Аміль, Хорс,

Троян і Талісман миронівський та батьківського компонента Scrabble (у 2020 р – середня), в 2020 р. – також у материнських сортів Хорс, Троян, Авгур, Резерв, Datcha, Margret і лінії 15–1246 та батьківського компонента NSGJ-1 (у 2019 р – середня). У них значно більше генетичних факторів (або ефектів генів), які позитивно визначають рівень ознаки. Високі ефекти специфічної СКЗ були в 2019 р. у материнських компонентів Троян, Datcha, Gladys, Grace, Ѓатунок, Модерн, Геркулес та у батьківських Аграрій та Scrabble.

Матеріали розділу 4 висвітлено в публікації [244].

РОЗДІЛ 5 СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ СОРТІВ І ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА КОМПЛЕКСОМ ЦІННИХ ОЗНАК І ВЛАСТИВОСТЕЙ

5.1 Характеристика сортів і ліній за комплексом цінних ознак і властивостей

У 2018–2020 рр у результаті проведених досліджень встановлено особливості 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого різних різновидностей за комплексом ознак і властивостей, їх рівнем, оптимальним поєднанням і варіабельністю, комбінаційною здатністю, ранжуванням генотипів за врожайністю та стабільністю та виділено найбільш цінні за окремими морфо-біологічними ознаками (табл. 5.1).

У 2018–2020 рр. серед 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого різних різновидностей виділено найбільш цінні за окремими морфо-біологічними ознаками.

Таблиця 5.1 – Селекційно цінні ознаки сортів і ліній ячменю ярого,
2018–2020 рр.

Зразок	Номер ознаки, властивості*																		Усього	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Взірець										+	+								2	
Аміл					+	+	+	+			+		+						+	7
Авгур								+							+				+	3
Аграрій								+						+						2
Хорс							+	+			+		+				+	+		6
Троян							+	+		+	+		+	+						6
Резерв							+			+				+						3
Святомиха -йлівський				+	+	+	+			+										5
Талісман миронівсь -кий									+		+	+		+						4

Продовження табл 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
KWS																			
Bambina										+	+								2
Datcha							+	+			+			+					4
Gladys	+					+					+			+		+			5
Grace					+			+		+	+					+	+		6
Quench				+							+								2
Margret								+											1
Merlin	+								+	+		+							4
Гатунок			+	+					+			+		+		+			6
Ахіллес			+						+										2
Явір									+								+		2
Контраст										+	+					+			3
Кречет			+			+		+		+		+							5
Модерн		+	+							+				+					4
15-1246		+	+	+		+				+									5
Геркулес		+	+		++	+		+		+	+			+					9
15-139		+	+	+						+									4

Примітка. * – + – значення істотно перевищує середнє по досліді, 1 – низькорослість, 2 – продуктивна куцистість, 3 – довжина колоса, 4 – кількість зерен у колосі, 5 – маса зерна з основного колоса або підгону, 6 – продуктивність, 7 – маса 1000 зерен, 8 – урожайність, 9 – вміст білка в зерні, 10 – стійкість до кам'яної сажки, 11 – стійкість до вилягання, 12 – стійкість до темно-бурого гелмінтоспоріозу, 13 – висока ЗКЗ, 14 – висока СКЗ, 15 – низька варіабельність урожайності, 16 – стабільність урожайності, 17 – придатність для різних умов вирощування, 18 – сильна реакція на умови вирощування.

Виділено сорти з комплексом цінних кількісних морфо-біологічних і господарських ознак і властивостей: по шість – Хорс (маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання, висока ЗКЗ, стабільність урожайності, придатність для різних умов вирощування) та Grace (кількість зерен з основного колоса, урожайність, стійкість до вилягання, стійкість до кам'яної сажки стабільність урожайності, придатність для різних умов вирощування), по сім – Аміль (кількість зерен з основного колоса, маса зерна з підгону, продуктивність, урожайність, стійкість до вилягання, висока ЗКЗ, висока

потенціальна врожайність), сім – Троян (маса зерна з основного колоса, урожайність, стійкість до вилягання, стійкість до кам'яної сажки, висока ЗКЗ, висока СКЗ), дев'ять – безоста лінія 14-561 (Геркулес) (продуктивна куцистість, маса зерна з основного колоса та підгону, довжина колоса, продуктивність рослин, урожайність, стійкість до вилягання, стійкість до кам'яної сажки, висока СКЗ), шість – Ґатунок (кількість зерен основного колоса, високий вміст білка, стійкість до темно-бурого гельмінтоспоріозу, висока СКЗ, стабільність урожайності), п'ять – Кречет (довжина колоса, продуктивність, урожайність, стійкість до кам'яної сажки, стійкість до темно-бурого гельмінтоспоріозу), п'ять – Святомихайлівський (кількість зерен з основного колоса, продуктивність, маса 1000 зерен, стійкість до кам'яної сажки), чотир – Талісман миронівський (урожайність, стійкість до кам'яної сажки, стійкість до вилягання, висока ЗКЗ), чотири – Datcha (маса 1000 зерен, урожайність, стійкість до вилягання, висока СКЗ), п'ять – Gladys (маса 1000 зерен, низькорослість, стабільність урожайності, стійкість до вилягання, висока СКЗ), чотири – Merlin (низькорослість, високий вміст білка, стійкість до кам'яної сажки, стійкість до темно-бурого гельмінтоспоріозу), чотири – Модерн (кількість зерен з основного колоса, довжина колоса, стійкість до кам'яної сажки, висока СКЗ), п'ять – лінія 15-1246 (довжина основного колоса, продуктивність, продуктивна куцистість, кількість зерен з колоса, стійкість до кам'яної сажки), три – Контраст (продуктивна куцистість, стійкість до вилягання та до кам'яної сажки, стабільність урожайності) (див. табл. 5.1).

У 2018–2019 рр. у досліді сортовипробування проведено оцінку господарських ознак безостих селекційних ліній 14-561, 15-1246 і 15-139 у порівнянні зі стандартом Взірець (табл. 5.2). Лінію 14-561, яка істотно перевищувала стандарт за врожайністю, передано на кваліфікаційну експертизу з 2020 р. на придатність для поширення в Україні під назвою Геркулес. Це сорт у 2021 р. внесено Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Таблиця 5.2 – Характеристика сорту Геркулес (лінія 14-561)

Сорт, лінія	Урожайність т/га, за роками				Вегетаційний період, діб	Стійкість до вилягання, бал	Продуктивна куцність, штук	Маса 1000 зерен, г
	2018	2019	середня	% до стандарту				
Геркулес	5,47	4,50	4,99	116	82	8,5	2,7	43,5
Лінія 15-1246	4,37	3,54	3,96	92	82	8,5	2,5	44,5
Лінія 15-139	5,36	3,90	4,63	108	83	9,0	2,4	41,5
Взірець – стандарт	4,69	3,91	4,30	–	84	8,5	2,1	41,2
НІР ₀₅	0,73	0,60	0,20	–	–	–	–	–

5.2 Ефективність застосування досліджених сортів і ліній як вихідного матеріалу в селекції

З часів застосування масового та індивідуального доборів з місцевого матеріалу та створення місцевих сортів ячменю селекціонери перейшли до добору з гібридних популяцій, створених у результаті схрещування. Вивчаючи селекційний матеріал шляхом порівняння в розсадниках, науковці створили велику кількість сортів ячменю, які поєднують в одному генотипі ознаки різних вихідних форм. Таким чином, ефективність добору залежить як від суб'єктивної оцінки матеріалу селекціонером, так і від об'єктивних чинників – селекційної цінності батьківських компонентів, умов добору (гідротермічних, ґрунтових, технологічних та ін.).

Для створення сортів ячменю ярого, які б відповідали вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва, перш за все необхідно мати вихідний матеріал з відповідними властивостями. Зокрема, за допомогою вихідного матеріалу нові сорти мають бути створені у стислі строки, так як виробництво потребує якомога швидшої зміни сортів. Але весь процес створення сорту займає біля 12 років, тому селекціонеру бажано зарані мати якнайповнішу інформацію про вихідний матеріал.

5.2.1 Добір рослин у F₃ парних схрещувань

У F₃ від схрещування досліджених 22 сортів і трьох ліній як материнських компонентів з батьківськими компонентами Аграрій, Scrabble та NSGJ-1 у 2021 р. відібрано 1818 рослин. Кількість відібраних гібридних рослин у залежності від батьківського компонента була різною, але істотно більшою – у гібридних популяціях з батьківстким компонентом Scrabble (Від використання сорту Аграрій відібрано 588, Scrabble – 804, NSGJ-1 – 426 рослин) (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Добір рослин у F₃, шт., 2021 р.

Материнський компонент	Батьківський компонент			Усього
	Аграрій	NSGJ-1	Scrabble	
1	2	3	4	5
Взірець	24	24	60	108
Аміл	24	6	96	126
Авгур	24	18	–	42
Аграрій	–	12	48	60
Хорс	24	24	24	72
Троян	66	24	–	90
Резерв	–	–	36	36
Святомихайлівський	42	–	48	90
Талісман миронівський	24	24	24	72
KWS Vambina	24	12	36	72
Datcha	–	12	48	60
Gladys	48	6	54	108
Grace	48	–	48	96
Quench	48	18	42	108
Margret	24	24	48	96
Merlin	6	36	6	48
Гатунок	–	12	6	18
Ахіллес	6	48	–	54
Явір	48	48	24	120
Контраст	36	–	30	66
Кречет	24	–	30	54
Модерн	12	–	24	60

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5
15-1246	12	36	12	60
Геркулес	–	42	36	78
15-139	24	–	–	24
Усього	588	426	804	1818

Більше відібрано рослин у гібридних популяціях з материнськими компонентами Аміль, Явір, Взірць, Gladys, Хорс, Grace, Quench, Margret, Merlin, Троян, Святомихайлівський, Геркулес, Талісман миронівський. Потомство відібраних 1818 рослин буде оцінено на різних етапах селекційного процесу.

5.2.2 Створення цінних ліній за участю дослідженого вихідного матеріалу

Схрещування за участі досліджених сортів і ліній ячменю як вихідного матеріалу проведено в 2018–2019 рр., F_1 досліджено в 2019–2020 рр., F_2 – у 2020–2021 рр. У 2020 р. було відібрано 534 рослини F_2 у 27 гібридних комбінаціях від схрещування сортів Кречет, Явір, Геркулес, Аміль, Троян, Vambina, Талісман миронівський, Quench, Grace та безостої лінії 15-139 з сортами Аграрій, Scrabble і NSGJ-1.

У 2021 р. з вирощених у селекційному розсаднику потомств 534 рослин F_2 відібрано 124 цінні лінії (табл. 5.4). Із них 24 лінії з материнським компонентом Явір (лінії з 21-13 по 21-19 від схрещування з Аграрієм, з 21-64 по 21-70-з Scrabble, з 21-20 по 21-29 –з NSGJ-1), 16 – Троян (лінії з 21-48 по 21-52, з 21-60 по 21-63, з 21-81 по 21-87 з тими ж сортами відповідно), 16 – Кречет (лінії з 21-1 по 21-6, з 21-7 по 21-12 і з 21-41 по 21-44 відповідно), 15 – Геркулес (лінії з 21-30 по 21-40, 21-75 по 21-78 з Scrabble та NSGJ-1), 13 – Quench (лінії з 21-111 по 21-114, з 21-97 по 21-104, з 21-107 по 21-110 з тими ж трьома сортами відповідно), 10 – Grace (лінії з 21-119 по 21-122, з 21-123 по 21-126 і з 21-115 по 21-116 відповідно), дев'ять – Талісман миронівський (лінії з 21-93 по 21-96, з

21-105 по 21-106, з 21-102 по 21-104 відповідно), дев'ять – Вамбіна (лінії з 21-88 по 21-92, з 21-127 по 21-128, з 21-117 по 21-118), вісім – Аміль (лінії з 21-57 по 21-59, з 21-79 по 21-80, з 21-45 по 21-47 відповідно), чотири – лінії 15-139 (лінії з 21-71 по 21-74 – з сортом Аграрій), тобто від схрещування, в основному, зразків, які мають комплекс цінних ознак і властивостей (Троян, Кречет, Геркулес, Grace, Талісман миронівський, Аміль, лінія 15-139).

Таблиця 5.4 – Нові лінії, відібрані в селекційному розсаднику, шт., 2021 р.

