

Маркіна Т.Ю.<sup>1</sup>, Бачинська Я.О.<sup>2</sup>

## ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЙ НА ПРИКЛАДІ ЛУСКОКРИЛИХ КОМАХ

<sup>1</sup>Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди

<sup>2</sup>Інститут шовківництва УААН

На прикладі культур зернової молі (*Sitotroga cerealella* Oliv.), та шовковичного шовкопряда (*Bombyx mori* L.) доведено ефективність оптимізації генетичної структури популяцій. Схрещування ліній зернової молі різного географічного походження та проведення міжпородних та різносезонних схрещувань культури шовковичного шовкопряда в ряду поколінь привело до підвищення життєздатності та продуктивності нащадків.

**Ключові слова:** оптимізація, культури комах, генетична структура популяції.

**Optimization of population genetic structure on the example of *Lepidoptera*.** Markina T.Ju., Bachinskaya J.A. – On the example of *Sitotroga cerealella* and *Bombyx mori* the efficiency of optimization of population genetic structure is proved. Hybridization of *Sitotroga cerealella* lines from different geographical origin and hybridization of *Bombyx mori* culture of different races and in different seasons in generation series lead to increasing of their vitality and productivity.

**Key words:** optimization, artificial populations of insects, genetic structure of populations.

Останнім часом стало можливим вивчення питань оптимізації структур популяцій комах. Деякі дослідження в цьому напрямку були зроблені в роботі Л.С. Кривди [5]. В результаті аналізу впливу змін в структурі популяцій шовковичного і непарного шовкопрядів на динаміку їх життєздатності експериментально показано, що будь-яке зниження ступеня її структурованості (вікової, статевої, генетичної, фенотипічної) веде до зниження життєздатності популяції.

Теоретичне обґрунтування принципів оптимізації структури культур комах залежно від мети програм розведення [5,7] показало, що при реалізації будь-якої програми розведення комах, оптимальним було б створення генотипа, який максимально відповідає завданій меті.

Виходячи з цього, Т.Ю. Маркіною та О.З. Злотіним [6] запропонована схема прийомів оптимізації основних структур популяцій комах. В її основу покладено те, що структурованість популяцій комах за основними параметрами – найважливіша умова успішної адаптації до змінних факторів середовища. І саме вона обумовлює успіх виживання і життєздатність популяцій [4, 6]. Запропонована схема дає можливість більш глибоко осмислити ті зміни, що відбуваються в популяціях комах, вибрати найоптимальніший шлях для реалізації програми розведення, управляти процесом культивування в умовах техноценозу і забезпечити необхідну якість біоматеріалу.

Метою наших досліджень було вивчення питань оптимізації параметрів генетичної структури популяцій комах для отримання культури, що містить генотип, який максимально відповідає меті програм розведення (племінні культури, промислові культури, для випуску в оточуюче середовище і т. п.), має високу життєздатністю та конкурентоспроможність.

Успішне ведення селекційної роботи з комахами і поліпшення генофонду шляхом використання прийомів селекції доведено практикою шовківництва і бджільництва [3]. Проте особливості біології і екології окремих видів комах обумовлюють різні підходи до підтримки життєздатності і продуктивності культур.

У зв'язку з цим, прийоми оптимізації генетичної структури популяцій ми розробляли на культурах шовковичного шовкопряда і зернової молі, які відрізняються особливостями біології, екології та господарським значенням.

Шовковичний шовкопряд – ідеальний експериментальний об'єкт для розробки прийомів оптимізації генетичної структури популяцій. Це обумовлено довготривалим культивуванням виду в контрольованих умовах.

Як відомо, гетерогенність – основа успішного існування будь-якої популяції. В результаті прагнення до отримання максимальної кількості однорідного матеріалу при розведенні шовковичного шовкопряда

гетерогенність культури знижується, а при цьому погіршуються біологічні показники комах.

В шовківництві широке застосування знайшов прийом, суть якого полягає в збагаченні спадковості племінного матеріалу і підвищенні його життєздатності за рахунок схрещування пар, узятих з популяцій, вигодованих в різних кліматичних умовах або сезонах [3].

