

Успадкування ознаки абрикосового забарвлення крайових квіток соняшнику (*Helianthus annuus* L.)

К. В. Ведмедева

Інститут олійних культур НААН України, вул. Інститутська, 1, с. Сонячне, Запорізький р-н, Запорізька обл., 69093, Україна, e-mail: vedmedeva.katerina@gmail.com

Мета. Установити характер успадкування абрикосового забарвлення крайових квіток соняшнику та типи взаємодії генів, що зумовлюють різні типи забарвлення. **Методи.** Польовий дослід, генетичний аналіз. Статистичну достовірність результатів оцінювали за допомогою критерія Пірсона. **Результати.** Проведено схрещування лінії 'КГ13', джерела ознаки абрикосового забарвлення, з лініями соняшнику, які мають жовте, оранжеве та лимонне забарвлення крайових квіток. У першому гібридному поколінні від схрещування 'КГ13' із п'ятьма лініями, які мали жовтий колір, спостерігали лише жовте забарвлення крайових квіток. У другому гібридному поколінні отримано розщеплення нащадків на два класи – із жовтим та з абрикосовим забарвленням квіток, у співвідношенні 3 : 1. Лінія 'КГ13' була схрещена з трьома лініями ('НА298', 'SL2966', 'LD72/3'), які мали оранжеве забарвлення квіток. У першому поколінні спостерігали оранжеве забарвлення квіток, у другому – зафіксовано розщеплення: три чверті нащадків з оранжевим забарвленням квіток до однієї чверті з абрикосовим. Лінія 'КГ13' була схрещена з 'КГ107' та 'ЗЛ678', які мали лимонне забарвлення квіток. Отримані рослини першого покоління мали жовте забарвлення крайових квіток. У другому поколінні отримано п'ять класів рослин за забарвленням крайових квіток: жовті, оранжеві, абрикосові, лимонні, лимонно-абрикосові у співвідношенні 6 : 4 : 3 : 2 : 1. За цим розщепленням алелі лимонного та абрикосового забарвлення мають комплементарну дію, гомозиготний стан оранжевого алеля епістатує над рецесивною гомозиготою гена лимонного забарвлення. Лінія 'КГ108' з поєднанням генів, що зумовлюють абрикосовий та світло-жовтий колір, має світло-абрикосове забарвлення і в схрещуваннях у другому поколінні дає розщеплення у співвідношенні 9 : 3 : 3 : 1. **Висновки.** Абрикосове забарвлення крайових квіток лінії соняшнику 'КГ13' зумовлено гомозиготним станом алелю того ж самого гена, другий алель якого спричинює оранжевий колір у лінії 'НА298', 'SL2966' та 'LD72/3'. Установлено комплементарну дію алелів, що зумовлюють абрикосове й лимонне, а також абрикосове та світло-жовте забарвлення крайових квіток. Виявлено випадок епістазу гомозиготи за алелем оранжевого забарвлення над рецесивним станом гена, який зумовлює лимонне забарвлення в комбінації схрещування 'ЗЛ678' / 'КГ13'.

Ключові слова: ознака; успадкування; ген; алель; взаємодія генів.

Вступ

Соняшник – головна олійна культура України. Його найбільш яскравою та помітною ознакою є забарвлення квіток, передусім крайових, які в більшості колекційних ліній мають несправжньоаязичкову форму. Деякі типи забарвлення крайових квіток соняшнику широко використовуються в насінництві та квітникарстві [1]. Генетика забарвлення крайових квіток культури сьогодні широко досліджена, проте подальше її вивчення є актуальним для використання як маркерної морфологічної ознаки ліній чи гібридів для захисту авторських прав та

практичної підтримки генетичної чистоти в процесі насінництва [2].