Номер лінії з – по у 2020 р.	Компонент		Різновидність								Усього ліній	
	материнський	батьківський	<i>nutans</i>	<i>medicum</i>	<i>deficiencies</i>	<i>inermis</i>	<i>duplialbum</i>	<i>nudum</i>	<i>pallidum</i>	<i>rikotense</i>	по гібридах	по матері компоненту
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1–6	Кречет	Аграрій	3	–	–	3	–	–	–	–	6	16
7–12		Scrabble	–	–	1	5	–	–	–	–	6	
41–44		NSGJ-1	–	–	–	3	1	–	–	–	4	
13–19	Явір	Аграрій	–	–	–	–	–	7	–	–	7	24
64–70		Scrabble	1	–	3	–	–	3	–	–	7	
20–29		NSGJ-1	–	–	–	–	–	10	–	–	10	
30–40	Геркулес	Scrabble	–	–	1	10	–	–	–	–	11	15
75–78		NSGJ-1	1	–	–	3	–	–	–	–	4	
57–59	Аміль	Аграрій	1	1	–	–	–	1	1	–	3	8
79–80		Scrabble	–	–	–	–	–	–	2	–	2	
45–47		NSGJ-1	–	–	–	–	–	–	1	2	3	
48–52	Троян	Аграрій	5	–	–	–	–	–	–	–	5	16
60–63		Scrabble	2	2	–	–	–	–	–	–	4	
81–87		NSGJ-1	3	–	–	–	–	4	–	–	7	
88–92	KWS Вамбіна	Аграрій	4	–	1	–	–	–	–	–	5	9
127–128		Scrabble	1	–	1	–	–	–	–	–	2	
117–118		NSGJ-1	2	–	–	–	–	–	–	–	2	
93–96	Талісман	Аграрій	4	–	–	–	–	–	–	–	4	9
105–106		Scrabble	2	–	–	–	–	–	–	–	2	
102–104		NSGJ-1	–	–	–	–	–	3	–	–	3	
111–114	Quench	Аграрій	4	–	–	–	–	–	–	–	4	13
97–104		Scrabble	5	–	–	–	–	–	–	–	5	
107–110		NSGJ-1	–	–	–	–	–	4	–	–	4	

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
119–122	Grace	Аграрій	4	–	–	–	–	–	–	–	4	10
123–126		Scrabble	3	1	–	–	–	–	–	–	4	
115–116		NSGJ-1	–	–	–	–	–	–	2	–	–	
71–74	15-139	Аграрій	–	–	–	4	–	–	–	–	4	4
Усього по батьківських компонентах		Аграрій	25	1	1	7	–	7	1	–	42	124
		Scrabble	14	–	9	15	–	3	2	–	43	
		NSGJ-1	5	–	–	6	1	24	1	2	39	
Разом			44	1	10	28	1	34	4	2	124	–

Створені 124 лінії відносяться до восьми різновидностей ячменю ярого. З них 44 лінії різновидності *nutans*, одна – *medicum*, 10 – *deficiens*, 28 – *inermis*, одна – *duplialbum*, 34 – *nudum*, чотири – *pallidum*, дві – *rikotense*.

Відібрані в селекційному розсаднику 124 лінії рекомендовано для оцінки на наступних етапах селекційного процесу.

Висновки до розділу 5

1. Установлено особливості сортів і лінії за комплексом ознак і властивостей (їх рівнем, оптимальним поєднанням і варіабельністю, комбінаційною здатністю, ранжування генотипів за врожайністю і стабільністю та по відношенню до «ідеального» генотипу за GGE biplot аналізом).

Найбільшим поєднанням комплексу селекційно цінних ознак і властивостей у 2018–2020 рр. було у сортів Хорс (шість ознак), Grace (шість), Аміл (сім), Троян (сім), Геркулес (лінія 14-561 – дев'ять), Гатунок (п'ять), Кречет (п'ять), Святомихайлівський (п'ять), Талісман миронівський (чотири), Datcha (чотири), Gladys (п'ять), Merlin (чотири), Контраст (три), Модерн (чотири), лінії 15-1246 (п'ять), Авгур (три), Резерв (три), Ахіллес (два), лінії 15-139 (чотири) ознаки. Ці сорти та лінії є цінним вихідним матеріалом для селекції за комплексом цінних ознак і властивостей.

2. За результатами сортовипробування виділено високоврожайну, з високою стійкістю до вилягання лінію 14-561, яку передано на кваліфікаційну експертизу з 2020 р. на придатність для поширення в Україні під назвою Геркулес, який внесено в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

3. У F_3 від схрещування 22 сортів і трьох ліній ячменю ярого з трьома сортами у системі парних схрещувань відібрано в 2021 р. 1818 рослин, потомство яких рекомендовано для дослідження на наступних етапах селекційного процесу.

4. Створено і виділено в селекційному розсаднику 2021 р. 124 перспективні лінії з 534 потомств, відібраних в 2020 р. рослин F_2 з 27 гібридних комбінацій, одержаних від схрещування, в основному, досліджених сортів і ліній, які мають комплекс цінних ознак і властивостей: 24 з материнським компонентом Явір, 16 – Кречет, 15 – Геркулес (лінії 14-561), 13 – Quench, 10 – Grace, дев'ять – Талісман миронівський і KWS Vambina, вісім – Аміль, чотири – лінії 15-139.

Нові 124 лінії належать до восьми, тобто до широкого спектру різновидностей ячменю ярого. З них 44 лінії різновидності *nutans*, одна – *medicum*, 10 – *deficiens*, 28 – *inermis*, одна – *duplialbum*, 34 – *nudum*, чотири – *pallidum*, дві – *rikotense*. Ці лінії рекомендовано для дослідження на наступних етапах селекційного процесу.

Матеріали розділу 5 висвітлено в публікаціях [242, 245, 247, 249, 250, 255].

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення важливого наукового завдання з установлення закономірностей мінливості селекційно-генетичних особливостей сортів і ліній ячменю ярого за кількісними ознаками в залежності від генотипу та умов вирощування. Це досягнуто шляхом комплексності застосування селекційних і статистично-генетичних методів та установлення на цій основі відмінностей за морфо-біологічними особливостями як окремих, так і комплексу ознак рослин і господарських ознак (урожайності, вегетаційного періоду, стійкості до вилягання й хвороб, вмісту білка та крохмалю в зерні), за їх варіабельністю, кореляцією та прямим і побічним ефектами на продуктивність згідно шляхового аналізу її, за взаємодією генотип-середовище й ранжуванням генотипів за врожайністю й стабільністю та по відношенню до «ідеального» генотипу за результатами GGE biplot аналізу, а також за комбінаційною здатністю внаслідок комплексності селекційних і статистично-генетичних методів дослідження різносторонніх генотипів.

У результаті встановлених закономірностей забезпечено ефективність визначення цінності вихідного матеріалу для селекції. Для використання в комбінаційній селекції ячменю ярого визначено сорти з комплексом цінних селекційних ознак, виділено сорти як з високою й стабільною врожайністю для різних неконтрольованих умов, так і сорти з високою реакцією за роками для контрольованих найбільш оптимальних умов вирощування. Передано для проведення кваліфікаційної експертизи на придатність до поширення в Україні сорт Геркулес (лінія 14-561), який внесено в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Створено та виділено в селекційному розсаднику нові цінні остисті, безості та голозерні лінії. Все це має значення в галузі селекції ячменю ярого.

За результатами дослідження зроблено такі висновки.

1. У дослідженнях конкурсного сортовипробування в різних за погодними

умовами 2018 – 2020 рр. встановлено морфо-біологічні особливості 22 сортів і трьох селекційних ліній ячменю ярого, в результаті чого визначено їх цінність як вихідного матеріалу для селекції на високі показники окремих кількісних ознак рослин: за продуктивністю (масою зерна) рослини сорти Аміль, Хорс, Святомихайлівський, Ахіллес, Кречет і Геркулес (14-561); за продуктивною кустистістю – Хорс, Троян, Контраст, Кречет, Модерн, Геркулес і лінія 15-1246; за кількістю зерен основного колоса – Аміль, Святомихайлівський, Гатунок, лінії 12-1246 і 15-139; за масою 1000 зерен – Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Datcha, Grace; за масою зерна основного колоса – Аміль, Святомихайлівський і Grace; за масою зерна з підгону (інших колосів рослини) – Кречет, Ахіллес, Хорс, Аміль, Гатунок, Троян, Геркулес і лінія 15-1246; за довжиною основного колоса – Grace, Гатунок Ахіллес, Кречет, Модерн, Геркулес і лінії 15-1246 та 15-139; за низькорослістю – Талісман миронівський, Datcha, Gladys і Merlin.

2. Установлено цінність досліджених сортів і ліній як вихідного матеріалу для селекції за високими показниками господарських ознак: за високою врожайністю (5,15–5,43 т/га) в середньому за три роки (2018–2020 рр.) сортів Аміль, Авгур, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Datcha, Grace, Margret, Кречет і Геркулес; за високою стійкістю до вилягання – Взірець, Аміль, Хорс, Троян, Талісман миронівський, KWS Bambina, Datcha, Grace, Quench, Gladys, Контраст, Кречет і Геркулес (8,3–8,8 балів); за більшою тривалістю вегетації – Авгур, Ахіллес, Взірець і лінії 15-139 (85–86 діб), за меншою її тривалістю – Гатунок, Ахіллес і Хорс (78–80 діб).

3. Визначено, що у досліджених сортів і ліній була різна кількість селекційно цінних ознак з високими рівнями їх показників: найбільше – по п'ять у сортів Аміль, Хорс, Grace і Геркулес, по чотири – Троян, Святомихайлівський, Datcha і Кречет, по три – Талісман миронівський і лінії 15-1246.

4. Уставлено зумовленість рівня продуктивності різних сортів високим рівнем показників неоднакових ознак: сорту Аміль – високим рівнем як маси

зерна основного колоса, так і підгону, а також кількістю зерен основного колоса; сортів Кречет і Геркулес – продуктивної кущистості та довжини основного колоса; сорту Хорс – продуктивної кущистості та маси 1000 зерен; сорту Святомихайлівський – кількості зерен основного колоса та маси 1000 зерен.

5. Визначено залежність урожайності досліджених сортів і ліній як від генотипу, так і від умов їх вирощування. У різних генотипів у 2018 р вона була на рівні 3,56–5,55 т/га, у посушливому 2019 р – 2,79–4,91 т/га, в 2020 р за умов надмірного зволоження на фоні знижених температур у фазу кущення ячменю – 4,15–6,69 т/га. Середня врожайність за роками склала 4,95 т/га, 4,09 т/га і 5,55 т/га відповідно, а в цілому в досліді – 4,86 т/га.

6. Установлено відмінності варіабельності врожайності сортів в умовах 2018 – 2020 рр. У високоврожайних сортів Хорс, Троян, Талісман миронівський, Геркулес, Datcha, Grace, Margret коефіцієнт варіації ознаки був середній ($V=11.18-16.67\%$). Варіабельність урожайності сорту Аміль ($V=22,88\%$) була більш високою тому його необхідно використовувати більш оптимальних умовах вирощування.

7. Визначено не однакову варіабельність кількісних ознак рослин: середню ($V=10,14-19,68\%$) за ознаками довжина колоса, продуктивність рослини, продуктивна кущистість, висота рослини; низьку – за ознаками маса зерна основного колоса, маса 1000 зерен і кількість зерен основного колоса ($V=3,53\%, 4,65\%$ і $7,02\%$ відповідно), тому добір за ними буде ефективним.

8. Установлено неоднакову стійкість сортів і ліній до ураження збудниками різних хвороб: дуже високу (9 балів) та високу (8 балів) за три роки до збудника кам'яної сажки безостих сортів Контраст, Модерн, Кречет і Геркулес та безостих ліній 15-139 і 15-1246, остистих сортів Взірець, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Талісман миронівський, KWS Vambina, Grace, Merlin; високу до збудника темно-бурого гелмінтоспоріозу сортів Margret, Merlin; дуже високу до збудника борошниста роси всіх генотипів.

9. У результаті досліджень установлено селекційну цінність сортів за

комплексом господарських ознак: за високою врожайністю (4,75–5,43 т/га), середньою її варіабельністю ($V=11,06-18,59$ %), високою стійкістю до вилягання (8,3–8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до ураження збудниками кам'яної сажки (7–9 балів) та темно-бурого гельмінтоспоріозу (6–9 балів) – сорти Grace, Хорс, Кречет і Геркулес; за високою врожайністю (5,15–5,31 т/га), середньою варіабельністю ($V=16,40-16,47$ %), високою стійкістю до вилягання (8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до ураження збудником кам'яної сажки – сорти Троян і Талісман миронівський.

10. Визначено, що вміст білка в зерні в порівнянні з середнім по досліді (13,9 %), який проведено після попередника горох на зерно, найбільш високим був у голозерних сортів Merlin (17,2 %) і Гатунок (16,2 %), високим також у голозерних сортів Явір (15,1%) і Ахіллес (15,0 %), а найбільш низьким (12,5–13,2 %) – у сортів Аміль, Quench, Datcha, Резерв, Margret, Контраст, Модерн і, що особливо цікаво, у голозерної безостої лінії 15-1246.

Уміст крохмалю в зерні більшим за середнє по досліді був у голозерної лінії 15-1246 та сортів Quench, Явір, Datcha (58,9–60,6 %).

11. Установлено генетичні особливості сортів і ліній за успадкуванням ознаки продуктивність рослин F_1 . Так як у посушливому 2019 р ступінь домінантності був більшим одиниці, тобто наявне позитивне наддомінування ознаки в F_1 , то її рівень визначають неадитивні ефекти генів і добір необхідно проводити не в ранньому поколінні F_2 , а коли буде достатньо константних біотипів з домінантним проявом ознаки у послідуєчих поколіннях гібридів.

У сприятливих за зволоженням 2020 р в гібридних комбінаціях Аграрій / Scrabble, Геркулес / Scrabble та Merlin / Аграрій було проміжне успадкування з проявом адитивних ефектів генів, коли добір буде ефективним і в F_2 .

