

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

¹ Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України,
Україна, 67806, м. Одеса, смт Хлібодарське, ORCID: 0000-0002-3895-5633, 0000-0001-9442-8793,
0000-0001-6994-3443, 0000-0003-2842-0835, 0000-0002-3630-7579, 0000-0001-8351-2519, 0000-0002-
0581-7242

² Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
Україна, 65000, м. Одеса, вул. Дворянська, 2, ORCID: 0000-0002-9130-7272

³ Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Україна, 73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23, ORCID: 0000-0002-0581-7242

✉ tmarchenko74@ukr.net

КОРЕЛЯЦІЯ ВМІСТУ БІЛКА В ЗЕРНІ З УТИЛІТАРНИМИ ОЗНАКАМИ У СЕЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ, ЩО СТВОРЕНІ З ЗАЛУЧЕННЯМ ЗАХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИХ ЕКОТИПІВ

Мета. Встановити характер прояву ознаки «вміст білка в зерні» у лійній пшениці м'якої озимої, що створені з залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського екотипу. **Методи.** Польові дослідження проведені в Інституті зрошувального землеробства НААН у 2019-2021 рр. Об'єктом досліджень були сучасні сорти пшениці озимої селекції Інституту, колекційні зразки західноєвропейського екотипу, що були інтродуковані з Франції та гібриди, створені за їх участі. Методи досліджень – польові, лабораторні біохімічні, селекційно-генетичні, статистичні. **Результати.** Встановлено характер прояву ознаки «вміст білка в зерні» у селекційних номерів, що дібрані з гібридних популяцій за участі західноєвропейських екотипів пшениці м'якої озимої, кореляційно-регресійні моделі залежності вмісту білка в зерні, урожайності зерна та тривалості періоду «цвітіння-стиглість». Тривалість періоду «цвітіння-стиглість» коливалась у кращих номерів в межах 45-52 доби та в кожній вихідній гібридній комбінації були свої оптимуми, що детермінували високу урожайність та вміст білка в зерні. **Висновки.** Для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за тривалістю вегетації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньо популяційних кореляційно-регресійних моделей урожайності, вмісту білка в зерні та тривалості періоду «цвітіння-стиглість».

Ключові слова: сорти, гібриди, пшениця, зрошення, селекція, урожайність, вміст білка в зерні, скоростиглість.

За продовольчою значущістю пшениця займає провідне місце у світі, оскільки з її зерна виготовляють хлібні продукти для харчування людини. Біохімічний склад зерна пшениці в кількісному та якісному плані визначає його поживну цінність. Серед основних показників харчової цінності зерна пшениці превалює вміст білка, що може компенсувати обмеження споживання продуктів тваринного походження. Селекція є найбільш дієвим способом підвищення частки протеїну в зерновій масі, тому при створенні високопродуктивних сортів необхідно посилювати контроль за показниками харчової цінності зерна [1].

Ефективність виробництва зерна суттєво залежить від селекційних розробок сучасних високопродуктивних, стійких проти несприятливих умов вирощування сортів пшениці. Поряд з підвищенням продуктивності, однією з проблем науковців-аграрників є поліпшення якості зерна пшениці м'якої озимої [2]. Проблему труднощів поєднання високої продуктивності й високої якості зерна пшениці ще в минулі часи порушував академік П. П. Лук'яненко. При цьому він наголошував, що особливі складнощі та перспективи можуть виникати при залученні в селекційні програми сортів західноєвропейського екотипу [3].

Загальновідомо, що якісні показники зерна пшениці зумовлюються як генотипом, так і фенотиповою реалізацією в агроекологічних градієнтах. Детально про якість пшениці та взаємозв'язки між ознаками якості зерна в умовах зрошення досліджено А. П. Орлюком. Він наво-

© ВОЖЕГОВА Р. А., МАРЧЕНКО Т. Ю., ЧЕБОТАР С. В., ЛАВРИНЕНКО Ю. О.,
БАЗАЛІЙ Г. Г., ЖУПИНА А. Ю., БІДНИНА І. О., БАЗАЛІЙ В. В.

див дані щодо кореляції між параметрами якості зерна селекційних ліній пшениці й урожайністю, зокрема вміст білка може в деяких комбінаціях слабко, але істотно різновекторно корелювати з урожайністю зерна пшениці [4].