Більшість опублікованих генетичних досліджень стосується окремих ліній та їх забарвлення порівняно зі звичайним жовтим [3]. Сьогодні можна визначити кілька типів забарвлення з установленим генетичним контролем: оранжеве – зумовлене одним рецесивним геном *l*, *lo*, *o* [4], лимонне – рецесивним алелем одного гена *l*, *la* [5], світло-жовте – рецесивним алелем одного гена *ly* [6], сірчас-те (світло-жовте із зеленуватим відтінком) – рецесивним алелем одного гена *su*, абрикосове – рецесивним алелем одного гена *ap* [7, 8], антоціанове – не менш ніж двома комплементарними генами [9]. Прикметник «абрикосове» було застосовано для опису забарвлення крайових квіток, успадкування якого вивчала Я. Ю. Шарипіна [10]. Унаслідок схрещу-

Kateryna Vedmedeva
<http://orcid.org/0000-0003-4571-2960>

вання з іншими типами забарвлень, зокрема з оранжевим та лимонним, виявлено незалежний моногенний контроль ознаки абрикосового забарвлення одним геном у рецесивному стані. Лінії 'Мх1829' та 'КГ13' не ідентифікували. Тому однакова назва ще не означає й однакову ознаку та її генетичний контроль. Іноді й навпаки, забарвленню дають нові назви. Наприклад, Ю. В. Лобачева зі співавторами [3] вивчали п'ять типів забарвлення квіток соняшника, крім звичайного жовтого, але схрещування проводили лише з лініями із жовтим забарвленням.

На генетичній карті поки що встановлено й позначено лише розташування гена, який зумовлює лимонне забарвлення на одинадцятій хромосомі [11]. Усі інші описані типи забарвлень не мають визначеного розташування генів, що їх зумовлюють, та відомого зчеплення з іншими ознаками. Ідентифікації та спільного вивчення всіх відомих забарвлень також ще не проводили.

Лінію 'КГ13' з абрикосовим забарвленням крайових квіток створено В. В. Толмачовим і в колекції вона є єдиним джерелом цієї ознаки [7]. У дослідженнях автора в разі схрещування з лініями, що мали жовте забарвлення квіток, установлено розщеплення на два класи – із жовтим та абрикосовим забарвленням. Схрещувань лінії 'КГ13' із лініями, які мають оранжеве забарвлення, не проводили. Для встановлення взаємодії та аallelного стану генів, що зумовлюють забарвлення крайових квіток соняшнику, потрібне вивчення широкого кола ліній та типів забарвлень у схрещуваннях.

Мета досліджень – установити характер успадкування абрикосового забарвлення крайових квіток соняшнику та типи взаємодії генів, що зумовлюють різні типи забарвлення.

Матеріали та методика досліджень

До колекції соняшнику включені лінії з оранжевим, жовтим, світло-жовтим, освітленим жовтим, абрикосовим, сірчастим, світло-жовтим та лимонним забарвленням крайових квіток (рис. 1). Це основні відомі типи забарвлення, які мають установлений генетичний контроль і запропоновані назви генів. Джерела ознак генетично ідентифіковано та вивчено в попередніх дослідженнях [6].

У дослідженнях використали низку ліній із різним забарвленням крайових квіток: жовтим – 'І₂К2218', 'LG3', 'Л2544', 'Л2563', 'ЛГ8-2', 'ВІР421'; оранжевим – 'НА298', 'SL2966', 'LD72/3'; лимонним – 'КГ107', 'ЗЛ678'; абрикосовим – 'КГ13' та лінію 'КГ109' із поєднанням абрикосового й світло-жовтого забарвлен-

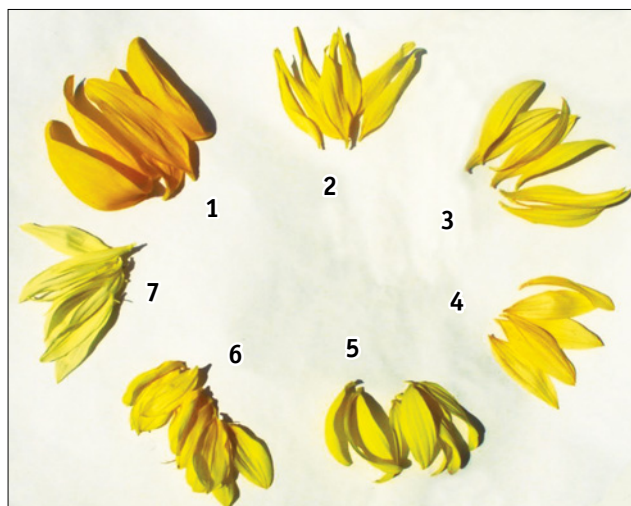


Рис. 1. Типи забарвлення крайових квіток соняшнику:

