

**Стійкість проти основних збудників хвороб пшениці озимої в F<sub>1</sub>-F<sub>3</sub>, створених за участі пшенично-житніх транслокацій**

Н. С. Дубовик<sup>1</sup>, О. А. Демидов<sup>2</sup>, В. В. Кириленко<sup>3</sup>, О. В. Гуменюк<sup>4</sup>,  
Г. М. Лісова<sup>5</sup>

<sup>1</sup>аспірант, <sup>2</sup>доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН, <sup>3</sup>доктор сільськогосподарських наук, <sup>4</sup>кандидат сільськогосподарських наук, <sup>5</sup>кандидат біологічних наук

<sup>1,2,3,4</sup>Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, с. Центральне, Миронівський р-н, Київська обл., 08853, Україна\*, e-mail: [verakurulenko@ukr.net](mailto:verakurulenko@ukr.net)

<sup>5</sup>Інститут захисту рослин НААН вул. Васильківська 33, Київ, 03022, Україна

**Мета.** Проаналізувати та визначити тенденції успадкування групової стійкості проти основних збудників хвороб пшениці м'якої озимої в гібридних поколіннях F<sub>1</sub>–F<sub>3</sub>, створених за участі сортів з пшенично-житніми транслокаціями. **Методи.** Польовий з використанням штучного комплексного інфекційного фону патогенів, спостереження та оцінки ураження основними збудниками хвороб відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у селекції пшениці м'якої озимої. **Результати.** Дослідження проводили впродовж 2016-2018 рр. на полях лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Вивчали 30 міжсортівих гібридів F<sub>1</sub>–F<sub>3</sub>, отриманих в результаті схрещування сортів носіїв пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ). Визначили наддомінування за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* у комбінаціях схрещування Золотоколоса/Колумбія та Колумбія/Експромт створених за участі ПЖТ 1AL.1RS в обидва роки досліджень. Виявили частково позитивне домінування за стійкістю проти збудника *Septoria tritici* Rob. et Desm у 2016 р., у комбінації схрещування Золотоколоса/Експромт, у групі схрещування 1AL.1RS / 1AL.1RS та у групі 1BL.1RS/1AL.1RS фенотипове наддомінування (гетерозис) встановлено у гібридній комбінації Світанок Миронівський/Колумбія. Негативним ступенем (до 16,7 %) домінування вирізняли групу схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS. Позитивні трансгресії

встановлені у F<sub>2</sub>: 97 % – за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici*; 100 % – *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm; 87 % – *Septoria tritici* Rob. et Desm; у F<sub>3</sub> 100 % – за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* та *Septoria tritici* Rob. et Desm; 90 % – проти *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm. За результатами досліджень встановлено 43 % гібридні комбінації схрещування, які формували стійкість проти трьох збудників хвороб. Найбільшу частку (38 %) за комплексною стійкістю виявлено в гібридів у групі схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS. **Висновки.** У 2016-2017 рр. визначено: для гібридних комбінацій Золотоколоса/Колумбія та Колумбія/Експромт наддомінування за стійкістю проти збудника *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici*; Золотоколоса/Колумбія – проти збудника *Septoria tritici* Rob. et Desm, батьківські форми є носіями транслокації 1AL.1RS. Установлені позитивні трансгресії у гібридних популяціях F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm та *Septoria tritici* Rob. et Desm. Найбільше цінними були гібридні комбінації Експромт/Калинова, Колумбія/Світанок Миронівський, Колумбія/Легенда Миронівська, Золотоколоса/Калинова, Золотоколоса/Легенда Миронівська.

**Ключові слова:** пшениця, сорт, гібриди, пшенично-житні транслокації, штучний інфекційний фон, збудники хвороб, успадкування, трансгресії.

**Вступ.** Останніми роками спостерігаємо значне погіршення фітосанітарного стану посівів зернових культур і пшениця озима не є винятком. Такий стан спричинений багатьма факторами, основними з яких є кліматичні зміни стають реальним чинником, що зумовлює трансформацію ценозів сільськогосподарських культур. Тенденції до змін клімату торкаються всіх компонентів у системі «патоген–рослина-живитель–середовище» [1-7].