Метою наших досліджень було вивчення динаміки показників життєздатності та продуктивності при підвищенні гетерогенності культури шовковичного шовкопряда за рахунок схрещування біоматеріалу, отриманого в різні сезони і маючого різну спадковість протягом 4-х поколінь.

Експеримент передбачав рішення наступних задач:

1. Вивчення можливості отримання гетерогенної суміші порід шовковичного шовкопряда і її різносезонна підтримка протягом чотирьох поколінь з метою стабілізації біоматеріалу (в результаті цілеспрямованого відбору). Для схрещувань використовували наступні породи: Б-1 пол., Б-2 пол., Мерефа-6, Мерефа-7, Українська-13, Українська-17, Українська -19, Українська -26. Передбачалось отримання екологічного ефекту гетерозису (ефект цитоплазматичної спадковості, що передається по материнській лінії).

2. Для породи Б-2 поліпшена були схрещені весняні самки з літніми самцями, і весняні самці з літніми самками (так зване «екологічне схрещування»).

3. В контролі проводили схрещування протягом чотирьох поколінь лінії породи Б-2 поліпшена (шляхом схрещування в собі весняного і літнього матеріалу по кожній лінії окремо).

Весною 2004 років вигодували четверте покоління вище вказаних варіантів, а також варіанти: гетерогенна суміш порід зимового зберігання і гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування. Схема експерименту представлена на рис.1.

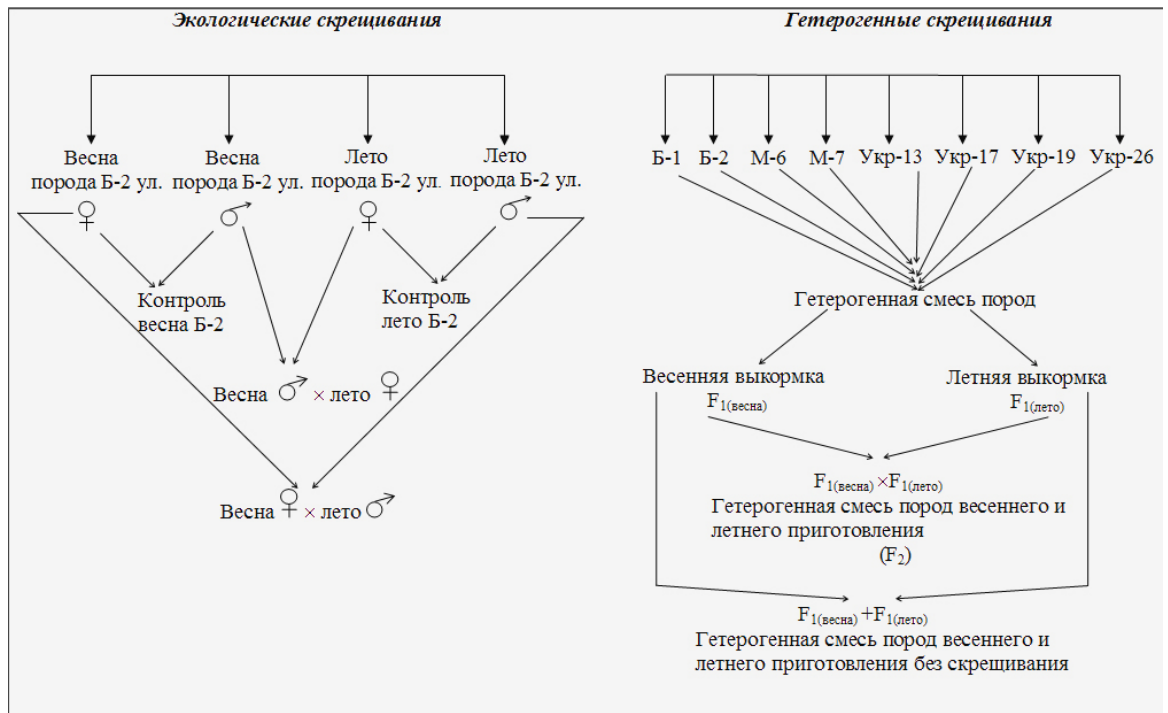


Рис.1. Схема екологічних і гетерогенних схрещувань шовковичного шовкопряда

Аналіз біологічних і господарсько цінних показників шовковичного шовкопряда свідчить, що у варіантах використання гетерогенної суміші порід з грену зимового зберігання і гетерогенної суміші порід весняного і літнього приготування спостерігалось збільшення показників життєздатності і продуктивності (рис2; рис3).