- 1 – оранжеве (лінія 'НА298'), 2 – жовте ('Л2544'),
3 – освітлене жовте ('КГ120'), 4 – абрикосове ('КГ13'),
5 – сірчасте ('КГ108'), 6 – світло-жовте ('ВА1'),
7 – лимонне ('ЗЛ678')

ня. Назва ліній КГ означає, що вони створені й включені до генетичної колекції зі встановленим генетичним контролем деяких ознак. Лінія 'ЗЛ678' створена в лабораторії селекції гібридів соняшнику Інституту олійних культур НААН завдяки фізичному мутагенезу. Лінії 'НА298', 'LD72/3', 'І₂К2218' та 'ВІР421' отримані з колекції Всеросійського науково-дослідного інституту рослинництва ім. М. І. Вавилова (ВІР, Росія). Усі інші лінії створено в лабораторії генетичних ресурсів Інституту олійних культур НААН у процесі селекційної і генетичної роботи.

Дослідження проводили в науковій сівозміні Інституту олійних культур НААН упродовж 2012–2018 рр. Технологія вирощування культури передбачала обробіток ґрунту з осінньою оранкою, весняним боронуванням, внесення ґрунтового гербіциду та передпосівну культивуацію. Насіння висівали ручними сівалками за схемою 70 × 70 см; залишали по дві рослини в гнізді. Батьківські компоненти та гібриди першого покоління вирощували на ділянках по 20 рослин. Рослини ізолювали нетканими мішечками. Схрещування проводили з використанням ручної кастрації рослин. Гібриди першого покоління самозапильовали. У другому поколінні висівали потомства трьох рослин гібридів першого покоління, окремими ділянками по 200 насінин від рослини першого покоління. Забарвлення крайових квіток оцінювали візуально, порівнюючи для контролю квітки гібридних рослин із квітками батьківських ліній. Статистичну обробку виконували за допомогою критерія Пірсона [12].

Загалом проведено аналіз 11 схрещувань: 'КГ13' / 'І₂К2218', 'КГ13' / LG3, 'КГ13' / 'Л2544', 'КГ13' / 'ЛГ8-2', 'Л2563' / 'КГ13', 'КГ13' / 'НА298', 'КГ13' / 'SL2966', 'LD72/3' / 'КГ13', 'КГ107' / 'КГ13', 'ЗЛ678' / 'КГ13', 'КГ109' / 'ВИР421'. Як материнські використано лінії, записані у схрещуваннях першими.

Результати досліджень

Для встановлення успадкування абрикосового забарвлення лінія-джерело 'КГ13' була

схрещена з п'ятьма лініями із жовтим забарвленням – 'І₂К2218', 'LG3', 'Л2544', 'ЛГ8-2' та 'Л2563'. Лінія 'І₂К2218' має більш темне забарвлення основи квітки та загалом темніший колір, але теж належить до жовтих забарвлень. Усі отримані гібриди першого покоління мали звичайне жовте забарвлення крайових квіток. Інформацію щодо розщеплень за фенотипом, отриманих унаслідок проведених схрещувань, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Особливості успадкування абрикосового забарвлення в разі схрещування з лініями із жовтим забарвленням квіток

Комбінація схрещування	Фенотип забарвлення батьків	Фенотип забарвлення F ₁	Розщеплення за фенотипом забарвлення в F ₂		Гіпотеза співвідношення	χ ²
			жовте	абрикосове		
'КГ13' / 'І ₂ К2218'	абрикосове / жовте	жовте	68	18	3 : 1	0,76
'КГ13' / 'LG3'		жовте	109	25	3 : 1	2,88
'КГ13' / 'Л2544'		жовте	65	18	3 : 1	0,49
'КГ13' / 'ЛГ8-2'		жовте	65	18	3 : 1	0,49
'Л2563' / 'КГ13'	жовте / абрикосове	жовте	131	54	3 : 1	1,73

Примітка. $\chi^2_{05(k-1)} = 3,84$.