**Аналіз літературних джерел, постановка проблеми.** Селекція на імунітет ґрунтується на тих самих принципах, що й на інші ознаки, однак вона значно складніша і має свою специфіку. Дослідження кількісних ознак, що контролюється полімерними генами, проблематично ускладнюється внаслідок їх надзвичайної мінливості, що зумовлюється умовами середовища, а загальна картина їх успадкування і мінливості маскується модифікуючою дією

гетерозису  $F_1$ . Вивчення ступеня фенотипового домінування підтверджує можливість його застосування для підбору пар схрещування, також для швидкої оцінки гібридних нащадків [8]. Невіддільною часткою досліджень селекції пшениці озимої є виділення трансгресивних форм не тільки за елементами структури урожаю, а в комплексі за ознаками, які складають адаптивний потенціал нинішніх сортів. Гетерозиготи за фенотипом проблематично відрізнити від гомозигот, якими є трансгресивні форми, тому при аналізі за фенотипом вони попадають в єдину групу. Отже, варто проводити перевірку на гомозиготність у подальших поколіннях [9].

Нині в програмах селекції пшениці м'якої озимої не вистачає її стійких форм проти групи збудників хвороб та інформації щодо генів стійкості. Подібним джерелом можуть стати сорти-носії пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ). Встановлено, що жито може бути ефективним джерелом нових цінних господарських ознак для пшениці. Природні популяції жита містять унікальні джерела генів стійкості проти бурої, стеблової іржі та борошнистої роси. А сорти пшениці м'якої озимої, що несуть пшенично-житні транслокації (ПЖТ) 1BL/1RS, містять гени стійкості проти бурої іржі (*Lr26*), борошнистої роси (*Pm8*), стеблової іржі (*Sr31*), жовтої іржі (*Yr9*), вірусу смугастої мозаїки (*Wsm*) та попелиці (*Gb*), сорти з 1AL/1RS – стійкі проти попелиці *Schizaphis graminum* (ген *Gb2*, біотипів А, В, С), проти бурої (*Lr24*) та стеблової іржі (*Sr24*) та проти борошнистої роси (*Pm17*) [10-12].

Отже, питання щодо формування стійкості проти збудників хвороб у ранніх поколіннях гібридів пшениці м'якої озимої за використання у схрещуваннях сортів-носіїв ПЖТ є актуальним напрямом досліджень, оскільки його вирішення дозволяє спрогнозувати селекційну значущість гібридних потомств.

**Мета досліджень** – проаналізувати та визначити тенденції успадкування групової стійкості проти основних збудників хвороб пшениці м'якої озимої в гібридних поколіннях  $F_1$ – $F_3$ , створених за участі сортів з пшенично-житніми транслокаціями.

**Об'єкти і методи.** Дослідження проводили впродовж 2016-2018 рр. на полях лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Вивчали 30 міжсорткових гібридів  $F_1$ – $F_3$ , отримані в результаті схрещування сортів носіїв ПЖТ: Експромт (1AL.1RS), Золотоколоса (1AL.1RS), Колумбія (1AL.1RS), Калинова (1BL.1RS), Легенда Миронівська (1BL.1RS), Світанок Миронівський (1BL.1RS) – МІП та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРГ). Насіння гібридів  $F_1$ – $F_3$  висівали вручну за такою схемою: материнська форма ( $\text{♀}$ ), гібрид ( $F_1$ ), батьківська форма ( $\text{♂}$ ), відстань у рядку між рослинами – 10 см, між рядками – 30 см. Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження, при настанні повної стиглості структурний аналіз  $F_1$ ,  $F_3$  (20–25 рослин) та  $F_2$  (200 колосів). Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях за стійкістю проти основних збудників пшениці за формулою В. Griffing [13]. Дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [14]. Ступінь трансгресії та її частоту в  $F_2$  та  $F_3$  розраховували згідно з методикою [15]. Методичною основою селекції за стійкістю пшениці проти збудників хвороб *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm (*P. recondita*), *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* (*E. graminis*), *Septoria tritici* Rob. et Desm (*S. tritici*) слугували штучний комплексний інфекційний фон (ШКІФ) збудників бурої іржі та септоріозу, природний інфекційний фон збудника борошнистої роси і методичні рекомендації [16]. Статистичну обробку даних здійснювали з допомогою програми Microsoft Excel 2010 за методикою Б. А. Доспехова [17].

Гідротермічний режим у роки досліджень добре відобразив нестабільність кліматичних умов правобережного Лісостепу України. За період досліджень зафіксовано відхилення від середньої багаторічної температури в бік потепління (+0,6 – +1,3<sup>0</sup>C), зокрема, максимальне у 2015/2016 рр. Аномально теплими були вересень і червень за три роки, листопад-грудень – у 2015/2016 і 2017/2018 рр. та лютий-березень – у 2015/2016 р., середні температури повітря яких перевищували середньомісячні багаторічні на 1,3 – 5,8<sup>0</sup>C.

