



**KUNGABOQAR BOSHLANG'ICH NAMUNALARI ASOSIDA F_0
DURAGAYLARNING SHAKLLANTIRILISHI VA ULARNING KOMBINATSION
QOBILIYATI**

<https://doi.org/10.70728/a.series.v08.i03.056>

Bozorova Rayxona Pirmamat qizi, Phd doktorant,
Samarqand Davlat Universiteti
rayxonabozorova@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada kungaboqar genofondining geografik xilma-xilligiga asoslangan holda boshlang'ich namunalarning duragaylash imkoniyatlari o'rganildi. Tadqiqotning dolzarbligi yuqori hosildor va adaptiv duragaylarni yaratishda genetik resurslardan samarali foydalanish zarurati bilan belgilanadi. Ishda Fransiya, Turkiya, Avstraliya, Rossiya, AQSH va O'zbekiston kolleksiyalariga mansub genotiplar ishtirokida F_0 duragaylar shakllantirildi. Tadqiqot metodologiyasi dala tajribasi, qo'lda changlatish, kombinatsion tahlil va statistik ishlov asosida amalga oshirildi. Olingan natijalar ayrim genotiplarning yuqori kombinatsion faollikka ega ekanligini ko'rsatdi. Xorijiy va mahalliy shakllarning chatishtirilishi seleksion jihatdan istiqbolli kombinatsiyalarni hosil qildi. Tadqiqot natijalari kungaboqar seleksiyasida geografik jihatdan uzoq genotiplarni jalb etish samarali strategiya ekanligini tasdiqlaydi. Muallif tomonidan genetik xilma-xillikka asoslangan duragaylash modeli taklif etildi hamda F_0 bosqichida istiqbolli ota-onaviy shakllarni aniqlashning ilmiy asoslari ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: kungaboqar, F_0 duragaylar, genotip, duragaylash, geterozis, kombinatsion qobiliyat, geografik xilma-xillik, seleksiya, genofond, mahalliy va xorijiy shakllar

Аннотация. В данной статье исследованы возможности гибридизации исходных образцов подсолнечника на основе географического разнообразия генофонда. Актуальность исследования определяется необходимостью эффективного использования генетических ресурсов при создании высокоурожайных и адаптивных гибридов. В работе были сформированы F_0 гибриды с участием генотипов из Франции, Турции, Австралии, России, США и Узбекистана. Методология включала полевые опыты, ручное опыление, анализ комбинационной способности и статистическую обработку данных. Полученные результаты показали высокую комбинационную активность отдельных генотипов. Скрещивание зарубежных и местных форм позволило сформировать перспективные селекционные комбинации. Результаты подтверждают эффективность привлечения географически удалённых генотипов в селекции

подсолнечника. Предложена модель гибридизации, основанная на генетическом разнообразии, и обоснованы научные подходы к отбору перспективных родительских форм на этапе F_0 .

Ключевые слова: подсолнечник, F_0 гибриды, генотип, гибридизация, гетерозис, комбинационная способность, географическое разнообразие, селекция, генофонд, местные и зарубежные формы

Abstract. This article examines the hybridization potential of initial sunflower genotypes based on the geographical diversity of the gene pool. The relevance of the study is determined by the need for efficient use of genetic resources in the development of high-yielding and adaptive hybrids. F_0 hybrids were developed using genotypes from France, Turkey, Australia, Russia, the USA, and Uzbekistan. The research methodology included field experiments, manual pollination, combining ability analysis, and statistical processing. The results revealed high combining activity in several genotypes. Crosses between foreign and local forms generated promising breeding combinations. The findings confirm that the involvement of geographically distant genotypes is an effective strategy in sunflower breeding. A hybridization model based on genetic diversity was proposed, and scientific approaches for selecting promising parental forms at the F_0 stage were substantiated.

Keywords: sunflower, F_0 hybrids, genotype, hybridization, heterosis, combining ability, geographical diversity, breeding, gene pool, local and foreign forms

KIRISH. Kungaboqar (*Helianthus annuus* L.) dunyo qishloq xo'jaligida strategik ahamiyatga ega bo'lgan asosiy moyli ekinlardan biri hisoblanadi. Uning urug' tarkibida 45–55 % gacha o'simlik moyi mavjud bo'lib, oziq-ovqat, farmatsevtika, kosmetologiya va sanoat sohalarida keng qo'llaniladi. Global miqyosda o'simlik moyiga bo'lgan talabning ortib borishi, iqlim o'zgarishi, suv resurslarining cheklanishi va tuproq degradatsiyasi sharoitida yuqori hosildor, barqaror va stress omillariga chidamli nav hamda duragaylarni yaratish dolzarb ilmiy-amaliy vazifaga aylanmoqda.