Усі отримані нащадки другого покоління мали жовте або абрикосове забарвлення крайових квіток. В усіх випадках рослин із жовтими квітками було більше. Згідно з другим законом Менделя в F₂ за забарвленням крайових квіток отримано два класи рослин 3 : 1. Отримані значення χ² були меншими за стандартне значення, наведене в примітці. Це підтверджує моногенний рецесивний контроль абрикосового забарвлення крайових квіток соняшнику.

У раніше опублікованому дослідженні [8], проаналізовано результати схрещування лінії з абрикосовим забарвленням із лінією з оранжевим забарвленням – 'LD72'. У таблиці 2 наведено результати від схрещування 'КГ13' зі ще двома лініями з оранжевими квітками та нові результати повторного схрещування. Рослини першого покоління мали оранжеве забарвлення крайових квіток. У

другому поколінні від самозапилення рослин виявлено лише два типи рослин за забарвленням крайових квіток: оранжевий та абрикосовий. Рослин із жовтим забарвленням крайових квіток не виявлено. Згідно з першим законом Менделя співвідношення класів рослин у другому поколінні 3 до 1 свідчить про моногенний контроль ознаки. Але якщо обидва класи зумовлені різними алелями одного й того ж гена, то можемо також спостерігати співвідношення класів 3 : 1. Таке співвідношення – три оранжевих до одного абрикосового – підтверджено коефіцієнтом достовірності Пірсона – в усіх комбінаціях схрещування він був меншим за стандартний.

У проведених раніше дослідженнях установлено комплементарність генів, що контролюють абрикосове та лимонне забарвлення, з виявленням класу лимонно-абрикосового

Таблиця 2

Успадкування абрикосового забарвлення лінії 'КГ13' у разі схрещування з лініями з оранжевим забарвленням квіток

Комбінація схрещування	Фенотип забарвлення батьків	Фенотип забарвлення F ₁	Розщеплення за фенотипом забарвлення в F ₂		Гіпотеза співвідношення	χ ²
			оранжеве	абрикосове		
'КГ13' / 'НА298'	абрикосове / оранжеве	оранжеве	79	21	3 : 1	0,85
'КГ13' / 'SL2966'	абрикосове / оранжеве	оранжеве	48	16	3 : 1	0,00
'LD72/3' / 'КГ13'	оранжеве / абрикосове	оранжеве	104	38	3 : 1	0,23
			51	15	3 : 1	0,18

Примітка. $\chi^2_{05(k-1)} = 3,84$.

забарвлення [7]. Для підтвердження взаємодії генів абрикосового забарвлення крайових квіток соняшнику з геном, що контролює лимонне забарвлення, рослини лінії 'КГ13' з абрикосовими квітками було схрещено з лініями 'КГ107' та 'ЗЛ678', які мали лимонне забарвлення квіток. Отримані рослини першого покоління мали жовте забарвлення крайових квіток. Після самозапилення отримано

розщеплення в другому поколінні, результати якого наведено в таблиці 3.

У другому гібридному поколінні спостерігали абрикосове, жовте, лимонне, лимонно-абрикосове та оранжеве забарвлення крайових квіток. У батьків та гібридів оранжевого забарвлення не спостерігали. Тому висунуто гіпотезу, що оранжеве та абрикосове забарвлення зумовлені різними алелями одного гена.

Таблиця 3

Успадкування ознаки абрикосового забарвлення в схрещуваннях із лініями, які мають лимонне забарвлення квіток

Комбінація схрещування		'КГ107' / 'КГ13'	'ЗЛ678' / 'КГ13'	
Фенотип забарвлення батьків		лимонне / абрикосове	лимонне / абрикосове	
Фенотип забарвлення F ₁		жовте	жовте	
Розщеплення за фенотипом забарвлення в F ₂	жовте	36	72	
	оранжеве	14	37	
	абрикосове	14	29	
	лимонне	8	17	
		лимонно-абрикосове	1	10
Гіпотеза співвідношення		6 : 4 : 3 : 2 : 1	6 : 4 : 3 : 2 : 1	
χ^2		6,63	3,08	
Гіпотеза співвідношення		6 : 3 : 3 : 3 : 1	6 : 3 : 3 : 3 : 1	
χ^2		7,87	10,6	

Примітка. $\chi^2_{05(k=4)} = 9,49$.