12. Визначено генетичні особливості досліджених сортів за загальною (ЗКЗ) та специфічною (СКЗ) комбінаційною здатністю за продуктивністю рослин F_1 . Достовірно високою ЗКЗ за ознакою була в материнських сортів топкросів Троян, Хорс, Аміль і, особливо, Талісман миронівський ($\hat{g} = 0,79-1,83$) та тестера Scrabble ($\hat{g} = 0,21$), у яких значно більше генетичних факторів, які

визначають високий рівень ознаки. Низькою ЗКЗ була у сортів Взірець, Аграрій, Datcha, Контраст і Геркулес та лінії 15-139, а також тестера Аграрій.

Висока СКЗ була у материнських сортів Datcha, Модерн, Gladys, Троян, Геркулес, Гатунок і, особливо Grace ($\delta_{si} = 0,99-3,00$) та тестерів Аграрій і Scrabble ($\delta_i = 2,81-2,94$). У F_2 від використання їх у схрещуваннях можливий прояв трансгресивної мінливості.

13. Установлено особливості кореляції між кількісними ознаками, зокрема позитивну між продуктивністю рослини та продуктивною кущистістю, кількістю зерен основного колоса, масою зерна основного колоса, масою зерна підгону. Виявлено позитивну взаємозалежність трьох ознак: продуктивності, продуктивної кущистості та маси зерна підгону.

14. Виявлено особливості шляхового аналізу продуктивності рослин в залежності від використання різного набору ознак. У варіанті з використанням простих структурних елементів продуктивності значні за три роки позитивні прямі ефекти на продуктивність ($0,562-0,662$) та позитивну кореляцію з нею в посушливих умовах 2018–2019 рр були в ознаки продуктивна кущистість.

У варіанті з використанням додатково також ще й ознак-складових продуктивності (маси основного колоса та маси зерна підгону) встановлено, що лише ці дві ознаки мають значний прямий ($0,308-0,515$ і $0,718-0,858$ відповідно) ефект на продуктивність, а також позитивну кореляцію з нею ($r = 0,572-0,708$ і $r = 0,869-0,960$ відповідно).

Тому ознаку продуктивна кущистість в разі використання лише структурних ознак продуктивності в посушливих умовах, а також ознаки маса зерна основного колоса чи маса зерна підгону в разі їх визначення можна використати як детермінанти для прогнозу ефективності добору високо продуктивних рослин.

15. Установлено особливості рівня врожайності в залежності від взаємодії генотип-середовище, ранжування генотипів за врожайністю та її стабільністю й відношенню до “ідеального” генотипу в наслідок інтерпретації результатів дослідження сучасним статистично-графічним методом GGE biplot аналізу. В

результаті виявлених закономірностей встановлено практичну та селекційну цінність за цією ознакою високоврожайних і стабільних сортів Grace і Хорс для не контрольованих умов різних років, а високоврожайних і з високою реакцією за роками сортів Аміл і Авгур – для контрольованих найбільш оптимальних умов вирощування.

16. У результаті встановлених селекційно-генетичних закономірностей мінливості ознак генотипів забезпечено ефективність визначено їх цінностей як вихідного матеріалу для селекції ячменю ярого: визначено сорти та лінії з комплексом цінних селекційних ознак, з високою й стабільною врожайністю для різних і оптимальних умов вирощування, лінія 14-561 виділено та передано для проведення кваліфікаційної експертизи в 2020 р. під назвою Геркулес. З 2021 р. безостий сорт Геркулес внесено в Державний реєстр сортів рослин на придатність для поширення в Україні в усіх зонах. Методом гібридизації створено та виділено для використання в селекційному процесі 124 лінії з цінними ознаками, які належать як до плівчастих і голозерних, так і до остистих та безостих.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для селекційних установ та профільних навчальних закладів:

1. До селекційного процесу залучати в якості вихідного матеріалу джерела як окремих, так і комплексу господарських ознак ячменю ярого:

– з високою врожайністю та низькою варіабельністю (11,06–18,59 %), стійкістю до вилягання (8,3–8,8 балів), дуже високою та високою стійкістю до ураження збудниками кам'яної сажки (7–9 балів) та темно-бурого гельмінтоспоріозу (6–9 балів) – Авгур, Аграрій, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Grace, Кречет, Геркулес та серед голозерних Ахіллес і Явір;

– безості зразки як джерела групової стійкості до сажкових хвороб;

– джерела за продуктивною кущистістю Геркулес, 15-139 та 15-1246, за довжиною колоса Модерн, Геркулес, Святомихайлівський, Кречет, 15-1246, за кількістю зерен у колосі Святомихайлівський, Grace, Quench, Гатунок, Модерн, 15-1246, 15-139, за масою зерен з основного колоса Троян, Margret, Явір, Геркулес, за крупнозерністю (масою 1000 зерен) Хорс, Троян, Резерв, Святомихайлівський, Datcha, Gladys, за продуктивністю Кречет, Геркулес, Явір, Merlin, Margert, KWS Vambina, Авгур, 15-1246, за низькорослістю Gladys і Merlin;

– джерела за комплексом цінних селекційних ознак – зразки Геркулес (продуктивна кущистість 2,7 стебел, довжина колоса 8,8 см, маса зерна з основного колоса 1,27 г, продуктивність 2,78 г), 15-1246 (продуктивна кущистість 2,5 стебел, кількість зерен у колосі 24, продуктивність 2,74 г), Модерн (довжина колоса 9,0 см, кількість зерен у колосі 24), Святомихайлівський (довжина колоса 8,5 см, кількість зерен у колосі 24, маса 1000 зерен 48,7 г), Троян (маса зерна з основного колоса 1,25 г, маса 1000 зерен 47,5 г), Margret (маса зерна з основного колоса 1,24 г, продуктивність 2,50 г), Явір (маса зерна з основного колоса 1,24 г, продуктивність 2,66 г), Gladys (низькорослість 59 см, маса 1000 зерен 47,3 г), Merlin (низькорослість 57 см, продуктивність 2,58 г).

2. При доборах на високу продуктивність за ключові ознаки використовувати продуктивну кущистість, кількість та масу зерен з основного колоса.

Для сільськогосподарського виробництва рекомендовано використовувати:

1. Високоврожайні сорти Хорс та Grace, які слабо реагують на зміну умов вирощування, рекомендовано для різних гідротермічних умов та різного рівня матеріального забезпечення. Сорти Авгур та Аміль із сильною реакцією рекомендовано для оптимальних гідротермічних умов та високого агрофону.

2. Сорти Авгур, Аграрій, Хорс, Троян, Талісман миронівський, Grace, Кречет, Геркулес, Ахіллес і Явір з дуже високою та високою стійкістю до ураження збудниками кам'яної сажки та темно-бурого гельмінтоспоріозу рекомендовано для органічного землеробства.

3. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в зонах Степ, Лісостеп і Полісся України безостий сорт ячменю ярого Геркулес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лукьянова М.В., Трофимовская А.Я., Гудкова Г.Н., Терентьева И.А., Ярош Н.П. Культурная флора СССР. Т. II, ч. 2. Ячмень. Под ред. В.И. Кривченко. Л.: ЛО Агропромиздат, 1990. 421 с.
2. Badr A., Müller K., Schafer-Pregl R., El-Rabey H., Effgen S., Ibrahim N.N., Pozzi C., Rohde W., Salamini F. On the origin and domestication history of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Mol. Biol. Evol.* 2000. No 17(4). P. 499–510.
3. Clark H.H. The origin and early history of the cultivated barleys. *Agricult. History Review*. Part I. 1967. P. 15.
4. Кононюк В.А., Борисонік З.Б., Мусатов А.Г. Ячмінь. Київ: Урожай, 1986. 144 с.
5. Трофимовская А.Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Москва: Колос, 1966. С. 214–243.
6. Неттевич Э.Д., Лызлов Е.В., Сергеев А.В. Зерновые и фуражные культуры. 2-е изд. Россельхозиздат, 1980. С. 12–18.
7. Родина Н.А. Развитие работ Н.В. Рудницкого в селекции ячменя. Селекция, семеноводство, сортовая агротехника озимой ржи и яровых зерновых культур. Киров, 1978. С. 30–36.
8. Тихонов Н.И., Авдеев А.А. Современное состояние производства ячменя. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2015. № 1(37). С. 1–5.
9. Шпаар Д. и др. Зерновые культур (выращивание, уборка, доработка и использование); учебно-практическое руководство; под общей редакцией Д. Шпаара. 3-е изд., дораб. и доп. М.: DLV Агроделю, 2008. Т. 2. 656 с.
10. Evans L.T., Dunstone R.L. Some physiological aspects of evolution wheat. *Austr. J. Biol. Sci.* 1970. No 23(4). P. 725–741.
11. Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство полевых культур. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1987. 447 с.
12. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний

посібник; за ред. В.В. Кириченка. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2010. С. 168–179.

13. Трофимовская А.Я. Ячмень – *Hordeum L.* (эволюция, классификация, селекция). Растениеводство: автореф. дисс ... доктора с.-х. наук. ВИР. Ленинград. 1970. 50 с.

14. Дорофеев В.Ф. Изучение и селекция зерновых культур и трав в Великобритании. Москва, 1975. 77 с.

15. Friedt W., Poulsen D., Horsley R.D., Lance R.C.M., Harvey B.L., Cecaelli S., Grando S., Capettini F. Barley breeding history, progress, objectives, and technology. In: S.E. Ullrich, ed. Barley: Production, improvement, and uses. Wiley Blackwell, Ames, Iowa, 2011. P. 160–220.

16. Манзюк В.Т. Козаченко М.Р., Васько Н.І. Напрями і результати досліджень з селекції ярого ячменю. Селекція польових культур. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2008. С. 151–192.

17. Гаркавый П.Ф., Линчевский А.А. Программы создания комплексно-ценных сортов для зоны деятельности селекцентра ВСГИ. Одесса, 1972. С. 34–48.

18. Губернатор В.С. Ячмінь. Киев: Урожай, 1977. 103 с.

19. Линчевский А.А. Совершенствование сортов ячменя в процессе селекции. Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая. Одесса, 1990. 112 с.

20. Манзюк В.Т. Козаченко М.Р., Васько Н.І. Напрями і результати досліджень з селекції ярого ячменю. Селекція польових культур: Збірник наукових праць. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2008. С. 151–192.

21. Лангер И. Основные принципы селекции пивоваренного ячменя. АО «Селген», Селекционная станция «Ступице», Сибржина.

22. Гудзенко В.М., Васильківський В.П. Нові джерела господарсько цінних ознак ячменю ярого. *Агробіологія*. 2010. Вип. 4(80). 111 с.

23. Гудзенко В.М. Комбінаційна здатність нових зразків ячменю ярого різного еколого-географічного походження за кількісними ознаками в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. № 8(30). С.

1–13.

24. Козаченко М.Р. Мутагенез в селекції ячменю ярого. Індукований мутагенез в селекції рослин: Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2012. С. 188–193.

25. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. Киев: Наукова думка, 1995. 628 с

26. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г. Методи гібридизації та мутагенезу в селекції ячменю ярого. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2012. С. 401–421.

27. Глуховцев В.В., Царевский С.Ю., Царевская В.М., Мухтулова А.С. Особенности селекции ярового ячменя на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья. Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. «Современные принципы и методы селекции ячменя». Краснодар, 2007. С. 81–85.

28. Линчевский А.А. Селекция ячменя на повышение урожайности и адаптивности в условиях неустойчивой влагообеспеченности. Доклад дисс. ... док. с.-х. наук. Одесса, 1990. 46 с.

29. Лінчевський А.А. 92 роки селекції ячменю. *Зб. наук. праць СГІ-НЦНС УААН*. 2008. Вип. 12 (52). С. 24–49.

30. Сурин Н.А., Зобова Н.В. Совершенствование адаптивных свойств ячменя в процессе селекции. *Сиб. вестн. с.-х. науки*. 2007. № 6. С. 18–24.

31. Родина Н.А., Щенникова И.Н., Грибков М.В. Селекция адаптивных сортов ярового ячменя. *Зерновое хозяйство*. 2007. № 3–4. С. 15–16.

32. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Весна С.В., Заїка О.В., Наумов О.Г. Створення сортів ярого ячменю зернового напрямку використання. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 57. С. 61–66.

33. Бабаш А.Б. Реалізація адаптивних систем стійкості ярого ячменю до посухи в умовах Причорноморського степу. *Зб. наук. праць СГІ-НЦНС УААН*. 2008. Вип. 12 (52). С. 167–173.

34. Гончаров П.Л. Оптимизация селекционного процесса. Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений.

Новосибирск, 2002. С. 5–16.

35. Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата. Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальными изменениями климата. Саратов, 2004. С. 10–16.

36. Чайка В.Г., Гаврилюк М.М. Підвищення ролі сорту та рівня насінництва в агропромисловому комплексі України. Київ: Аграрна наука, 1999. С. 202–208.

37. Бомба М.Я. Формирование урожая ярового ячменя на Украине. *Зерновые культуры*. 2001. № 2. С. 22–24.

38. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Москва: Агрорус, 2001. Т. 1-2. 488 с.

39. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-востоке Нечерноземья. Киров, 2006. 488 с.

40. Лоскутов И.Г., Ковалёва О.Н. Источники хозяйственно-ценных признаков для селекции ячменя. Современные принципы и методы селекции ячменя: сб. тр. междунар. научн.-практ. конф. Краснодар, 2007. С. 129–133.