Одночасний добір за врожайністю зерна та хлібопекарськими якостями є серйозною проблемою у селекції пшениці й для усунення небажаної негативної кореляції між обома ознаками було розроблено кілька концепцій. Можливість досягнення одночасного генетичного покращення врожайності зерна, вмісту білка та якості білка досліджується для створення сортів більш ефективних з точки зору використання ресурсів [5].

Індекси геномної селекції, що ґрунтуються на відхиленнях регресії для досліджених ознак, виявили великі переваги у виявленні генотипів, ефективних з точки зору використання ресурсів, які поєднують як високий потенціал врожайності, так і порівняно високу якість. Таким чином, геномна селекція відкриває можливість для відбору безлічі ознак у ранніх поколіннях. Саме здійснення геномної селекції в багатьох національних та міжнародних програмах селекції рослин за останні роки підкреслює потенціал цього нового інструменту для прискорення генетичного вдосконалення культурних рослин [6].

Попередніми дослідженнями було проведено аналіз генетичних пулів сортів пшениці з країн Західної Європи та України на основі МС-маркерів. Було встановлено, що розподіл частот алелів МС-локусів, що характерний для пулу сортів пшениці України, статистично відрізняється від частот західноєвропейського регіону [7]. 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 [8].

До геномної селекції були запропоновані різні моделі прогнозування, зокрема моделювання взаємодії маркерів із середовищем, коли попередня інформація від супутньої ознаки до-

ступна раніше, ніж основна ознака, що важлива селекціонеру. Такий метод важливий селекціонеру для проведення одночасного добору основних агрономічних ознак, таких як урожайність зерна та вміст білка, що становить серйозну проблему в селекції пшениці через сильну негативну кореляцію між обома ознаками [9]. Як уже зазначали, ця кореляція ускладнює одночасне покращення обох ознак, враховуючи, що вміст білка в зерні є одним з важливих визначальних факторів якості хлібних продуктів [10, 11].

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 [12].

Мета і задачі дослідження – встановити характер прояву ознаки «вміст білка в зерні» у ліній пшениці м'якої озимої, що створені з залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського еко типу. Встановити кореляційно-регресійні моделі залежностей вмісту білка в зерні з тривалістю міжфазного періоду «цвітіння-стиглість зерна» та урожайністю зерна в елітних номерів в селекційних розсадниках.

Матеріали і методи

Польові дослідження проведені в Інституті зрошуваного землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) у 2019-2021 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 та оцінені за показниками білковості зерна, урожайності, тривалості періоду «цвітіння-стиглість» та іншими господарськими ознаками. Біометричні виміри, біохімічні аналізи, обліки урожайності проводили за загально визначеними методиками [13]. 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 мінімальний вміст білка

в зерні номерів знаходилась в межах 11-12 % (табл. 1). Максимальний вміст білка в зерні був зафіксований на рівні 15,5-16,6 % у лній з гібридних популяцій Кф4-16 / Овідій та Кф2-16 / Херсонська безоста. За середніми показниками вмісту білка в зерні відзначились комбінації Кф2-16 / Херсонська безоста (14,74 %) та Кошова / Кф2-16 (13,12 %).

Коефіцієнт мінливості вмісту білка в зерні селекційних номерів був на невисокому рівні, що характерно для показника «вміст білка в зерні» в цілому у всіх селекційних номерів пшениці. У гібридних комбінацій Кф4-16 / Овідій (8,46 %), Кф5-16 / Леда (7,69 %), Кф2-16 / Херсонська безоста (5,56 %), він був дещо вищим, що свідчить про можливу ефективність доборів за показниками вмісту білка в зерні. Особлива перспектива доборів можлива з гібридних популяцій, що мають високі внутрішньо-популяційні мінливості вмісту білка в зерні та високу білковість селекційних номерів (Кф2-16 / Херсонська безоста).

Розрахунки коефіцієнта кореляції між вмісту білка в зерні та тривалістю періоду «цвітіння-стиглість» у селекційних номерів показали низьку залежність між цими ознаками. Так, коефіцієнти кореляції знаходились на рівні від -0,281 до 0,413, що вказує на можливість доборів за вмісту білка в зерні у всіх групах з різною тривалістю періоду «цвітіння-стиглість». Найвища позитивна кореляція цих ознак спостерігалась у номерів гібридної комбінації Кф4-16 / Овідій ($r = 0,413$), проте слід відзначити, що у номерів цієї комбінації був найбільший розмах

мінливості вмісту білка в зерні зерна (11,6-15,5 %) та найвищий показник варіації ознаки (8,46 %).

