



РІВЕНЬ ГЕТЕРОЗИСУ ТА СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ ОСНОВНИХ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК У ГІБРИДІВ F₁ ШОВКОВИЧНОГО ШОВКОПРЯДА (*BOMBYX MORI* L.)

Панченко О. М., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-9580-2839>

Інститут тваринництва НААН

Маркіна Т. Ю., д. б. н., професор, <https://orcid.org/0000-0002-6313-9814>
Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди

Представлено результати досліджень рівня гетерозису (гіпотетичного та істинного) і ступеня фенотипового домінування основних господарсько-цінних ознак у гібридів шовковичного шовкопряда Bombyx Mori L. першого покоління. Схрещування проводили за повною діалельною схемою, яка включала 16 варіантів (12 гібридів та 4 батьківські форми) по 50 мг у триразовій повторності.

Вивчено типи успадкування та рівень гетерозису основних господарсько-цінних ознак у гібридів F₁ шовковичного шовкопряда. Виявлено, що між лініями Г2, Г4, Г6 та Г7 шовковичного шовкопряда успадкування за ознаками життєздатність гусениць, середня маса кокону та шовконосність самців переважно позитивне наддомінування, а за шовконосністю самок – депресія (негативне наддомінування).

Визначення ефекту гетерозису та ступеня фенотипового домінування дозволило виявити 7 краєвих комбінацій за життєздатністю гусениць порівняно з батьківськими формами, серед них найкращими були гібриди Г2×Г6 та Г6×Г2 з найвищим ступенем фенотипового домінування (позитивне наддомінування) – 7,8 та 9,0, при цьому гіпотетичний гетерозис становив 11,0 % та 12,7 %, істинний гетерозис – 9,4 % та 11,1 % відповідно.

За масою кокону з 12 гібридних комбінацій ефект гетерозису (позитивне наддомінування) виявлено у 8 гібридів, часткове позитивне успадкування – у 3, та проміжний тип домінування – у 1.

За шовконосністю самок найвищим рівнем гіпотетичного та істинного гетерозису відзначилися гібриди Г6×Г4 (Ht=9,00 %, Hbt=8,30 %) та Г6×Г7 (Ht=1,68 %, Hbt=1,43 %), успадкування яких ішло за типом позитивного наддомінування (13,92 та 6,80 відповідно), а у 5 комбінаціях спостерігалася гібридна депресія, у 3 – проміжне успадкування та по одному - часткове позитивне та негативне домінування.

За шовконосністю самців у 9 гібридів успадкування ішло за типом позитивного наддомінування.

Напрацювання високоякісного біоматеріалу шовковичного шовкопряда сприяє розширенню можливостей його використання у різних сферах життєдіяльності людини.

Ключові слова: шовковичний шовкопряд *Bombyx mori* L., селекція, гетерозис, тип успадкування, гібриди, життєздатність, продуктивність.

У світовій практиці використання шовковичного шовкопряда *Bombyx mori* L. не обмежується одним шовківництвом, метою якого є отримання натурального шовку, а охоплює різноманітні аспекти життєдіяльності людини. Наряду з



традиційним використанням натурального шовку в легкій та фармакологічній промисловостях, авіації, медицині, в радіо- та електротехніці, млиновому виробництві, фото- і кінематографії, останнім часом стрімко зростає і всебічне використання самих комах. Їх все частіше розглядають як цінний кормовий ресурс для тварин і людини [1, 2], як біоіндикатор стану навколишнього середовища у природоохоронній сфері [3, 4], як біологічний об'єкт в лабораторних дослідженнях [5, 5]. Лялечок шовковичного шовкопряда використовують для отримання їстівної олії для харчової промисловості та тваринництва [7].

Хітин та хітозан, виділений з лялечок шовковичного шовкопряда набуває все більшого практичного застосування в медицині, сільському господарстві, космології і харчовій промисловості [8]. Розроблено методику отримання високоочищеного хітозану високої якості з *Bombyx mori* [9]. Хітозан є природним біостимулятором, який використовується при лікуванні термічних опіків [10]. Вивчена фунгіцидна активність хітозану і його наноструктурованих систем з міддю, які активно пригнічують ріст і розвиток фітопатогенних грибів [11]. Хітозан як природний матеріал цінний також тим, що його користі властивості посилюються в поєднанні з іншими біокомпонентами [12]. Розширення знань про хітозан, як природний полімер, ставить перед науковцями завдання напрацювання високоякісного біоматеріалу комах.

