

ВОЖЕГОВА Р. А.¹, МАРЧЕНКО Т. Ю.^{1✉}, ЛАВРИНЕНКО Ю. О.¹, БАЗАЛІЙ Г. Г.¹,
БАЗАЛІЙ В. В.², МІЩЕНКО С. В.³

¹ Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України,
Україна, 67806, м. Одеса, Хлібодарське, ORCID: 0000-0002-3895-5633, 0000-0001-9442-8793, 0000-0001-6994-3443, 0000-0003-2842-0835

² Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Україна, 73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23, ORCID: 0000-0002-3630-7579

³ Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка,
Україна, 41400, Сумська обл., м. Глухів, вул. Київська, 24, ORCID: 0000-0002-1979-4002

✉ tmarchenko@ukr.net

ВПЛИВ СТРОКІВ ЦВІТІННЯ НА ОЗНАКИ ПРОДУКТИВНОСТІ У СЕЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ, ЩО СТВОРЕНІ З ЗАЛУЧЕННЯМ ЗАХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИХ ЕКОТИПІВ

Мета. Встановити характер впливу строків цвітіння на ознаки продуктивності у ліній пшениці м'якої озимої, що створені з залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського еко типу. **Методи.** Польові, лабораторні, селекційно-генетичні, статистичні. **Результати.** Встановлено характер прояву ознаки «дата цвітіння» у гібридів F₁-F₃ та селекційних номерів, що дібрані з гібридних популяцій за участі західноєвропейських еко типів пшениці м'якої озимої, кореляційні залежності дати цвітіння, урожайності зерна, довжини колоса та тривалості періоду «цвітіння-стиглість». Дата цвітіння у гібридів успадковувалась за проміжним типом. У кожній вихідній гібридній комбінації встановлені відмінності кореляцій урожайності зерна ліній, довжини колоса, термінів цвітіння та тривалості «цвітіння-стиглість». Встановлені оптимуми прояву показників, що детермінували високу урожайність та довжину колоса. **Висновки.** Для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за тривалістю вегетації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньо популяційних кореляцій урожайності, термінів цвітіння та тривалості періоду «цвітіння-стиглість».

Ключові слова: сорти, гібриди, пшениця, зрошення, селекція, урожайність зерна, довжина колоса, фази онтогенезу.

Попередніми дослідженнями вчених було проведено аналіз генетичних пулів сортів пшениці з країн Західної Європи та України на основі МС-маркерів. Було встановлено, що розпо-

діл частот алелів МС-локусів, що характерний для пулу сортів пшениці України, статистично відрізняється від частот західноєвропейського регіону [1]. Тому, залучення до кумулятивної селекції генотипів з різним контролем утилітарних ознак має перспективу розширення бази добору елітних рослин.

Залучення до гібридизації вітчизняних сортів з сортами західноєвропейського походження, що мають різні потреби в тривалості яровизації (ПЯ) та фотоперіодичній чутливості (ФЧ), і проведення доборів в гібридних популяціях за тривалістю окремих міжфазних періодів можуть дати відповідь на припущення сучасних вітчизняних селекціонерів щодо обмеження продуктивності пшениці озимої з тривалою ПЯ та ФЧ [2].

Довжина колоса різних генотипів пшениці має чіткий фенотиповий прояв, у зв'язку з чим цей показник є зручним і важливим при селекції на продуктивність [3]. Важливою ознакою, за якою проводяться добори на продуктивність колосових культур (пшениця, ячмінь, тритикале) є довжина колоса. За цією ознакою проводяться масові, індивідуально-сімейні, індивідуальні добори елітних рослин у гетерогенних популяціях, насінневих розсадниках завдяки легкості візуальної оцінки цього показника [4].

Дослідженнями Чеботар Г. О. зі співавторами доведено, що довжина головного колосу, дата цвітіння та колосіння пшениці м'якої озимої є одними з найбільш інформативних ознак для розрізнення ліній селекційних розсадників. Можливість диференціації усіх генотипів, що були відмінними за алелями генів короткостеб-

© ВОЖЕГОВА Р. А., МАРЧЕНКО Т. Ю., ЛАВРИНЕНКО Ю. О., БАЗАЛІЙ Г. Г.,
БАЗАЛІЙ В. В., МІЩЕНКО С. В.

ловості, за комплексом агрономічних ознак не залежала від генетичного фону [5].