Кореляція вмісту білка в зерні та урожайності зерна селекційних номерів також була на низькому рівні (від -0,358 до 0,333). Винятком стала гібридна комбінація Кф5-16 / Леда, що мала коефіцієнт кореляції між цими ознаками 0,609. Однак, характерним є те, що ця гібридна комбінація мала найнижчі показники вмісту білка в зерні як за середнім значенням (12,10 %), так і розмахом прояву ознаки (11,3-14,1 %). Такі кореляції цих ознак вказують на можливість одночасного добору на зернову продуктивність та якість зерна.

Більш детальний аналіз кореляційно-регресійних взаємозв'язків міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» і вмісту білка в зерні у загальній вибірці селекційних номерів показав, що існує криволінійна залежність цих ознак. Встановлено, що максимальний вміст білка в зерні переважно проявляється у селекційних номерів з тривалістю періоду «цвітіння-стиглість» в межах 46-50 дб. Вихід за ці параметри призводить до зменшення вмісту білка в зерні у селекційних зразків.

Розрахунки кореляційно-регресійної моделі залежності урожайності та вмісту білка в зерні у загальній вибірці селекційних номерів показав, що тут також переважає криволінійна залежність цих ознак. Криволінійна залежність значно послаблює прямолінійні кореляції між цими ознаками до мінімальних значень, що відмічалось за аналізу даних табл. 1.

Таблиця 1. Мінливість вмісту білка в зерні у селекційних номерів пшениці м'якої озимої контрольного розсадника (2019-2021 рр.)

Педігрі селекційних зразків (гібридна популяція)	Кількість зразків шт.	Параметри				
		Вміст білка в зерні, min-max, (%)	Середнє та похибка вибіркової середньої	Коефіцієнт мінливості вмісту білка в зерні, %	Кореляційний зв'язок вмісту білка в зерні з тривалістю періоду «цвітіння-стиглість», r	Кореляційний зв'язок вмісту білка в зерні з урожайністю, r
Кф 2-16 / Овідій	20	12,2-13,8	12,76±0,15	3,92	0,263	-0,358
Кф4-16 / Овідій	20	11,6-15,5	13,01±0,34	8,46	0,413	0,333
Кф2-16 / Х. без.	20	13,8-16,6	14,74±0,25	5,56	-0,019	0,179
Кошова / Кф2-16	20	12,4-14,4	13,12±0,18	4,42	-0,231	-0,065
Кф5-16 / Леда	20	11,3-14,1	12,10±0,29	7,69	-0,281	0,609
За всіма комбінаціями	600	11,6-16,6	13,14±0,17	8,88	-0,148	-0,036

Був проведений аналіз кореляційно-регресійних моделей залежності міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» і вмісту білка в зерні у селекційних номерів, що дібрані з окремих гібридних популяцій. Так, у ліній з гібридної популяції Кф2-16 / Овідій встановлена майже прямолінійна залежність між цими ознаками, хоч і на низькому рівні значущості. Коефіцієнт кореляції становив 0,263, проте не відмічений певний рівень градації періоду «цвітіння-стиглість» з максимальним проявом вміст білка в зерні у сімей з цієї гібридної популяції, тому добори генотипів з високим вмістом білка в зерні можливо проводити в цій гібридній популяції з різною тривалістю репродуктивного періоду вегетації.

Розрахунок кореляційно-регресійної моделі залежності урожайності і вмісту білка в зерні у селекційних номерів, що дібрані з гібридної популяції Кф2-16 / Овідій, показав, що підвищення урожайності зерна призводить до зниження вмісту білка в зерні, що погіршує прогнози одночасного добору за цими двома показниками. Висока продуктивність (урожайність понад 9,5 т/га) обмежується вмістом білка в зерні в межах 12-12,5 %, і це є вагомою перешкодою для доборів в цій популяції за ознаками продуктивності та якості зерна.