У зв'язку з вищевказаним набуває актуальності селекційна робота з існуючими в Україні породами та лініями шовковичного шовкопряда. На сьогодні колекція шовковичного шовкопряда *Bombyx Mori L.* має статус Національного надбання України та налічує близько 120 порід, з яких 20 є компонентами районуваних гібридів. Це своєрідна база для селекційних програм, в яких проводиться добір як за важливими господарсько-цінними ознаками (життєздатність гусениць, урожай коконів, шовконосність, маса коконів тощо), так і ефективністю гетерозису [13].

Застосування до шовковичного шовкопряда всіх способів штучного розмноження (амейотичного та мейотичного партеногенезу, гінтогенезу, андрогенезу, поліплоїдії) з різними цитогенетичними механізмами та методами регуляції статі дозволяє в широких межах керувати успадкуванням ознак у популяції, що особливо ефективно при комбінованому використанні штучних способів розмноження (при гібридизації партеногенетичних клонів та детермінованих по статі порід тутового шовкопряда) [14]. Гібридизація для промисловості має першочергове значення, оскільки шовковичний шовкопряд використовується в промисловому шовківництві всього світу тільки в якості гібридів першого покоління для отримання максимального ефекту гетерозису [15].

Мета досліджень – визначення закономірності прояву гетерозису та ступеню фенотипового домінування F_1 шовковичного шовкопряда *Bombyx Mori L.* за основними господарсько-цінними ознаками: життєздатність гусениць, середня маса кокона та шовконосність самок та самців.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальну частину роботи проводили в Інституті шовківництва УААН (нині відділ шовківництва та технічної ентомології Національного наукового центру „Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини”, м. Харків). Об'єкти дослідження – нові лінії шовковичного шовкопряда *Bombyx Mori L.* Г2, Г4, Г6 та Г7.

Схрещування проводили за повною діалельною схемою, яка включала 16 варіантів по 50 мг у триразовій повторності. Система діалельних схрещувань дає найбільш повну генетичну інформацію щодо властивостей і ознак сільськогосподарських культур [16, 17].



Облік показників проводили за загальноприйнятими у шовківництві методиками [16, 18].

Вивчення основних показників проводили за допомогою комп'ютерних програми для статистичної обробки даних - MS Excel 2016 та Statistica 6.0.

Прояв гетерозису визначали за наступними формулами [19, 20]:

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP \times 100, \quad (1)$$

$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \times 100, \quad (2)$$

де F_1 – середнє арифметичне значення ознаки гібрида;

Ht – гіпотетичний гетерозис;

Hbt – істинний гетерозис;

MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм;

BP – найвищий прояв ознаки одного з батьків.

Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях визначали за формулою [21]:

$$hp = (F_1 - MP) / (BP - MP), \quad (3)$$

Групування отриманих даних проводили за класифікацією (таб. 1) [22].

Таблиця 1

Класифікація фенотипового домінування ознак

Клас домінування	Числове значення hp
Гетерозис (наддомінування)	$hp > +1$
Часткове позитивне домінування	$+0,5 < hp \leq +1$
Проміжне успадкування	$-0,5 \leq hp \leq 0,5$
Часткове від'ємне успадкування	$-1 \leq hp < -0,5$
Депресія	$hp < -1$

Гіпотетичний гетерозис (Ht) вказує на перевищення прояву кількісної ознаки у гібрида F_1 над середнім значенням батьківських компонентів. Разом з тим істинний гетерозис (Hbt) дає змогу розрахувати прояв ознаки у F_1 , порівняно з кращою батьківською формою й оцінити селекційну цінність гібрида. Цей метод оцінки гібридів широко застосовується в рослинництві [23-25], а в шовківництві його слід використовувати в комплексі з іншими критеріями, оскільки при гібридизації шовковичного шовкопряда материнська компонента більше впливає на нащадків.

Результати досліджень. В результаті проведення порівняльної характеристики високошовконосних високоінбредних ліній шовковичного шовкопряда Г2, Г4, Г6 та Г7 за показниками життєздатності та продуктивності за сукупністю біологічних та технологічних показників були виділені як найкращі лінії Г6 та Г7 [26].



