

## СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.111:633.1:631.527

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.13>

### ГЕНЕТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ І РЕКОМБІНАЦІЯ ОЗНАК СТІЙКОСТІ ДО ВИЛЯГАННЯ У ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

**БАЗАЛІЙ В.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор  
<https://orcid.org/0000-0002-0581-7242>

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
**ДОМАРАЦЬКИЙ Є.О.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0003-3912-1611>

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
**БОЙЧУК І.В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-6309-2307>

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
**ТЕТЕРУК О.В.** – асистент  
<https://orcid.org/0000-0002-7297-4029>

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
**КОЗЛОВА О.П.** – кандидат сільськогосподарських наук, асистент  
<https://orcid.org/0000-0002-9062-5981>

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
**БАЗАЛІЙ Г.Г.** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
<https://orcid.org/0000-0003-2842-0835>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** В Україні провідною культурою є пшениця озима, яка становить основу формування зернового балансу країни. Висока екологічна пластичність пшениці, здатність формувати врожаї в широкому діапазоні географічних зон та кліматичних умов, а також, що головне, висока харчова цінність зерна зробили її основним продуктом харчування для половини людства [1].

Сучасні методи селекції пшениці озимої засновані на доборі рекомбінантних біотипів із гібридних популяцій, створених на базі екологічно віддалених форм, а також використанні в гібридизації свого вихідного матеріалу [2].

Пошуки нових генетичних варіантів рослин у гібридних популяцій повинні бути спрямовані на підвищення їх специфічної адаптації до основних чинників інтенсифікації виробництва і стійкості до різних нерегульованих ушкоджувальних чинників середовища. Серед господарсько-корисних ознак стебло рослин виконує важливі біологічні функції в онтогенезі рослин, його довжина й особливості морфологічної й анатомічної структур значно впливають на розвиток інших ознак, особливо на стійкість рослин до вилягання. Це забезпечує реалізацію врожайного потенціалу генотипу і запобігає втраті під час збирання врожаю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наявна перевага низькорослих сортів пшениці озимої в інтенсивному землеробстві є приводом до посиленого вивчення генетики довжини стебла і встановлення моделі сорто-типу за висотою рослин для зрошуваних і незрошуваних умов вирощування.

Низька стійкість до вилягання у рослин пшениці є домінантною ознакою і контролюється одним-двома факторами, при цьому генетична різниця за ознаками,

які зумовлюють вилягання пшениці, проявляється лише за специфічних умов довкілля [3–5].

За даними вчених [6; 7], ознака низькорослості контролюється кількома рецесивними і частково домінантними або лише домінантними генами, відповідно до цього висота рослин змінювалась на 10–40%. Крім того, вказано також на дію генів-модифікаторів.

Удосконалення нових сортів пшениці відбулося в напрямі зниження висоти рослин від 124–138 см до 64–92 см. Створення короткостеблових сортів універсального типу дає змогу досягти високого рівня адаптивності за рахунок підвищення і стабілізації ознак зимостійкості, посухостійкості, фітозахворювань [8–10].

На думку низки вчених [11–13], головним напрямом у селекції, спрямованій на подальше нарощування врожайності та адаптивного потенціалу, є створення низькорослих і середньорослих сортів універсального типу, стійких до вилягання і хвороб, толерантних до загущення посівів. Для досягнення цієї мети необхідно створити особливий морфологічний тип рослин, а під час добору варто приділяти більше уваги формі і розмірам листків та колосу [11].

Отже, визначивши характер прояву кількісних ознак залежно від умов вирощування в різних за морфо-біологічними особливостями сортах і формах пшениці озимої, на їх основі створювали гібридні популяції з метою виявлення характеру мінливості, успадкування, генетичного контролю і добору форм із необхідним комплексом ознак, які за фенотипом відповідають ідеальному сорто-типу за висотою рослин.

**Мета статті** полягає у встановленні генетичного контролю і рекомбінації ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці за різних умов вирощування.

**Матеріали та методика досліджень.** У дослідженнях використовували сорти і форми різного генетичного й екологічного походження. Вихідні сорти і форми для схрещувань відбирались так, щоб забезпечити комплекс прояву цінних біологічних і господарських ознак.

Дослідження проводились на дослідних полях Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрно-економічний університет» і Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук України.

У досліді використовувалась загальноприйнята агротехніка вирощування пшениці озимої на Півдні України.

Усі необхідні обліки, оцінки та спостереження виконувались згідно із загальноприйнятими методами державного сортовипробування.

Генетико-статистичний і дисперсійний аналізи проводили відповідно до методичних указівок [14; 15].