Zamonaviy seleksiya jarayonida genetik xilma-xillikka ega boshlang'ich namunalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, duragaylash usuli orqali heterozis (gibrid kuchayishi) effektidan foydalanish kungaboqar seleksiyasining asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. F_0 avlod duragaylari ota-onaviy shakllarning kombinatsion qobiliyatini baholash, istiqbolli genotiplarni aniqlash hamda keyingi avlodlarda seleksiya samaradorligini oshirish uchun muhim boshlang'ich bosqich vazifasini bajaradi.

Hozirgi vaqtda kungaboqar seleksiyasida quyidagi muammolar dolzarbligicha qolmoqda:

- 1) genetik resurslardan yetarli darajada foydalanilmasligi;
- 2) ayrim navlarning kasalliklarga va abiotik stress omillariga past chidamliligi;
- 3) hosildorlik va moylilik ko'rsatkichlarining barqaror emasligi;
- 4) mahalliy agroiklim sharoitiga moslashtirilgan yuqori samarali duragaylarning yetishmasligi. Mazkur muammolarni hal etishda F_0 duragaylarning morfo-biologik va xo'jalik-baholi ko'rsatkichlarini chuqur o'rganish muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Chunki aynan birlamchi duragaylash bosqichida geterozis darajasi, o‘shish kuchi, generativ organlar rivojlanishi va urug‘ shakllanish intensivligi aniqlanadi. Bu esa istiqbolli kombinatsiyalarni erta bosqichda saralash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotimizning asosiy maqsadi – kungaboqar namunalari va ular asosida olingan F_0 duragaylarining morfologik, biometrik hamda xo‘jalik jihatdan muhim ko‘rsatkichlarini baholash, heterozis effektini aniqlash va seleksiya jarayoni uchun istiqbolli kombinatsiyalarni ajratib ko‘rsatishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Boshlang‘ich kungaboqar namunalari fenotipik ko‘rsatkichlarini aniqlash va taqqoslash;
2. F_0 duragaylarda o‘simlik bo‘yi, savatcha diametri, urug‘ massasi va hosildorlik ko‘rsatkichlarini baholash;
3. Ota-onaviy shakllarga nisbatan heterozis darajasini hisoblash;
4. Seleksiya uchun yuqori genetik potensialga ega kombinatsiyalarni aniqlash.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, mahalliy sharoitda yetishtirilgan kungaboqar namunalari asosida olingan F_0 duragaylarning kompleks morfo-biologik bahosi amalga oshirilib, ularning seleksion ahamiyati statistik jihatdan asoslab beriladi. Amaliy ahamiyati esa yuqori hosildor va barqaror duragaylarni yaratish jarayonini tezlashtirish hamda mahalliy genofondan samarali foydalanish imkoniyatini yaratish bilan belgilanadi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi

(literature review)

Kungaboqar (*Helianthus annuus L.*) seleksiyasi va genetikasi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar XX asr boshlaridan boshlab tizimli ravishda rivojlangan. Ayniqsa, V.S. Pustovoit tomonidan olib borilgan ishlar kungaboqarda yuqori moylilikka ega navlar yaratishning ilmiy asoslarini ishlab chiqqanligi bilan muhim ahamiyat kasb etadi [1]. Uning tadqiqotlari moylilikni oshirish, savatcha morfologiyasi va urug‘ sifat ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga qaratilgan.

Kungaboqar seleksiyasining genetik asoslari

Zamonaviy seleksiya jarayonida genetik xilma-xillik asosiy manba sifatida qaraladi. Skoric va hamkorlari kungaboqar genofondida yuqori polimorfizm mavjudligini va bu seleksiya jarayonida kombinatsion qobiliyatni oshirish imkonini berishini ta’kidlaydi [2]. Ularning fikricha, yovvoyi turlar va mahalliy populyatsiyalar genetik resurs sifatida katta ahamiyatga ega. Miller va Fick kungaboqar genetikasi bo‘yicha olib borgan tadqiqotlarida asosiy xo‘jalik belgilari (o‘simlik bo‘yi, savatcha diametri, urug‘ massasi, moylilik) poligen nazorat ostida ekanligini ko‘rsatgan [3]. Bu esa duragaylash orqali geterozis effektini olish imkonini beradi.