У ліній, дібраних з гібридної популяції Кф4-16 / Овідій, залежність тривалості періоду «цвітіння-стиглість» і вмістом білка в зерні носить переважно прямолінійний характер. Проводити результативні добори високобілкових генотипів можливо в групах стиглості з подовженою тривалістю періоду «цвітіння-стиглість» (в межах 50-52 діб). Така тривалість репродуктивного періоду вегетації може забезпечити вміст білка в зерні дібраних генотипів в межах 13,5-15,0 %.

У більшості селекційних номерів, що дібрані з різних гібридних популяцій, залежність між вмісту білка в зерні та тривалістю міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» визначалась чіткою криволінійністю з певними параметрами максимуму вмісту білка в зерні. Так, максимальний вміст білка в зерні (14,5-16,6 %) у селекційних номерів з гібридної комбінації Кф2-16 / Херсонська безоста був в межах тривалості репродуктивного періоду 47-49 діб, і як скорочення, так і подовження цього періоду призводило до зменшення вмісту білка.

Така ж закономірність спостерігалась і за проявом вмісту білка в зерні у високоврожайних форм з гібридної комбінації Кф2-16 / Херсонська безоста. І хоч лінійна кореляція була слабкою позитивною ($r = 0,179$), проте, з наближенням урожайності зерна у селекційних номерів до позначки 10 т/га, вміст білка в зерні знижувався. Ця гібридна комбінація була найбільш перспективною для доборів на підвищення продуктивності та вмісту білка в зерні, хоч і її не оминула тенденція обмеження білковості при зростанні урожайності зерна.

За результатами комплексної оцінки перспективних номерів було ідентифіковано лінії, що поєднують цінні господарські ознаки (табл. 2).

Найбільш перспективними виявились гібридні популяції Кф2-16 / Херсонська безоста, Кошова / Кф2-16. Доборами з цих комбінацій вдалось виділити лінії, що поєднують високу урожайність зерна та вміст білка в зерні. Урожайність зерна у селекційних номерів 18-681, 18-694, 18-704 (гібридна комбінація Кф2-16 / Херсонська безоста) становила 9,39-10,10 т/га за вмістом білка в зерні 14,7-16,6 %. Деякі меншими параметрами урожайності та вмісту білка в зерні характеризувались номери з гібридної популяції Кошова / Кф2-16 (урожайність зерна – 9,40-9,77, вміст білка в зерні – 13,5-14,4 %).

Найбільша урожайність зерна була зафіксована у зразків з гібридної популяції Кф5-16 / Леда (9,98-10,80 т/га). Однак, така висока урожайність ліній з цієї комбінації не поєднувалась з високою білковістю (вміст білка в зерні 13,0-14,1 %). Це вказує на те, що все-таки існує проблема селекційного поєднання високої зернової продуктивності та вмісту білка в зерні.

Одночасне підвищення урожайності та вмісту білка в зерні, було можливим і в наших дослідженнях за традиційних «фенотипових доборів», проте, таке синхронне підвищення цих ознак більш притаманне для гібридних гетерогенних популяцій із заниженими параметрами прояву вмісту білка в зерні та урожайності (Кф4-16 / Овідій) або ж за однією з ознак (низький вміст білка в зерні Кф5-16 / Леда).

Тривалість періоду «цвітіння-стиглість» коливалась у кращих зразків в межах 45-52 доби та в кожній вихідній гібридній комбінації були свої оптимуми, що детермінували високу урожайність та вміст білка в зерні.

Таблиця 2. Характеристика кращих селекційних номерів пшениці м'якої озимої контрольного розсадника за показником «вміст білка в зерні» та іншими ознаками, що створені з залученням західноєвропейських зразків (2019-2021 рр.)