Успадкованість у широкому значенні визначали через варіанти батьків і гібрида [16].

Ступінь фенотипового домінування розраховували за методом Гриффінга [17].

Трансгресивну мінливість розраховували за формулами Г.С. Воскресенської, В.М. Шпота [18].

Параметри стабільності й пластичності визначались за методичними вказівками S.A. Eberhart, W.A. Russel [19].

**Результати досліджень.** Низка досліджень про те, які генетичні фактори визначають стійкість рослин до вилягання і де вони локалізовані, залишаються дискусійними [7], а сам фактор зв'язку стійкості до вилягання з низькорослістю рослин пшениці вважається доведеним.

Наші дослідження показали, що в гібридних популяціях, які створені на генетичній основі високорослих (110 см і вище) батьківських форм (тип  $P_1$  високорос-

лий /  $P_2$  високорослий), спостерігалось проміжне успадкування (табл. 1).

Домінування високорослості в цього типу схрещувань виявилось у 18,4–21,5% комбінацій, а домінування низькорослості спостерігалось лише у деяких гібридів (3,1–4,6%). Гетерозис за висотою рослин виявлявся також у незначної частини гібридів  $F_1$ , а у  $F_2$  він був повністю відсутній.

У гібридів  $F_1$ , які одержані від схрещувань різних за висотою рослин сортів пшениці озимої (тип  $P_1$  високорослий /  $P_2$  низькорослий), кількість випадків домінування високорослості різко підвищилась (до 80,9%). Домінування низькорослості в цього типу схрещування мав невелику питому вагу (3,8%). Особливістю цих гібридних популяцій було те, що у  $F_2$  і  $F_3$  різко збільшувалась кількість популяцій із проміжним характером успадкування за рахунок гібридів, які характеризувалися у  $F_1$  домінуванням і наддомінуванням висоти рослин.

Схрещування низькорослих сортів (тип  $P_1$  низькорослий /  $P_2$  низькорослий) значно збільшувало (до 9,5%) кількість комбінацій із гетерозисом за довжиною стебла. Особливо чітко цей тип успадкування проявлявся у гібридів від схрещування сортів Одеська напівкарликова, Русалка, Санія, NS471, Обрій, Херсонська безоста, Вікторія одеська, Соломія, Знахідка та інші. Домінування більш високої батьківської форми в комбінаціях ( $P_1$  низькорослий /  $P_2$  низькорослий) виявилось у 29,5–33,0% комбінацій і залишилось майже без зміни від першого до третього покоління.

Використання напівкарликових сортів, зокрема й Одеської напівкарликової як рекурентного компонента, вже за двох бекросів майже повністю відтворює свій фенотип у гібридних нащадках. Так, двократне насичення простого гібрида Херсонська безоста / Одеська напівкарликова сортом Одеська напівкарликова дозволило одержати низькорослу популяцію. Ступінь домі-

**Таблиця 1 – Успадкування висоти рослин у гібридів пшениці озимої (залежно від батьківських компонентів)**

Покоління	Гібридів усього	Тип успадкування							
		гетерозис		домінування високорослості		проміжне успадкування		домінування низькорослості	
		кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
P <sub>1</sub> високорослий / P <sub>2</sub> високорослий									
F <sub>1</sub>	65	5	7,6	12	18,5	45	64,2	3	4,6
F <sub>2</sub>	65	0	0	14	21,5	45	64,2	2	3,1
F <sub>3</sub>	65	0	0	12	18,4	51	78,4	2	3,2
P <sub>1</sub> високорослий / P <sub>2</sub> низькорослий									
F <sub>1</sub>	105	2	1,9	85	80,9	14	13,3	4	3,8
F <sub>2</sub>	105	0	0	54	51,4	48	45,7	3	2,8
F <sub>3</sub>	105	0	0	56	53,3	46	43,8	3	2,8
P <sub>1</sub> низькорослий / P <sub>2</sub> низькорослий									
F <sub>1</sub>	115	11	9,5	36	31,3	55	47,8	13	11,3
F <sub>2</sub>	115	5	4,3	34	29,5	68	59,1	8	6,9
F <sub>3</sub>	115	4	3,4	38	33,0	64	55,6	7	6,1

нування (hp) в  $F_1$  у цієї популяції становить 0,77, що свідчить про домінування високорослості, але вже одне зворотне схрещування напівкарликовою формою призвело до різкого зниження довжини стебла (hp = 0,12).

Ще більше спостерігався вплив генів короткостебловості Одеської напівкарликової під час схрещування її з короткостебловими сортами Херсонська 86, Херсонська ювілейна, де у  $F_1$  спостерігалось наддомінування висоти рослин (hp = 4,5), а за зворотного схрещування у  $BC_1$  виявлялась депресія за цією ознакою (hp = -1,25).