Показник життєздатності гусениць у варіанті гетерогенної суміші зимового зберігання достовірно перевищував контрольний варіант (весна в собі) на 10,99 % ( $p < 0,01$ ), у варіанті гетерогенної суміші порід весняного і літнього приготування він складав 87,84 %, і достовірно перевищував контрольні значення на 13,15 % ( $p < 0,01$ ), і був в цьому варіанті найвищим. Урожай коконів в цьому варіанті теж був достовірно вищим, ніж в контролі, на 0,93 кг (27,35%) і 1,60 кг (47,06%) відповідно ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ).

У варіантах схрещування «весняних самок» з «літніми самцями» і «весняних самців» з «літніми самками» відзначена тенденція до збільшення показників життєздатності і продуктивності, що вивчаються, проте достовірних відмінностей від контролю не виявлено.

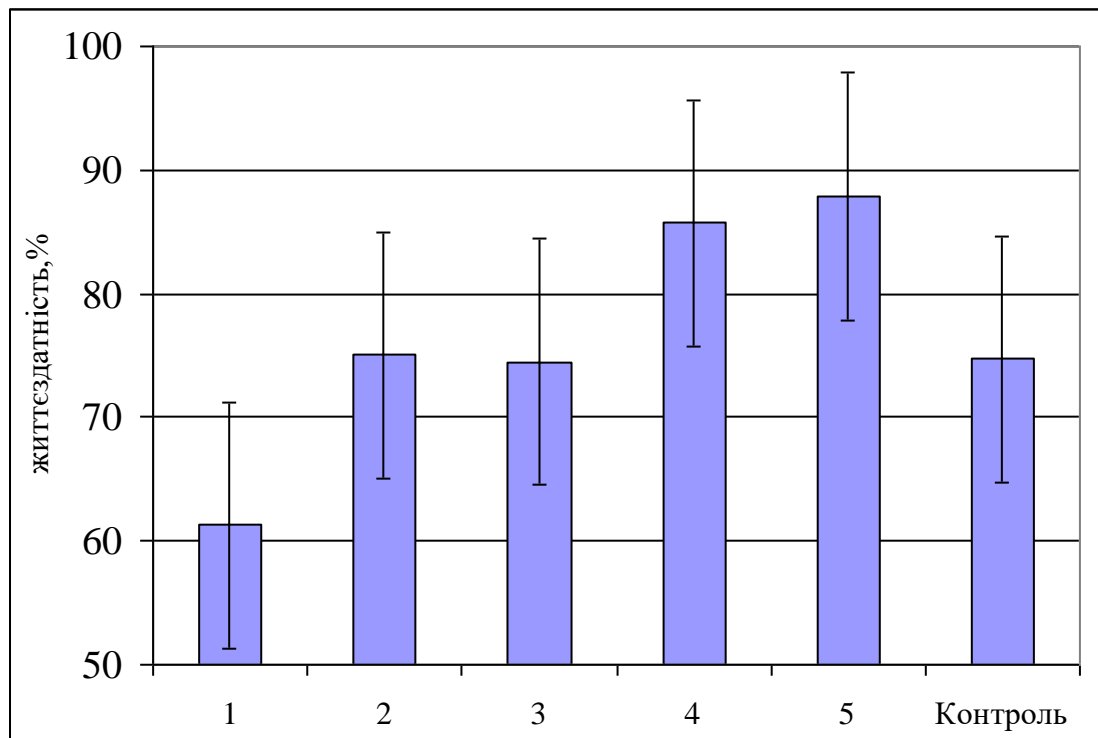


Рис. 2. Життєздатність гусениць **шовковичного** шовкопряда при міжпородних схрещуваннях (весна 2004 рік, четверте покоління; варіант 1 – літня в собі; 2 – весняні самки × літні самці; 3 – літні самки × весняні самці; 4 – гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування без схрещування; 5 – гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування з проведеним схрещуванням; контроль – весняна в собі)