Гіпотезу обґрунтували записом генотипів батьківських компонентів та гібридів першого й другого покоління. Символи генів записано відповідно до запропонованих науковцями, які вперше їх описали: *O*, *o_{ap}*, *L*, *l* [7].

Фенотип та генотипи батьків за забарвленням крайових квіток:

Лимонне – *OO ll*; абрикосове – *o_{ap}o_{ap} LL*.

Генотип F₁: *Oo_{ap} Ll* – жовте.

Генотипи F₂ за забарвленням крайових квіток:

6 частин – жовте – *Oo_{ap} L₋*

4 частини – оранжеве – *OO*

3 частини – абрикосове – *o_{ap}o_{ap} L₋*

2 частини – лимонне – *O ll*

1 частина – лимонно-абрикосове – *o_{ap}o_{ap} ll*

У другому поколінні виділено клас рослин з лимонно-абрикосовим забарвленням. Це вказує на комплементарну дію алелів, які зумовлюють лимонне й абрикосове забарвлення. Другий алель цього ж гена, який зумовлює оранжеве забарвлення крайових квіток соняшнику, епістатує над рецесивною гомозиготою гена лимонного забарвлення. Рослини, гомозиготні за рецесивним алелем лимонного забарвлення з наявністю в другому гені алелів оранжевого кольору, мають фенотип з оранжевим забарвленням. Співвідношення класів, наведено раніше, згідно з критерієм Пірсона є достовірним в обох схрещуваннях.

Отже, абрикосове забарвлення зумовлено рецесивним алелем гена, інший алель якого

спричинює оранжеве забарвлення. Щодо взаємодії генів, що зумовлюють оранжеве й лимонне забарвлення, то виявлено епістаз гомозиготи оранжевого кольору над рецесивною гомозиготою лимонного.

Отримана лінія 'КГ109' з поєднанням рецесивних гомозигот, що зумовлюють світло-жовте та абрикосове забарвлення, була схрещена з лінією 'ВІР421', яка мала звичайний жовтий колір. У першому поколінні рослини мали жовте забарвлення, у другому спостерігалася розщеплення на жовте (58 рослин), світло-жовте (18 рослин), абрикосове (16 рослин) та світло-абрикосове (2 рослини). Співвідношення класів рослин за забарвленням у другому поколінні 9 : 3 : 3 : 1 виявилось достовірним за критерієм Пірсона. $\chi^2 = 3,21 < \chi^2_{0,05(k=2)} = 5,99$. Це схрещування підтвердило комплементарну дію генів, що зумовлюють світло-жовте й абрикосове забарвлення.

У дослідженнях Я. Ю. Шарипіної [10] встановлено моногенний рецесивний контроль успадкування забарвлення крайових квіток, позначеного як абрикосове, без ідентифікації зі зразками інших колекцій та науковців.

Лобачевим Ю. В. [3] вивчено кремовий, зелено-жовтий, біло-жовтий, лимонний та оранжевий тип забарвлення квіток. Кожне з описаних забарвлень має рецесивний моногенний контроль. У цьому дослідженні не наведено результати схрещувань між лініями

ми з різними типами забарвлень та зі зразками інших колекцій.

Дослідження з установлення взаємодії генів, що зумовлюють різні забарвлення крайових квіток, проведено в Інституті олійних культур [7]. У цих дослідженнях проводили лише одне схрещування ліній з лимонним та абрикосовим забарвленням крайових квіток між собою і взагалі не схрещували між собою лінії з квітками абрикосового та оранжевого кольору.