Критична фаза ураження пшениці озимої посухою є «цвітіння-колосіння». Дія посухи мало впливає на довжину колоса після цвітіння, проте посуха у критичну фазу розвитку (колосіння) призводила до інгібування ростових процесів. Встановлена сортова реакція на прояв репродуктивних та морфологічних ознак залежно від вологозабезпеченості [6].

Саме тому напрями селекції в Південному Степу можуть бути спрямовані на створення ультра скоростиглих генотипів (варіантів ефемерного розвитку), що формують основи структури урожайності до настання посухи, що може відбуватися вже в травні. Напрями селекції на скоростиглість можуть складатись з двох термінів – «цвітіння-стиглість» та «весняне відростання-цвітіння». Проте, за умов зрошення критична фаза водоспоживання пшениці нівельована і можливе збільшення тривалості цих двох термінів фенологічного розвитку задля підвищення урожайності у пізньостиглих сортів.

Представлені матеріали є продовженням публікацій досліджень, що пов'язані з залученням до гібридизації з місцевими сортами пшениці м'якої озимої більш пізньостиглих короткостеблових генотипів західноєвропейського еко типу з подовженим періодом вегетації та окремих міжфазних періодів, з підвищеним потенціалом урожайності [7].

Мета і задачі дослідження – встановити характер впливу строків цвітіння на ознаки продуктивності у ліній пшениці м'якої озимої, що створені з залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського еко типу. Встановити тип успадкування та кореляції дати цвітіння з тривалістю міжфазного періоду «цвітіння-стиглість зерна» та елементами урожайності зерна в елітних номерів в селекційних розсадниках.

Таблиця 1. Успадкування строків цвітіння гібридами що створені з залученням західноєвропейських зразків (2016-2019 рр.)

| Педігрі | F ₁ | | | F ₂ | | | F ₃ | | |
|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| | ♀ | F ₁ | ♂ | ♀ | F ₂ | ♂ | ♀ | F ₃ | ♂ |
| Кф 2-16/Овідій | 14.05 | 10.05 | 08.05 | 15.05 | 11.05 | 07.05 | 13.05 | 09.05 | 07.05 |
| Кф4-16/Овідій | 14.05 | 10.05 | 08.05 | 15.05 | 10.05 | 07.05 | 14.05 | 09.05 | 07.05 |
| Кф2-16/Х. без. | 14.05 | 11.05 | 09.05 | 15.05 | 12.05 | 10.05 | 13.05 | 11.05 | 08.05 |
| Кошова/Кф2-16 | 08.05 | 10.05 | 14.05 | 08.05 | 10.05 | 15.05 | 07.05 | 11.05 | 13.05 |
| Кф5-16/Леда | 15.05 | 12.05 | 10.05 | 16.05 | 13.05 | 10.05 | 14.05 | 11.05 | 08.05 |

Примітка. Строки цвітіння позначені датою цвітіння в місяці травні.

Матеріали і методи

Польові дослідження проведені в Інституті зрошувального землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) у 2016–2021 рр. Об'єктом досліджень були гібриди сортів пшениці озимої селекції Інституту та колекційні зразки західноєвропейського еко типу, що були інтродуковані з Франції (номери реєстрації Кф2-16, Кф4-16, Кф5-16). Індивідуальні добори елітних рослин з F₂ були доведені до контрольного розсадника й оцінені за показниками урожайності, довжини колоса, висоти рослин, дати цвітіння, тривалості періоду «цвітіння-стиглість» та іншими господарськими ознаками. Біометричні виміри, фенологічні спостереження, обліки урожайності проводили за загально визначеними методиками [8]. Методи досліджень – польові, лабораторні біохімічні, селекційно-генетичні, статистичні. Дослідження проводились в умовах зрошення за рівня передполивної вологості ґрунту в шарі 0–50 см 75 % НВ.

Результати та обговорення

Установлено, що надраннє цвітіння (7-8 травня) спостерігалось у сортів Кошова та Овідій (табл. 1). Вітчизняні сорти Херсонська безоста та Леда квітували на 1-2 доби пізніше. Західноєвропейські зразки Кф2-16, Кф4-16, Кф5-16 квітували 13-15 травня, що пізніше на 6-8 діб. Більш пізні строки цвітіння у цих зразків, з першого погляду, не мають великих відмінностей, проте, для напіваридних умов Посушливого Степу України навіть такі незначні запізнелі строки цвітіння можуть призвести до подовження фази формування зернівки в посушливі погодні умови травня та червня, що спостерігається майже щорічно.