Річна кількість опадів була в межах норми – 88,0 – 101,0 % і характеризувалася, як нерівномірним розподілом за місяцями. У 2016/2017 рр. цей показник виявився обмеженим, недобір опадів досягав 26,0 %. Найбільш бездошовими були вересень, березень, травень і червень. Посушливі умови у серпні-вересні спостерігали також у 2017/2018 рр., коли нестача опадів по відносно до багаторічних становила 93 мм. Дефіцит вологи відзначали на фоні високих температур. В умовах 2015/2016, 2016/2017 рр. за таких погодних умов не виявлено значної диференціації експериментального матеріалу за стійкістю проти *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm, тому показники відсутні.

**Результати досліджень.** У 2016 р., при дослідженні характеру фенотипового успадкування стійкості проти збудника *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* за використання у схрещуваннях пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ), виявлено наддомінування у 16,7 %, проміжне успадкування – 30,0 %, часткове від’ємне успадкування – 3,3 %, депресія – 50,0 %. У 2017 р. – наддомінування визначили у 13,3 %, проміжне успадкування – 23,3 %, часткове від’ємне успадкування – 6,7 %, депресія – 56,7 %. В обидва роки досліджень, визначали показники фенотипового наддомінування за стійкістю проти збудника *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* у комбінаціях схрещування Золотоколоса/Колумбія та Колумбія/Експромт створених за участі ПЖТ 1AL.1RS у групі схрещування 1AL.1RS/1AL.1RS (табл. 1).

1. Ступінь фенотипового домінування за стійкістю проти збудника *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* у кращих гібридів F<sub>1</sub> пшениці озимої, 2016, 2017 рр.

Гібридні комбінації	2016 р.			2017 р.		
	Значення показника у гібрида F <sub>1</sub> , %	Ступінь домінування		Значення показника у гібрида F <sub>1</sub> , %	Ступінь домінування	
		hp	розподіл		hp	розподіл
<b>1AL.1RS/1AL.1RS</b>						
Золотоколоса/Колумбія	20,0	7,7	НД	10,0	1,0	НД
Колумбія/Золотоколоса	1,00	-5,0	Д	13,0	3,0	НД
Золотоколоса/Експромт	10,0	1,1	НД	13,0	0,0	ПУ
Експромт/Золотоколоса	15,0	0,0	ПУ	10,0	0,0	ПУ
Колумбія/Експромт	10,0	1,1	НД	10,0	1,0	НД

Експромт/Колумбія	10,0	1,0	НД	7,0	-1,0	Д
1AL.1RS/1BL.1RS						
Експромт/Калинова	10,0	1,0	НД	3,0	-1,8	Д
Колумбія/Калинова	1,0	-2,5	Д	8,0	2,0	НД

Примітка: НД – наддомінування; ПУ – проміжне успадкування; ; Д – депресія.

У 2016 р., при вивченні характеру фенотипового успадкування стійкості проти збудника *Septoria tritici* Rob. et Desm, виявлено наддомінування у 6,7 %, частково позитивне домінування – 3,34 %, проміжне успадкування – 40,0 %, часткове від’ємне успадкування – 6,7 %, депресія – 43,3 %. У 2017 р. – наддомінування визначено у 6,7 %, проміжне успадкування – 50,0 %, часткове від’ємне успадкування – 3,3 %, депресія – 36,7 %. Слід відмітити, що показники частково позитивного домінування за стійкістю проти збудника *Septoria tritici* Rob. et Desm у 2016 р., встановлено у комбінації схрещування Золотоколоса/Експромт, у групі схрещування 1AL.1RS/1AL.1RS та у групі 1BL.1RS/1AL.1RS, показники фенотипового наддомінування (гетерозис) виявлено у гібридній комбінації Світанок Миронівський/Колумбія (табл. 2). Негативним ступенем домінування (депресія 16,7 %) вирізнялася група схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS, де материнська форма є носієм ПЖТ 1AL.1RS, а батьківська – 1BL/1RS.

2. Ступінь фенотипового домінування за стійкістю проти *Septoria tritici* Rob. et Desm у кращих гібридів F<sub>1</sub> пшениці озимої, 2016, 2017 рр.

Гібридні комбінації	2016 р.			2017 р.		
	Значення показника у гібрида F <sub>1</sub> , %	Ступінь домінування		Значення показника у гібрида F <sub>1</sub> , %	Ступінь домінування	
		hp	розподіл		hp	розподіл
1AL.1RS/1AL.1RS						
Золотоколоса/Експромт	10,0	0,9	ЧПД	13,0	0,0	ПУ
1BL.1RS/1AL.1RS						
Світанок МИР/Колумбія	10,0	1,0	НД	10,0	-0,3	ПУ

Примітки: 1. МИР – миронівський. 2. НД – наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – частково від’ємне успадкування; Д – депресія.