Хоча шовковичний шовкопряд відноситься до комах з повним циклом перетворення, тобто проходить 4 стадії розвитку (яйце (грена), гусениця, лялечка (кокон), імаго (доросла комаха)), життєздатність порід в їх характеристиці представлена як життєздатність на стадії гусениці. Тому питанню підвищення життєздатності гусениць приділяється значна увага як вітчизняних, так і зарубіжних авторів [5, 27].

Визначення ефекту гетерозису та ступеня фенотипового домінування дозволило виявити 7 кращих комбінацій за життєздатністю гусениць порівняно з батьківськими формами (табл. 2). Серед них слід виділити гібриди Г2×Г6 та Г6×Г2 з найвищим ступенем фенотипового домінування (наддомінування) – 7,8 та 9,0, при цьому гіпотетичний гетерозис становив 11,0 % та 12,7 %, істинний гетерозис – 9,4 % та 11,1 % відповідно. Слід відмітити, що найвищий гіпотетичний гетерозис виявили у гібридів Г6×Г7 та Г2×Г7 – 25,8 % та 21,0 %, але їх істинний гетерозис значно поступався та становив 15,7 % та 12,7 % при ступені фенотипового домінування 2,9, однаковому для обох гібридів.

У цілому з 12 гібридних комбінацій ефект гетерозису (позитивне наддомінування) за життєздатністю гусениць виявлено у 7 гібридів, часткове позитивне успадкування – у 2, депресія – у 3.

Таблиця 2

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за життєздатністю гусениць в F₁ шовковичного шовкопряда

Гібрид	Життєздатність гусениць, %			Ht (%)	Hbt (%)	hp
	P ₁	P ₂	F ₁			
Г2×Г4	70,1	74,5	70,1	-3,0	-5,9	-1,0
Г2×Г6	70,1	72,1	78,9	11,0	9,4	7,8
Г2×Г7	70,1	60,5	79,0	21,0	12,7	2,9
Г4×Г2	74,5	70,1	71,0	-1,8	-4,7	-0,6
Г4×Г6	74,5	72,1	65,5	-10,6	-12,1	-6,5
Г4×Г7	74,5	60,5	73,0	8,1	-2,0	0,8
Г6×Г2	72,1	70,1	80,1	12,7	11,1	9,0
Г6×Г4	72,1	74,5	79,9	9,0	7,2	5,5
Г6×Г7	72,1	60,5	83,4	25,8	15,7	2,9
Г7×Г2	60,5	70,1	72,3	10,7	3,1	1,5
Г7×Г4	60,5	74,5	73,1	8,3	-1,9	0,8
Г7×Г6	60,5	72,1	78,2	17,9	8,5	2,1

Примітка. P₁ – материнська форма, P₂ – батьківська форма, F₁ – гібрид, Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь фенотипового домінування.

Вивчення 12 гібридних комбінацій та їх батьківських форм за масою кокону (таб. 3) виявило різні типи успадкування між лініями Г2, Г4, Г6 та Г7. Наддомінування спостерігалось у 8 гібридів, часткове позитивне успадкування – у 3, та проміжний тип домінування – у 1. Слід відмітити відсутність депресії та частково негативного домінування. За показниками гіпотетичного та справжнього гетерозису найкращими були комбінації Г2×Г6, Г2×Г7, Г4×Г7, Г6×Г4, Г7×Г2 та Г7×Г6.



Таблиця 3

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за середньою масою кокона в F₁ шовковичного шовкопряда

Гібрид	Середня маса кокона, г			Ht (%)	Hbt (%)	hp
	P ₁	P ₂	F ₁			
Г2×Г4	1,67	1,83	1,81	3,43	-1,09	0,75
Г2×Г6	1,67	1,89	1,92	7,87	1,59	1,27
Г2×Г7	1,67	1,77	1,85	7,56	4,52	2,60
Г4×Г2	1,83	1,67	1,77	1,14	-3,28	0,25
Г4×Г6	1,83	1,89	1,9	2,15	0,53	1,33
Г4×Г7	1,83	1,77	1,96	8,89	7,10	5,33
Г6×Г2	1,89	1,67	1,88	5,62	-0,53	0,91
Г6×Г4	1,89	1,83	1,95	4,84	3,17	3,00
Г6×Г7	1,89	1,77	1,88	2,73	-0,53	0,83
Г7×Г2	1,77	1,67	1,82	5,81	2,82	2,00
Г7×Г4	1,77	1,83	1,87	3,89	2,19	2,33
Г7×Г6	1,77	1,89	1,99	8,74	5,29	2,67

Примітка. P₁ – материнська форма, P₂ – батьківська форма, F₁ – гібрид, Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь фенотипового домінування.