Педігрі гібридної популяції	Номер лінії	Параметри						
		Вміст білка в зерні, %	Висота рослин		Тривалість періоду «цвітіння-стиглість», діб	Довжина колоса		Урожайність зерна, т/га
			см	V, %		г	V, %	
Кф2-16 / Овідій	18-607	13,8	113,0	2,34	50	8,67	6,66	9,03
	18-626	13,4	103,3	2,96	47	8,09	8,35	8,42
	18-629	13,1	93,6	3,43	46	8,33	6,93	8,53
Кф4-16 / Овідій	18-644	13,6	97,0	1,11	45	9,67	5,97	7,67
	18-649	13,9	97,2	2,02	52	7,67	7,50	8,04
	18-658	15,5	110,3	2,28	51	9,15	7,36	8,12
Кф2-16 / Херсон. б.	18-681	14,7	116,0	2,20	49	9,38	12,40	10,10
	18-694	15,3	99,3	2,10	46	8,72	6,48	9,39
	18-704	16,6	98,0	1,02	49	10,36	6,17	9,45
Кошова / Кф2-16	18-706	13,6	101,3	1,51	46	10,60	7,11	9,77
	18-720	13,5	106,5	2,37	47	10,48	6,28	9,42
	18-728	14,4	96,1	3,76	45	10,39	7,06	9,40
Кф5-16 / Леда	18-752	13,0	109,2	0,92	49	11,13	6,93	10,28
	18-752	14,1	82,4	4,91	48	10,14	14,29	10,80
	18-776	13,1	102,6	3,53	52	11,01	6,93	9,98
Херсонська безоста, st		13,8	95,3	-	47	9,24	-	8,47
НІР ₀₅								0,26

Високі значення урожайності та вміст білка в зерні у ліній з комбінації Кф2-16 / Херсонська безоста спостерігались за тривалості періоду «цвітіння-стиглість» 46-49 діб, у ліній з комбінацій Кф2-16 / Овідій та Кф4-16 / Овідій – за тривалості періоду 50-51 доба. Отже, можемо констатувати, що подовження тривалості періоду «цвітіння-стиглість» дещо підвищує урожайність зерна у селекційних номерів з окремих гібридних популяцій, проте на вміст білка в зерні такий вплив малозначущий.

Виходячи з вищевикладеного, при проведенні доборів за вмісту білка в зерні та урожайністю зерна необхідно враховувати можливі кореляційно-регресійні моделі між ними та тривалістю міжфазного періоду «цвітіння-стиглість». Для умов зрощення можливо використовувати гібридні гетерогенні популяції, в яких зафіксована кореляція між вмістом білка в зерні колоса та тривалістю репродуктивного міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» (Кф4-16 / Овідій), вмістом білка в зерні з урожайністю (Кф5-16 / Леда).

Висновки

Одночасне підвищення урожайності та вмісту білка в зерні традиційними доборами можливе, проте таке синхронне підвищення цих ознак більш придатне для гібридних гетерогенних популяцій з заниженими параметрами прояву вмісту білка в зерні та урожайності.

Для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за тривалістю вегетації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньо популяційних кореляційно-регресійних моделей урожайності, вмісту білка в зерні та тривалості періоду «цвітіння-стиглість».

Тривалість періоду «цвітіння-стиглість» коливалась у кращих зразків в межах 45-52 доби та в кожній вихідній гібридній комбінації були свої оптимуми, що детермінували високу урожайність та вміст білка в зерні. Подовження тривалості періоду «цвітіння-стиглість» дещо підвищує урожайність зерна у селекційних номерів, що дібрані з окремих гібридних популяцій, проте на вміст білка в зерні такий вплив малозначущий.