Geterozis nazariyasi va duragaylash

Geterozis hodisasi ilk bor G.H. Shull tomonidan ilmiy asoslangan bo‘lib, u duragaylarda ota-onalarga nisbatan yuqori hayotchanlik va mahsuldorlik kuzatilishini qayd etgan [4]. Keyinchalik bu nazariya kungaboqar seleksiyasida keng qo‘llanila boshladi. Seiler va Jan duragay navlar oddiy navlarga nisbatan 20–35 % yuqori hosildorlikka ega bo‘lishi

mumkinligini ilmiy jihatdan asoslab bergan [5]. Ularning tadqiqotlarida F_0 va F_1 bosqichlarida morfologik ustunlik erta aniqlanishi seleksiya samaradorligini oshirishi qayd etilgan.

Morfo-biologik ko‘rsatkichlarning seleksion ahamiyati

Adabiyotlarda kungaboqar seleksiyasida quyidagi belgilar asosiy mezon sifatida ko‘rsatiladi:

1. O‘simlik bo‘yi va poya qalinligi – vegetativ rivojlanish darajasini ifodalaydi [6];
2. Savatcha diametri – generativ organ rivojlanish ko‘rsatkichi [7];
3. 1000 dona urug‘ massasi – urug‘ to‘lish darajasi va mahsuldorlik indikatoridir [8];
4. Moylilik darajasi – iqtisodiy samaradorlik mezoni [9].

Kaya va Atakisi kungaboqar duragaylarida savatcha diametri va urug‘ massasi o‘rtasida ijobiy korrelyatsiya mavjudligini aniqlagan [10]. Bu esa F_0 bosqichidayoq istiqbolli kombinatsiyalarni ajratish imkonini beradi.

Kombinatsion qobiliyat va ota-onaviy shakllarni baholash

Griffing modeli asosida umumiy va maxsus kombinatsion qobiliyatni baholash seleksiyada keng qo‘llaniladi [11]. Ko‘plab tadqiqotlarda F_0 va F_1 bosqichlarida aniqlangan yuqori kombinatsion qobiliyat keyingi avlodlarda barqaror natijalar berishi qayd etilgan [12]. Mahalliy iqlim sharoitida o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, genotip va muhit o‘zaro ta’siri hosildorlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [13]. Shu sababli duragaylarni agroiklim sharoitida kompleks baholash muhim hisoblanadi. *Zamonaviy seleksiya yo‘nalishlari*

So‘nggi yillarda molekulyar markerlar, genom seleksiyasi va sitoplazmatik erkaksizlik (CMS) tizimidan foydalanish kungaboqar seleksiyasini yangi bosqichga olib chiqdi [14]. Biroq dala sharoitida morfo-biologik baholash hanuz asosiy usul bo‘lib qolmoqda. Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kungaboqar seleksiyasida F_0 duragaylarni erta bosqichda kompleks baholash ilmiy va amaliy jihatdan asosli hisoblanadi. Biroq mahalliy genofond asosida olingan F_0 duragaylarning morfologik va xo‘jalik ko‘rsatkichlari yetarli darajada o‘rganilmagan. Mazkur tadqiqot aynan ushbu ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi

(Research Methodology)

Tadqiqot dala sharoitida, standart agrotexnik talablar asosida vegetatsiya davrida amalga oshirildi. Tuproq turi, sug‘orish rejimi va agrotexnik tadbirlar barcha variantlarda bir xil sharoitda olib borildi.

Tadqiqot obyekti

Turli genetik kelib chiqishga ega kungaboqar namunalari (ota-onaviy shakllar); Qo‘lda changlatish usuli orqali olingan F_0 duragaylari.

Tajriba sxemasi

- 1) Tajriba usuli: tasodifiy blok (Randomized Complete Block Design – RCBD);
- 2) Takrorlanish: 3 marta;
- 3) Variantlar: ota-onaviy namuna va F_0 duragaylar;
- 4) Hisob maydoni: har bir variant uchun alohida ajratilgan.

Duragaylash usuli. Gul ochish davrida ona o‘simlik savatchalari izolyatsiya qilindi. Changchi sifatida tanlangan ota shakldan qo‘lda chang ko‘chirildi. Changlatilgan savatchalar qayta izolyatsiya qilinib, biologik to‘liq yetilgunga qadar nazorat qilindi.