За шовконосністю самок (табл. 4) найвищим рівнем гіпотетичного та істинного гетерозису відзначилися гібриди Г6×Г4 (Ht=9,00 %, Hbt=8,30 %) та Г6×Г7 (Ht=1,68 %, Hbt=1,43 %), успадкування яких ішло за типом позитивного наддомінування (13,92 та 6,80 відповідно). У 5 комбінаціях спостерігалася гібридна депресія, у 3 – проміжне успадкування та по одному - часткове позитивне та негативне домінування.

Таблиця 4

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за шовконосністю самок в F₁ шовковичного шовкопряда

Гібрид	Шовконосність самок, %			Ht (%)	Hbt (%)	hp
	P ₁	P ₂	F ₁			
Г2×Г4	20,75	19,97	20,36	0	-1,88	0
Г2×Г6	20,75	20,23	19,84	-3,17	-4,39	-2,50
Г2×Г7	20,75	20,13	20,42	-0,10	-1,59	-0,06
Г4×Г2	19,97	20,75	20,66	1,47	-0,43	0,77
Г4×Г6	19,97	20,23	20,00	-0,50	-1,14	-0,77
Г4×Г7	19,97	20,13	19,33	-3,59	-3,97	-9,00
Г6×Г2	20,23	20,75	20,23	-1,27	-2,51	-1,00
Г6×Г4	20,23	19,97	21,91	9,00	8,30	13,92
Г6×Г7	20,23	20,13	20,52	1,68	1,43	6,80
Г7×Г2	20,13	20,75	19,8	-3,13	-4,58	-2,06
Г7×Г4	20,13	19,97	20,03	-0,10	-0,50	-0,25
Г7×Г6	20,13	20,23	19,66	-2,58	-2,82	-10,40

Примітка. P₁ – материнська форма, P₂ – батьківська форма, F₁ – гібрид, Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь фенотипового домінування.



Майже протилежні результати спостерігалися за шовконосністю самців (табл. 5) при вивченні ефекту гетерозису та ступеня фенотипового домінування. Так, у 9 комбінаціях успадкування йшло за типом позитивного наддомінування, у 1 – проміжне успадкування та у двох - часткове негативне домінування. Найвищим рівнем гіпотетичного та істинного гетерозису відзначилися гібриди Г6×Г4 (Ht=8,45 %, Hbt=6,19 %), Г6×Г7 (Ht=4,33 %, Hbt=3,99 %), як і за шовконосністю самок, а також Г7×Г6 (Ht=4,11 %, Hbt=3,78 %) та Г6×Г2 (Ht=7,42 %, Hbt=3,74 %)

Таблиця 5

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за шовконосністю самців в F₁ шовковичного шовкопряда

Гібрид	Шовконосність самців, %			Ht (%)	Hbt (%)	hp
	P ₁	P ₂	F ₁			
Г2×Г4	25,11	24,41	25,21	1,82	0,40	1,29
Г2×Г6	25,11	23,39	23,68	-2,35	-5,69	-0,66
Г2×Г7	25,11	23,54	25,32	4,09	0,84	1,27
Г4×Г2	24,41	25,11	25,71	3,84	2,39	2,71
Г4×Г6	24,41	23,39	24,53	2,64	2,64	1,24
Г4×Г7	24,41	23,54	23,98	0,02	-1,76	0,01
Г6×Г2	23,39	25,11	26,05	7,42	3,74	2,09
Г6×Г4	23,39	24,41	25,92	8,45	6,19	3,96
Г6×Г7	23,39	23,54	24,48	4,33	3,99	13,53
Г7×Г2	23,54	25,11	24,18	-0,60	-3,70	-0,18
Г7×Г4	23,54	24,41	24,49	2,15	0,33	1,18
Г7×Г6	23,54	23,39	24,43	4,11	3,78	12,87

Примітка. P₁ – материнська форма, P₂ – батьківська форма, F₁ – гібрид, Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь фенотипового домінування.