Щодо успадкування ознаки лимонного забарвлення, то в деяких дослідженнях указується на наявність двох генів, які його контролюють, саме у зв'язку з оранжевим забарвленням [5, 9]. Отримані нами результати, які свідчать про епістаз гомозиготи алелів, що контролюють оранжеве забарвлення квіток над рецесивною гомозиготою, яка зумовлює лимонний їх колір, вказують на той самий випадок, коли дослідники знаходять у деяких схрещуваннях оранжеве забарвлення крайових квіток.

Отримані дані щодо успадкування абрикосового забарвлення крайових квіток соняшнику доповнюють інформацію про успадкування різних типів забарвлення та їх взаємодії. Вони не протирічають результатам досліджень інших науковців.

Висновки

Абрикосове забарвлення крайових квіток лінії соняшнику 'КГ13' зумовлено гомозиготним станом алелю того ж самого гена, другий алель якого спричинює оранжевий колір у ліній 'НА298', 'SL2966' та 'LD72/3'.

Установлено комплементарну дію алелів, що зумовлюють абрикосове й лимонне, а також абрикосове та світло-жовте забарвлення крайових квіток.

Виявлено випадок епістазу гомозиготи за алелем оранжевого забарвлення над рецесивним станом гена, який зумовлює лимонне забарвлення в комбінації схрещування 'ЗЛ678' / 'КГ13'.

Використана література

- Mladenović E., Cvejić S., Jocić S. et. al. Variability of morphological characters among ornamental sunflower collection. *Genetika*. 2017. Vol. 49, Iss. 2. P. 573–582. doi: 10.2298/GENSR1702573M
- Cvejić S., Jocić S., Mladenović E. Inheritance of floral colour and type in four new inbred lines of ornamental sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Hortic. Sci. Biotech.* 2016. Vol. 91, Iss. 1. P. 30–35. doi: 10.1080/14620316.2015.1110989
- Лобачев Ю. В., Курасова Л. Г., Иманова Д. И. Наследование окраски и формы язычковых цветков и окраски листа у подсолнечника. *Международный журнал экспериментального образования*. 2013. № 3. С. 63–64.
- Kovačik A., Škaloud V. Collection of sunflower marker genes available for genetic studies. *Helia*. 1980. Vol. 3. P. 27–28.
- Leclerg P. Héredité de quelques caractères qualitatifs chez le tournesol. *Ann. Améilor. Plant.* 1968. Vol. 18, Iss. 3. P. 307–315.
- Škorić D., Seiler G. J., Zhao L. et. al. Sunflower breeding. Novi Sad, Serbia : Serbian Academy of Science and Arts, 2012. 520 p.
- Толмачёв В. В. Наследование и взаимодействие генов неантоциановой пигментации язычковых цветков подсолнечника. *Наук.-техн. бюл. Ин-ту олійних культур УААН*. 1998. Вип. 3. С. 75–81.
- Толмачёв В. В. Генетический контроль окраски язычковых цветков подсолнечника. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур*. 2006. Вып. 1. С. 10–15.
- Fick G. N. Genetics of Floral Color and Morphology in Sunflower. *J. Hered.* 1976. Vol. 67, Iss. 4. P. 227–230. doi: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a108715
- Шарыпина Я. Ю., Попов В. Н., Долгова Т. А., Кириченко В. В. Изучение наследования морфологических признаков подсолнечника. 1. Генетический контроль окраски ложноязычковых цветков, ветвистости и восстановления фертильности пыльцы. *Цитология и генетика*. 2008. Т. 42, № 5. С. 47–53.
- Yue B., Vick B. A., Yuan W., Hu J. One of the 2 Genes Controlling Lemon Ray Flower Color in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Hered.* 2008. Vol. 99, Iss. 5. P. 564–567. doi: 10.1093/jhered/esn033
- Gomez K. A., Gomez A. A. *Statistical procedures for agricultural research*. 6th ed. New York : John Wiley & Sons, 1984. 704 p.

