

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

¹ Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України,
Україна, 67667, м. Одеса, смт. Хлібодарське, вул. Маяцька дорога, 24, 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

СТВОРЕННЯ АДАПТИВНОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОГРАФІЧНО ВІДДАЛЕНИХ ЕКОТИПІВ

Мета. Встановити характер впливу тривалості періоду «весняне відростання–цвітіння» на урожайність зерна у сортів південно-степового екотипу та ліній пшениці м'якої озимої, що створені з залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського екотипу. **Методи.** Польові дослідження проведені в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (м. Херсон, 2018–2024 рр., 46°38'24" пн. ш. 32°36'52" сх. д. та м. Одеса, 2023–2024 рр., 46°29'08.3" пн. ш. 30°44'36.6" сх. д.). Об'єктом досліджень були сорти пшениці озимої м'якої південно-степового екотипу та лінії, що отримані з використанням зразків західноєвропейського екотипу. **Результати.** Найбільша урожайність зерна була зафіксована у ліній з тривалістю періоду «відростання – цвітіння» 54–56 діб. Урожайність зерна у них становила 9,85–10,35 т/га за зрошення, проте, без зрошення урожайність зерна у цих ліній різко скорочувалась на 40–75 %. **Висновки.** Напрями селекції пшениці озимої м'якої в умовах Посушливого Степу можуть бути кардинально протилежними залежно від технологічного забезпечення. Висока посухостійкість генотипів та жаростійкість забезпечується скороченням періодом «весняне відростання–цвітіння». Селекція сортів інтенсивного типу для умов оптимальної вологозабезпеченості повинна використовувати в ролі вихідного матеріалу генотипи з подовженою вегетацією.

Ключові слова: сорти, пшениця, зрошення, селекція, урожайність зерна.

Тенденції зміни клімату на півдні України у напрямку аридизації актуалізують питання

створення сортів пшениці озимої з підвищеною адаптивністю до посухи. В одеському регіоні за останні десятиліття все частіше спостерігається посуха під час колосіння та цвітіння пшениці, що суттєво знижує урожайність зерна. Наявність ґрунтової вологи у критичний період онтогенезу пшениці озимої вирішує реалізацію генотипового потенціалу сорту. Нині все гостріше постає проблема змін клімату, що в Україні проявляється в опустелюванні степової зони та переміщенні посушливих регіонів до Лісостепу. У генотипів пшениці стійкість до зневоднення та високої температури є комплексною кількісною ознакою, що знаходиться у тісному зв'язку з факторами середовища [1].

Дефіцит вологи у ґрунті у критичну фазу онтогенезу «колосіння–цвітіння» негативно впливає на розвиток ознак продуктивності, біомасу, масу колоса, продуктивність рослин пшениці. Для відтворення нормального продукційного процесу за посухи є зрошення, або ж використання скоростиглих форм, що встигають сформувати певний рівень врожайності [2].

Використання в кумулятивній селекції географічно та генетично віддалених форм є основним методом створення перспективного вихідного матеріалу. У селекційній практиці не завжди вдається досягнути поставлених задач оскільки заважають низька поєднаність основних утилітарних показників рекомбінантів. Інтрогресивні лінії мають потенціал для використання у програмах поліпшення пшениці щодо стійкості до хвороб на півдні України, проте показники врожайності не корелювали зі стійкістю до хвороб, за виключенням стеблової іржі

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

та септоріозу. Від’ємна кореляція встановлена між ознаками якості та врожайністю зерна [3].

Залучення до селекційного процесу ендемічних форм з первинних генетичних центрів може характеризуватись досить великим різноманіттям, проте цінні селекційні зразки серед них займають незначну частку. Донори та носії окремих утилітарних та адаптивних ознак більш поширені у вторинних центрах, серед яких найбільш впливові – це центри, які формуються в зонах розташування селекційно-дослідних установ [4].

Більшу перспективу має залучення до култивативної селекції пшениці м’якої озимої зразків західноєвропейського типу з достатньо напрацьованими адаптивними та продуктивними ознаками [5, 6].