Характер розподілу рослин за довжиною стебла у гібридів пшениці озимої залежить від їх походження. При цьому особливу увагу привертають позитивні трансгресивні форми, одержані від схрещування низькорослих сортів і негативні, отримані з високорослих популяцій. Вони вирізняються високою продуктивністю і за деякими параметрами значно перевищують інші біотиби гібридних популяцій (табл. 2).

Загальною закономірністю було те, що з підвищенням ступеня домінування довжини стебла в гібридних популяціях частота трансгресивних форм знижувалась, а у високорослих – підвищувалась. Особливу увагу викликають гібридні популяції, які створені з участю сортів Одеська напівкарликова, Херсонська 552, Обрій, Альбатрос одеський, Вікторія одеська, Кохана, Куяльник, Русалка, NS314, NS371.

Їх використання в процесі зворотних схрещувань дозволило одержати більше господарсько-корисних позитивних трансгресивних біотипів за довжиною стебла (10,4%) (табл. 2). Ці комбінації формували значну кількість низькорослих генотипів, які дали змогу створити на їх основі високопродуктивні сорти (Мрія Херсона, Херсонська 86, Асканійська, Асканійська берегиня, Перлина).

У наших селекційно-генетичних дослідженнях використовувались різні джерела короткостебловості, але найбільший внесок у формування низькорослих рекомбінантів зробили КМБ1, Русалка, Одеська напівкарликова, Саня, NS371, Херсонська 86. Під час їх вивчення у спеціальних циклічних схрещуваннях із різними формами і сортами спостерігали різний генетичний контроль довжини стебла.

Так, під час гібридизації низькорослих сортів між собою у  $F_1$  деяких комбінацій за довжиною стебла виявлявся гетерозис або повне домінування, що викликало появу у  $F_2$  високорослих трансгресивних біотипів. Аналіз цих генотипів виявив, що їх нащадки ведуть себе по-різному у  $F_3$ – $F_4$ , але їх більшість (65–70%), як правило, формували константні морфобіотиби. Очевидно, батьківські форми відрізнялися між собою домінантними неалельними генами, що, можливо, зумовило появу цих позитивних трансгресій комплементарною взаємодією домінантних алелів або кумулятивним ефектом домінантних генів.

Характерною особливістю гібридів з адитивною взаємодією спадкових факторів є підвищення значення середньої величини ознаки з порівняно високими показниками дисперсії [20]. У наших дослідках це було характерним для гібридних популяцій КМБ1 / Русалка, Одеська напівкарликова / Херсонська 86, Одеська напівкарликова / Обрій ( $G^2 = 48.7-64.5$ ).

На думку вчених [21], підвищення середнього значення ознаки з одночасними збільшенням дисперсії в розщеплювальних поколіннях зумовлене комплементарною взаємодією генів. У наших дослідженнях це характеризувалося зберіганням ефекту гетерозису у  $F_2$  і значним збільшенням мінливості ( $G^2 = 112,4 - 121,4$ ) у гібридних популяцій, які були створені за участю

Таблиця 2 – Характер формування рослин за довжиною стебла у гібридів  $F_3$  пшениці озимої, %

Гібридна популяція	Високорослих	Середньорослих	Низькорослих	Трансгресія	
				НР	ВР
Херсон. 99 / Од. напівкарликова	35,5±1,8	26,6±2,4	37,9±1,9	0,0	6,4
(Херсон. 99 / Од. напівкарликова) Од. напівкарликова	18,8±1,6	40,9±2,6	44,6±2,3	3,8	0,0
(Од. напівкарликова / Херсонська 552) Херсонська 552	16,0±1,1	36,8±2,8	47,2±2,5	0,0	10,4
Херсон. 99/ Херсонська 552	38,2±2,4	46,4±3,8	14,7±1,0	2,0	4,4
Альбатрос одеський / Русалка	28,0±1,9	39,8±3,2	32,2±2,8	8,5	0,0
(Альбатрос одеський / Херсонська остиста) Вікторія одеська	23,2±1,8	52,9±3,1	23,9±2,1	7,8	0,0
(Вікторія одеська/ NS314)Херсон. 99	5,5±0,6	35,6±3,8	58,9±4,1	0,0	4,2
(Кохана / Кірія) Куяльник	15,5±1,5	30,6±3,2	53,9±3,9	8,0	4,0
Од. напівкарликова / Кохана	14,0±1,4	28,9±1,9	57,1±2,8	0,0	9,5
Од. напівкарликова / NS 371	0,0	42,4±2,1	57,6±1,8	2,9	0,0

сербських сортів Санія, Тракія, NS314, NS371 з напівкарликовими сортами степового еко типу (Одеська напівкарликова, Обрій).