41. Драгавцев В.А. Некоторые новые фундаментальные подходы в экологической генетике растений. *С.-х. биология*. 2000. № 1. С. 34–36.

42. Корчинский А.А., Линчевский А.А., Орлюк А.П. Селекционно-генетические принципы моделирования сортов пшеницы и ячменя на адаптивность к агроэкологическим условиям выращивания и технологиям возделывания. Наукові розробки і реалізація потенціалу сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна думка, 1999. С. 148–154.

43. Глуховцев В.В. Селекция ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья. Сб. тр. междунар. научн.-практ. конф. «Современные принципы и методы селекции ячменя». Краснодар, 2007. С. 77–78.

44. Гусева Н.Н. Устойчивые к болезням сорта сельскохозяйственных культур в защите растений. ВАСХНИЛ, ВНИИ информации и технико-экономических исслед. по сел. хоз-ву. Москва: Колос: ВНИИТЭИСХ, 1978. 49 с.

45. Євтушенко М.Д., Лісовий М.П., Пантелєєв В.К., Слісаренко О.М.

Імунітет рослин. Київ: Колообіг, 2004. 303 с.

46. Колесник И.В. Создание исходного материала ярового ячменя при селекции на засухоустойчивость: автореф. дис. ... кандидата с.-г. Харьков, 1988. с.

47. Косяненко Л.П. Экологическая пластичность сортов ячменя в Лесостепи Красноярского края. *Вестник КрасГАУ*. 2006. № 10. С. 113–117.

48. Giancarla V., Madosa E., Ciulca S., Ciulca A., Petolescu C., Bitea N. Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. *J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2010. No 14(3). P. 114–118.

49. Неттевич Э.Д., Сергеев А.В., Лызлов Е.В., Писарев В.Е. Селекция яровой пшеницы, ячменя и овса (в Нечерноземной зоне). Москва: Россельхозиздат, 1970, 192 с.

51. Palmer T.P. Population and selection studies in Triticum cross. *Heredity*. 1952;171–175.

52. Weibel D.E. Inheritance of quantitative characters in wheat. *Iowa St. Coll. J. Sci.* 1956. No 30. P. 450–451.

52. Звейнек И.А. Некоторые особенности наследования высоты растения у короткостебельного сорта ячменя Golden Promise. Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2006. Т. 162. С. 21–28.

53. Булгакова З.П. Полегание хлебных злаков. *Известия научного ин-та им. Лесгофма*. 1937. Т. XX. Вып. 2. С. 69–104.

54. Грязнов А.А. Ячмень в Северном Казахстане: автореф. дисс. доктора с.-х. наук. Карабалыкская с.-х. опытная станция. Саратов, 1997. 67 с.

55. Грязнов А.А. Ячмень карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанай, 1996. 446 с.

56. Адель Бидир Х.Х. Изучение формообразовательного процесса у гибридов ячменя и создание исходного материала с использованием голозерных и безостых форм: автореф. канд. с.-х. наук. Жодино, 1991. 20 с.

57. Вавилов Н.И. Новые данные о культурной флоре Китая и её значение

для советской селекции. *Изв. АН СССР*, сер. биол. 1958. № 6. 745 с.

58. Atkins I.M., Norris H.I. The influence of awns on yield and certain morphological characters of wheat. *Agron. Journal*. 1965. No 47. P. 218–220.

59. Федин М.А., Силис Д.Я. Статистические методы генетического анализа. Москва: Колос, 1980. С. 59–85.

60. Бельская Г.В. Исходный материал для селекции пивоваренного ячменя в Центральной Черноземной зоне. *Агро XXI*. 2007. № 4–6. С. 27–28.

61. Бутакова О.И., Щенникова И.Н. Исходный материал в селекции ячменя. Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы. Спб: ВИР, 2007. С. 429–431.

62. Глуховцев В.В. Создание исходного материала для селекции ярового ячменя и разработка новых способов его оценки. Генетич. Ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучению генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции: Международная научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 13–16 ноября, 2001: Тезисы докладов. Спб, 2011. С. 246–247.

63. Неттевич Э.Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. Немчиновка: НИИСХ ЦРНЗ, 2008. 348 с.

64. Сабадин В.Я. Вихідний матеріал для селекції ярого ячменю на стійкість до грибних захворювань. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2008. Том 6. № 2. С. 287–294.

65. Addisu F., Shumet T. Variability, heritability and genetic advance for some yield and yield traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 2015. V. 9. No2. P. 68–76.

66. Mekonnon B. Selelection of barley varieties for their yield potential at low rain fall area based on path quantitative and qualitative characters worth West Tigray, Shire, Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 2014. V. 8. No 4. P. 205–213. DOI: 10.3923/ijpby.2014.205.213.

67. Noworolnik K. Morphological characters, plant phenology and yield of

spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. *Acta Agrobotanica*. 2012. V. 65. No 2. P. 171–176.

68. Rahimi-Baladezaie A., Nemati N.A., Mobasser H.R., Chanbari-Malidarreh A., Dastan S. Effects of showing dates and CCC application yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in the North of Iran. *American-Australian J. Agric. S. Environ. Sci.* 2011. V. 11. No 2. P. 49–54.

69. Абрамова М.В., Дубовец Т.А., Кротова Т.А. Испытание ярового ячменя в условиях Центрального Казахстана. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 1(135). С. 15–19.

70. Бердін С.І., Ткаченко О.М. Формування структури продуктивності посівів ячменю ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Випуск 11(26). С. 52–155.

71. Гирка А.Д., Кулик І.О., Педаш О.О., Вінюков О.О., Іщенко В.А. Агроекологічне випробування сортів ярих зернових культур у Північному Степу України. *Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*. 2015. № 6(3). С. 54–60.

72. Ерешко А.С., Бессарабов Д.В. Результаты испытания сортов и линий ярового ячменя в условиях Южной зоны Ростовской области. *Вестник аграрной науки Дона*. 2014. № 2(26). С. 55–60.

73. Valcheva D., Vulchev D., Popova T., Dimova D., Ozturk I., Kaya R. Productive Potential of Bulgarian and Turkish varieties and lines of barley in the conditions of southeast Bulgaria. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. 2013. V. 14. No 2. P. 97–102.

74. Козаченко М.Р., Заїка О.В. Сорти і лінії ярого ячменю з цінними селекційними показниками. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 91. С. 11–19.

75. Козаченко М.Р., Солонечний П.М., Васько Н.І. Морфо-біологічні особливості ознак різновиднісних форм ярого ячменю та їх успадкування в F₁. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 3–12.

76. Нехай О.И., Евтух Е.Н. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя

по элементам структуры урожайности и урожайности зерна в условиях ЗАО «1 мая» Несвижского района. Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. Сб. статей по материалам V-ой Международ. наук. конф. молодых учёных (19–20 февраля 2015 г.). Харьков: ИР им. В.Я. Юрьева УААН, 2015. С. 166–169.

77. Сабадин В.Я. Мінливість сортів ячменю ярого за елементами продуктивності колоса. Наукові пошуки молоді у III тисячолітті «Новітні технології в рослинництві»: Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції вчених. Аспірантів та докторантів. 15–16 травня 2014 року. Біла Церква, 2014. 21 с.

78. Фомина М.Н. Ячмень яровой Зенит. *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 9(127). С. 18–21.

79. Noworolnik K. Effect of showing rate on yields and grain quality of new cultivars of spring barley. *Polish Journal of Agronomy*. 2010. No 3. P. 20–23.

80. Заушинцена А.В., Чернова Е.В. Формирование продуктивности у голозёрных сортов ячменя в Сибири. *Агро XXI*. 2008. № 10(12). С. 15–17.

81. Кочмарский В.С., Гудзенко В.М., Кавунец В.П. Отечественный ячмень. *Зерно*. № 2 (46). С. 52–56. 2010.

82. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Ячмінь. Львів: НВФ Українські технології, 2003. 87 с.

83. Ниска І.М. Характеристика зразків світового генофонду ячменю ярого за основними господарськими ознаками. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 17. С. 29–36.

84. Statkeviciute G., Leistrumaite A. Modern varieties of spring barley as a genetic resource for disease resistance breeding. *Agronomy Research* 2010. No 8 (Special Issue III). P. 721–728.

85. Беленкевич О.А. Приспособленность сортов ярового ячменя к отдельным факторам среды по оценке количественных признаков. *Сельскохозяйственная биология*. 1997. № 5. С. 53–59.

86. Гордецька С.П., Телепенько О.В. Формування продуктивності ячменю

ярого залежно від добрив, сорту та погодних умов. *Збірник наукових праць інституту землеробства УААН*. 2005. Вип. 1(2). С. 62–69.

87. Васько Н.І., Важеніна О.Є., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Шевченко Г.С. Здатність вихідного матеріалу до створення перспективних ліній і сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 104. С. 5–13.

88. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В., Шевченко Г.С. Сорти ячменю ярого для сучасного сільськогосподарського виробництва. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 17. С. 97–101.

89. Компанец Е.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов А.Г., Солонечний, П.Н., Святченко С.И. Селекционная ценность сортов и их отцовских форм ячменя ярогого. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. № 3. С. 56–60.

90. Shrimali J., Shekhawat A.S., Kumari S. Genetic variation and heritability studies for yield and yield components in barley genotypes under normal and limited moisture conditions. *J. of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017. № 6(4). P. 233–235.

91. Tamm Ü. The variation of agronomic characteristics of European malting barley varieties. *Agronomy Research*. 2003. № 1. P. 99–103.

92. Porumb J., Rusu F., Tritean N. The variation and heritability of some morpho-productive traits of spring barley (Turda 2016). *Research J. of Agricultural Science*. 2016. № 48. Issue 4. P. 132–138.

93. Kole P.C. Variability, correlation and regression analysis in third somaclonal generation of barley. *Barley Genetics Newsletter*. 2006. № 36. P. 44–47.

94. Jalata Z., Ayana A., Zeleke H. Variability, heritability and genetic advance for some yield and yield related traits in Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces and crosses. *Int. J. of Plant Breeding and Genetics*. 2011. № 5. Issue 1. P. 44–52. DOI: 10.3923/ijpb.2011.44.52.

95. Dyunderova B., Valcheva D. Heritability, variance components and genetic advance of yield and some yield related traits in barley doubled haploid lines. *Turkish*

J. of Agricultural and Natural Science. 2014. № 1. P. 614–617.

96. Козаченко М.Р., Солонечний П.М. Селекційно-генетичні особливості та ефективність розширення генетичного різноманіття і створення нових різновиднісних форм ячменю ярого. В кн.: Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого. За ред. М.Р. Козаченка. Харків, 2012. С. 139–237.

97. Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. Минск: Наука и техника, 1984. 273 с.

98. Донцов Д.П. Анализ наследования признака «высота растений» в гибридов первого и второго поколения ярового ячменя при создании низкорослых сортов пивоваренного направления. *Научный журнал Куб ГАУ*. 2011. № 70(06). С. 1–11.

99. Козаченко М.Р., Заїка О.В., Васько Н.І. Селекційно-генетичні особливості ознак у F_1 та F_2 діалельних гібридів ярого ячменю. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 57. С. 8–13.

100. Козаченко М.Р., Солонечний П.М., Васько Н.І. Комбінаційна здатність форм різних різновидностей ярого ячменю. *Вісник Харківського НАУ*. 2009. № 7. С. 44–53.

101. Турбин Н.В., Хотылёва Л.В., Тарутина Л.А. Диаллельный анализ в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1974. 181 с.

102. Milomirka R.M., Dragan S.D., Desimir S.K., Aleksandar S.P., Snezana T.T. Combining abilities for spike traits in a diallel cross of barley. *Journal of Central European Agriculture*. 2014;15(1):108–116. DOI: 10.5513/JCEA01/15.1.1419.

103. Potla K.R., Bornare S.S., Prasad L.C., Prasad R., Madakemohekar A.H. Study of heterosis and combining ability for yield and yield contributing traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of life sciences*. 2013. No 8(4). P. 1231–1235.

104. Sprague G.F., Tatum L.A. Specific combining in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 1942. No 34. P. 923–932.

105. Кириченко В.В., Манзюк В.Т. Гетерозис и наследование некоторых количественных признаков у гибридов ярового ячменя первого поколения. *Селекция и семеноводство*. 1976. Вып. 33. С. 12–17.

106. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого: наукове видання за ред. М.Р. Козаченка. НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2012. 448 с.

107. Генетичні закономірності селекції ячменю ярого: Наукове видання за ред. Козаченка М.Р. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2015. 458 с.

108. Компанець К.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Святченко С.І. Загальна комбінаційна здатність сортів ячменю ярого. Інноваційні напрями розвитку галузі рослинництва: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (Харків, 7–8 липня 2016 р.) НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2016. С. 47–49.

109. Singh S., Dhindsa G. S., Sharma A., Singh P. Combining ability for grain yield and its components in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Crop improvement*. 2007. No 34. P. 128–132.

110. Аниськов Н.И, Гарис Д.В. Характер наследования и системы генетического контроля продуктивной кустистости в диаллельных скрещиваниях голозерных и пленчатых разновидностей ячменя. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2008. № 2(40). С. 26–30.

111. Arnau G., Monneveux P. Physiology and genetics of terminal water stress tolerance in barley. *J. Genet. Breed.* 1995. № 49. P. 327.