Залучення до синтетичної селекції пшениці озимої м’якої колекційних генотипів з півночі Західної Європи, що мають подовжену тривалість окремих фаз вегетації можуть надати можливість підвищення потенційної продуктивності рекомбінантних зразків. Проведення індивідуальних доборів у гібридних популяціях за тривалістю окремих міжфазних періодів можуть дати пояснення щодо обмеження продуктивності пшениці озимої з тривалим періодом яровизації та фотосинтетичною чутливістю [7].

Проведено дослідження з визначення одонуклеотидного поліморфізму – заміни А на G в положенні 5917 п. н., що диференціює алелі А та G, гену *TaSnRK2.8*. у сортів пшениці м’якої озимої селекції Інституту зрошувального землеробства НААН України та зіставлення детектованих алелів з даними за врожайністю та індексом посухостійкості. За даними аналізу з CAPS-маркерами встановлено, що сорти Анатолія, Овідій, Росинка, Херсонська безоста, Херсонська 99 характеризуються А алелем – аденін у положенні 5917 п. н. гену *TaSnRK2.8* – розмір фрагмента рестрикції 92 п. н., а сорти Соборна, Благо, Бургунка, Кошова – G алелем (розмір фрагмента рестрикції 78 п. н.). При вирощуванні на зрошенні врожайність зерна була більшою у сортів з G алелем [8].

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 екотипу з подовженим періодом вегетації та окремих міжфазних періодів, з підвищеним потенціалом урожайності [9].

Метою досліджень було встановити характер впливу тривалості періоду «весняне відростання–цвітіння» на урожайність зерна у сортів південно-степового екотипу та ліній пшениці м’якої озимої, що створені з залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського екотипу.

Матеріали і методи

Польові дослідження проведені в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (2018–2024 рр., м. Херсон, 46°38’24” пн. ш. 32°36’52” сх. д. та м. Одеса 2023–2024 рр., 46°29’08.3” пн. ш. 30°44’36.6” сх. д.). Об’єктом досліджень були сорти пшениці озимої м’якої південно-степового екотипу (селекція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) та лінії, що отримані з гібридів цих сортів та зразків колекції західноєвропейського екотипу з подовженою тривалістю вегетації (Франція, номери реєстрації Кф2-16, Кф4-16, Кф5-16). Добори з гібридних популяцій були досліджені в умовах зрошення та без поливу за урожайністю зерна та термінами фаз онтогенезу «весняне відростання–цвітіння». 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. Статистична обробка матеріалів досліджень проводилась за загальноновизнаними методиками [10, 11].

Результати та обговорення

Дослідження сортів пшениці південно-степового екотипу у двох локаціях (Херсон, Одеса) показали, що всі вони характеризуються однотипною тривалістю періоду «весняне відростання–цвітіння» (табл. 1).

Тривалість періоду «весняне відростання–цвітіння» становило 47–48 діб, що вказує на незначну варіабельність цих сортів за показниками групи стиглості. Урожайність зерна цих сортів при зрошенні знаходилась в межах 7,81–9,63 т/га. Урожайність зерна без поливу була майже вдвічі меншою, проте достатньо високою, враховуючи жорсткі агроєкологічні умови Південного Степу (4,24–5,42 т/га). Амплітуда мінливості урожайності при зрошенні була незначною, на відміну від неполивних умов. Коефіцієнт посухостійкості сортів південно-степового екотипу був на достатньо високому рівні. В середньому, потенціал урожайності цих сортів без зрошення реалізовувався на 50–60 %.

Таблиця 1. Параметри адаптивності та стабільності сортів пшениці за урожайністю зерна в умовах Південного Степу (Херсон, 2018–2021 рр.)