Варто вказати на те, що у цих гібридів спостерігався найбільший вияв позитивних трансгресій за аналізованою ознакою (8,9–12,4%). В окремих ліній висота рослин досягала 90–105 см, що на 12–25% вище, ніж у вищих за довжиною стебла батьківських форм.

Аналіз одержаних даних дозволив виявити деякі закономірності. Так, у гібридних комбінаціях Одеська напівкарликова / Санія, Тракія / Обрій, NS371 / Одеська напівкарликова та інших модельне значення ознаки  $X_m F_2$  наближалось до значення  $X_m F_1$  або було вищим за нього (NS371 / Донська напівкарликова). Це характерно у випадках із домінантним епістазом. Рецесивний епістаз спостерігався у гібридів Херсонська 86 / Вікторія Одеська, КМБ1 / Одеська напівкарликова, у яких модельне значення  $X_m F_2$  було значно меншим, ніж  $X_m F_1$  (табл. 3).

За нашими даними, паратипова мінливість довжини стебла у більшості вивчених гібридних популяцій дещо зростала до  $F_5$  (13,9–14,2%). Генотипова мінливість була на досить високому рівні і також мала тенденцію до збільшення в багатьох поколіннях (11,2–11,9%).

У гібридних комбінаціях, які створені на основі низькостеблових сортів (Одеська напівкарликова / NS371, Херсонська 86 / Санія, Обрій Соломія та ін.), спостерігалось поступове збільшення середньопопуляційної висоти рослин від  $F_2$  до  $F_5$ . Незважаючи на те, що батьківські форми мали незначну різницю за довжиною стебла, у гібридних популяціях спостерігався значний процес утворення рекомбінантних морфобіотипів. Особливо це характерно для гібридних популяцій Вікторія одеська / NS314 і Кохана / Кірія.

Зміну генетичної структури популяцій, імовірно, можна пояснити збільшенням дисперсії висоти рослин у розщеплювальних поколіннях. Таке поступове збіль-

шення генотипової мінливості протягом кількох поколінь свідчить про складний полігенний характер детермінації низькорослості в цих сортах. Зовсім протилежне явище спостерігалось у гібридів, які були створені за участю контрастних за висотою рослин сортів пшениці. У них, як правило, висота рослин успадковувалась за проміжним типом і в нових поколіннях перебувала на порівняно постійному рівні.

У наших дослідженнях характерним було те, що за довжини стебла в межах 80–90 см на зрошенні і 90–100 см без зрошення популяції вели себе порівняно постійно. Тиск природного добору для більш високостеблових популяцій був спрямований на зменшення висоти рослин, а для низькостеблових – на її збільшення. Це свідчить про те, що адаптивний оптимум за висотою рослин перебуває в цих межах і є дуже важливим у створенні реальної моделі сорту для відповідної зони вирощування пшениці озимої.

Відповідно, такий висновок знайшов реальне підтвердження під час вивчення перспективних форм і ліній пшениці в конкурсному сортовипробуванні (табл. 4).

Аналіз результатів оцінки формування врожайності форм пшениці озимої залежно від довжини стебла показав, що найбільшу врожайність формують морфобіотики в середньому як під час зрошення, так і без зрошення з довжиною стебла 80–90 і 90–100 см. Особливо це характерно за умов без зрошення, а під час зрошення, крім цих морфобіотипів, найбільш високу врожайність формували форми з довжиною стебла 70–80 см (табл. 4). Вони також володіли інтенсивним типом ( $b_1 = 1,941$ ), а за умов без зрошення біотики з довжиною стебла 80–90 см і 90–100 см характеризувалися високою пластичністю до умов вирощування ( $b_1 = 0,875 - 0,905$ ).

Таким чином, схрещування генотипів із різними генетичними системами контролю ознаки зумовлювало повне домінування і гетерозис довжини стебла на основі комплементарної взаємодії генів і домі-