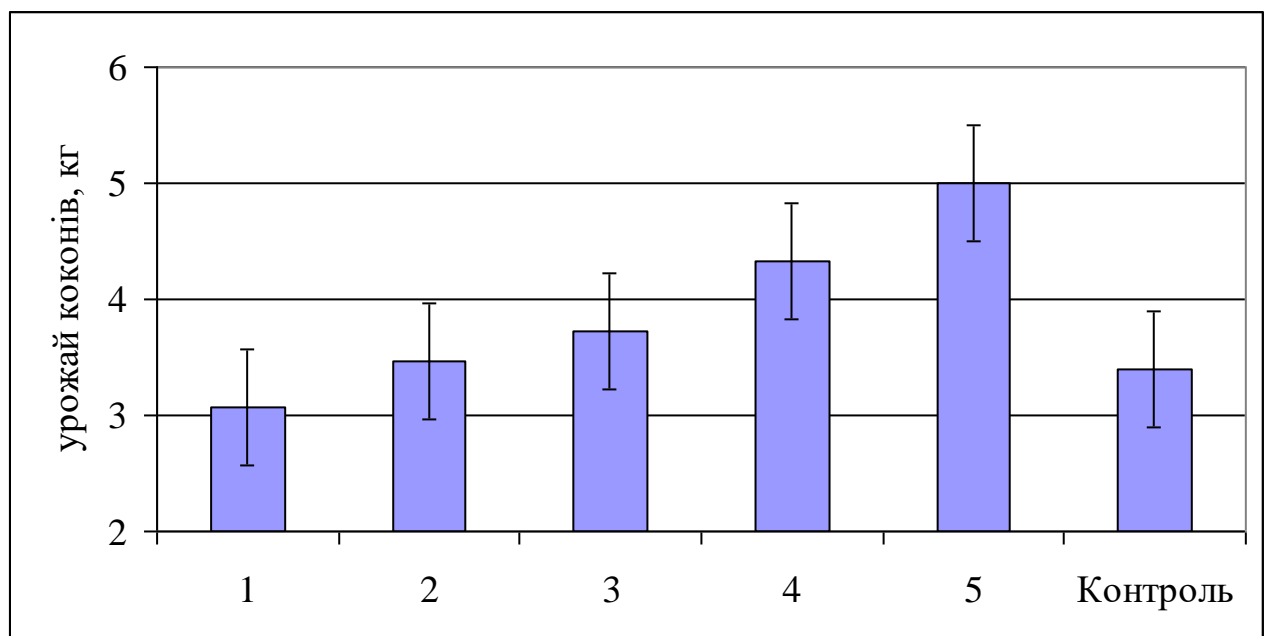


Рис. 3 Урожай коконів з 1 г гусениць **шовковичного** шовкопряда (кг) при міжпородних схрещуваннях (весна 2004 рік, четверте покоління; варіант 1 – літня в собі; 2 – весняні самки × літні самці; 3 – літні самки × весняні самці; 4 – гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування без

схрещування; 5 – гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування з проведеним схрещуванням; контроль – весняна в собі)

При порівнянні результатів гетерогенних схрещувань порід між собою встановлено, що високими показниками середньої маси кокона, відсотка сортових коконів, урожаю коконів з 1 г гусениць характеризувався варіант, де застосовували гетерогенну суміш порід весняного і літнього приготування (табл. 1).

Середня маса кокона в цьому варіанті досліді була достовірно вищою на 0,29 г (14,87 %) ( $p < 0,05$ ) в порівнянні з контролем, а частка сортових коконів – на 18,01 % ( $p < 0,001$ ).