Сорти	Тривалість періоду «від- ростання–цвітіння»	Урожайність зерна, т/га				Параметри пластичності та стабільності		
		урожайність на зрошенні	урожайність без зрошення	min–max на зро- шенні	min–max без зро- шення	коефіцієнт посу- хостійкості	b_i	S^2_{di}
Соборна	48	9,63	5,15	9,21–10,20	3,78–7,15	0,53	1,10	0,46
Конка	47	8,58	5,21	7,43–9,61	3,55–7,27	0,61	0,92	0,99
Херсонбез ст	47	8,43	4,78	7,80–9,30	3,30–6,63	0,57	0,95	0,16
Леда	47	8,56	4,60	8,12–9,20	3,46–6,26	0,54	0,97	0,31
Кошова	48	9,51	5,42	9,12–10,19	4,18–7,64	0,57	1,05	0,29
Овідій	47	8,59	4,72	8,01–9,48	3,49–6,70	0,55	0,99	0,02
Кохана	47	8,54	4,43	7,85–9,62	3,29–6,32	0,52	1,04	0,13
Марія	47	9,21	4,68	8,34–10,18	3,44–6,55	0,51	1,12	0,27
Бургунка	47	8,73	4,67	8,25–9,32	3,26–6,48	0,54	1,00	0,50
Благо	47	8,95	4,66	8,38–9,37	3,43–6,69	0,52	1,05	0,95
Росинка	48	7,81	4,24	6,99–8,77	3,31–6,02	0,54	0,92	0,24
Анатолія	47	8,85	5,20	8,19–9,70	3,88–7,46	0,59	0,98	0,26
Херсон 99	47	8,25	4,97	6,67–9,55	3,75–7,03	0,60	0,91	0,35
НІР ₀₅ , т/га		0,19–0,21	0,12–0,13					

За показниками регресії урожайності на екологічні градієнти (b_i) всі вони належали до пластичних генотипів. Коефіцієнт регресії становив 0,91–1,12, що вказує на адекватну реакцію сортів на флуктуацію умов вирощування та достатньо високу здатність реалізації потенціалу урожайності за посушливих умов.

За вирощування сортів пшениці південно-степового екотипу та зразків ліній, що створені за участі пізньостиглих західноєвропейських екотипів в двох локаціях (Херсон, Одеса, зрошення та без зрошення), була встановлена значна мінливість тривалості періоду «відростання–цвітіння» (табл. 2).

Зразки ліній мали більш подовжений період онтогенезу «відростання–цвітіння». Тривалість цієї фази розвитку у більшості зразків становила 52–55 діб, що на 5–7 діб більше за місцеві сорти пшениці. Подовження тривалості періоду «відростання–цвітіння» у новостворених ліній стимулювало підвищення урожайності зерна. Найбільша урожайність зерна була зафіксована у ліній з тривалістю періоду «відростання–цвітіння» 54–56 діб. Урожайність зерна у них становила 9,85–10,35 т/га при зрошенні,

проте без зрошення урожайність зерна у цих ліній різко скорочувалася на 40–75 %. Коефіцієнт посухостійкості у високопродуктивних зразків був значно нижчим порівняно з сортами місцевої селекції, що вказує на низьку посухостійкість цих генотипів. Низька посухостійкість пізньостиглих форм вказує на несумісність високої потенційної зернової продуктивності пізньостиглих ліній та їх посухостійкості, що призводить до різкого падіння врожайності.

За показниками реакції генотипів на екологічні градієнти встановлено, що більшість ліній з подовженою тривалістю періоду «весняне відростання–цвітіння» належать до інтенсивних форм, що позитивно реагують на підвищення рівня вологозабезпеченості та різко знижують врожайність за умов посухи. Розрахований коефіцієнт регресії урожайності зерна на рівень родючості екологічного градієнта у більшості пізньостиглих форм перевищував 1,0, що вказує на їх високий показник інтенсивності. За високого рівня технологічного забезпечення їх урожайність зростає, проте — за низького рівня технології та посухи їх продуктивність буде різко знижуватись.

Таблиця 2. Параметри адаптивності і стабільності ліній пшениці, що створені за участі західно-європейських форм за урожайністю зерна в умовах Південного Степу (Херсон, Одеса, 2019–2024 рр.)