Висновок. Вивчено типи успадкування та рівень гетерозису основних господарсько-цінних ознак у гібридів першого покоління шовковичного шовкопряда *Bombyx Mori* L. Виявлено, що між лініями Г2, Г4, Г6 та Г7 шовковичного шовкопряда успадкування за ознаками життєздатність гусениць, середня маса кокону та шовконосність самців переважно позитивне наддомінування, а за шовконосністю самок – депресія (негативне наддомінування). Установлено, що за життєздатністю найкращими були реципрокні гібриди Г2×Г6 та Г6×Г2, які мали і досить високі показники гіпотетичного та істинного гетерозису за ознакою середня маса кокону.

Бібліографічний список

1. Евлагина Е. Г., Селионова М. И., Богословский В. В. Тутовый шелкопряд как корм для сельскохозяйственных животных. Инновационные агробиотехнологии в животноводстве и ветеринарной медицине : I Евразийская науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 17–20 нояб. 2015 г.). СПб., 2015. С. 132–135.
2. Raubenheimer D., Rothman J. M. Nutritional Ecology of Entomophagy in Humans and Other Primates. *Annu. Rev. Entomol.* 2013. Vol. 58. P. 141–160.
3. Злотін О. З., Маркіна Т. Ю. Біоіндикація стану природного середовища. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харків : ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2014. 114 с.



4. Маркіна Т. Ю., Злотін О. З. Шовковичний шовкопряд як тест-об'єкт для біоіндикації забруднення довкілля. Матер. Міжнар. науков. конф. присвяченої 50-річчю функціонування високогірного біологічного стаціонару Пожижевська (23-27 вер. 2008 р.). Львів, 2008. С. 272–273.
5. Маркіна Т. Ю. Гомеостатические свойства искусственных популяций насекомых и способы управления их состоянием : монография. Х. : Планета-Принт, 2019. 380 с.
6. Tazima Y., Doira H. The silkworm important laboratory tool. Tokyo. 1978. 247 p.
7. Ghosh A., Ray M., Gangopadhyay D. Evaluation of proximate composition and antioxidant properties in silk-industrial byproduct LWT. *Food Science and Technology*, 2020. Vol. 132. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109900>
8. Рашидова С. Ш., Милушева Р. Ю. Хитин и хитозан *Bombyx mori*. Синтез, свойства и применение. Ташкент. 2009. 246 с.
9. Милушева Р. Ю., Пирниязов К. К., Рашидова С. Ш. Очистка хитозана *Bombyx Mori*. Вестник ТвГУ. Серия «Химия». 2016. № 2. С. 119-12
10. Шукуров И. Б., Шукурова В. И., Шукурова С. И., Сулейманов С. Ф. Исследование механизма действия хитозана при лечении термических ожогов. *Вісник проблем біології і медицини*, Полтава 2012. Вип. 1 (91), С. 191-193
11. Vokhidova N. R., Sattarov M. E., Kareva N. D., Rashidova S. Sh. Fungicide Features of the Nanosystems of Silkworm (*Bombyx mori*) Chitosan with Copper Ions. *Microbiology*, 2014, Vol. 83, №. 6, P. 751-753 <https://doi.org/10.1134/S0026261714060204>
12. Manni L., Ghorbel-Bellaaj O., Jellouli K., Younes I., Nasri M. Extraction and characterization of chitin, chitosan, and protein hydrolysates prepared from shrimp waste by treatment with crude protease from *Bacillus cereus* SV1. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2010. 162 345-357. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8846-y>
13. Литовченко А. М., Білоус О. В., Кудрявська Н. В. та ін. Програма селекції з породами та гібридами шовковичного шовкопряду на 2003-2010 роки. К. : Державний науково-виробничий концерн „Селекція”. 2003. 36 с.
14. Ларькина Е. А., Акилов У. Х., Туйчиев Ж. Ш., Асронов Э. К., Солиева М. Б., Абдикаюмова Н. К. Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) в практическом шелководстве. *Аграрная наука*. 2022. 1(7-8). 114-120. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120>
15. Батирова А. Н., Умаров Ш. Р. Особенности получения межпородных и межлинейных гибридных комбинаций тутового шелкопряда. *Аграрная наука*. 2019. (7-8). 29-30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-330-7-29-30>
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) М. : Книга по Требованию. 2012. 352 с.
17. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику. Минск : Вышэйшая школа, 1978. 448 с.
18. Злотин А. З. Техническая энтомология : справочное пособие К. : Наук. думка, 1989. 183 с.
19. Matzinger D. F., Mannand T. J., Cockerham C. C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. 2, 238–286.
20. Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. 1, 85–88.
21. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 1968. 35, 303–321.



22. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 1965. 39, 3.
23. Заїка Є. В. Ефект гетерозису та успадкування господарсько цінних ознак у гібридів F₁ пшениці м'якої озимої в зоні Північного Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 5. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19
24. Тромсюк В. Д., Бугайов В. Д. Рівень гетерозису та ступінь фенотипового домінування основних ознак продуктивності у F₁ тритикале озимого. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, Серія «Агрономія і біологія», 2021. Вип. 1 (43), С. 49-54 <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.7>
25. Федоренко І. В. Прояв основних кількісних ознак продуктивності гібридів F₁ пшениці м'якої ярої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2015. № 1 (47), т. 1. С. 269-275
26. Панченко О. М., Маркіна Т. Ю. Оцінка високошовконосних ліній шовковичного шовкопряда (*Bombyx Mori L.*) за життєздатністю та продуктивністю. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія „Тваринництво”. Суми, 2020. Вип. 4 (43), С. 65–70. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.4.10>
27. Jeong W., Choi J., Baf K., Sunk H. Heterosis, inbreeding depression and combining ability of bave characters in silkworm by diallel crosses. *Research reports of Korea Technology Research Inst*, 1990. V. 2. P. 49–56

References

1. Evlagina, E. G., Selionova, M. I., & Bogoslovskij, V. V. (2015). Tutovyj shelkoprijad kak korm dlja sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. *Innovacionnye agrobiotehnologii v zhivotnovodstve i veterinarnoj medicine : I Evrazijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija* [Silkworm as feed for farm animals. Innovative agrobiotechnologies in animal husbandry and veterinary medicine : I Eurasian Scientific and Practical Conference] Sankt-Peterburg, 132–135 [in Russian].
2. Raubenheimer, D., Rothman, & J. M. (2013). Nutritional Ecology of Entomophagy in Humans and Other Primates. *Annu. Rev. Entomol.* 58. 141–160.
3. Zlotin, O. Z. & Markina, T. Yu., (2014). *Bioindykatsiia stanu pryrodnoho seredovyshcha*. [Bioindication of the state of the natural environment.] Navchalnyi posibnyk dlja studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv. Kharkiv : KhNPU imeni H.S. Skovorody, 114 [In Ukrainian].
4. Markina, T. Yu. & Zlotin, O. Z. (2008). Shovkovychnyi shovkopriiad yak test-obiekt dlja bioindykatsii zabrudnennia dovkillia. *Materialy mizhnarodnoi naukovoї konferentsii, prysviachenoї 50-richchu funktsionuvannia vysokohirnoho biolohichnoho statsionaru Pozhizhevsk* [Silkworm as a test object for bioindication of environmental pollution. Materials of the international scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the Pozhizhevsk high-altitude biological hospital] Lviv, 272–273 [In Ukrainian].
5. Markina, T. Yu. (2019). *Gomeostaticheskie svojstva iskusstvennyh populjacij nasekomyh i sposoby upravlenija ih sostojaniem : monografija* [Homeostatic properties of artificial insect populations and methods of controlling their state] Har'kov : Planeta-Print, 380. [in Russian].
6. Tazima, Y., & Doira, H. (1978). The silkworm important laboratory tool. Tokyo. 247 p.
7. Ghosh, A., Ray, M., & Gangopadhyay D. (2020). Evaluation of proximate composition and antioxidant properties in silk-industrial byproduct LWT. *Food Science and Technology* 132. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109900>