Отже, наявність ПЖТ в одних комбінаціях схрещування забезпечила наддомінування (гетерозис), а в інших депресію, інакше кажучи спостерігали не однотипові формування домінантності.

Високий рівень гетерозису а першому поколінні, часткове позитивне домінування і проміжне успадкування, як правило, забезпечує у наступних поколіннях гібридів позитивний і результативний добір форм з порівняно більшим вираженням аналізованої ознаки, а також трансгресій. З метою виявлення трансгресивних форм і визначення можливості добору за ними було проведено аналіз мінливості рівня ураженості різними патогенами. У 2018 р. проаналізовано рослини другого і третього покоління, які виявили різну ступінь трансгресії. У популяціях  $F_2$  частота позитивних трансгресій переважала і залежала від ступеня гетерозису чи депресії ознаки. Позитивні трансгресії встановлені у  $F_2$ : 97 % – за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* (ступінь – 11-83 %; частота – 10-100 %); 100 % – *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm (17-80 %; 1-100 %); 87 % – *Septoria tritici* Rob. et Desm (4-100 %; 23-100 %); у  $F_3$  100 % – за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* (ступінь – 3-100 %; частота – 9-100 %); 90 % – проти *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm (17-100 %; 17-100 %); 100 % – *Septoria tritici* Rob. et Desm (13-100 %; 16-100 %) (табл. 3). Використання в схрещуваннях сортів з ПЖТ забезпечило одержання позитивних трансгресій за трьома хворобами в  $F_2$  з підтвердженням у  $F_3$ . За результатами досліджень встановлено 43 % гібридні комбінації схрещування, які формували стійкість проти трьох збудників хвороб.

Найбільшу частку (38 %) за комплексною стійкістю виявлено в гібридів у групі схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS. Генотипи: Експромт/Калинова, Колумбія/Світанок Миронівський, Колумбія/Легенда Миронівська, Золотоколоса/Калинова, Золотоколоса/Легенда Миронівська були кращими за стійкістю проти групи збудників хвороб серед носіїв при поєднанні двох батьківських форм з інтрогресивними компонентами.

Серед потомств трансгресивних форм у  $F_3$  та в  $F_4$  виділено новий селекційний матеріал, стійкий проти збудників листових хвороб (*Erysiphe*

*graminis* DC. f.sp. *tritici*, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm, *Septoria tritici* Rob. et Desm), пшениці м'якої озимої у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками.

3. Ступінь трансгресій (%) у кращих поколіннях F<sub>2</sub> та підтвердження їх у F<sub>3</sub> на стійкість проти основних збудників хвороб пшениці за використання ШКІФ патогенів, 2018 р.

Гібридна комбінація	F <sub>2</sub>			F <sub>3</sub>		
	<i>E. graminis</i>	<i>P. recondita</i>	<i>S. tritici</i>	<i>E. graminis</i>	<i>P. recondita</i>	<i>S. tritici</i>
	T <sub>c</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>c</sub>
1AL.1RS/1AL.1RS						
Експромт / Колумбія	33	67	13	33	67	13
1AL.1RS/1BL.1RS						
Експромт / Калинова	66	17	43	66	17	60
Колумбія/Світанок МИР	13	23	33	33	23	13
Колумбія / Легенда МИР	33	69	33	33	75	13
Золотоколоса / Калинова	78	58	100	100	17	100
Золотоколоса / Легенда МИР	11	67	80	100	100	100
1BL.1RS/1BL.1RS						
Калинова / Легенда МИР	27	75	4	27	58	48
Світанок МИР / Калинова	44	23	35	56	23	100
Легенда МИР / Калинова	82	67	100	45	58	48
1BL.1RS/1AL.1RS						
Калинова / Золотоколоса	11	58	31	69	38	31
Калинова / Експромт	83	58	14	48	58	14
Легенда МИР / Експромт	82	80	43	27	50	100
Легенда МИР / Золотоколоса	33	80	100	100	33	100

Примітки: МИР – миронівська, миронівський; T<sub>c</sub> – ступінь трансгресії.

Таким чином, за період 2016-2018 рр. методом гібридизації створено за участі генотипів з ПЖТ новий вихідний матеріал пшениці озимої на групову стійкість проти збудників листових хвороб з наступним добром трансгресивних форм на штучному комплексному інфекційному фоні патогенів і на природному інфекційному фоні. На основі наукових положень були виділені кращі добори трансгресивних рослин, стійкі проти листових патогенів із рядом цінних господарських ознак, які проходять подальше дослідження у селекційних розсадниках.