Педігрі гібридної популяції	Номер лінії	Параметри					
		Тривалість періоду «відростання – цвітіння»	Урожайність, т/га		Коефіцієнт посухостійкості	Коефіцієнт варіації урожайності, V, %	Пластичність, b_i
			на зрошенні	без зрошення			
Кф2-16 / Овідій	18-607	48	8,93	4,34	0,49	23,1	0,79
	18-626	48	8,51	4,95	0,58	17,6	0,85
	18-629	49	8,35	4,40	0,53	20,7	0,93
Кф4-16 / Овідій	18-644	52	8,67	3,13	0,36	31,3	0,92
	18-649	52	9,14	3,05	0,33	33,3	1,06
	18-658	52	9,07	3,29	0,36	31,2	1,04
Кф2-16 / Херсон. б.	18-681	55	10,14	2,23	0,22	42,6	1,24
	18-694	53	9,59	3,12	0,33	33,9	1,12
	18-704	56	9,75	3,01	0,31	35,2	1,15
Кошова / Кф2-16	18-706	54	9,85	3,50	0,36	31,7	1,05
	18-720	55	9,82	3,35	0,34	32,8	0,98
	18-728	53	9,42	3,70	0,39	29,1	0,95
Кф5-16 / Леда	18-752	55	10,12	3,93	0,39	29,4	1,34
	18-753	54	10,35	3,96	0,38	29,8	1,28
	18-769	53	9,79	4,18	0,43	26,8	1,03
Херсонська безоста		47	8,37	5,97	0,71	11,2	0,77
Соборна		48	9,03	5,05	0,56	18,8	0,84
Конка		47	8,58	5,11	0,60	16,9	0,90
Кошова		49	10,04	4,54	0,45	25,1	1,17
Марія		49	9,42	4,58	0,49	23,0	1,13
Росинка		47	7,98	5,20	0,65	14,1	0,73
Анатолія		48	8,98	5,12	0,57	18,3	0,87
Херсонська 99		47	8,25	5,89	0,71	11,1	0,81
Благо		48	8,90	4,36	0,49	22,8	0,93
Овідій		47	9,09	5,02	0,55	19,2	0,94
НІР ₀₅ , т/га			0,11–0,15	0,06–0,07			

Сорти місцевої селекції мали меншу тривалість періоду «весняне відростання–цвітіння» та мали меншу урожайність зерна при зрошенні. Зменшення урожайності може бути пов'язане з меншою тривалістю онтогенезу, зменшеною тривалістю фотосинтетичної активності та накопиченням біомаси, проте скоростиглі форми без зрошення мають менше шансів потрапити під посуху, що проявляється в період наливу зерна. Тому такі сортові зразки мають підвищену посухостійкість, що проявляється в їх «униканні» дії посухи та жару за рахунок скоростиглості. Урожайність їх без поливу була значно більшою порівняно з лініями з тривалим періо-

дом «відростання–цвітіння» та значно більшим був коефіцієнт посухостійкості.

В агроекологічних умовах напіваридного Південного Степу традиційна селекція пшениці озимої була акцентована на посухостійкість сортів. Такий напрям доборів підсвідомо підводив до скорочення тривалості вегетації, відхід від напряму селекції інтенсивних сортів для забезпечення стабільності прояву урожайності за оптимальних технологій при зрошенні та в умовах посухи. Цей напрям селекції забезпечив підвищення посухостійкості сортів пшениці південно-степового екотипу, забезпечив мінімізацію втрат урожаю від посухи, проте і зменшив потенціал продуктивності нових місцевих сор-

тів при оптимізованих технологіях (при зрошенні) за рахунок скорочення тривалості весняно-літньої вегетації та зменшення фотосинтетичного потенціалу. Такі припущення підтверджуються попередніми дослідженнями в яких було встановлено, що у всіх сортів селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН за системою *Vrn-1* сорти є носіями рецесивного генотипу. У генотипах сортів не детектовано збільшення копій гена *Ppd-B1*. Досліджені сорти є ранньостиглими та не мають достовірних відмінностей за строками колосіння та цвітіння, що добре узгоджується з результатами молекулярно-генетичного аналізу систем генів *Ppd-1* та *Vrn-1*, які контролюють тривалість вегетаційного періоду рослин пшениці [12].

Висновки

Напрями селекції пшениці озимої м'якої в умовах Посушливого Степу можуть бути кардинально протилежними залежно від технологічного забезпечення. Висока посухостійкість генотипів та жаростійкість забезпечується скороченим періодом «весняне відростання–цвітіння», скоростиглістю, що забезпечує уникання літніх посух та підвищення коефіцієнта посухостійкості.

Селекція сортів інтенсивного типу для умов оптимальної вологозабезпеченості повинна використовувати в ролі вихідного матеріалу генотипи з подовженою тривалістю періоду «весняне відростання–цвітіння» та «цвітіння–стиглість». Сорти з таким типом онтогенезу можуть мати високий потенціал урожайності за умов зрошення, проте низьку посухостійкість, жаростійкість та низьку урожайність без поливу.