O‘lchangan ko‘rsatkichlar

Biometrik va xo‘jalik ko‘rsatkichlari vegetatsiya oxirida baholandi:

1. O‘simlik bo‘yi (sm)
2. Savatcha diametri (sm)
3. 1000 dona urug‘ massasi (g)
4. Bir o‘simlikdagi urug‘ massasi (g)
5. Hosildorlik (ts/ga)

O‘lchovlar standart metodikalar asosida, har takrorlanishdan kamida 10 ta tipik o‘simlikdan olindi. Duragaylarning ustunlik darajasi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$H(\%) = \frac{F_0 - P_{o'rt}}{P_{o'rt}} \times 100$$

bu yerda:

F_0 – duragay ko‘rsatkichi,

$P_{o'rt}$ – ota-onalarning o‘rtacha qiymati.

Ma’lumotlarga matematik-statistik ishlov berildi:

- O‘rtacha arifmetik qiymat (M)
- Standart og‘ish ($\pm SD$)
- Dispersiya tahlili (ANOVA)
- Ishonchlilik darajasi – $p \leq 0,05$

Hisob-kitoblar statistik dastur yordamida amalga oshirildi. Natijalar jadval va grafik ko‘rinishida ifodalandi. Barcha agrotexnik tadbirlar bir xil sharoitda bajarildi. O‘lchov vositalari kalibrlangan holda ishlatildi. Ma’lumotlar takroriy nazorat asosida tekshirildi.

Natijalar

Tadqiqot jarayonida kungaboqar namunalari asosida keng geografik kelib chiqishga ega genotiplar jalb etildi. Boshlang‘ich material Fransiya (Almesson 33673), Turkiya (AS 502, C 207), Avstraliya (Koriya 30837), Rossiya (Степняк 9848, Чакинский 321, Вузuluk), AQSH (9859) hamda O‘zbekiston (Jahongir, Samarqand, Angren) kolleksiyalarini qamrab oldi. Ushbu genotiplar o‘zaro duragaylash sxemasiga muvofiq kombinatsiyalandi.

1-jadval

Kungaboqar boshlang‘ich namunalarning kelib chiqishi va seleksion roli

Genotip nomi	Kelib chiqish davlati	Seleksion roli	Ishtirok soni
Almesson (33673)	Fransiya	Onalik / Otalik	4
AS 502 (9843)	Turkiya	Onalik / Otalik	3
Koriya (30837)	Avstraliya	Onalik / Otalik	3
Степняк (9848)	Rossiya	Otalik	3
Чакинский 321 (9853)	Rossiya	Otalik	2

C 207 (30835)	Turkiya	Onalik / Otalik	2
(9859)	AQSH	Otalik	2
Jahongir	O‘zbekiston	Onalik	2
Samarqand	O‘zbekiston	Otalik	2
Angren	O‘zbekiston	Otalik	1
Buzuluk	Rossiya	Otalik	1
ELION	(Kolleksiya)	Otalik	1
SVETLANA	(Kolleksiya)	Otalik	1

Duragaylash natijasida xorijiy genotiplar o‘rtasida, shuningdek, xorijiy va mahalliy shakllar o‘rtasida F_0 kombinatsiyalar hosil qilindi. Almesson (Fransiya) bir nechta kombinatsiyalarda onalik shakl sifatida ishtirok etdi. AS 502 (Turkiya) va Koriya (Avstraliya) o‘zaro hamda boshqa genotiplar bilan chatishtirildi. Rossiya kolleksiyasiga mansub shakllar ko‘proq otalik komponent sifatida qo‘llanildi. Mahalliy navlar (Jahongir, Samarqand) xorijiy kolleksiya bilan kombinatsiyalandi.

2-Jadval

Olingan F_0 duragay kombinatsiyalari

Onalik shakl	Otalik shakl	Geografik kombinatsiya	Izoh
Almesson (Fransiya)	Степняк (Rossiya)	Fransiya × Rossiya	xorijiy × xorijiy
Almesson (Fransiya)	AS 502 (Turkiya)	Fransiya × Turkiya	xorijiy × xorijiy
Almesson (Fransiya)	Чакинский (Rossiya)	Fransiya × Rossiya	xorijiy × xorijiy
AS 502 (Turkiya)	C 207 (Turkiya)	Turkiya × Turkiya	xorijiy × xorijiy
AS 502 (Turkiya)	(9859 AQSH)	Turkiya × AQSH	xorijiy × xorijiy
Koriya (Avstraliya)	Степняк (Rossiya)	Avstraliya × Rossiya	xorijiy × xorijiy
Koriya (Avstraliya)	Jahongir (O‘zbekiston)	Avstraliya × O‘zbekiston	xorijiy × mahalliy
C 207 (Turkiya)	Samarqand (O‘zbekiston)	Turkiya × O‘zbekiston	xorijiy × mahalliy
Jahongir (O‘zbekiston)	Степняк (Rossiya)	O‘zbekiston × Rossiya	mahalliy × xorijiy
Jahongir (O‘zbekiston)	AS 502 (Turkiya)	O‘zbekiston × Turkiya	mahalliy × xorijiy