112. Karamanos A.J., Papatheohari A.Y. Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index. *Crop Sci.* 1999. № 39. P. 1792.

113. Иеронова В.В. Изучение потенциала исходного материала ячменя (*Hordeum* L.) по признакам скороспелости и устойчивости к полеганию в условиях северной лесостепи Тюменской области. Док. Всерос. заочная электронная науч. конф. «Природно-ресурсный потенциал Сибири», Москва,

- 15–20 ноября, 2006. Современные наукоемкие технологии. 2007. № 2. С. 63–64.
114. Hay R.K.M. Harvest index: a review of its use in plant breeding and physiology. *Annals Appl. Biol.* 1995. No 126. P. 197.
115. Козаченко М.Р., Важеніна О.Є., Васько Н.І., Наумов О.Г., Рогуліна Л.В. Урожайність і вміст білка в зерні сортів ярого ячменю та кореляційні зв'язки між ними в залежності від років вирощування та попередників. *Селекція і насінництво*. 2004. Вип. 89. С. 14–28.
116. Дорошенко В.А., Панченко В.Ф., Власенко С.І. Погодні умови вегетаційного періоду і врожайність ячменю. *Агроном*. 2006. № 4. С. 115–117.
117. Nakala K., Jauhainen L., Himanen S. et al. Climate Change agriculture paper. Sensitivity of barley varieties to weather in Finland. *Journal of Agriculture Science*. 2012. № 150. P. 145–160. DOI: 10.1017/S0021859611000694.
118. Авдеев В.И. Методологические аспекты изучения изменчивости количественных признаков растений. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2006. Вып. 10-1. Т. 2. С. 117–119.
119. Авдеев Ю.И. Генетический анализ растений. Издательский дом «Астраханский университет». 2004. С. 125–182.
120. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Задачи селекционной идентификации генотипов растений по их фенотипам (количественным признакам) на ранних этапах селекции. *Докл. Рос. акад. Наук*. 2007. № 2. С. 7–8.
121. Литун П.П., Кириченко В.В., Петренкова В.П., Коломацкая В.П. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе. Харьков, 2007. 264 с.
122. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев; Штиинца, 1980. С. 28–201.
123. Madić M., Paunović A., Đurović D., Knezevic D. The analysis of gene effect in the inheritance of kernel number per spike in barley hybrid. *Genetika*. 2005. 37(3). DOI: 10.2298/GENSR0503261M.
124. Васильківський С.П., Гудзенко В.М., Демидов О.А., Барбан О.Б.,

Коляденко С.С., Смульська І.В. Селекційно-генетичні особливості сучасних сортів ячменю ярого за кількістю зерен з головного колоса. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 3. № 3. С. 215–223. DOI: 10.21498/2518-1017.13.3.2017.110701.

125. Васильківський С.П., Гудзенко В.М. Діалельний аналіз генетичного контролю довжини колоса сучасних сортів ячменю ярого. *Зб. наук. праць Уманського НУС*. 2017. Вип. 91(1). С. 54–64.

126. Васильківський С.П., Демидов О.А., Гудзенко В.М., Поліщук Т. Генетичний контроль маси 1000 зерен у сучасних сортів ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2017. Вип. 10. С. 37–43.

127. Козаченко М.Р. Важеніна О.Є., Васько Н.І., Наумов О.Г. Адаптивність сортів та урожайність створених на їх основі ліній ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2013. Вип. 86. С. 42–49.

128. Солонечний П.М., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Дмитренко П.П., Коваленко О.Л. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному сортовипробуванні. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 194–203.

129. Гудзенко В.М. Урожайність та стабільність Миронівських сортів ячменю озимого. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 55–77. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134358.

130. Гудзенко В.М., Васильківський С.П. Основні напрями та завдання селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2016. № 1. <http://plant.gov.ua/uk/2016-1-2>.

131. Гудзенко В.Н., Васильківський С.П., Демидов А.А. Использование АММІ и GGE BI PLOT моделей для оценки селекционных линий ячменя озимого в Лесостепи Украины. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 1. С. 67–70.

132. Солонечный П.Н. АММІ и GGE biplot анализ взаимодействия генотип–среда линий ячменя ярового. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017. Вып. 21(6). С. 657–662. DOI: 10.18699/VJ17.283.

133. Solonechnyi P., Kozachenko M., Vasko N., Hudzenko V., Ishenko V., Kozelets G., Usova N., Logvinenko Y., Vinyukov A. AMMI and GGE biplot analysis of yield performance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in multi environment trials. *Agriculture & Forestry*. 2018. № 64(1). P. 121–132. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.1.15.

134. Solonechnyi P.M., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov O.G., Solonechna O.V., Vazhenina O.E., Bondareva O.B., Kovalenko A.I. GGE biplot assessment of phenotypic stability of spring barley varieties. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 205–214. DOI: 10.30835/2015.54059.

135. Solonechnyi P.M., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov O.G., Solonechna O.V., Vazhenina O.E., Kompanets K.V. AMMI (additive main effect and multiplicative interaction) model for assessment of yield stability of spring barley genotypes. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 131–141. DOI: 10.30835/2016.87620.

136. Солонечний П.М., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Бондарєва О.Б., Логвиненко Ю.В. Оцінка взаємодії генотип × середовище сортів ячменю ярого за допомогою GGE biplot аналізу. *Вісник Харківського НАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво»*. 2015. № 1. С. 79–86.

137. Солонечный П.Н., Козаченко М.Р., Васько Н.И., Наумов А.Г., Важенина О.Е., Солонечная О.В. GGE biplot анализ экологического сортоиспытания. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 3. С. 110–114.

138. Солонечний П.М., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Важенина О.Є., Солонечна О.В., Дмитренко П.П., Коваленко О.Л. GGE biplot аналіз взаємодії генотип – середовище сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 93–102.

139. Solonechnyi P., Vasko N., Naumov A., Solonechnaya O., Vazhenina O., Bondareva O., Logvinenko Yu. GGE biplot analysis of genotype by environment interaction of spring barley varieties. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015. № 102(4). P. 431–436. DOI: 10.13080/z-a.2015.102.055.

140. Mirosavljević M., Pržulj N., Čanak P. Analysis of new experimental barley genotype performance for grain yield using AMMI biplot. *Selekcija i Semearstvo*. 2014. № 20(1). P. 27–36. DOI: 10.5937/SelSem14.1027M.

141. Mittler R. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Science*. 2006. № 11. P. 15–19. DOI: 10.1016/j.tplants.2005.11.002.

142. Mohammadi M., Karimizadeh R., Noorinia A.A., Ghojogh H., Hosseinpour T., Khalilzadeh G.R., Mehraban A., Roustaii M., Hosni M.H. Analysis of yield stability in multi-environment trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using AMMI model. *Curr. Opin. Agric.* 2013. № 2(1). P. 20–24.

143. Mohammadi M., Noorinia A.A., Khalilzadeh G.R., Hosseinpour T. Application of GGE biplot analysis to investigate GE interaction on barley grain yield. *Curr. Opin. Agric.* 2015. № 4(1). P. 25–32.

144. Mortazavian S.M.M., Nikkhah H.R., Hassani F.A., Sharif-al-Hosseini M., Taheri M., Mahlooji M. GGE biplot and AMMI analysis of yield performance of barley genotypes across different environments in Iran. *J. Agr. Sci. Tech.* 2014. № 16. P. 609–622.

145. Nazari L., Pakniyat H. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. *J. of Applied Science*. 2010. № 10(2). P. 151–156. DOI: 10.3923/jas.2010.151.156.

146. Sarkar B., Sharma R.C., Verma R.P.S., Sarkar A., Sharma I. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. *Indian J. Genet.* 2014. № 74(1). P. 26–33. DOI: 10.5958/j.0975-6906.74.1.004.

147. Кадыров М.А. Селекционный процесс как объект оптимизационных исследований: идеи, реализация, приоритеты. Минск: Издательский дом «Белорусская наука», 2017. 246 с.

148. Кадыров М.А., Зубкович А.А., Аношенко Б.Ю. Теоретические основы оптимизации селекционного процесса самоопыляющихся культур на примере *Hordeum vulgare* L. *Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі*. 2016. № 1. С. 66–74.

149. Тишков Н.И., Тишков Д. Н. О рекомбинационной способности

базового исходного материала в селекции ярового ячменя на Южном Урале. Международ. науч.-практ. конф. «Современные принципы и методы селекции ячменя». Краснодар, 2007. С. 100–107.

150. Козаченко М.Р., Наумов О.Г. Селекційно-генетичні особливості створення форм ячменю ярого з високим вмістом амілопектину в крохмалі. В кн. Генетичні закономірності селекції ячменю ярого. За ред. М.Р. Козаченка. Харків, 2016. С. 185–299.

151. Тищенко В., Н., Чекалін Н. М. Корреляционно-регрессионный анализ количественных признаков у озимой мягкой пшеницы: учение о корреляционном анализе в селекции растений. [http: // www.agromage.com](http://www.agromage.com). (станом на 18. 03. 2009).

152. Компанець К.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Святченко С.І. Кореляція між кількісними ознаками сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 109. С. 40–46.

153. Козаченко М.Р., Компанець К.В., Святченко С.І. Кореляційний і шляховий аналіз урожайності сортів ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С.138–142.

154. Ващенко В.В. Корреляционные связи между количественными признаками у ярового ячменя. Тез. докл. 2-я рес. конф. Вклад молодых ученых Украины в интенсификацию сельскохозяйственного производства (24–26 сент. 1986 г.) Харьков. 1986. Ч. I. С. 84–85.

155. Шубенко Н.П. Зв'язок урожайності і щільності стеблестою у генотипів ярого ячменю. *Науч.-техн. Бюл. МПП ім. В.М. Ремесла*. 2006. Вип. 5. С. 147–155.

156. Козаченко М. Р., Литвинова І. В., Васько Н. І. Взаємозв'язок між ураженням збудниками сажкових хвороб, продуктивністю та її структурними елементами у ярого ячменю. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2007. Випуск 50. С. 48–54.

157. Семенова Н.Ю., Семенова Н.Ю., Соколова Н.А. О межсортowych корреляциях хозяйственно полезных признаков у озимой ржи. *Пути повышения*

урожайности полевых культур. 1974. № 4. С. 128–132.

158. Budakli Caprici E., Celik N. Correlation and Path coefficient analyses of grain yield and yield-components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* L. convar. *distihon*) varieties. *Notulae Scientia Biologicae*. 2012. № 4(2). P. 128–131.

159. Samarrai S.M., Scyam S.M., Mian H.R., Dafic A.A. Growth periods harvest index and grain yield relationship in barley. *Rachis Barley wheat Newslett.* 1987. No 6(2). P. 21–24.

160. Akdeniz H., Keskin B., Yılmaz I., Oral E. A Research on yield and yield components of some barley cultivars. *Yüzüncü Yil Univ. J. Agric Sci.* 2004. No 14(2). P. 119–125.

161. Ataei M. Path analysis of barley (*Hordeum vulgare* L.) yield. *Ankara Univ. Fac. Agric J. Agric Sci.* 2006. No 12(3). P. 227–232.

162. Mohtashami R. The correlation study of important barley agronomic traits and grain yield by path analysis. *International Journal.* 2015. № 7(1). P. 111–1219.

163. Маренюк О.Б. Селекційно-генетична оцінка вихідного матеріалу ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів Правобережного Лісостепу. Дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Маренюк О.Б. Вінниця, 2015.

164. Hadjichristodopulu A. Stability of 1000-grain weight and its relation with other traits of barley in dry areas. *Euphytica.* 1990. V. 51. Is. 1. P. 11–17.

165. Abdorreza Jouyban, Hossein Sadeghi Give, Morteza Noryan. Relationship between agronomic and morphological traits in barley varieties under drought stress condition. *Inter. Res. J. of Applied and Basic Scien.* 2015. V. 9(9). P. 1507–1511.

166. Ashraf A. Abd El-Mohsen. Correlation and regression analysis in barley. *Scien. Res. and Rev. J.* 2013. No 1(3). P. 88–100.

167. Hailu A., Alamarew S., Nigussie M., Assefa E. Correlation and path analysis of yield and yield associated traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm. *Advances in Crop Science and Technology.* 2016. Available at: www.omicsonline.org.

168. Никитина В.И. Изменчивость и наследование длины колоса и числа колосков в колосе ярого ячменя в лесостепных районах Восточной Сибири.

Вестн. Крас. ГАУ. 2004. № 3–4. С. 71–74.

169. Пакуль В.Н., Мартынова С.В., Козыренко М.А. Формирование элементов продуктивности у сортов ячменя и овса различного происхождения в зоне рискованного земледелия. Materials of the IV International research and practice conference. Vol. 1. Munich. April 10–11, 2013. Publishing office Vela Verlag Waldkraiburg; Munich, Germany, 2013. P. 441–447.

170. Bhutta W. M., Barley T, Ibrahim M. Path-coefficient analysis of some quantitative characters in husked barley. *Caderno de Pesquisa Ser Bid.* 2005. No 17(1). P. 65–70.

171. Ilker E. Relationships between yield and yield components of barley crosses. *J. Agric Fac. of Ege Univ.* 2006. No 43(3). P. 1–11.