References

1. Sidorenko M. V., Chebotar S. V. The effect of drought on wheat plants at different growth stages. *Odesa National University Herald. Biology*. 2020. № 25, Vol. 1 (46). P. 67–87. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205848](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205848).
2. Zhuk O. I., Stasik O. O. Winter wheat productivity formation under water deficit in soil. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*. 2022. Vol. 31. P. 49–54. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v31.1483>. [in Ukrainian]
3. Motsnyi I. I., Nargan T. P., Nakonechnyi M. Yu., Lyfenko S. Ph., Molodchenkova O. O., Mishchenko L. T. Diversity of wide hybridization derivatives of winter wheat for resistance to diseases and other alien characters. *Odesa National University Herald. Biology*. 2021. № 26, Vol. 2 (49). P. 51–72. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2\(49\).246884](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2(49).246884).
4. Lavrynenko Yu. O. Ecological and genetic variability of geographically distant material of grain crops. *Current problems of applied genetics, plant breeding and biotechnology. Scientific Works of the Nikitsky Botanical Garden*. 2009. Vol. 131. P. 138–144.
5. 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]
6. Demydov O. A., Volohdina H. B., Voloshchuk S. I., Humeniuk O. V., Kyrilenko V. V., Khomenko S. O. Parent material for breeding winter wheat with high disease resistance under environments of forest steppe of Ukraine. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*. 2019. Vol. 24. P. 63–69. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1080>.
7. 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].
8. Chebotar G. O., Oliynyk O. Ye., Chebotar S. V. Approbation of *TaSnRK2.8-A* gene marker analysis on Ukrainian bread winter wheat varieties. *Odesa National University Herald. Biology*. 2020. № 25. Vol. 2 (47). P. 83–94. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.2\(47\).218456](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.2(47).218456).
9. Zhupyna A. Yu., Bazalii H. H., Uysk 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. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.19>. [in Ukrainian]
10. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6 (1). P. 36–40.
11. Vozhehova R. A., Maliarhuk M. P. Methods of field and laboratory research on irrigated lands. Kherson : Hrin D. S., 2014. 286 p. [in Ukrainian]
12. Bakuma A. O., Chebotar G. O., Lavrynenko U. O., Chebotar S. V. Allelic status of the *PPD-1* and *VRN-1* genetic systems in winter wheat varieties of the Institute of irrigated agriculture of NAAS Ukraine. *Odesa National University Herald. Biology*. 2019. № 24, Vol. 1 (44). P. 49–64. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2019.1\(44\).168799](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2019.1(44).168799).

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

¹ Institute of Climate Smart Agriculture of the Natl. Acad. Agr. Sci. of Ukraine, Ukraine, 67806, Odesa, Khlybodarske, Mayatska doroga str., 24

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

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

CREATION OF ADAPTIVE WINTER WHEAT SOURCE MATERIAL IN THE SOUTHERN STEPPE USING GEOGRAPHICALLY DISTANT ECOTYPES

Aim. To establish the nature of the influence of the duration of the term “spring regrowth–flowering” on grain yield in varieties of the southern steppe ecotype and lines of soft winter wheat created using late-ripening samples of the Western European ecotype. **Methods.** Field studies were conducted at the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS (2018–2024, Kherson, 46°38'24" N 32°36'52" E and Odessa 2023–2024, 46°29'08.3" N 30°44'36.6" E). The object of the research was varieties of soft winter wheat of the southern steppe ecotype and lines obtained using samples of the Western European ecotype. **Results.** The extension of the duration of the “growth–flowering” period in newly created lines stimulated an increase in grain yield. The highest grain yield was recorded in lines with a duration of the “growth–flowering” period of 54–56 days. Their grain yield was 9.85–10.35 t/ha with irrigation. However, without irrigation, the grain yield in these lines sharply decreased by 40–75 %. **Conclusions.** The directions of breeding soft winter wheat in the conditions of the Arid Steppe can be radically opposite depending on the technological support. High drought resistance of genotypes and heat resistance are ensured by a shortened period of “spring regrowth–flowering”, early maturity. Selection of varieties of the intensive type for conditions of optimal moisture supply should use as starting material genotypes with an extended duration of the period of vegetation.

Keywords: varieties, wheat, irrigation, breeding, grain yield, ontogenesis phases.