**Таблиця 3 – Характер успадкування довжини стебла під час схрещування низькорослих сортів пшениці озимої**

Комбінація	$X_m$		hp		$G^2$	$T_{гв}$
	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	
КМБ1 / Русалка	0,70	0,41	0,75	0,60	48,7	3,4
КМБ1 / Одеська напівкарликова	0,50	0,13	0,80	0,65	62,4	6,8
Одеська напівкарликова / Обрій	0,50	0,83	1,20	1,15	59,7	3,8
Одеська напівкарликова / Херсонська ювілейна	1,47	1,10	1,40	1,80	64,5	5,4
Одеська напівкарликова / Санія	2,20	0,96	1,50	1,90	52,3	6,4
Тракія / Обрій	2,47	2,60	2,10	0,80	121,4	10,5
NS 371 / Одеська напівкарликова	1,22	1,30	3,40	2,10	101,8	9,8
NS 314 / Одеська напівкарликова	0,87	0,55	1,80	1,10	49,4	2,4
Херсонська 86 / Вікторія Одеська	1,14	-0,41	0,90	0,80	50,4	1,8
NS 371 / Донська напівкарликова	3,67	5,00	1,80	1,40	112,4	12,4

Примітки: 1.  $X_m F_1$ ,  $X_m F_2$  – середні значення ознаки,  $X$  визначено в модельних одиницях [22]; 2. Hp – ступінь домінування; 3.  $G^2$  – дисперсія ознаки; 4.  $T_{гв}$  – частота високорослих трансгресій, %

Таблиця 4 – Характер формування врожайності перспективних форм пшениці озимої залежно від висоти рослин (2016–2018 рр.)

Кількість вивчених форм	Довжина стебла см	Умови вирощування					
		зрошення			без зрошення (пар)		
		стійкість до вилягання, бал	урожайність, т/га	коефіцієнт пластичності, $b_1$	стійкість до вилягання, бал	урожайність, т/га	коефіцієнт пластичності, $b_1$
25	70–79	5,0	6,64	1,941	5,0	4,88	1,055
46	80–89	4,8	6,40	1,151	5,0	5,12	0,875
45	90–99	4,5	6,39	0,950	4,8	5,40	0,905
38	100-109	3,6	5,24	1,320	4,0	4,51	1,115
12	>110	3,0	4,51	1,415	3,8	4,05	1,314
$HIP_{05}$ м/га		0,18-0,32			0,28-0,38		

нантного епістазу, що дало змогу виділити морфобіотики, які за висотою рослин відповідають моделям сорту для зрошеного землеробства і парових попередників.

**Висновки.** Схрещування низькорослих сортів між собою дозволило одержати позитивні трансгресії за довжиною стебла, нащадки яких характеризувались високою продуктивністю.

Використання напівкарликових сортів як рекурентних компонентів у зворотних схрещуваннях майже відтворювало їх фенотип у гібридних нащадках.

Дослідженнями встановлено, що характер прояву довжини стебла різних морфобіотипів пшениці озимої значно зумовлений генотипом сорту (73,0%). До умов зрошення і парових попередників найбільш пристосовані морфобіотики з довжиною соломини 80–90 см і 90–100 см.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

- Собко Т.О., Сірант Л.В., Лісова Г.М. Генетична різноманітність сортів пшениці м'якої ярої за локусами запасних білків. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2018. Т. 23. С. 334–339.
- Базалій В.В., Базалій Г.Г., Марченко О.В. Особливості формування і характер мінливості ознак продуктивності озимої пшениці за різних умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2006. Т.3. С. 174–176.
- Литвиненко М.А., Крайнов О.О., Пильнев В.М. Вплив довгочасної селекції, на зміну врожайності та господарських ознак озимої м'якої пшениці. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2001. В. 12. С. 64–71.
- Чебаков В.П. Наследование признаков высоты растений и зимостойкости гибридами озимой пшеницы в первом поколении. *Сб. науч. тр. «Селекционно-генетические аспекты повышения продуктивности зерновых культур»*. 1987. С. 21–24.
- Созинов А.А., Орлюк А.П., Корчинский А.А. Генетическое улучшение пшеницы. Киев : Укр ИНТЭИ, 1993. 132 с.
- Пушкина Г.А. Особенности наследования высоты растений при скрещивании длинно- и короткостебельных сортов пшеницы. *Бюллетень ВИР*. 1973. Вып. 30. С. 11–13.

- Пономарев В.И. К вопросу о короткостебельности пшеницы. *Сельское хозяйство за рубежом*. 1977. № 10. С. 20.

- Лифенко С.П., Нарган Т.П. Наконечний М.Ю. Интрогресії в геном пшениці м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. *Селекція і насінництво: міжв. тем. наук. зб.* Харків, 2014. Вип. 105. С. 39–50.

- Литвиненко М.М., Голуб Є.А. Підвищення генетичного потенціалу продуктивності і показників якості зерна в селекції озимої м'якої пшениці. Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування. *Зб. наук. пр. Уманського держ. аграр. ун-ту*. Київ, 2008. С. 389–398.