172. Турнин С.Л., Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И. Экологическая пластичность сортов ярового ячменя в условиях Республики Татарстан. *Вестник Казанского ГАУ.* 2015. № 2(36). С. 164–166. DOI: 10.12737/12522.

173. Яковлев В.К., Першаков А.Ю., Белкина Р.И. Урожайность ячменя и элементы ее структуры под влиянием регуляторов роста и фунгицида в условиях Северного Зауралья. *Молодой ученый.* 2016. № 6,5. С. 43–46.

174. Голубь А.С. Формирование урожайности и качества зерна сортов ярового ячменя при применении удобрений на черноземе выщелоченном. Автореф. дис. ... канд с.-х. наук: 06.01.09 / Голубь А.С. – Ставропольский ГАУ. Ставрополь, 2009.

175. Mohammadi M. Character association and path analysis for selection criteria in barley breeding under rainted conditions. *Curr. Opin. Agric.* 2015. № 4(1). P. 5–9.

176. Braziene Z. Spring barley yield and productivity components as affected by nitrogen fertilization and weather conditions. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2007. V. 94. No 1. P. 89–99.

177. Козаченко М.Р., Солонечний П.М., Васько Н.І. Рівень, варіабельність та кореляція кількісних ознак у різновидностей ячменю ярого. *Селекція і*

насінництво. 2011. Вип. 100. С. 46–58.

178. Gocheva M. Study of the productivity elements of spring barley using correlation and path coefficient analysis. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. Special Issue. 2014. No 2. P. 1638–1641.

179. Shrimali J., Shekhawat A.S., Kumari S. Correlation and path analysis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under normal and limited moisture conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. № 6(8). P. 1850–1856. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.608.218.

180. Hosin babaiy A., Aharizad S., Mohammadi A., Yarnia M. Survey, correlation of yield and yield components in 40 lines barley (*Hordeum vulgare* L.) in region Tabriz. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2011. № 10(2). P. 149–152.

181. Abdullah A.H., Rihan H.Z. The relationship between yield parameters and morphological characters for barley: evaluating linear and non-linear models. *Agric. Res. & Technol*. 2018. Vol. 14. Is. 1. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2018.14.555907.

182. Al-Tabbal J.A., Al-Fraihat A.H. Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. *Journal of Agriculture Science*. 2012. № 4(3). P. 193–210. DOI: 10.5539/jas.v4n3p193.

183. Седловский А. И., Мартынов С. П., Мамонов Л. К. Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур. Алма-та: Наука, 1982. 200 с.

184. Wright S. 1934. The method of path coefficients. *Annals of Mathematical Statistics*. No 5. P. 161–215.

185. Tawfiq S.I., Abdulkhazeq D.A., Haseeb S. Correlation and path analysis in barley under rainfall conditions. *Journal of Zankoy Sulaimani*. 2016. No 18(3, Part A). P. 1–7. doi.org/10.17656/jzs.10538.

186. Kompanets K.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov O.G., Solonechnyi P.M., Sviatchenko S.I. 2016. Correlation between quantitative traits of spring barley. *Sel. Nasinn*. Issue 109. P. 40–46. doi.org/30835/2413-

7510.2016.74194.

187. Prasad G., Singh S.K., Singh R.S. Genotypic correlation and path coefficient analysis in barley under saline-alkali condition. *Barley Genetic Newsletter*. 1979. Vol. 9. No 11. P. 77–78.

188. Dadachi O.A., Bahzad A., Askar M. The coefficient correlation in the traits and path analysis of grain yield for barley lines. *J. of Crop Sciences*. 2011. Vol. 4. No 13. P. 91–102.

189. Setotaw T.A., Belayneh S.G., Gwinner R., Ferreira J.L. Developing selection criteria based on an ontogenetic path analysis approach to improve grain yield in barley. *Genetics and Molecular Research*. 2014. No 13(2). P. 4635–4646. doi.org/10.4238/2014.June.18.6.

190. Malik P., Singh S.K., Singh L., Kumar S., Gupta P.K., Yadav P.K., Amardeep Kumar A. Correlation and path analysis for seed yield and its contributing character in barley (*Hordeum vulgare* L.). *International J. of Pure and Applied Bioscience (Int. J. Pure Appl. Biosci.)*. 2018. No 6(6). P. 875–879. doi.org/10.18782/2320-7051.7223.

191. Fatemi R., Yarnia M., Mohammadi S., Vand E.K., Mirashkari B. Evaluation of adaptability, yield potential and relationship between in barley variety and lines in West Azerbaijan. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 2019. No 12(3). P. 709–724. doi.org/10.22077/ ESCS.2019.1593.1359.

192. Dimitrova-Doneva M. Correlation and path-coefficient analysis of yield components in barley. *Rastenievъdni Nauki – Bulgarian J. of Crop Science*. 2016. No 53(5/6). P. 3–8.

193. Drikvand R., Samiei K., Hossinpor T. Path coefficient analysis in hull-less barley under rainfed condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2011. Vol. 5. No 12. P. 277–279.

194. Arpali D., Yagmur M. The determination of selection criteria using path analysis in two rowed barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*). *Turkisch Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2015. No 2(3). P. 248–255.

195. Amardeep, Lokender Singh, Vishwanath, Malik P. Studies on correlation

and path coefficients analysis in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2017. No 6(12). P. 75–80.

196. Demydov O.A., Hudzenko V.M., Vasylykivskyi S.P., Melnyk S.I., Ukrayinets S.L. Expression level and correlation between yielding capacity, morphological characters and yield components in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Varieties Studing and Protection*. 2017. No 13(2). P. 190–197. doi.org/10.21498/2518-1017.13.2.2017.105413.

197. Sandhya, Sharma A., Vishwakarma S.R. Correlation and path coefficient studies in barley (*Hordeum vulgare* L.). *International Journal of Chemical Studies*. 2019. No 7(4). P. 1293–1295.

198. Gebru A., Meklib F., Lakew B. Estimation of genetic variability of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for yield, yield related trait North Eastern Ethiopia. *International J. of Plant Biology and Research*. 2018. No 6(6). P. 1105.

199. Dofing S.M., Knight C.W. Yield component compensation in unicum barley lines. *Agron J*. 1994. No 86. P. 273–276.

200. Puri Y.P., Qualset C.O., Williams W.A. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. *Crop Sci*. 1982. No 22. P. 927–931.

201. Singh M.K., Pandey R.L., Singh R.P. Correlation and path coefficient analysis in barley grown on saline soil. *Current Agric*. 1987. No 11(1–2). P. 55–58.

202. Мухордова М.Е. Взаимосвязь элементов качества с продуктивностью растений у пивоваренного ячменя. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011. № 7(81). С. 23–26.

203. Sinebo W. Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. *Crop Sci*. 2002. № 42. С. 428–437.

204. Finne M.A., Rognli O.A., Schjelderup I. Genetic variation in a norwegian germplasm collection of white clover (*Trifolium repens* L.): Correlation and path coefficient analyses of agronomic characters. *Euphytica*. 2000. No 112. P. 57–68.

205. Samonte S.O., Wilson L.T., McClung M. Path analyses of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes. *Crop Sci*. 1998. No 38. P. 1130–1136.

206. Tricase K., Amicarelli V., Lamonaca E., Rana R.L. Economic analysis of

the barley market and related uses. 2020. URL: www.intechopen.com/books/grases-as-food-and-feed/... DOI: 10.5772/intechopen.78967.

207. Valcheva D., Vulchev D., Popova D., Ozturk I., Kaya R. Productive potential of Bulgarian and Turkish varieties and lines of barley in the conditions of Southeast Bulgaria. *Trakiya University Journal of Natural Sciences*. 2013. V. 14. No 2. P. 97–102.

208. Shaaf S., Bretani G., Biswas A., Fontana I.M., Rossini L. Genetics of barley tiller and leaf development. *J. of Integrative Plant Biology*. 2019. V. 61. Issue 3. P. 226–256. DOI: 10.1111/jipb.12757.

209. Ahmadi J., Vaezi B., Pour-Aboughadareh A. Analysis of variability, heritability and interrelationships among grain yield and related characters on barley advanced lines. *Genetika*. 2016. № 48. Issue 1. P. 73–85. DOI: 10.2298/GENSR1601073A.

210. Kendal E. GGE biplot analysis of multi-environment yield trials in barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Journal of Crop Breeding and Genetics*. 2016. № 2(1). P. 90–99.

211. Khanzadeh H., Vaezi B., Mohammadi R., Mehraban A., Hosseinpor T., Shahbazi K. Grain yield stability of barley genotypes in uniform regional yield trails in warm and semi warm dry land area. *Indian J. Agric. Res.* 2018. № 52(1). P. 16–21. DOI: 10.18805/IJARE.A-290.

212. Křen J., Houšť M., Tvarůžek L., Jergi Z. The effect of stand structure on the grain quality of spring barley. *Plant, Soil and Environment*. 2019. V. 4. P. 205–210. DOI: 10.17221/584/2018-PSE.

213. Генетические основы селекции растений. В 4-х томах. Т. 1. Общая генетика растений. Под ред. А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой. Минск: Белорусская наука, 2008. 551 с.

214. Tokhetova L.A., Umirzaka S.I., Nuryanova R.D., Baizhanova B.K., Akhmedova G.B. Analysis of economic-biological traits of hull-less barley and creation of source material for resistance to environmental stress factors. *Internat. J. of Agronomy*. 2020. DOI: 10.1155/2020/8847753. URL:

www.hindawi.com>ija>2020.

215. Кирдогло Е.К., Шевченко Е.П. Степень вредоносности пыльной головки ячменя в Лесостепной зоне Украины. *Науч.-техн. бюл. ВСГИ*. 1986. № 1 (59). С. 10–16.

216. Russel R.C. Observations on cereal embryos in relation to the «embryo test» for loose smuts. *Can. J. of Botany*. 1960. V. 38, No 2. P. 251–257. DOI: 10.1139/b60-023.

217. MacKey J., Magnus H., Bjornstad A., Tekauz A., Jensen A., Patil V. Near-isogenic lines for resistance to scald (*Rhynchosporium secalis*) in the barley cultivar Ingrid. *Barley Genetics VIII*. Australia, 2000. P. 126–129.

218. Бабаянц Л., Мештерхази Ф., Вехтер Ф. и др. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах–членах СЭВ. Прага, 1988. 322 с.

219. Giraldo P., Benavente E., Manzano-Agugliaro F., Gimenez E. Worldwide research trends on wheat and barley: a bibliometric comparative analysis. *Agronomy*. 2019. No 9(7). P. 1–18. doi.org/10.3390/agronomy9070352.

220. Janni M., Gulli M., Maestri E., Marmioli M., Valliyodan B., Nguyen H., Marmioli N. Molecular and genetic bases of heat stress responses in crop plants and breeding for increased resilience and productivity. *Journal of experimental botany*. 2020. No 71(13). P. 3780–3802. doi.org/10.1093/jxb/eraa034.

221. Muhleisen J., Piepho H.P., Maurer H.P., Zhao Y., Reif C. Exploitation of yield stability in barley. *Theor Appl Genet*. 2014. No 127(9). P. 1949–62. doi: 10.1007/s00122-014-2351-6.

222. Philipov E.G., Dontsova A.A., Bragin R.N. The analysis of ecological plasticity and stability of the spring barley varieties in the station testing. *Grain Economy of Russia*. 2019. No 2. P. 1–10. doi: 10.31367 / 2079-8725-2019-61-1-3-5.

223. Gol L., Haraldsson E., Korf M. Ppd-H1 integrates drought stress signals to control spike development and flowering time in barley. *Journal of Experimental Botany*. 2020. doi: 10.1093/jxb/eraa261.

224. Zeynu T., Asfaw A. Adaptation of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in the highlands of North Gondar. *ABC Journal of Advanced Research*. 2019. No 8(1). P. 9–14. doi.org/10.18034/abcjar.8i1.83.

225. Sturite L., Kronberga A., Strazdina V., Kokare A., Aasssveen M., Olsen A.K.B. Adaptability of hull-less barley varieties to different cropping systems and climatic conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica*. Section B – Soil & Plant Science. 2019. No 69(1). P. 1–11. doi.org/10.1080/09064710.2018.1481995.

226. Al-Abdallat A.M., Karadsheh A., Haddad N.I., Akash M.W., Ceccarelli S., Baum M., Hasan M., Jighly A., Abu Elenein J.M. Assessment of genetic diversity and yield performance in Jordanian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces grown under Rainfed conditions. *BMC Plant Biol*. 2017. No 17(1). P. 191. doi: 10.1186/s12870-017-1140-1.

227. Dahlin I., Kiaer L.P., Bergkvist G., Weih M., Ninkovic V. Plastisity of barley in response to plant neighbors in cultivar mixtures. *Plant Soil*. 2020. No 447. P. 537–551. doi.org/10.1007/s11104-019-04406-1.

228. Hill C.B., Angessa T.T., Zhang X.Q., Chen K., Zhou G., Tan C., Wang P., Westcott S., Li C. A global barley panel revealing genomic signatures of breeding in modern cultivars. *BioRxiv*. 2020. doi.org/10.1101/2020.03.04.976324.

229. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Міністерство аграрної політики та продовольства України, УІЕСР, 2016. 81 с.

230. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

231. Жученко А.А. Генетика томатов. Кишинев: Штиинца, 1973. 661 с.