## Висновки



Визначено для гібридних комбінацій Золотоколоса/Колумбія та Колумбія/Експромт створених за участі ПЖТ 1AL.1RS наддомінування за стійкістю проти збудника *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* в обидва роки досліджень. У 2016, 2017 рр. максимальний показник наддомінування за стійкістю проти збудника *Septoria tritici* Rob. et Desm виявили у комбінації схрещування Золотоколоса/Колумбія, обидві батьківські форми є носіями транслокації 1AL.1RS.

Установлені позитивні трансгресії у гібридних популяціях F<sub>2</sub>: 97 % – за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* (ступінь – 11-83 %; частота – 10-100 %); 100 % – *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm (17-80 %; 1-100 %); 87 % – *Septoria tritici* Rob. et Desm (4-100 %; 23-100 %); у F<sub>3</sub> 100 % – за стійкістю проти *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* (ступінь – 3-100 %; частота – 9-100 %); 90 % – проти *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Rob. et Desm (17-100 %; 17-100 %); 100 % – *Septoria tritici* Rob. et Desm (13-100 %; 16-100 %). Виявлено найбільшу частку (38 %) за комплексною стійкістю у потомків у групі схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS. Найбільше цінними були Експромт/Калинова, Колумбія/Світанок Миронівський, Колумбія/Легенда Миронівська, Золотоколоса/Калинова, Золотоколоса/Легенда Миронівська.

### Бібліографія

1. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантелеев В. К., Слюсаренко О. М. Імунітет рослин. К.: Колоб'іг, 2004. 270 с.
2. Левитин М. М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении. Защита и карантин растений. 2012. № 8. С. 16,17.
3. Zadoks J. C. A Plant Pathologist on Wheat Breeding with Special Reference to Septoria Diseases. Czech J. Genet. Plant Breed. 2004. V.40. P. 63-71.
4. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Somers D. J., Appels R., Devos K. M. (2008) Catalogue of gene symbols for wheat. Proc. 11th Int. Wheat Genet. Symp. Brisbane, Qld Australia, 24 – 29 August, KOMUGI, Integrated wheat Science Database: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/top/>

5. Петренкова В. П., Черняєва І. М., Лучна І. С. та ін. Створення перспективного вихідного матеріалу для селекції зернових і зернобобових культур на стійкість до хвороб. *Селекція і насінництво* : міжвідомчий темат. наук. зб. Харків, 2013. Вип. 103. С. 8–14.
6. Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Ковалишина Г. М., Лісова Г. М. Джерела стійкості до збудників хвороб та їх ефективність у селекційному процесі *Triticum aestivum* L. *Генетичні ресурси рослин.*: наук. журнал. Харків, 2017. № 21. С. 61–74.
7. Kuzmenko N. V., Litvinov A. Ye., Oleynikov Ye. S. Chemical protection of winter bread wheat against root rots and Septoria infection. Annual Wheat NewsLetter. Kansas Agricultural Experiment Station, Kansas State university, Manhattan. 2017. Vol. 63. P. 65-68.
8. Осьмачко О. М., Власенко В. А. Стійкість колекції сортів і гібридів F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої проти борошнистої роси в умовах північно-східного Лісостепу України. *Автохтонні та інтродуковані рослини* : збірник наукових праць. Софіївка, 2015. Вип.1. С. 156–162.
9. Орлюк А. П., Базалий В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы : монография. Херсон, 1998. 271 с.
10. Villareal R. S., Toro E., Rajaram S., Mujeeb-Kazi A. The effect of chromosome 1AL/1RS translocation on agronomic performance of 85 F<sub>2</sub>– derived F<sub>6</sub> lines from three *Triticum aestivum* L. crosses. *Euphytica*. 1996. Vol. 89. P. 363-369.
11. Zhangaziev A., Ziyaeva G., Taichibekov A., Tuleubaev Z., Shaimerdenova G. Species Hybrid Genetic Analysis. *European Researcher*. 2013. Vol.(54), № 7-1. С.1810-1817.
12. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. *Миронівка* : [б. в.], 2012. 330 с.
13. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. V. 35. P. 303–321.
14. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. V. 39. N 3. P. 345–358.

15. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трангрессия признаков *Brassica* и методика количественного учета этого явления. Доклады ВАСХНИЛ. 1967. № 7. С. 18–20.

16. Бабаянц О. В. Бабаянц Л. Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. НААН, Селекционно-генетический институт. Национальный центр семеноведения и сортоизучения. Одесса : ВМВ, 2014, 401 с.

17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.