Гібриди F₁-F₃, що були створені за участі західноєвропейських пізно квітучих зразків, успадковували переважно проміжний тип розвитку рослин, з незначним домінуванням раннього цвітіння в першому поколінні. В третьому поколінні (F₃) у гібридних популяцій Кф2-16/Херсонська безоста, Кошова/Кф2-16, Кф5-16/Леда спостерігалось часткове домінування пізнього цвітіння.

Розрахунки коефіцієнтів кореляції між термінами фенологічних фаз та показниками продуктивності у селекційних номерів показали низьку залежність між цими ознаками (табл. 2).

Так, найвищі коефіцієнти кореляції між урожайністю зерна і датою цвітіння були у ліній з гібридних популяцій Кф4-16/Овідій та Кф4-16/Овідій (-550 та 0,333 відповідно). Від'ємна кореляція у ліній Кф4-16/Овідій може свідчити про низьку посухостійкість (жаростійкість) цих номерів. Хоч дослідження проходили за умов зрощення, проте висока температура та низька вологість повітря може стримувати процеси формування та наливу зернівок. Істотна позитивна кореляція між урожайністю зерна і терміном цвітіння була зафіксована тільки у ліній з гібридної комбінації Кф2-16/Херсонська безоста. Батьківський компонент цієї комбінації (Херсонська безоста) є досить толерантний сорт до посухи, тому, можливо, він є джерелом стійкості до температурних стресів за подовження строків цвітіння. У селекційних номерів такого

родоводу були зафіксовані позитивні істотні кореляції термінів цвітіння з довжиною колоса, урожайністю та довжиною колоса, урожайністю та терміном «цвітіння-стиглість», урожайністю та довжиною колоса, датою цвітіння та терміном «цвітіння-стиглість». Коефіцієнти кореляції були на невисокому рівні, проте їх однозначність та статистична істотність може свідчити про те, що добори в популяції такого походження можуть спрямовуватись за показником «запізнене цвітіння». Пізно квітучі генотипи такого походження можуть поєднувати стійкість температурного стресу та підвищену продуктивність.

У ліній з гібридної комбінації Кф4-16/Овідій встановлена найбільша від'ємна кореляція дати цвітіння та урожайності, тому добори за пізніми строками цвітіння в цій популяції не перспективні. Це також підтверджує і від'ємний коефіцієнт кореляції урожайності та довжини колоса, що вказує на низьку озерненість та щуплість зерна колоса за дії температурного стресу. Такий висновок підтвердився результатами комплексної оцінки перспективних номерів, де були ідентифіковані кращі лінії, що поєднують цінні господарські та фенологічні ознаки (табл. 3).

У ліній з гібридної комбінації Кф4-16/Овідій кращі за урожайністю номери не перевищували стандарт (Херсонська безоста).

Таблиця 2. Кореляція термінів фенологічних фаз з показниками продуктивності у селекційних номерів пшениці м'якої озимої контрольного розсадника (2019-2021 рр.)

| Педігрі селекційних зразків (вихідна гібридна комбінація) | Кількість зразків шт. | Коефіцієнти кореляції | | | | |
|---|-----------------------|---------------------------|---|------------------------------|----------------------------|---|
| | | Урожайність-дата цвітіння | Урожайність-термін «цвітіння-стиглість» | Довжина колоса-дата цвітіння | Урожайність-довжина колоса | Дата цвітіння-тривалість «цвітіння-стиглість» |
| Кф2-16/Овідій | 39 | -0,104 | 0,125 | -0,104 | -0,026 | 0,317* |
| Кф4-16/Овідій | 32 | -0,550* | 0,016 | 0,135 | -0,196 | 0,204 |
| Кф2-16/Х.без. | 53 | 0,333* | 0,309* | 0,274* | 0,311* | 0,282* |
| Кошова/Кф2-16 | 41 | 0,118 | 0,035 | 0,107 | 0,358* | 0,436* |
| Кф5-16/Леда | 36 | 0,018 | 0,001 | -0,046 | -0,146 | 0,174 |
| За всіма комбінаціями | 201 | 0,111 | 0,141 | 0,068 | -0,035 | 0,085 |

Примітка. * кореляція істотна з вірогідністю 0,95.