8. Rashidova, S. Sh. & Milusheva, R. Ju. (2009). *Hitin i hitozan Bombyx mori. Sintez, svojstva i primenenie* [Chitin and chitosan Bombyx mori. Synthesis, properties and application] Tashkent, 246. [in Russian].
9. Milusheva, R. Ju., Pirnijazov, K. K. & Rashidova, S. Sh. (2016). Ochistka hitozana Bombyx Mori. [Purification of Bombyx Mori Chitosan] *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Himija»*. 2. 119-124 [in Russian].
10. Shukurov, I. B., Shukurova, V. I., Shukurova, S. I., & Sulejmanov, S. F. (2012). Issledovanie mehanizma dejstvija hitozana pri lechenii termiheskih ozhogov [Study of the mechanism of action of chitosan in the treatment of thermal burns] *Visnyk problem biologii i medycyny*. Poltava. issue 1 (91). 191-193. [in Russian].
11. Vokhidova, N. R., Sattarov, M. E., Kareva, N. D. & Rashidova, S. Sh. (2014). Fungicide Features of the Nanosystems of Silkworm (*Bombyx mori*) Chitosan with Copper Ions. *Microbiology*. 83, 6. 751-753 <https://doi.org/10.1134/S0026261714060204>
12. Manni, L., Ghorbel-Bellaaj, O., Jellouli, K., Younes, I. & Nasri, M. (2010). Extraction and characterization of chitin, chitosan, and protein hydrolysates prepared from shrimp waste by treatment with crude protease from *Bacillus cereus* SV1. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 162:345-357. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8846-y>
13. Lytovchenko, A. M., Bilous, O. V., Kudriavska, N. V. (2003). *Prohrama seleksii z porodamy ta hibrydamy shovkovychnoho shovkopriada na 2003-2010 roky* [Breeding program with breeds and hybrids of mulberry silkworm for 2003-2010] Kyiv : Derzhavnyi naukovo-vyrobnychy kontsern „Seleksiia”. 36 [In Ukrainian].
14. Larkina, E. A., Akilov, U. K., Tychiev, Z. S., Asronov, E. K., Solieva, M. B., & Abdikayumova, N. K. (2022). The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (*Bombyx mori* L.) in practical sericulture. *Agrarian science*. 1(7-8). 114-120. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120> [in Russian].
15. Batirova, A. N. & Umarov, S. R. (2019). Peculiarities of obtaining inter-residential and interline hybrid combinations of silkworm caterpillar. *Agrarian science*. (7-8). 29-30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-330-7-29-30> [in Russian].
16. Dospheov, B. A. (2012). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)] Moskva : Kniga po Trebovaniyu, 352 [in Russian].
17. Rokickij, P. F. (1978). *Vvedenie v statisticheskuyu genetiku* [An introduction to statistical genetics] Minsk : Vyshcheshaja shkola, 448 [in Russian].
18. Zlotin, A. Z. (1989). *Tekhnicheskaja jentomologija : spravochnoe posobie* [Technical entomology: a reference book] Kiev : Naukova dumka, 183 [in Russian].
19. Matzinger, D. F., Mannand, T. J., & Cockerham, C. C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*, 2, 238–286.
20. Fonseca, S., & Patterson, F. L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, 1, 85–88.
21. Griffing, B. (1950) Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
22. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 39, 3.
23. Zaika, Ye. V. (2015). Efekt heterozysu ta uspadkuvannia hospodarsko tsinnykh oznak u hibrydiv F₁ pshenytsi miakoi ozymoi v zoni Pivnichnoho Lisostepu. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. [Effect of heterosis and inheritance of economically valuable traits in F₁



hybrids of soft winter wheat in the Northern Forest Steppe zone. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*] 5. Retrieved from : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19 [In Ukrainian].

24. Tromsiuk, V. D., & Buhaiov, V. D. (2021). Riven heterozysu ta stupin fenotipovoho dominuvannia osnovnykh oznak produktyvnosti u F₁ trytkale ozymoho. [The level of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main productivity traits in F₁ winter triticale.] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, Seriia «Ahronomiia i biolohiia»*, 1, (43), 49-54 <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.7> [In Ukrainian].

25. Fedorenko, I. V. (2015). Proiav osnovnykh kilkisnykh oznak produktyvnosti hibrydiv F₁ pshenytsi miakoi yaroi [Manifestation of the main quantitative characteristics of the productivity of F₁ hybrids of soft spring wheat.] *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu, Zhytomyr*, 1 (47), 1. 269-275 [In Ukrainian].

26. Panchenko, O. M. & Markina T. Yu. (2020). Otsinka vysokoshovkonosnykh liniy shovkovychnoho shovkopriada (*Bombyx Mori* L.) za zhyttiezdatnistiu ta produktyvnistiu. [Evaluation of high-silk lines of of silkworm (*Bombyx Mori* L.) for viability and productivity] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia „Tvarynnytstvo”*, Sumy, 4 (43), 65–70. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.4.10> [In Ukrainian].

27. Jeong, W., Choi, J., Baf, K. & Sunk, H. (1990). Heterosis, inbreeding depression and combining ability of bave characters in silkworm by diallel crosses. *Research reports of Korea Technology Research Inst.* 2. 49–56

THE LEVEL OF HETEROSIS AND THE DEGREE OF PHENOTYPIC DOMINANCE OF THE MAIN ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS IN F₁ HYBRIDS OF THE SILKWORM (BOMBYX MORI L.)