232. Zobel R.W., Wright A.J., Gauch H.G. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*. 1988. № 80. P. 388–393.

233. Singh S., Dhindsa G. S., Sharma A., Singh P. Combining ability for grain yield and its components in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Crop improvement*. 2007. No 34. P. 128–132.

234. Zhao F., Xu Sh. Genotype by environment interaction of quantitative

traits: a case study in barley. *G3 (Bethesda)*, 2012. No 2(7). P. 779–788.

235. Zhang X., Lv L., Lv Ch., Guo B., Xu R. Combining ability of different agronomic traits and yield components in hybrid barley. *PloS ONE*. 2015. No 10(6). P. 1–9. e0126828. doi:10.1371/journal.pone.0126828.

236. Griffing B. A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*. 1956. V. 10. P. 31–50.

237. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. No 39. P. 3.

238. Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. М.: Колос, 1984. 306 с.

239. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М., 1978.

240. Bryman A., Cramer D. Quantitative data analysis for social scientists. 1990. P. 246–251.

241. Зимогляд О.В. Мінливість продуктивності та її структурних елементів у сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 40–50. DOI: 10.30835/1413-7510.2019.172660.

242. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Особливості сортів і ліній ячменю ярого за кількісними морфо-біологічними та господарськими ознаками. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 116. С. 31–40. DOI: 10.30835/1413-7510.2019.190451.

243. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Наумов О.Г. Рівень і варіабельність цінних господарських ознак ячменю ярого в залежності від генотипу та гідротермічних умов. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 118. С. 31–40. DOI: 10.30835/1413-7510.2020.222281.

244. Zimogliad O.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Vazhenina O.Ye., Naumov O.G. Performance inheritance and combining ability of spring barley accessions. *Sel. Nasinn.* 2021. Issue. 119. P. 103–114. DOI:

10.30835/1413-7510.2021.237026.

245. Kozachenko Mykhaylo, Zimogliad Oleksiy. Definition of performance determinants in spring barley by path analysis. *Scientific Horizons*. V. 25. № 3. P. 26–35. DOI: 10.48077/scihor.25(3).2022.26–35.

246. Kozachenko M.R., Solonechnyi P.M., Zimogliad O.V., Vasko N.I., Vazhenina O.Ye., Naumov O.G., Kobyzeva L.N., Kolomatska V.P.. Value of *Hordeum vulgare* L. genotypes in terms of yield and its stability. *Zemes Ukio Mokslai*. 2022. T. 29. Nr. 1. P.20 – 27.

247. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Солонечний П.М., Наумов О.Г., Солонечна О.В., Важеніна О.Є. Морфо-біологічні особливості сортів і ліній ячменю ярого як вихідного матеріалу для селекції. Міжнародна науково-практична конференція “Підвищення ефективності селекції та рослинництва в сучасних умовах”, 3-5 липня 2019 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр’єва НААН. Харків: Інститут рослинництва ім В.Я. Юр’єва, 2019. С. 66–67.

248. Зимогляд О.В., Селекційна цінність сортів і ліній ячменю ярого за господарськими ознаками. Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів “Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур”, 19 квітня 2019 р., Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, село Центральне Миронівського району Київської обл. Миронівський інститут пшениці, 2019. С. 52–53.

249. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Наумов О.Г. Рівень господарських ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від погодних умов. V Всеукраїнська науково-практична конференція “Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі”, 15 жовтня 2020 р., Уманський національний університет садівництва. Умань: НУС, 2020. С. 56.

250. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г. Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Селекційна цінність сортів і ліній ячменю ярого за рівнем прояву морфо-біологічних та господарських ознак. Міжнародна наукова інтернет-конференція “Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність”, 17–18 червня 2020 р., Інститут рослинництва імені В.Я.

Юр'єва НААН. Харків: Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва, 2020. С. 85–87.

251. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Святченко С.І. Особливості остистих і безостих сортів ячменю ярого за господарськими ознаками. V Міжнародна науково-практична конференція «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», 26 листопада 2020 р., Дніпровський ДАЕУ. Дніпро: ДАЕУ, 2020. С. 123–124.

252. Зимогляд О.В. Кореляція кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого. IX Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур», 23 квітня 2021 р., Миронівський Інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН. Центральне, 2021. С. 51.

253. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Святченко С.І., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г. Шляховий аналіз продуктивності рослин ячменю ярого. Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення», 1–2 липня 2021 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків: Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва, 2021. С. 163–165.

254. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М. Мінливість рівня врожайності ярого ячменю в залежності від умов вирощування. V Інтернет-конференція молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту», 21 вересня 2021 р., НААН, МОН України, СГІ-НААН, МОН України, СГІ-НЦНС. Київ, Одеса. 2021. С.61.

255. Свідоцтво № 210790 України. Сорт рослин Геркулес ячменю звичайного. Заявка № 19020019. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Важеніна О.Є., Солонечний П.М., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Внесено в 2021 р. в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2022 р. (17.01.2022). Мінагрополітики та продовольства України. 2021.

ДОДАТКИ

Додаток А-1

Дисперсійний аналіз продуктивної кущистості сортів та ліній ячменю ярого, 20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	370,963	1	370,963	1543,393	0,000
Рік	2,511	2	1,256	5,224	0,008
Помилка	17,306	72	0,240	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	370,963	1	370,963	1628,937	0,000
Сорт	8,430	24	0,351	1,542	0,098
Помилка	11,387	50	0,228	–	–

Однорідні групи за продуктивною кущистістю, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Продуктивна кущистість, стебел	Група за продуктивною кущистістю					
		a	b	c	d	e	f
Авгур	1,63	***					
Datcha	1,63	***					
Аміль	1,77	***	***				
Gladys	1,87	***	***	***			
Святомихай-лівський	1,90	***	***	***	***		
Margret	1,93	***	***	***	***	***	
Аграрій	1,97	***	***	***	***	***	
Резерв	2,03	***	***	***	***	***	
Талісман миронівський	2,07	***	***	***	***	***	
Взірець	2,17	***	***	***	***	***	
Гагунок	2,17	***	***	***	***	***	
KWS Vambina	2,17	***	***	***	***	***	
Merlin	2,23	***	***	***	***	***	***
Явір	2,23	***	***	***	***	***	***
Quench	2,30	***	***	***	***	***	***
Ахіллес	2,30	***	***	***	***	***	***
Grace	2,37	***	***	***	***	***	***
Контраст	2,43		***	***	***	***	***
Модерн	2,47		***	***	***	***	***
15-1246	2,50		***	***	***	***	***
Троян	2,53		***	***	***	***	***
15-139	2,57			***	***	***	***
Геркулес	2,67				***	***	***
Хорс	2,70					***	***
Кречет	3,00						***

Примітка. Жирним шрифтом виділено високе значення ознаки.

Додаток А-2

Дисперсійний аналіз довжини колоса сортів та ліній ячменю ярого,
20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	4440,592	1	4440,592	4982,214	0,000
Рік	11,765	2	5,883	6,600	0,002
Помилка	64,173	72	0,891	–	–

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	4440,592	1	4440,592	6886,774	0,000
Сорт	43,698	24	1,821	2,824	0,001
Помилка	32,240	50	0,645	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Однорідні групи за довжиною колоса, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Довжина колоса, см	Група за довжиною колоса									
		a	b	c	d	e	f				
Аміл	6,43	***									
Merlin	6,70	***	***								
Резерв	6,77	***	***	***							
Datcha	6,87	***	***	***							
Талісман миронівський	6,93	***	***	***							
Gladys	7,07	***	***	***							
Контраст	7,10	***	***	***	***						
Хорс	7,17	***	***	***	***	***					
Аграрій	7,20	***	***	***	***	***					
Авгур	7,23	***	***	***	***	***	***				
Margret	7,43	***	***	***	***	***	***	***			
Взірець	7,53	***	***	***	***	***	***	***	***		
KWS Vambina	7,53	***	***	***	***	***	***	***	***		
Quench	7,53	***	***	***	***	***	***	***	***		
Троян	7,67	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
Явір	7,77		***	***	***	***	***	***	***	***	***
Ахіллес	8,03			***	***	***	***	***	***	***	***
Кречет	8,40				***	***	***	***	***	***	***
Гатунок	8,43					***	***	***	***	***	***
Святомихайлівський	8,53						***	***	***	***	***
Grace	8,60							***	***	***	***
15-1246	8,60							***	***	***	***
Геркулес	8,80								***	***	***
Модерн	8,97									***	***
15-139	9,07										***

Примітка. Жирним шрифтом виділено високе значення ознаки.

Додаток А-3

Дисперсійний аналіз маси зерна з основного колоса колоса сортів та ліній ячменю ярого, 20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	<i>110,656</i>	<i>1</i>	<i>110,656</i>	<i>1744,665</i>	<i>0,000</i>
Рік	0,276	2	0,138	2,173	0,121
Помилка	4,567	72	0,063	–	–

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	<i>110,656</i>	<i>1</i>	<i>110,656</i>	<i>2663,845</i>	<i>0,000</i>
Сорт	<i>2,765</i>	<i>24</i>	<i>0,115</i>	<i>2,774</i>	<i>0,001</i>
Помилка	2,077	50	0,042	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Однорідні групи за масою зерна з основного колоса, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Маса зерна з колоса, г	Група за масою зерна з основного колоса			
		a	b	c	d
15-139	1,01	***			
Резерв	1,02	***			
Взірець	1,02	***			
Авгур	1,06	***			
Аграрій	1,09	***			
Кречет	1,09	***	***		
Модерн	1,12	***	***		
Талісман миронівський	1,14	***	***		
Хорс	1,16	***	***		
Merlin	1,17	***	***		
Datcha	1,17	***	***		
KWS Vambina	1,17	***	***		
Quench	1,18	***	***		
Ахіллес	1,19	***	***		
Контраст	1,19	***	***		
Гатунок	1,22	***	***	***	
Gladys	1,22	***	***	***	
Margret	1,24	***	***	***	
Явір	1,24	***	***	***	
15-1246	1,25	***	***	***	
Троян	1,25	***	***	***	
Геркулес	1,27	***	***	***	
Grace	1,43		***	***	
Святомихайлівський	1,53			***	
Аміл	1,97				***

Примітка. Жирним шрифтом виділено високе значення ознаки.

Додаток А-4

Дисперсійний аналіз продуктивності сортів та ліній ячменю ярого,
20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	491,622	1	491,622	1153,375	0,000
Рік	3,313	2	1,657	3,886	0,025
Помилка	30,690	72	0,426	–	–

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	491,622	1	491,622	1188,799	0,000
Сорт	13,326	24	0,555	1,343	0,187
Помилка	20,677	50	0,414	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Однорідні групи за продуктивністю, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Продуктивність, г	Група за продуктивністю			
		a	b	c	d
Datcha	1,79	***			
15-139	1,87	***			
Взірець	1,99	***			
Gladys	2,04	***	***		
Аграрій	2,17	***	***	***	
Контраст	2,32	***	***	***	
Резерв	2,33	***	***	***	
Талісман миронівський	2,37	***	***	***	
Авгур	2,39	***	***	***	
KWS Vambina	2,46	***	***	***	
Модерн	2,47	***	***	***	
Margret	2,50	***	***	***	
Гаунок	2,56	***	***	***	
Merlin	2,58	***	***	***	***
Grace	2,60	***	***	***	***
Явір	2,66	***	***	***	***
Quench	2,67	***	***	***	***
15-1246	2,74	***	***	***	***
Геркулес	2,78	***	***	***	***
Ахіллес	2,82	***	***	***	***
Святомихайлівський	2,84	***	***	***	***
Хорс	3,09		***	***	***
Троян	3,13			***	***
Кречет	3,22			***	***
Аміл	3,63				***

Примітка. Жирним шрифтом виділено високе значення ознаки.

Додаток А-5

Дисперсійний аналіз маси 1000 зерен сортів та ліній ячменю ярого,
20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	<i>147692,2</i>	<i>1</i>	<i>147692,2</i>	<i>17998,59</i>	<i>0,000</i>
Рік	6,5	2	3,3	0,40	0,674
Помилка	590,8	72	8,2	–	–

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	<i>147692,2</i>	<i>1</i>	<i>147692,2</i>	<i>48523,37</i>	<i>0,000</i>
Сорт	<i>445,1</i>	<i>24</i>	<i>18,5</i>	<i>6,09</i>	<i>0,000</i>
Помилка	152,2	50	3,0	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Однорідні групи за масою 1000 зерен, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Маса 1000 зерен, г	Група за масою 1000 зерен						
		a	b	c	d	e	f	
Merlin	40,33	***						
Quench	41,17	***	***					
15-139	41,67	***	***	***				
Аграрій	42,17	***	***	***	***			
Гатунок	42,17	***	***	***	***			
Взірець	42,30	***	***	***	***			
Margret	43,07	***	***	***	***			
15-1246	43,17	***	***	***	***			
Талісман миронівський	43,40		***	***	***			
Авгур	43,40		***	***	***			
Ахіллес	43,50		***	***	***			
Контраст	43,67		***	***	***			
Явір	43,90		***	***	***			
Аміл	43,90		***	***	***			
Grace	44,00		***	***	***			
Геркулес	44,33			***	***			
KWS Vambina	44,57				***	***		
Кречет	44,57				***	***		
Модерн	44,83				***	***	***	
Datcha	47,33					***	***	***
Gladys	47,33					***	***	***
Троян	47,47						***	***
Святомихайлівський	48,67							***
Резерв	49,00							***
Хорс	49,50							***

Примітка. Жирним шрифтом виділено високе значення ознаки.