Chatishtirish sxemasi genetik jihatdan uzoq geografik hududlarga mansub shakllarni o‘zaro bog‘lash imkonini berdi. X belgisi bilan qayd etilgan kombinatsiyalar asosida F_0 duragaylar olindi. Eng ko‘p ishtirok etgan genotiplar Almesson (Fransiya), Koriya (Avstraliya) hamda Rossiya kolleksiyasiga mansub shakllar bo‘ldi. Bu genotiplar bir nechta kombinatsiyalarda takroran qatnashdi.

3-jadval

Genotiplarning duragaylash jarayonidagi kombinatsion faolligi

Genotip	Onalik sifatida	Otalik sifatida	Jami kombinatsiya
Almesson	3	1	4
AS 502	2	1	3
Koriya	2	1	3
Степняк	0	3	3

Чакинский 321	0	2	2
C 207	1	1	2
(9859 AQSH)	0	2	2
Jahongir	2	0	2
Samarqand	0	2	2
Angren	0	1	1
Buzuluk	0	1	1
ELION	0	1	1
SVETLANA	0	1	1

Olingan F_0 kombinatsiyalar xorijiy kolleksiya o‘rtasidagi, shuningdek xorijiy–mahalliy genofond integratsiyasiga asoslangan duragaylarni o‘z ichiga oldi. Geografik jihatdan uzoq kelib chiqishga ega genotiplarning chatishtirilishi genetik farqlanish darajasi yuqori kombinatsiyalar shakllanishini ta’minladi. Tadqiqot davomida shakllantirilgan F_0 duragaylar seleksion material sifatida keyingi baholash bosqichiga o‘tkazildi.

Muhokama

(Discussion)

Olingan natijalar kungaboqar genofondining geografik jihatdan keng qamrovli ekanligini va turli ekologik sharoitlarda shakllangan genotiplar o‘zaro duragaylash jarayonida yuqori kombinatsion salohiyat namoyon etishini ko‘rsatdi. Genetik jihatdan uzoq kelib chiqishga ega shakllarning chatishtirilishi seleksiya jarayonida geterozis ehtimolini oshirishi ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan [15].

Fransiya, Turkiya va Avstraliya kolleksiyalariga mansub genotiplarning faol ishtiroki ularning yuqori seleksion qiymatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Ayniqsa, Almesson va AS 502 genotiplari bir nechta kombinatsiyalarda qatnashganligi ularning umumiy kombinatsion qobiliyati yuqoriligini ko‘rsatadi. Bunday holat boshqa tadqiqotlarda ham kuzatilgan bo‘lib, genetik jihatdan barqaror va moslashuvchan shakllar ko‘proq duragaylash jarayonida qo‘llanilishi qayd etilgan [16]. Rossiya kolleksiyasiga mansub genotiplarning asosan otalik komponent sifatida ishtirok etishi sitoplazmatik va yadroviy omillarning seleksion tizimdagi o‘ziga xos rolini ko‘rsatadi. Ayrim tadqiqotlarda erkak komponent sifatida qo‘llaniladigan shakllar generativ belgilarni kuchliroq uzatishi aniqlangan [17]. Mazkur tadqiqot natijalari ham shu ilmiy xulosalarni tasdiqlaydi. Xorijiy va mahalliy genofond o‘rtasidagi kombinatsiyalar alohida ahamiyat kasb etadi. Mahalliy navlarning xorijiy kolleksiya bilan chatishtirilishi adaptiv xususiyatlarni saqlagan holda hosildorlik potensialini oshirish imkonini beradi [18]. Bu esa genotip va muhit o‘zaro ta’sirining seleksiya jarayonidagi muhimligini yana bir bor ko‘rsatadi. Geografik jihatdan uzoq hududlarga mansub shakllarning o‘zaro chatishtirilishi genetik masofa kengligini ta’minlaydi. Ilmiy manbalarda genetik masofa bilan geterozis darajasi o‘rtasida ijobiy bog‘liqlik mavjudligi ta’kidlangan [19]. Olingan F_0 kombinatsiyalar aynan shu tamoyil asosida shakllanganligi sababli, ularning keyingi avlodlarda yuqori seleksion qiymat ko‘rsatishi ehtimoli mavjud. Shuningdek, kombinatsion intensivlik tahlili ayrim genotiplarning seleksion jarayonda yetakchi o‘rin tutganini ko‘rsatdi. Bu holat ularning genetik barqarorligi va moslashuvchanligi bilan izohlanadi [20]. Shu nuqtai nazardan, eng faol ishtirok etgan genotiplar istiqbolli ota-onaviy shakllar sifatida baholanadi.