- Чеботарь С.В., Сиволап Ю.М. Анализ комплекса генов короткостебельности в геномах озимой мягкой пшеницы с помощью ПЦР-маркеров. *Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. пр.* Логос, 2006. Т.3. С. 317–321.

- Орлюк А.П. Прогнозування продуктивності сортів пшениці озимої інтенсивного типу за морфологічними ознаками. *Наук. пр. Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування. Кримський агротехнологічний ун-т. Сімферополь*, 2009. Вип. 127. С. 314–319.

- Селекция среднерослых сортов мягкой озимой пшеницы / Колесников Ф.А., Беспалова Л.Н., Кудряшов И.Н. и др. *Земледелие* 2011. № 4. С. 10–12.

- Базалій В.В., Бойчук І.В., Ларченко О.В. Принципи адаптивної селекції сортів пшениці м'якої. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр.* Херсон : Айлант, 2012. Вип. 80. С. 25–32.

- Доспелов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 415 с.

- Литун П.П., Проскурин Н.В., Гопций Т.И. Методика полевого селекционного эксперимента. Харьков : ХАУ, 1996. 271 с.

- Marmud V.S., Kramer H.H. Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agronomy Journal*. 1951. V. 43. P. 303–321.

- Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. V. 35. P. 303–321.

- Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количествен-



ного учета этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–20.

19. Eberhart S.N., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966. V.6. №1. P. 36–40.

20. Орлюк А.П., Писаренко З.В. Изменчивость длины стебля и зимостойкости у короткостебельных гибридов озимой пшеницы. *Цитология и генетика*. 1996. № 3. С. 15–21.

21. Мазер К., Джинке Д. Биометрическая генетика. Москва : Мир, 1985. 463 с.

22. Мережко А.Ф. Определение числа генов контролирующие количественные признаки растений. *Тр по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1983. Т. 80. С. 36–47.

#### REFERENCES:

1. Sobko, T.O., Sirant, L.V. & Lisova, H.M. (2018). Henetychna riznomanitnist' sortiv pshenytsi m"yakoyi yaroyi za lokusamy zapasnykh bilkiv [Genetic diversity of soft spring wheat by locus of spare proteins]. *Fakty eksperymental'noyi evolyutsiyi orhanizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*, 23, 334 – 339 [in Ukrainian].

2. Bazaliy, V.V., Bazaliy, H.H. & Marchenko, O.V. (2006). Osoblyvosti formuvannya i kharakter minlyvosti oznak produktyvnosti ozymoyi pshenytsi za riznykh umov vyroshchuvannya [Features of formation and nature of variability of signs of productivity of winter wheat under different growing conditions]. *Fakty eksperymental'noyi evolyutsiyi orhanizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*, 2, 174 – 176 [in Ukrainian].

3. Lytvynenko, M.A., Kraynov, O.O. & Pyl'nyev, V.M. (2001). Vplyv dovhochasnoyi selektsiyi, na zminu vrozhaynosti ta hospodars'kykh oznak ozymoyi m"yakoyi pshenytsi [Influence of long-term selection on the change of yield and economic characteristics of winter soft wheat]. *Ahrarny visnyk Prychornomor'ya – Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast*, 12, 64 – 71 [in Ukrainian].

4. Chebakov, V.P. (1987). Nasledovanye pryznakov vysoty rasteny y zymostoykosti hybrydamy ozymoy pshenytsy v pervom pokoleny [Inheritance of traits of plant height and winter hardiness by winter wheat hybrids in the first generation]. *Sb. nauch. tr. «Selektsyonno – henetycheskye aspekty povyshenyya produktyvnosti zernovykh kul'tur – Collection of scientific works "Selection and genetic aspects of increasing the productivity of grain crops*, 21–24 [in Russian].

5. Sozynov, A.A., Orlyuk, A.P. & Korchynskyy, A.A. (1993). *Henetycheskoe uluchshenye pshenytsy [Wheat genetic improvement]*. Kyiv: Ukr YNTÉY [in Russian].

6. Pushkina, H.A. (1973). Osobennosti nasledovannya vysoty rasteny pry skreshchivanny dlynno- y korotkostebel'nykh sortov pshenytsy [Peculiarities of plant height inheritance when crossing long and short-stemmed wheat varieties]. *Byuletén' VYR – Bulletin All-Russian Institute of Plants*, 30, 11–13 [in Russian].

7. Ponomarev, V.Y. (1977). K voprosu o korotkostebel'nosty pshenytsy [On the issue of short-stemmed wheat]. *Sel'skoe khozyaystvo za rubezhom – Agriculture abroad*, 10, 20 [in Russian].