Таблиця 3. Характеристика кращих селекційних номерів пшениці м'якої озимої контрольного розсадника за урожайністю зерна та іншими фенологічними та кількісними ознаками (2019-2021 рр.)

| Педігрі гібридної популяції | Номер лінії | Параметри | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|---------------|------|---------------|----------------|-------|--|
| | | Урожайність зерна, т/га | Висота рослин | | Дата цвітіння | Довжина колоса | | Тривалість періоду «цвітіння-стиглість», діб |
| | | | см | V, % | | см | V, % | |
| Кф2-16/Овідій | 18-607 | 9,03 | 113,0 | 2,34 | 08.05 | 8,67 | 6,66 | 50 |
| | 18-626 | 8,42 | 103,3 | 2,96 | 08.05 | 8,09 | 8,35 | 47 |
| | 18-629 | 8,53 | 93,6 | 3,43 | 09.05 | 8,33 | 6,93 | 46 |
| Кф4-16/Овідій | 18-644 | 7,67 | 97,0 | 1,11 | 11.05 | 9,67 | 5,97 | 45 |
| | 18-649 | 8,04 | 97,2 | 2,02 | 11.05 | 7,67 | 7,50 | 52 |
| | 18-658 | 8,12 | 110,3 | 2,28 | 11.05 | 9,15 | 7,36 | 51 |
| Кф2-16/Херсон. б. | 18-681 | 10,10 | 116,0 | 2,20 | 13.05 | 9,38 | 12,40 | 49 |
| | 18-694 | 9,39 | 99,3 | 2,10 | 11.05 | 8,72 | 6,48 | 46 |
| | 18-704 | 9,45 | 98,0 | 1,02 | 14.05 | 10,36 | 6,17 | 49 |
| Кошова/Кф2-16 | 18-706 | 9,77 | 101,3 | 1,51 | 12.05 | 10,60 | 7,11 | 46 |
| | 18-720 | 9,42 | 106,5 | 2,37 | 13.05 | 10,48 | 6,28 | 47 |
| | 18-728 | 9,40 | 96,1 | 3,76 | 12.05 | 10,39 | 7,06 | 45 |
| Кф5-16/Леда | 18-752 | 10,28 | 109,2 | 0,92 | 13.05 | 11,13 | 6,93 | 49 |
| | 18-753 | 10,80 | 82,4 | 4,91 | 12.05 | 10,14 | 14,29 | 48 |
| | 18-769 | 9,98 | 102,6 | 3,53 | 12.05 | 11,01 | 6,93 | 52 |
| Херсонська безоста, st | | 8,47 | 95,3 | - | 09.05 | 9,24 | - | 47 |
| НІР05 | | 0,26 | | | | | | |

Найбільш перспективними виявились гібридні популяції Кф2-16/Херсонська безоста, Кошова/Кф2-16, Кф5-16/Леда. Доборами з цих комбінацій вдалось виділити лінії, що поєднують високу урожайність зерна, довжину колоса, помірну висоту рослин. Урожайність зерна у селекційних номерів 18-681, 18-704 (гібридна комбінація Кф2-16 / Херсонська безоста) становила 9,45 та 10,10 т/га з довжиною колоса 9,38 та 10,36 см відповідно.

Найбільша урожайність зерна була зафіксована у зразків з гібридної популяції Кф5-16/Леда (9,98-10,80 т/га). Така висока урожайність ліній з цієї комбінації поєднувалась з великою довжиною колоса (довжина колоса 10,14-11,13 см). Це вказує на те, що все-таки існує можливість проводити фенотипові добори за довжиною колоса в гібридних популяціях пшениці.

Дата цвітіння коливалась у кращих зразків в межах 12-13 травня. Така дата подовжена порівняно з вітчизняними українськими сортами (8-9 травня). Проте, дата цвітіння елітних селекційних номерів більш рання порівняно з західноєвропейськими зразками (14-16 травня). Отже, можемо констатувати, що подовження дати

цвітіння може підвищувати урожайність зерна та довжину колоса у селекційних номерів з окремих гібридних популяцій. Оптимальна дата цвітіння у таких комбінацій знаходиться в межах 12-13 травня. Тому, проводити добори на раннє цвітіння в гібридних популяціях пшениці за умов зрошення може бути не перспективним з точки зору втрати потенційної врожайності. Добори на жаростійкість, посухостійкість і високу урожайність можуть бути взаємовиключними за умов оптимального режиму зрошення.

Отже, можемо констатувати, що подовження тривалості дати цвітіння може підвищувати урожайність зерна у селекційних номерів з окремих гібридних популяцій.

При проведенні доборів за датою цвітіння та урожайністю зерна необхідно враховувати можливі кореляції між ними. Для умов зрошення можливо використовувати гібридні гетерогенні популяції, в яких зафіксована кореляція між датою цвітіння з урожайністю та довжиною колоса.