Підвищення показників життєздатності гусениць шовковичного шовкопряда щодо контролю було достовірним ( $p < 0,001$ ) і склало у варіанті 1 (– гетерогенна суміш порід без схрещування) – 20,49 %, а у варіанті 2 (гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування, що схрещували між собою) – 22,65 % (рис4.).

Таблиця 1

Господарсько цінні показники шовковичного шовкопряда  
при міжпородних схрещуваннях (весна 2004 року)

Варіант	Середня маса кокона, г	Шелконосність %		Відсоток сортів коконів %
		самки	самці	
Гетерогенна суміш (початкова)	1,95±0,08	17,26±0,29	20,76±0,06	63,97±1,17
Гетерогенна суміш без схрещувань	2,16±0,06	17,65±0,47	20,81±0,41	87,94±1,60
Гетерогенна суміш весняного і літнього приготування, що схрещували між собою	2,24±0,03*	16,75±0,18	19,65±0,70	81,98±1,14**

Примітка: \* – відмінності достовірні при  $p < 0,01$ ; \*\* – при  $p < 0,001$

Урожай коконів шовковичного шовкопряда у варіанті, де використовували гетерогенну суміш порід весняного і літнього приготування достовірно ( $p < 0,01$ ) перевищував показники контролю – на 2,78 кг (рис.5).

Таким чином, при проведенні досліджень встановлено позитивний вплив міжпородних і різносезонних схрещувань шовковичного шовкопряда на життєздатність і продуктивність культур.

Особливо істотний ефект гетерозису виявився при гетерогенному схрещуванні порід весняного і літнього сезонів відгодівлі за рахунок додаткового ефекту екологічних схрещувань.

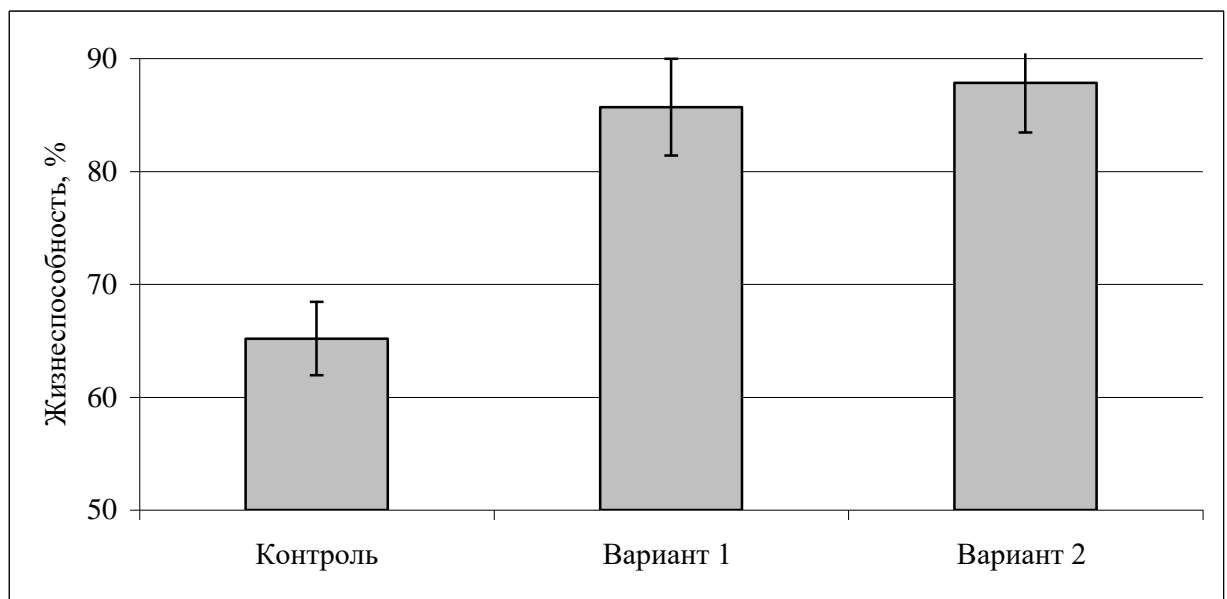


Рис. 4 Життєздатність гусениць шовковичного шовкопряда при міжпородних схрещуваннях (весна 2004 рік, четверте покоління; варіант 1 – гетерогенна суміш порід без схрещування; варіант 2 – гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування, що схрещували між собою )