8. Lyfenko, S.P., Narhan, T.P. & Nakonechnyy, M.Yu. (2014). Introhresiyi v henom pshenytsi m"yakoyi vid riznykh donoriv – problemnyy, ale perspektyvnyy napryam selektsiyi [Introgressions in the genome of soft wheat from

various donors are a problematic but promising area of selection]. *Selektsiya i nasinnystvo: mizhv. tem. nauchn. zb. – Breeding and seed production: interdepartmental thematic scientific collection*, 105, 39–50 [in Ukrainian].

9. Lytvynenko, M.M. Holub, Ye.A. (2008). Pidvyshchennya henetychnoho potentsialu produktyvnosti i pokaznykiv yakosti zerna v selektsiyi ozymoyi m"yakoyi pshenytsi [Improving the genetic potential of productivity and grain quality indicators in the selection of winter soft wheat. Basics of crop productivity formation with intensive cultivation technologies]. *Osnovy formuvannya produktyvnosti sil'skohospodars'kykh kul'tur za intensyvnykh tekhnolohiy vyroshchuvannya. Zb. nauch. pr. Umans'koho derzh. ahrar. un-tu – Collection of scientific works of Uman State Agrarian University*, 389–398 [in Ukrainian].

10. Chebotar', S.V. & Syvolap, Yu.M. (2006). Analiz kompleksa henov korotkostebel'nosti v henomakh ozymoy myahkoy pshenytsy s pomoshch'yu PTSR – markerov [Analysis of the short stalk gene complex in the genomes of winter bread wheat using the polymerase chain reaction - markers]. *Fakty eksperymental'noyi evolyutsiyi orhanizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*, 3, 317 – 321 [in Russian].

11. Orlyuk, A.P. (2009). Prohnozuvannya produktyvnosti sortiv pshenytsi ozymoyi intensyvnoho typu za morfolohichnyimi oznakamy [Prediction of productivity of winter wheat varieties of intensive type by morphological features]. *Nauk. pr. Pivdennoho filialu Natsional'noho universytetu baoresursiv i pryrodokorystuvannya – Scientific works of the Southern branch of the National University of Natural Resources and Nature Management*, 127, 314 – 319 [in Ukrainian].

12. Kolesnykov, F.A., Bespalova, L.N. & Kudryashov, Y.N. et al. (2011). Selektsiya sredneroslykh sortov myahkoy ozymoy pshenytsy [Breeding of medium-sized varieties of soft winter wheat]. *Zemledelye – Agriculture*, 4, 10 – 12 [in Russian].

13. Bazaliy, V.V., Boychuk, I.V. & Larchenko, O.V. (2012). Pryntsypy adaptivnoyi selektsiyi sortiv pshenytsi m"yakoyi [Principles of adaptive selection of soft wheat varieties]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 80, 25 – 32 [in Ukrainian].

14. Dospelov, B.A. (1979). *Metodyka polevoho opyta [Field experiment technique]*. Moscow: Kolos [in Russian].

15. Lytun, P.P., Proskuryan, N.V. & Hoptsy, T.Y. (1996). *Metodyka polevoho selektsyonnoho eksperymenta [Field selection experiment technique]*. Khar'kov: KHAU [in Russian].

16. Marmud, V.S. & Kramer, H.H. (1951). Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agronomy Journal*, 43, 303 – 321 [in English].

17. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303 – 321 [in English].

18. Voskresenskaya, H.S. & Shpota, V.Y. (1967). Transgressivnyy pryznakov u hybrydov Brassica y metodyka kolychestvennoho ucheta étoho yavlenyya [Transgression of traits in Brassica hybrids and a method for quantifying this phenomenon]. *Doklady VASKHNYL – VASKHNIL reports*, 7, 18 – 20 [in Russian].

19. Eberhart, S.N. & Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 6, 1, 36-40 [in English].

20. Orlyuk, A.P. & Pysarenko, Z.V. (1996). Yzmenchivost' dlyny steblya u zymostoykosti u korotkostebel'nykh hybrydov ozymoy pshenytsy [Variability of stem length and winter hardiness in short-stemmed winter wheat hybrids]. *Tsytolohyya y henetyka – Cytology and genetics*, 3, 15 – 21 [in Russian].

21. Mazer, K. & Dzhyne, D. (1985). *Byometrycheskaya henetyka [Biometric genetics]*. Moscow: Myr [in Russian].

22. Merezko, A.F. (1983). Opredelenye chysla genov kontrolyuyushchye kolychestvennye pryznaky rastenyu [Determination of the number of genes controlling the quantitative traits of plants]. *Tr po prykladnoy botanyke, henetyke y selektsyy – Works on applied botany, genetics and breeding*, 80, 36 – 47 [in Russian].