References

- Mladenović, E., Cvejić, S., Jocić, S., Čukanović, J., Jocković, M., & Malidža, G. (2017). Variability of morphological characters among ornamental sunflower collection. *Genetika*, 49(2), 573–582. doi: 10.2298/GENSR1702573M
- Cvejić, S., Jocić, S., & Mladenović, E. (2016). Inheritance of floral colour and type in four new inbred lines of ornamental sunflower (*Helianthus annuus* L.) *J. Hortic. Sci. Biotech.*, 91(1), 30–35. doi: 10.1080/14620316.2015.1110989
- Lobachev, Yu. V., Kurasova, L. G., & Imanova, D. I. (2013). Inheritance of the color and shape of reed flowers and leaf color in sunflower. *Meždunarodnyj žurnal eksperimental'nogo obrazovanija* [International Journal of Experimental Education], 3, 63–64. [in Russian]
- Kovačik, A., & Škaloud, V. (1980). Collection of sunflower marker genes available for genetic studies. *Helia*, 3, 27–28.
- Leclerg, P. (1968). Héredité de quelques caractères qualitatifs chez le tournesol. *Ann. Améilor. Plant.*, 18, 307–315.
- Škorić, D., Seiler, G. J., Zhao, L., Jan, C. C., Miller, J. F., & Charlet, L. D. (2012). *Sunflower breeding*. Novi Sad, Serbia: Serbian Academy of Science and Arts.
- Tolmachev, V. V. (1998). Inheritance and interaction of genes of non-anthazian pigmentation of reed flowers of sunflower. *Naukovo-tehničnij būleten' Institutu olijnih kul'tur UAAN* [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops UAAS], 3, 75–81. [in Russian]
- Tolmachev, V. V. (2006). Genetic control of sunflower reed flowers. *Masličnye kul'tury. Nauchno-tekhničeskij byulleten' VNIIMK* [Oil Crops. Scientific and technical bulletin of All-Russia Research Institute of Oil Crops], 1, 10–15. [in Russian]
- Fick, G. N. (1976). Genetics of Floral Color and Morphology in Sunflower. *J. Hered.*, 67(4), 227–230. doi: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a108715
- Sharypina, Ya. Yu., Popov, V. N., Dolgova, T. A. & Kirichenko, V. V. (2008). Study of inheritance of morphological traits in sunflower. 1. Genetic control of sunflower flowers, branchiness and restoration of pollen fertility. *TSitol. Genet.* [Cytol. Genet.], 42(5), 47–53. [in Russian]
- Yue, B., Vick, B. A., Yuan, W., & Hu, J. (2008). Mapping One of the 2 Genes Controlling Lemon Ray Flower Color in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Hered.*, 99(5), 564–567. doi: 10.1093/jhered/esn033
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. (6th ed.). New York: John Wiley & Sons.

УДК 575.113.3:633.854.78

Ведмедева К. В. Наследование признака абрикосовой окраски краевых цветков подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 2. С. 118–123. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.2.2019.173556>

Институт масличных культур НААН Украины, ул. Институтская, 1, с. Солнечное, Запорожский р-н, Запорожская обл., 69093, Украина, e-mail: vedmedeva.katerina@gmail.com

Цель. Установить характер наследования абрикосовой окраски краевых цветков подсолнечника и типы взаимодействия генов, обуславливающих различные типы окраски. **Методы.** Полевой опыт, генетический анализ. Статистическую достоверность результатов оценивали с помощью критерия Пирсона. **Результаты.** Проведено скрещивание линии 'КГ13', источника признака абрикосовой окраски, с линиями подсолнечника, которые имеют желтую, оранжевую и лимонную окраску краевых цветков. В первом гибридном поколении от скрещивания 'КГ13' с пятью линиями, которые имели желтый цвет, наблюдали только желтую окраску краевых цветков. Во втором гибридном поколении получено расщепление потомков на два класса – с желтой и с абрикосовой окраской цветков, в соотношении 3 : 1. Линия 'КГ13' была скрещена с тремя линиями ('НА298', 'SL2966', 'LD72/3'), которые имели оранжевую окраску цветков. В первом поколении наблюдали оранжевую окраску цветков, во втором – зафиксировано расщепление: три четверти потомков с оранжевой окраской цветков к одной четверти с абрикосовой. Линия 'КГ13' была скрещена с 'КГ107' и 'ЗЛ678', которые имели лимонную окраску цветков. Полученные растения первого поколения имели желтую окраску краевых цветков. Во втором