Висновки

Для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за тривалістю веге-

тації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньо популяційних кореляцій урожайності, довжини колоса, термінів цвітіння та

тривалості періоду «цвітіння-стиглість». Подовження дати цвітіння може підвищувати урожайність зерна у селекційних номерів з окремих гібридних популяцій.

References

1. Chebotar S. V., Berner A., Sivolap Yu. M. Analysis of short stem genes in genotypes of bread wheat varieties in Ukraine. *Cytology and Genetics*. 2006. Vol. 40 (4). P. 12–23.
2. Stelmakh A. F., Fait V. I. Features of the rate of initial development of new European varieties of soft winter wheat in connection with the VRN-1 and VRD gene systems. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*. 2019. Vol. 24. P. 166–171. doi: 10.7124.FEEO.v24.1095. [in Ukrainian]
3. Burdeniuk-Tarasevych L. A., Lozinskiy M. V. Formation of the length of the main ear in the line of winter wheat of different ecological and geographical origin. *Agrobiology*. 2013. Vol. 11 (104). P. 30–33. [in Ukrainian]
4. Lytvynenko M. A., Lytvynenko D. M., Shcherbyna Z. V. Additional seed production schemes depending on the level of heterogeneity of soft winter wheat varieties. *Irrigation Agriculture*. 2019. Vol. 71. P. 161–167. doi: 10.32848/0135-2369.2019.71.35. [in Ukrainian]
5. Chebotar H. O., Motsnyi I. I., Kulbida M. P., Chebotar S. V. Influence of short-stem genes on the variation of soft winter wheat lines. *Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazina. Series: Biology*. 2013. Vol. 17 (1056). P. 95–102. [in Ukrainian]
6. Zhuk O. I., Beetle O. I. Reproductive capacity of soft winter wheat plants in drought conditions. *Factors of experimental evolution of organisms*. 2019. Vol. 24. P. 86–91. doi: 10.7124.FEEO.v24.1084. [in Ukrainian]
7. Zhupyna A. Yu., Bazalii H. H., Usyk L. O., Marchenko T. Yu., Lavrynenko Yu. O. Inheritance of plant height by winter wheat hybrids of different ecological genetic origin under irrigation conditions. *Agrarian Innovations*. 2021. Vol. 10. P. 122–129. doi: 10.32848/agrar.innov.2021.10.19. [in Ukrainian]
8. Vozhehova R. A., Maliarhuk M. P. Methods of field and laboratory research on irrigated lands. Kherson : Hrin D. S., 2014. 286 p. [in Ukrainian]

VOZHEGOVA R. A.¹, MARCHENKO T. Yu.¹, LAVRYNENKO Yu. O.¹, BAZALII H. H.¹, BAZALIY V. V.², MISHCHENKO S. V.³

¹ *Institute of climate-oriented agriculture of the Natl. Acad. Agr. Sci. of Ukraine, Ukraine, 67806, Odesa, Khlybodarske*

² *Kherson State Agrarian and Economic University, Ukraine, 73006, Kherson, Stritenska str., 23*

³ *Oleksandr Dovzhenko Ylkhiv National Pedagogical University, Ukraine, 41400, Sumska obl., Hlukhiv, Kyivska str., 24*

THE INFLUENCE OF FLOWERING PERIODS ON PRODUCTIVITY CHARACTERISTICS IN BREEDING SAMPLES OF SOFT WINTER WHEAT CREATED WITH THE INVOLVEMENT OF WESTERN EUROPEAN ECOTYPES

Aim. To determine the nature of the influence of flowering periods on productivity traits in soft winter wheat lines, which were created with the involvement of late-ripening samples of the Western European ecotype. **Methods.** Research methods are field, laboratory, selection-genetic, statistical. **Results.** The nature of the manifestation of the "date of flowering" trait in hybrids F1-F3 and selection numbers selected from hybrid populations with the participation of Western European ecotypes of soft winter wheat, the correlation dependence of the date of flowering, grain yield, ear length and the duration of the "flowering-maturity" period were established. Optimums for the manifestation of indicators that determined high yield and ear length were established. **Conclusions.** For each hybrid population created with the participation of parental components contrasting in duration of vegetation, it is necessary to develop a specific selection plan taking into account intra-population correlations of yield, flowering dates and the duration of the "flowering-maturity" period.

Keywords: varieties, hybrids, wheat, irrigation, selection, grain yield, ear length, ontogenesis phases.