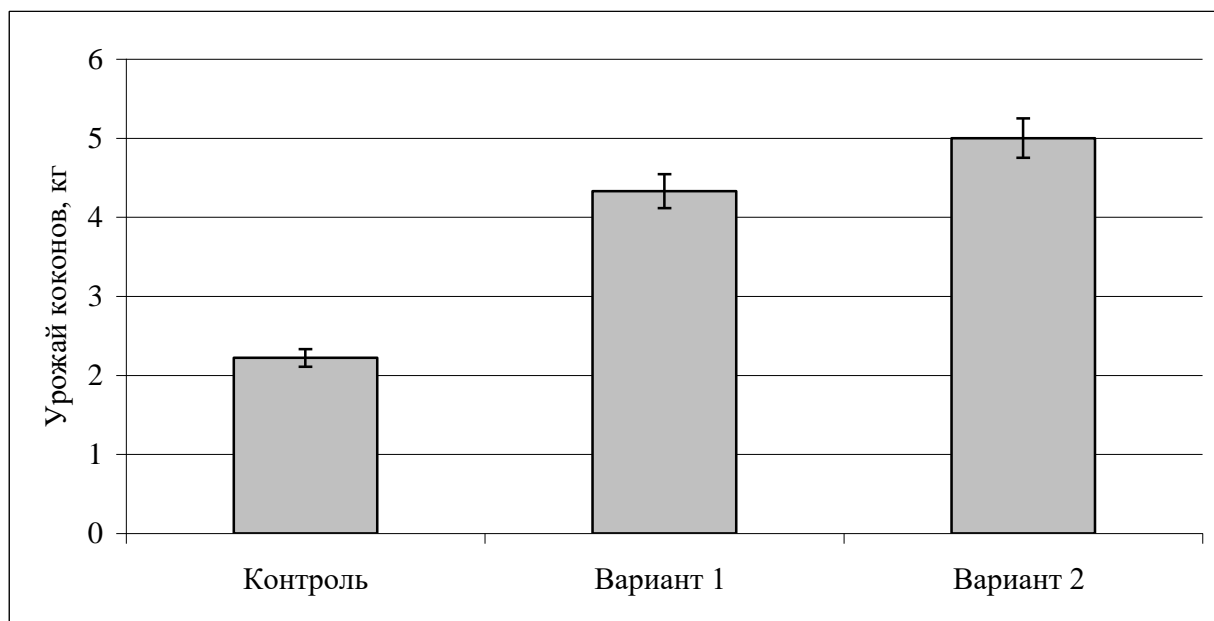


Рис. 5. Урожай коконів з 1 г гусениць шовковичного шовкопряда (кг) при міжпородних схрещуваннях (весна 2004 рік, четверте покоління; варіант 1 – гетерогенна суміш порід без схрещування; варіант 2 – гетерогенна суміш порід весняного і літнього приготування, що схрещували між собою).

Для підтвердження загальнобіологічного характеру факту підвищення показників життєздатності і продуктивності при збільшенні гетерогенності популяцій, встановленого нами на шовковичному шовкопряді, аналогічний прийом оптимізації був випробуваний на лабораторній культурі зернової молі з урахуванням особливостей біології даного вигляду.

Метою наших досліджень було вивчення можливості оптимізації культури зернової молі за життєздатністю і продуктивністю шляхом підвищення її гетерогенності при схрещуванні ліній різного географічного походження. Такий прийом, на нашу думку, повинен був привести до підвищення життєздатності гусениць зернової молі і виходу яєць з 1 кг зерна ячменю.