Додаток А-6

Дисперсійний аналіз висоти рослин сортів та ліній ячменю ярого,
20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	<i>357351,1</i>	<i>1</i>	<i>357351,1</i>	<i>2643,911</i>	<i>0,000</i>
Сорт	2503,9	24	104,3	0,772	0,751
Помилка	6758,0	50	135,2	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Однорідні групи за висотою рослин, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Висота рослин, см	Група за висотою рослин		
		a	b	c
Merlin	57,0	***		
Gladys	59,3	***	***	
Datcha	62,3	***	***	***
Талісман миронівський	62,3	***	***	***
Quench	63,7	***	***	***
KWS Vambina	64,7	***	***	***
Grace	65,3	***	***	***
Аграрій	65,3	***	***	***
Взірець	65,3	***	***	***
Margret	66,0	***	***	***
Авгур	66,3	***	***	***
Явір	69,0	***	***	***
Геркулес	69,7	***	***	***
Аміл	70,3	***	***	***
Контраст	70,3	***	***	***
Кречет	71,0	***	***	***
Резерв	73,3	***	***	***
Троян	73,7	***	***	***
Модерн	74,0	***	***	***
Хорс	74,0	***	***	***
Ахіллес	74,3	***	***	***
15-139	74,3	***	***	***
Гатунок	76,7		***	***
15-1246	77,3		***	***
Святомихайлівський	80,0			***

Примітка. Жирним шрифтом виділено низьке значення ознаки.

Додаток А-7

Дисперсійний аналіз кількості зерен в основному колосі у сортів та ліній ячменю ярого, 20182020 рр.

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	40507,32	1	40507,32	1179,863	0,000
Рік	91,76	2	45,88	1,336	0,269
Помилка	2471,92	72	34,33	–	–

Чинник	SS	df	MS	F	p
Вільний член	40507,32	1	40507,32	11087,77	0,000
Сорт	2381,01	24	99,21	27,16	0,000
Помилка	182,67	50	3,65	–	–

Примітка. Курсивом виділено істотні відмінності, рівень значущості $p < 0,05$.

Однорідні групи за кількістю зерен в основному колосі, апостеріорне порівняння за Homogenous groups (Fisher LSD).

Зразок	Кількість зерен у колосі, шт.	Група за кількістю зерен в основному колосі				
		a	b	c	d	e
Контраст	19,7	***				
Резерв	20,0	***				
Хорс	20,0	***				
Datcha	20,7	***	***			
Троян	21,0	***	***	***		
Merlin	21,0	***	***	***		
Явір	21,3	***	***	***	***	
Авгур	21,3	***	***	***	***	
Margret	21,3	***	***	***	***	
KWS Vambina	21,7	***	***	***	***	
Ахіллес	21,7	***	***	***	***	
Взірець	21,7	***	***	***	***	
Аграрій	22,0	***	***	***	***	
Кречет	22,0	***	***	***	***	
Gladys	22,3	***	***	***	***	
Талісман миронівський	22,3	***	***	***	***	
Геркулес	23,3		***	***	***	
Модерн	23,7		***	***	***	
Grace	23,7		***	***	***	
Quench	23,7		***	***	***	
Святомихайлівський	24,0			***	***	
15-139	24,0			***	***	
15-1246	24,3				***	
Гатунок	24,3				***	
Аміл	50,0					***

Примітка. Жирним шрифтом виділено високе значення ознаки.

Додаток Б

ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА
імені В.Я. Юр'єва
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ



PLANT PRODUCTION INSTITUTE
named after V.Ya. Yuriev
NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN
SCIENCES OF UKRAINE

61060, Харків, Московський просп., 142

61060 Kharkiv Moskovskiy Ave 142

№1/2а-16/450 від 03.09.2021 р.

ДОВІДКА

Про теоретичне та практичне значення, результатів наукових досліджень і створення на основі цього та передача нового сорту ячменю ярого Геркулес в НЦГРРУ

Аспірант денної форми навчання Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН Зимогляд Олексій Вікторович у результаті проведених у 2018–2021 рр. досліджень за темою дисертації «Закономірності мінливості кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від генотипу та умов вирощування» установив морфо-біологічні особливості сортів іноземної та вітчизняної селекції та оригінальних селекційних ліній ячменю ярого, а також визначив селекційно-генетичні особливості їх у системі парних схрещувань, чим забезпечено виділення цінного вихідного матеріалу та створення на його основі 124 нових ліній ячменю ярого, що має теоретичне та практичне значення для селекції культури. У результаті дослідження селекційних ліній виділено високоврожайну лінію 14-561, яку під назвою Геркулес передано на кваліфікаційну експертизу сортів рослин, придатних для поширення в Україні, з 2020 р. (Протокол № 9 засідання вченої ради інституту від 31 жовтня 2019 р.). Сорт ячменю ярого Геркулес передано в 2020 р. до національного генбанку рослин України НЦГРРУ.

Заступник директора інституту, кандидат біологічних наук **В.К. Рябчун**



Додаток В

ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА
імені В.Я. Юр'єва
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ



PLANT PRODUCTION INSTITUTE
named after V.Ya. Yuriev
NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN
SCIENCES OF UKRAINE

61060, Харків, Московський просп., 142

61060 Kharkiv, Moskovskiy Avn. 142

ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ № 9 від 31 жовтня 2019 р.

Засідання вченої ради Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

Слухали: про передачу нового сорту ячменю ярого на кваліфікаційну експертизу з 2020 р.

На кваліфікаційну експертизу передано в 2019 р. сорт ячменю ярого Геркулес. Сорт ячменю ярого Геркулес безостий, різновидність *inerte*. Сорт (селекційна лінія 14-561) створено методом гібридизації лінії 07-1223 (безостий Гранал / Fink) та сорту Agikada (Німеччина). Конкурсне сортовипробування в 2017-2019 рр. Середньостиглий, урожайність 5,28 т/га, що складає 105 % до стандарту.

Автори сорту: Козаченко М.Р. (19 %), Васько Н.І. (19 %), Солонечна О.В. (19 %), Солонечний П.М. (19 %), Важеніна О.Є. (19 %), Зимогляд О.В. (5 %).

Ухвалили: передати на кваліфікаційну експертизу з 2020 р. сорт ячменю ярого безостого Геркулес. Затвердити авторський колектив у запропонованому складі і % авторства.

Голова



В.В.Кириченко

Додаток Г



**МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ
ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
(Мінекономіки)**

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008
Тел. +38 044 200-47-53, факс +38 044 253-63-71
E-mail: meconomy@me.gov.ua
<http://www.me.gov.ua>
Код ЄДРПОУ 37508596

**MINISTRY FOR
DEVELOPMENT OF
ECONOMY, TRADE AND
AGRICULTURE OF UKRAINE**

M. Hrushevskoho str., 12/2, Kyiv, 01008
Tel. +38 044 200-47-53, fax +38 044 253-63-71
E-mail: meconomy@me.gov.ua
<http://www.me.gov.ua>

На № _____ від _____

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук
України

пр. Московський, 142, м. Харків, 61128

Про позитивні результати формальної експертизи і про
початок проведення кваліфікаційної експертизи

ЕКСПЕРТНИЙ ВИСНОВОК

Відповідно до вимог підпункту "а" частини п'ятої статті 26 Закону України
"Про охорону прав на сорти рослин" та наказу "Про завершення проведення
формальної експертизи заявок на сорти рослин" від 17.04.2020 № 732-20
Мінекономіки повідомляє, що формальна експертиза документів заявки на

сорт **Геркулес**
таксон **Ячмінь звичайний (ярий)**
Hordeum vulgare L.

дата подання заявки **16.12.2019** номер заявки **19020019**
завершена позитивно.

Кваліфікаційна експертиза буде розпочата після сплати відповідного
збору.

**Директор департаменту аграрної
політики**

2579959

Денис ПАЛАМАРЧУК



ДОКУМЕНТ СЕД Мінекономіки АСКОД
Сертифікат **58E2D9E7F900307B04000008DF72E00C4EE8200**
Підписувач **Паламарчук Денис Валерійович**
Дійсний з **30.03.2020 0:00:00** по **30.03.2022 0:00:00**



Мінекономіки
2823-07/27123-07 від 28.04.2020
11.18.11

Додаток Д
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ
ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковано основні
наукові результати дисертації

1. Зимогляд О.В. Мінливість продуктивності та її структурних елементів у сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 40–50. DOI: 10.30835/1413-7510.2019.172660.

2. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Особливості сортів і ліній ячменю ярого за кількісними морфо-біологічними та господарськими ознаками. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 116. С. 31–40. DOI: 10.30835/1413-7510.2019.190451.

3. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Наумов О.Г. Рівень і варіабельність цінних господарських ознак ячменю ярого в залежності від генотипу та гідротермічних умов. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 118. С. 22–34. DOI: 10.30835/1413-7510.2020.222281.

4. Zimogliad O.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Vazhenina O.Ye., Naumov O.G. Performance inheritance and combining ability of spring barley accessions. *Sel. Nasinn.* 2021. Issue. 119. P. 106–116. DOI: 10.30835/1413-7510.2021.237026.

Статті у науковому фаховому виданні України, проіндексованому в базах
данних Scopus

5. Kozachenko Mykhaylo, Zimogliad Oleksiy. Definition of performance determinants in spring barley by path analysis. *Scientific Horizons*. 2022. V. 25. No 3. P. 26–35. DOI: 10.48077/scihor.25(3).2022.26–35.

Статті у закордонних виданнях

6. Kozachenko M.R., Solonechnyi P.M., Zimogliad O.V., Vasko N.I.,

Vazhenina O.Ye., Naumov O.G., Kobyzeva L.N., Kolomatska V.P. Value of *Hordeum vulgare* L. genotypes in terms of yield and its stability. *Zemes Ukio Mokslai*. 2022. T. 29. Nr. 1. P.20 – 27.

Тези наукових конференцій, які засвідчують
апробацію матеріалів дисертації

7. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Солонечний П.М., Наумов О.Г., Солонечна О.В., Важеніна О.Є. Морфо-біологічні особливості сортів і ліній ячменю ярого як вихідного матеріалу для селекції. Міжнародна науково-практична конференція «Підвищення ефективності селекції та рослинництва в сучасних умовах», 3-5 липня 2019 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків: Інститут рослинництва ім В.Я. Юр'єва, 2019. С. 66–67.

8. Зимогляд О.В., Селекційна цінність сортів і ліній ячменю ярого за господарськими ознаками. Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур», 19 квітня 2019 р., Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, село Центральне Миронівського району Київської обл. Миронівський інститут пшениці, 2019. С. 52–53.

9. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Наумов О.Г. Рівень господарських ознак сортів і ліній ячменю ярого в залежності від погодних умов. V Всеукраїнська науково-практична конференція «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі», 15 жовтня 2020 р., Уманський національний університет садівництва. Умань: НУС, 2020. С. 56.

10. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г. Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Селекційна цінність сортів і ліній ячменю ярого за рівнем прояву морфо-біологічних та господарських ознак. Міжнародна наукова інтернет-конференція «Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність», 17–18 червня 2020 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків: Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва, 2020. С. 85–87.

11. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Святченко С.І. Особливості остистих і безостих сортів ячменю ярого за господарськими ознаками. V Міжнародна науково-практична конференція «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», 26 листопада 2020 р., Дніпровський ДАЕУ. Дніпро: ДАЕУ, 2020. С. 123–124.

12. Зимогляд О.В. Кореляція кількісних ознак сортів і ліній ячменю ярого. IX Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур», 23 квітня 2021 р., Миронівський Інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН. Центральне Миронівського району Київської області, 2021. С. 51.

13. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Святченко С.І., Васько Н.І., Солонечний П.М., Наумов О.Г. Шляховий аналіз продуктивності рослин ячменю ярого. Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення», 1–2 липня 2021 р., Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків: Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва, 2021. С. 163–165.

14. Зимогляд О.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М. Мінливість рівня врожайності ярого ячменю в залежності від умов вирощування. V Інтернет-конференція молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту», 21 вересня 2021 р., НААН, МОН України, СГІ-НААН, МОН України, СГІ-НЦНС. Київ, Одеса. 2021. С.61.

Авторське Свідотство про авторство на сорт рослин

15. Свідоцтво № 210790 України. Про авторство на сорт рослин Геркулес ячменю звичайного (ярий). Заявка № 19020019. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Важеніна О.Є., Солонечний П.М., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Внесено в 2021 р. в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2022 р. (17.01.2022). Мінагрополітики та продовольства України. 2021.

Додаток Е



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 210790

про авторство на сорт рослини
Геркулес
назва сорту

Ячмінь звичайний (ярий)
Hordeum vulgare L.
ботанічний таксон

Заявка № **19020019**

Автор(и):

Козаченко Михайло Романович	Васько Наталія Іванівна
Важенина Ольга Євгенівна	Солоненчний Павло Миколайович
Солонечна Ольга Володимирівна	Зимогляд Олексій Вікторович

Директор Департаменту
аграрного розвитку


Ігор ВІШТАК