поколении получено пять классов растений по окраске краевых цветков: желтые, оранжевые, абрикосовые, лимонные, лимонно-абрикосовые в соотношении 6 : 4 : 3 : 2 : 1. По этому расщеплению аллели лимонной и абрикосовой окраски имеют комплементарное действие, гомозиготное состояние оранжевого аллеля эпистатирует над рецессивной гомозиготой гена лимонной окраски. Линия 'КГ108' с сочетанием генов, обуславливающих абрикосовый и светло-желтый цвет, имеет светло-абрикосовую окраску и в скрещиваниях во втором поколении дает расщепление в соотношении 9 : 3 : 3 : 1. **Выводы.** Абрикосовая окраска краевых цветков линии подсолнечника 'КГ13' обусловлена гомозиготным состоянием аллеля того же гена, второй аллель которого вызывает оранжевый цвет у линий 'НА298', 'SL2966' и 'LD72/3'. Установлено комплементарное действие аллелей, обуславливающих абрикосовую и лимонную, а также абрикосовую и светло-желтую окраску краевых цветков. Выявлен случай эпистазы гомозиготы по аллелю оранжевого цвета над рецессивным состоянием гена, который вызывает лимонную окраску в комбинации скрещивания 'ЗЛ678' / 'КГ13'.

Ключевые слова: признак; наследование; ген; аллель; взаимодействие генов.

UDC 575.113.3:633.854.78

Vedmedeva, K. V. (2019). Inheritance of a sign of apricot color of ray flowers of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(2), 118–123. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.2.2019.173556>

Institute of Oilseeds, NAAS of Ukraine, 1 Instytutaska St., Soniachne, Zaporizhzhia district, Zaporizhzhia region, 69093, Ukraine, e-mail: vedmedeva.katerina@gmail.com

Purpose. To reveal the nature of the inheritance of apricot color of the ray flowers of the sunflower and the type of interaction of genes causing different colors. **Methods.** Field experiment, genetic analysis. The statistical validity of the results was evaluated using Pearson's criterion. **Results.** We conducted crosses of the 'KG13' line as the source of the sign of apricot color with sunflower lines that had yellow, orange and lemon colors of the ray flowers. In the first generation, from crossing the 'KG13' line with five lines, which had a yellow color, only a yellow color of ray flowers was observed. In the second generation, a 3 : 1 split was observed: three-quarters with yellow flowers and one with apricot flowers. Line 'KG13' was crossed with three lines ('NA298', 'SL2966', 'LD72/3'), which had an orange color of flowers. In the first generation, orange flowers were observed; in the second generation, splitting was recorded: three-quarters of offsprings with orange-colored flowers and one-quarter with apricot flowers. The line 'KG13' was crossed with 'KG107' and 'ZL678', which had lemon-colored flowers. The resulting plants of the first generation had a yellow coloration of ray flowers. In the second generation, five classes of plants by coloration of ray flowers

were obtained: yellow, orange, apricot, lemon, lemon-apricot in the ratio 6 : 4 : 3 : 2 : 1. According to these data, the genes of lemon and apricot color have a complementary effect, the homozygous state of orange allele is epistatic to the recessive homozygote of the lemon-colored gene. The 'KG108' line with a combination of genes responsible for apricot and light yellow color has its own light apricot color and in crossings with a yellow colored line in the second generation gives splitting in the ratio 9 : 3 : 3 : 1. **Conclusions.** It was revealed that the apricot color of the ray flowers of the sunflower line 'KG13' is due to the homozygous state of the allele of the same gene whose second allele causes an orange color in the lines 'NA298', 'SL2966' and 'LD72/3'. The complementary action of alleles responsible for apricot and lemon, as well as apricot and light yellow coloration of ray flowers was determined. A case of epistasis of homozygotes along the allele controlling the orange color over the recessive homozygote of the gene, which is controlled by the lemon color in the crossing combination 'ZL678' / 'KG13', was revealed.

Keywords: trait; inheritance; gene; allele; gene interaction.

*Надійшла / Received 06.04.2019
Погоджено до друку / Accepted 17.06.2019*