В дослідах використовували дві лінії зернової молі – Харківську і Белгородську, що розводяться на ячмені [1, 2]. Для цього племінну культуру зернової молі кожної ліній підтримували протягом 3-х поколінь при зараженні зерна з розрахунку 1 г яєць на 1 кг ячменю в 3-х кратній повторності.



Також був закладений варіант, де дві лінії схрестили між собою. Для цього узяли три повторності зерна по 0,5 кг, зараженого 0,5 г яєць зернової молі Харківської лінії і три повторності по 0,5 кг зерна, зараженого 0,5 г зернової молі Белгородської лінії. Після зараження зерна ячменю кожен повторність Харківської лінії (0,5 кг зерна) перемішали з 0,5 кг зерна Белгородської лінії. Таким чином, отримали три повторності по 1 кг зерна ячменю, зараженого сумішшю двох ліній. При вильоті метелика зернової молі парувались в кожній лінії окремо, а в суміші, отриманій шляхом вільного схрещування, парувались між собою. Для зараження зерна в F<sub>1</sub> відбирали по 1 г яєць з кожного варіанту в 3-х повторностях для обліку ефекту схрещування (гетерозису). Кожний варіант підтримували протягом 3-х поколінь, в 4-ому поколінні проводили контрольну відгодівлю зернової молі всіх трьох варіантів. Враховували наступні показники: життєздатність гусениць (%), середню плодючість самок (шт.), вихід яєць з 1 кг ячменю (г), частку яйцеродних самок (%), вихід гусениць з яєць %.

Результати проведених досліджень (табл. 2) свідчать про достовірне підвищення показників у отриманого гібрида.

Таблиця 2

Вплив схрещувань Харківської і Белгородської ліній зернової молі  
на біологічні і господарські показники культури  
(перше покоління F<sub>1</sub>, 2001 рік)

Життєздатність, %	Плодючість самок, шт		Доля яйцекладучих самок, %	Вихід гусениць з яєць, %	Вихід яєць з 1 кг ячменя, г
	10 день льоту метеликів	15 день льоту метеликів			
Харківська лінія					
81,4±1,2**	56,3±6,1**	103±8,2*	74,9±1,0 **	81,7±1,3*	6,5±0,3**
Белгородська лінія					
67,7±1,3	49,9±8,9**	80,6±6,2**	70,0±1,1 **	77,0±1,5*	5,8±0,4**

	*				
Харківська × Белгородська					
93,9±1,4	70,1±7,0	129,5±5,3	82,1±1,3	88,1±1,2	8,2±0,3

Примітка: \* – відмінності достовірні при  $p < 0,05$ ; \*\* – при  $p < 0,01$ ; \*\*\* – при  $p < 0,001$

Нами відмічено підвищення життєздатності гібридних гусениць зернової молі на 12,5% в порівнянні з показниками Харківської лінії і на 26,2% – в порівнянні з Белгородською.

Достовірно збільшився вихід гусениць зернової молі з гібридних яєць: на 6,4 % в порівнянні з Харківською лінією і на 11,1 % – в порівнянні з Белгородською лінією. Частка яйцекладучих самок зернової молі достовірно перевищувала показники Харківської і Белгородської ліній – на 7,2 і 12,1 % відповідно. Вихід яєць з 1 кг ячменю був вищим на 1,7 г (20,73 %) в порівнянні з Харківською лінією, і на 2,4 г (29,27 %) – в порівнянні з Белгородською). Таким чином, проведений дослід свідчить про наявність у зернової молі ефекту гетерозису в  $F_1$ .