**Базалій В.В., Домарацький Є.О., Бойчук І.В., Тетерук О.В., Козлова О.П., Базалій Г.Г. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування**

**Мета статті** полягає у встановленні генетичного контролю і рекомбінації ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці за різних умов вирощування.

**Матеріали і методика досліджень.** У дослідженнях використовували сорти і форми різного генетичного й екологічного походження. Вихідні сорти і форми для схрещувань відбирались так, щоб забезпечити комплекс прояву цінних біологічних і господарських ознак.

**Результати досліджень.** Результатами досліджень встановлено, що у гібридних популяціях, які створені на генетичній основі високорослих (110 см і вище) батьківських форм (тип  $P_1$  високорослий /  $P_2$  високорослий), спостерігалось проміжне успадкування. Схрещування низькорослих сортів (тип  $P_1$  низькорослий /  $P_2$  низькорослий) значно збільшувало (до 9,5%) кількість комбінацій із гетерозисом за довжиною стебла. Особливо чітко цей тип успадкування виявлявся у гібридів від схрещування сортів Одеська напівкарликова, Русалка, Санія, NS471, Обрій, Херсонська безоста, Вікторія одеська, Соломія, Знахідка та інші. Використання напівкарликових сортів, зокрема й Одеської напівкарликової як рекурентного компонента, вже за двох бекросів майже повністю відтворює свій фенотип у гібридних нащадках. **Висновки.** Дослідження дають змогу стверджувати, що найбільший внесок у формування низькорослих рекомбінантів внесли КМБ1, Русалка, Одеська напівкарликова, Санія, NS371, Херсонська 86. Під час вивчення їх у спеціальних циклічних схрещуваннях із різними формами і сортами спостерігали різний генетичний контроль довжини стебла. Схрещування низькорослих сортів між собою дозволило одержати позитивні трансгресії за довжиною стебла, нащадки яких характеризувались високою продуктивністю. Використання напівкарликових сортів як рекурентних компонентів у зворотних схрещуваннях

майже відтворювало їх фенотип у гібридних нащадках. Характер прояву довжини стебла різних морфобіотипів пшениці озимої значно зумовлений генотипом сорту (73,0%). До умов зрошення і парових попередників найбільш пристосовані морфобіотици з довжиною соломини 80–90 см і 90–100 см.

**Ключові слова:** гібридні популяції, схрещування, пшениця озима, сорт, генотип, фенотип, продуктивність.

**Bazaliy V.V., Domaratskyi Ye.O., Boychuk I.V., Teteruk O.V., Kozlova O.P., Bazaliy H.H. Genetic control and recombination of the features of lodging resistance in winter wheat hybrids under different growing conditions**

**The aim of the article is to establish genetic control and recombination of signs of resistance to lodging in wheat hybrids under different growing conditions. Materials and methods of research.** Varieties and forms of different genetic and ecological origin were used in the research. The original varieties and forms for crossbreeding were selected so as to ensure a complex manifestation of valuable biological and economic traits.

**Research results.** The research results allowed determining that intermediate inheritance was mainly observed in hybrid populations generated on a genetic basis of tall varieties (110 cm and taller) of parental forms (type  $P_1$  tall /  $P_2$  tall). The crossing of low varieties (type  $P_1$  low /  $P_2$  low) considerably increased (to 9.5%) the number of combinations with heterosis by stem length. This type of inheritance manifested itself distinctly in the hybrids generated from the crossing of the varieties Odeska half-dwarf, Rusalka, Saniia, NS471, Obrii, Khersonska beardless, Viktoriia odeska, Solomiia, Znakhidka and others. The use of half-dwarf varieties, in particular, Odeska half-dwarf as a recurrent component, reproduces its phenotype in hybrid descendants almost completely for two backcrosses.

**Conclusion.** The research made it possible to maintain that the greatest contribution of the formation of low recombinants was made by KMB1, Rusalka, Odeska half-dwarf, Saniia, NS371, Khersonska 86. When examining them in special cyclic crossings with different forms and varieties we observed a different genetic control of the stem length. The crossings between low varieties allowed obtaining positive transgressions by the stem length, their descendants being characterized by high productivity. The use of half-dwarf varieties as recurrent components in backcrossing reproduced their phenotypes in hybrid descendants almost entirely. The character of manifestation of the stem length of different morpho-biotypes of winter wheat was mainly explained by a variety genotype (73.0%). The morpho-biotypes with the stem length of 80–90 cm and 90–100 cm are the most adapted varieties to irrigated conditions and fallow pre-crops.

**Key words:** hybrid populations, crossing, winter wheat, variety, genotype, phenotype, productivity.