Panchenko O. M., Institute of Animal Science NAAS.

Markina T. Yu., H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University.

*There were presented the results of heterosis level (hypothetical and true) and the degree of phenotypic dominance of the main economically valuable characteristics in hybrids of silkworm *Bombyx Mori* L. of the first generation. The crossing was conducted by full diallel scheme, including 16 variants (12 hybrids and 4 parental forms), 50 mg in triplicate replications.*

There were studied the types of heredity and the level of heterosis of the main economically valuable characteristics in F₁ hybrids of silkworms. It was revealed that the heredity of caterpillars viability, average cocoon weight and male silkiness was mostly positive as regards to G₂, G₄, G₆ and G₇ lines, while the heredity of females was mostly depressed (negative superdominance).

Determination of the effect of heterosis and the degree of phenotypic dominance made it possible to identify 7 best combinations in terms of caterpillar viability in comparison with parental forms, among them the best were hybrids G₂×G₆ and G₆×G₂ with high degree of phenotypic dominance (positive superdominance) -- 7.8 and 9.0, with hypothetical heterosis of 11.0% and 12.7% and true heterosis of 9.4% and 11.1% accordingly.

The effect of heterosis (positive superdominance) was found in 8 hybrids according to cocoon weight out of 12 hybrid combinations, partial positive inheritance in 3 hybrids, and intermediate type of dominance in 1 hybrid.



The hybrids G6×G4 (Ht=9.00 %, Hbt=8.30 %) and G6×G7 (Ht=1.68 %, Hbt=1.43 %), whose heredity was of the positive superdominance type, were distinguished by female silkiness with a high level of hypothetic and true heterosis (13, 92 and 6.80, accordingly), while hybrid depression was observed in 5 combinations, intermediate heredity in 3, and partial positive and negative dominance in one combination each.

The 9 hybrids had positive overdominance type heredity for silkiness in males.

Production of high-quality silkworm biomaterial contributes to extension of possibilities of its use in various spheres of human activity.

Keywords: silkworm Bombyx mori L., breeding, heterosis, type of heredity, hybrids, viability, productivity.

DOI 10.32900/2312-8402-2022-128-172-180

УДК 636.2.083:[615.82:591.469]

ВПЛИВ РІЗНИХ ПРИЙОМІВ ПІДГОТОВКИ НЕТЕЛЕЙ ДО ОТЕЛЕННЯ НА ЇХ ПОДАЛЬШУ МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ

Піскун В. І., д. с.-г. н., с. н. с., <http://orcid.org/0000-0003-0373-9268>

Антоненко С. Ф., д. с.-г. н., с. н. с.

Золотарьов А. П., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-5532-3988>

Інститут тваринництва НААН

Золотарьова С. А., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-7275-5603>

Державний біотехнологічний університет

Берестова Л. Є., к. с.-г. н., доцент, <https://orcid.org/0000-0003-0492-1264>

Східно-Український Національний університет ім. В. В. Даля

У статті наведено результати дослідження з вивчення впливу тривалості ручного масажу вимені нетелей на подальший розвиток молочної залози та майбутню продуктивність корів.

Важливою ланкою ефективного ведення молочного скотарства є чітка організація відтворення стада, підготовка нетелей до отелення й лактації та роздоювання корів–первісток. Було встановлено, що у формуванні продуктивності молочних тварин визначальне значення має перша тільність.

Особливість цього фізіологічного стану полягає у тому, що в організмі вперше відбуваються складні морфолого-функціональні зміни у репродуктивних органах, а вагітність, отелення і лактація проходять за подальшого формування організму тварин. Один з найбільш значимим стрес-чинником для організму первістки є перші пологи у комплексі з машинним доїнням. Нездатність подолання впливу такого стрес-чинника як перше доїння є причиною вибуття частини первісток вже на цьому етапі технологічної ланки при промисловому виробництві молока.

Один із технологічних прийомів, який здатний зменшити силу впливу вище зазначених стрес факторів, є проведення масажу вимені нетелей.

Для вивчення ефективності проведення ручного масажу вимені нетелей було проведено дослід стосовно його тривалості (від 1 до 4 хв.). Також досліджено вплив різної тривалості ручного масажу на продуктивність нетелей та їх морфологічні ознаки. Дослід проводили у ДП ДГ „Українка Слобідська” ІТ НААН