Дані щодо післядії міжлінійних схрещувань на параметри культури зернової молі наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Післядія міжлінійних схрещувань культур зернової молі  
на біологічні і господарські показники культури  
(четверте покоління  $F_4$ , 2003 рік)

Життєздатність гусениць, %	Плодючість самок, шт.		Доля яйцекладучих самок, %	Вихід гусениць з яєць, %	Вихід яєць з 1 кг ячменю, г
	10 день льоту метеликів	15 день льоту метеликів			
Харківська лінія					

80,0±1,3**	54,3±8,1	94±9,1*	73,9±1,1*	80,9±1,5*	6,4±0,3*
Белгородська лінія					
68,1±1,5**	50,2±9,0	81,8±6,2*	69,9±1,3**	78,0±1,6**	5,9±0,4*
Харківська × Белгородська					
88,3±1,1	65,3±7,0	122,1±5,9	79,8±1,1	86,7±0,8	7,8±0,2

Примітка: \* – відмінності достовірні при  $p < 0,05$ ; \*\* – при  $p < 0,01$

Так, не дивлячись на деяке зниження показників в  $F_4$  в порівнянні з  $F_1$  вони все ж таки вище, ніж у початкових батьківських ліній, що очевидно пов'язано з підвищенням загальної гетерогенності гібридного матеріалу і його більшою життєздатністю і продуктивністю. Результати досліджень свідчать про достовірно високі показники отриманого гібрида: за життєздатністю гусениць гібрид перевищував Харківську лінію на 8,3 %, а Белгородську – на 20,2 %, за долею яйцекладучих самок – на 5,9 і 9,9 % відповідно.

Вихід гусениць з яєць був щонайвищим у гібрида і складав 86,7 %, що перевищує показники Харківської і Белгородської ліній на 5,8 і 8,7 % відповідно.

Вихід яєць зернової молі з 1 кг ячменю складав 7,8 г і був вищим, ніж в Харківській лінії, на 1,4 г (17,95 %), і на 1,9 г (24,36 %), щодо Белгородської.

Таким чином, схрещування двох ліній зернової молі (Харківської і Белгородської) приводить до достовірного підвищення життєздатності гусениць, виходу яєць з 1 кг зараженого зерна, частки яйцекладучих самок, виходу гусениць з яєць. Це дозволяє рекомендувати запропоновану схему схрещування культур різного географічного походження для підвищення життєздатності і продуктивності культури зернової молі.

Висновки:

В результаті проведених досліджень експериментально доведена можливість оптимізації генетичної структури популяцій комах на прикладі двох видів лускокрилих.

Підвищення гетерогенності культур комах за рахунок гетерогенних та екологічних схрещувань протягом декількох поколінь привело до підвищення життєздатності та продуктивності як в культурі шовковичного шовкопряда так і в культурі зернової молі

### Література

1. Галій А. І. Біологічні основи створення та оптимізації племінних (маточних) культур комах: Автореф. дис.... канд. біол. наук: 03.00.09 / — Харків, 1997. — 24 с.
2. Злотин А. 3. Разработка и биологическое обоснование приемов повышения жизнеспособности и продуктивности насекомых при разведении на примере *Bombyx mori* L., *Ocneria dispar* L., *Sitotroga cerealella* Oliv.: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Л., 1982. — 43 с.
3. Злотин А. 3. Селекция насекомых // Генетика и селекция насекомых. Итоги науки и техники. Сер. Энтомология. — М.: ВИНТИ, 1990. — Т. 10— С. 96 — 179.
4. Злотин А.3., Головкин В.А Экология популяций и культур насекомых.— Харьков: Оригинал, 1998.— 232 с.
5. Кривда Л.С. Вплив змін параметрів структури культур шовковичного шовкопряда на біологічні ознаки та продуктивність // Біологія та валеологія: зб.наук. праць / ХДПУ ім. Г.С.Сковороди.— Харків: ХДПУ, 2000.— Вип.3.— С. 160–166.
6. Маркина Т.Ю., Злотин А.3. Биологические основы оптимизации структуры искусственных популяций насекомых для реализации программ разведения // Приспособление организмов к действию экстремальных экологических факторов. — Белгород: БГУ. — 2002. — С. 47 — 49.
7. Маркина Т.Ю., Кривда Л.С., Злотин А.3. Новый принцип повышения эффективности целевых программ разведения насекомых // Тези доп.

VI з'їзду Укр. ентопол. товариства (Біла Церква, 8–11 вересня 2003 р.).  
Ніжин: Наука-сервіс, 2003. – С. 65.