Xulosa(Conclusion). O‘tkazilgan tadqiqot kungaboqar boshlang‘ich namunalari asosida keng geografik genofond shakllantirilganini ko‘rsatdi. F₀ bosqichida xorijiy–xorijiy hamda xorijiy–mahalliy kombinatsiyalar ustunligi aniqlandi. Eng faol ishtirok etgan genotiplar yuqori kombinatsion qobiliyatga ega ekanligi bilan ajralib turdi.

Geografik jihatdan uzoq hududlarga mansub shakllarning chatishtirilishi seleksion jarayon uchun istiqbolli kombinatsiyalarni shakllantirdi. Olingan F₀ duragaylar keyingi avlodlarda biometrik va xo‘jalik ko‘rsatkichlari bo‘yicha baholash uchun tavsiya etiladi.

Mazkur tadqiqot kungaboqar seleksiyasida genetik xilma-xillikka asoslangan duragaylash strategiyasining ilmiy asoslanganligini tasdiqlaydi hamda yuqori hosildor va moslashuvchan navlar yaratish uchun metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Pustovoit VS. *Podsolnechnik*. Moskva: Kolos; 1975.
2. Skoric D, Jovic S, Lecic N, Sakac Z. Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. *Can J Physiol Pharmacol*. 2008;86(4):215–221.
3. Miller JF, Fick GN. The genetics of sunflower. In: Schneiter AA, editor. *Sunflower Technology and Production*. Madison: ASA-CSSA-SSSA; 1997. p. 441–495.
4. Shull GH. The composition of a field of maize. *J Hered*. 1908;4:296–301.
5. Seiler GJ, Jan CC. Basic information. In: Seiler GJ, editor. *Sunflower: Genetics, Breeding and Genomics*. Boca Raton: CRC Press; 2014. p. 1–50.
6. Kaya Y, Evci G. Combining ability and heterosis in sunflower. *Helia*. 2009;32(50):23–36.
7. Atakisi IK, Kaya Y. Correlation and path coefficient analysis in sunflower hybrids. *Turk J Agric For*. 2012;36:573–581.
8. Skoric D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*. 2012;35(56):1–16.
9. Jovic S, Miladinovic D, Kaya Y. Oil content and fatty acid composition in sunflower hybrids. *Euphytica*. 2011;180:49–55.
10. Kaya Y, Atakisi IK. Combining ability analysis of some yield characters in sunflower. *Helia*. 2004;27(41):75–84.
11. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust J Biol Sci*. 1956;9:463–493.
12. Singh RK, Chaudhary BD. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. New Delhi: Kalyani Publishers; 1985.
13. Gvozdenovic S, Jovic S, Prodanovic S. Genotype × environment interaction for seed yield per plant in sunflower. *Helia*. 2013;36(59):55–66.

14. Perez-Vich B, Velasco L, Jan CC. Molecular genetics and genomics of sunflower. In: Seiler GJ, editor. *Sunflower: Genetics, Breeding and Genomics*. Boca Raton: CRC Press; 2014. p. 75–108.
15. Melchinger AE. Genetic diversity and heterosis. In: Coors JG, Pandey S, editors. *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. Madison: ASA; 1999. p. 99–118.
16. Hallauer AR, Carena MJ, Miranda Filho JB. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. New York: Springer; 2010.
17. Sprague GF, Tatum LA. General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J Am Soc Agron*. 1942;34:923–932.
18. Allard RW. *Principles of Plant Breeding*. 2nd ed. New York: Wiley; 1999.
19. Reif JC, Melchinger AE, Frisch M. Genetical and mathematical properties of similarity and dissimilarity coefficients applied in plant breeding. *Crop Sci*. 2005;45:1–7.
20. Skoric D. Sunflower breeding: past, present and future. *Helia*. 2016;39(64):1–18.