References

1. Kolyuchy V. T. Selection of winter wheat for grain quality in the Forest Steppe of Ukraine. *Plant Breeding and Seed Production*. 2011. Vol. 100. P. 160–171. doi: 10.30835/2413-7510.2011.66545. [in Ukrainian]
2. Hellemans T., Landschoot S., Dewitte K., van Bockstaele F., Vermeir P., Eeckhout M., Haesaert G. Impact of crop husbandry practices and environmental conditions on wheat composition and quality : a review. *J. Agric. Food Chem.* 2018. Vol. 66 (11). P. 2491–2509. doi: 10.1021/acs.jafc.7b05450.
3. Lukyanenko P. P. Breeding of new varieties of winter wheat of intensive type. *Bulletin of Agricultural Science*. 1970. Vol. 4. P. 54–61. [in Russian]
4. Orlyuk A. P. Adaptive and productive potentials of wheat: monograph. Kherson : Naddniprovska Pravda, 2002. 272 p. [in Ukrainian]
5. Michel S., Ametz C., Gungor H., Epure D., Grausgruber H., Löschenberger F., Buerstmayr H. Genomic selection across multiple breeding cycles in applied bread wheat breeding. *Theor Appl Genet*. 2016. Vol. 129. P. 1179–1189. doi: 10.1007/s00122-016-2694-2.
6. Marulanda J. J., Mi X., Melchinger A. E., Xu J.-L., Würschum T., Longin C. F. H. Optimum breeding strategies using genomic selection for hybrid breeding in wheat, maize, rye, barley, rice and triticale. *Theor Appl Genet*. 2016. Vol. 129. P. 1901–1913. doi: 10.1007/s00122-016-2748-5.
7. Chebotar S. V., Börner A., Sivolap Yu. M. Analysis of the dwarfing genes in the genotypes of bread wheat cultivars of Ukraine. *Tsitol Genet*. 2006, Vol. 40 (4). P. 12–23. [in Russian]
8. Stelmakh A. F., Fayt V. I. Related to Ppd-1 and Vrd gene systems peculiarities of initial development rate in new European winter bread wheat cultivars. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*. 2019. Vol. 24. P. 166–171. doi: 10.7124.FEEO.v24.1095. [in Ukrainian]
9. Gabriel D., Pftzner C., Haase N., Hüsken A., Prüfer H., Greef J.-M., Rühl G. New strategies for a reliable assessment of baking quality of wheat-rethinking the current indicator protein content. *J Cereal Sci*. 2017. Vol. 77. P. 126–134. doi: 10.1016/j.jcs.2017.08.002.
10. DePauw R. M., Knox R. E., Clarke F. R., Wang H., Fernandez M. R., Clarke J. M., McCaig T. N. Shifting undesirable correlations. *Euphytica*. 2007. Vol. 157. P. 409–415. doi: 10.1007/s10681-007-9379-5.
11. Ly D., Chenu K., Gaufreteau A., Rincet R., Huet S., Gouache D., Martre P., Bordes J., Charmet G. Nitrogen nutrition index predicted by a crop model improves the genomic prediction of grain number for a bread wheat core collection. *F Crop Res*. 2017. Vol. 214. P. 331–340. doi: 10.1016/j.fcr.2017.09.024.
12. Zhupina A. Yu., Bazaliy G. G., 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/agr.ar.innov.2021.10.19. [in Ukrainian]
13. Vozhegova R. A., Lavrynenko Yu. O., Malyarchuk M. P. Methods of field and laboratory research on irrigated lands. Kherson : Grin D. S., 2014. 286 p. [in Ukrainian]

VOZHEHOVA R. A.¹, MARCHENKO T. Yu.¹, CHEBOTAR S. V.², LAVRYNENKO Yu. O.¹, BAZALII H. G.¹, ZHUPINA A. Yu.¹, BIDNINA I. O.¹, BAZALIY V. V.³

¹ *Institute of climate-oriented agriculture of NAAS, Ukraine, 67806, Odesa, Hlibodarske vill.*

² *Odesa National Mechnykov University, Department of Genetics and Molecular Biology, Ukraine, 65082, Odesa, Dvoryanska str., 2*

³ *Kherson State Agrarian and Economic University, Ukraine, 73006, Kherson, Streetenska str., 23*

CORRELATION OF GRAIN PROTEIN CONTENT WITH UTILITARIAN CHARACTERS IN BREEDING SAMPLES OF WINTER WHEAT, CREATED WITH THE INVOLVEMENT OF WESTERN EUROPEAN ECOTYPES

Aim. To establish correlation-regression models of dependences of grain protein with the duration of the interphase period "flowering- grain maturity" and grain yield in elite numbers in breeding nurseries. **Methods.** Field research was carried out at the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Sciences in 2019-2021. The object of research was modern winter wheat varieties of the Institute; collection samples of the Western European ecotype that were introduced from France and hybrids created with their participation. Research methods are field, laboratory, biochemical, selection-genetic, statistical. **Results.** The nature of the manifestation of the trait "grain protein" in selection numbers selected from hybrid populations with the participation of Western European ecotypes of soft winter wheat, correlation-regression models of the dependence of protein, grain yield and the duration of the "flowering-maturity" period were established. The duration of the period "flowering-ripeness" ranged from 45 to 52 days in the best numbers, and each original hybrid combination had its own optimum, which determined high yield and protein content of the grain. **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 correlation-regression models of productivity, grain protein content and the duration of the "flowering-maturity" period. **Keywords:** varieties, hybrids, wheat, irrigation, selection, productivity, protein content, early maturity.