



Turşu sanayisine uygun tatlı süs biberi çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik melezleme ıslahı çalışmaları

Crossbreeding studies of sweet ornamental pepper suitable for pickle industry

Cihan FIRAT¹ , Kerim KARATAŞ¹ , Bekir Bülent ARPACI² , Kazim MAVİ³ 

¹Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Onikişubat, Kahramanmaraş.

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Balcalı, Adana.

³Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.961983](https://doi.org/10.37908/mkutbd.961983)

Geliş tarihi / Received: 03.07.2021

Kabul tarihi / Accepted: 06.09.2021

Keywords:

Capsicum annuum, *Capsicum chinense*, ornamental pepper, pickle, hotness.

 Corresponding author: B.Bülent ARPACI

 bbarpaci@cu.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study is to develop capsaicinoid-free sweet pickled pepper lines by intra- and inter-specific combination.

Methods and Results: In this study, high yielded, non-pungent, single bite, ornamental pepper lines have been improved, by pedigree-controlled single selection breeding method through combination 2 exterior ornamental pepper varieties (Biquinho and Santos Flame) and 3 sweet pepper genotypes (MKÜ-69, F66-SB, and CHF-1). The capsaicin contents of the parents, hybrid, and developed pepper lines were determined by High-Pressure Liquid Chromatography and converted to Scoville Heat Unit (SHU). It has been determined that there is no hotness in the Santos Flame variety, but in the Biquinho variety had a low level (396 SHU) hotness cannot be sensed, and a very high hotness (15733 SHU) occurs in the fruits of F₁ plants. Due to the presence of the hotness in the fruits obtained from the F₂ generation, this combination has been discontinued. Four F₆ pickling sweet ornamental pepper lines have been improved from combinations of Santos Flame cultivar was used as the male, and MKÜ-69, F66-SB, and CHF-1 genotypes were used as female parents.

Open-pollinated variety candidate no. 8 developed as pickled sweet ornamental pepper from Santos Flame and MKÜ-69, F66-SB and CHF-1 combinations have 60 cm plant height, 52.6 mm fruit length, 9.0 mm fruit width, and 2.2 g fruit weight. The number of fruits was determined as 274 fruit per plant and the average yield was 598 g plant⁻¹. The candidate number 9 line has the characteristics of 70 cm plant height, 36.5 mm fruit length, 13.1 mm fruit width, and 2.9 g fruit weight. The average fruit number is 263 fruit per plant, the average yield is 759 g plant⁻¹ and 3581 kg da⁻¹.

Conclusions: Considering the hotness trait in pepper genetically distant parents which are similar in terms of the character desired to be introgressed generate segregation.

Significance and Impact of the Study: As a result of the study, sweet ornamental pepper lines, which can be consumed in single bite without pungency components, have been developed as an alternative to pickled hot pepper varieties.

GİRİŞ

Dünya’da 2019 yılında üretilen toplam 42 milyon ton biberin 19.3 milyon tonu Çin’de üretilmiştir. Türkiye yaklaşık 2.6 milyon ton biber üretimi ile Meksika’dan sonra 3. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2021). Taze olarak tüketilmesinin yanı sıra gıda sanayinde kullanılan biber meyveleri; kurutulularak, öğütülerek, konserve, salça veya turşuya işlenerek değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme şekillerinden turşular, içerdikleri aroma bileşikleri ve iştah açıcı özellikleri nedeni ile tercih edilmektedir. Biberin turşu halinde işlenmesi yıl boyunca tüketimine olanak sağlamaktadır. Türkiye’de 2019 yılında toplam 175 735 ton turşu satışı gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2020). Tüm biber tipleri turşu yapımına uygundur (Bosland ve Votava, 2012). Ancak tüketim tercihleri düşünüldüğünde biber turşularının, küçük, az tohum içeren ve tek seferde tüketilecek büyüklükte olması istenmektedir.

Biber meyveleri değişik acılık düzeylerine sahiptir ve meyvede acılığın bulunup bulunmaması tüketimde tercih sebeplerindedir. Biberde bulunan acılık maddeleri ilk olarak Thresh (1846), tarafından ekstrakte edilmiş ve kapsaisin olarak isimlendirilmiştir. Kapsainoidler Capsicum cinsi içerisinde acılığa neden olan ve önemli bir kalite kriteri olarak nitelendirilen

kimyasal bir bileşiktir. Kapsaisin, dihidrokapsaisin, nordihidro-kapsaisin, norkapsaisin, homokapsaisin, nornorkapsaisin ve homodihidro-kapsaisin kapsainoidlerin en önemlileridir (Greenleaf, 1986; Collins ve Bosland, 1994). Biberlerde kapsaisinden kaynaklanan acılık ölçümlerinde kullanılan ilk test 1912 yılında Wilbur Scoville tarafından geliştirilmiştir. Günümüzde dünyanın en acı biber çeşitleri 1 019 687 SHU acılık değeri ile Bhut Jolokia (Bosland ve Baral, 2007) ve 2 009 231 SHU acılığa ulaşan Trinidad Moruga Scorpion’dur (Bosland ve ark., 2012). Acı olan biber genotipleri içerisinde kapsaisin içermeyen *C. annuum* (Yazawa ve ark., 1989), *C. chinense* (Reifschneider ve ark., 2013) ve *C. frutescens* (Bosland ve Coon, 2020) türlerine dahil olan çeşitler geliştirilmiştir. Bu çalışmada kombinasyon ıslahı ve döl kontrollü teksel seleksiyon yöntemi ile geliştirilen turşu sanayisine uygun, tek seferde tüketilebilen, acı olmayan ve verimi yüksek süs biberi hatlarının özellikleri verilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Ebeveynlerin seçimi ve ıslah programının oluşturulması

Çalışmada kullanılan ebeveynler melezleme ve kendileme sonrası oluşturulan F₂ popülasyonları Çizelge 1.’de verilmiştir.

Çizelge 1 Islah programında kullanılan ebeveynler ve melezleme ve kendileme sonrası oluşturulan F₂ popülasyonları
Table 1 Parents used in the breeding program and F₂ populations improved by crossbreeding and selfing

Baba ebeveyn		Ana Ebeveyn		Melez popülasyonlar
Biquinho	⊗	Santos Flame	⊕	F _{2A}
CHF-1	⊗	Santos Flame	⊕	F _{2C}
F66-SB	⊗	Santos Flame	⊕	F _{2D}
MKÜ-69	⊗	Santos Flame	⊕	F _{2E}

⊗: Melezleme

⊕: Kendileme

Capsicum annuum türüne ait açık tozlanan Santos Flame çeşidinin bitki yüksekliği 15-17 cm arasındadır. Acı olmayan meyvelere sahip olgun meyve rengi açık turuncu, meyve uzunluğu 5-6 cm ve meyve genişliği 1-1.5 cm’dir (Şekil 1).

Capsicum chinense türüne giren açık tozlanan Biquinho çeşidinin bitki boyu 40-45 cm dir. Acı olmayan konik

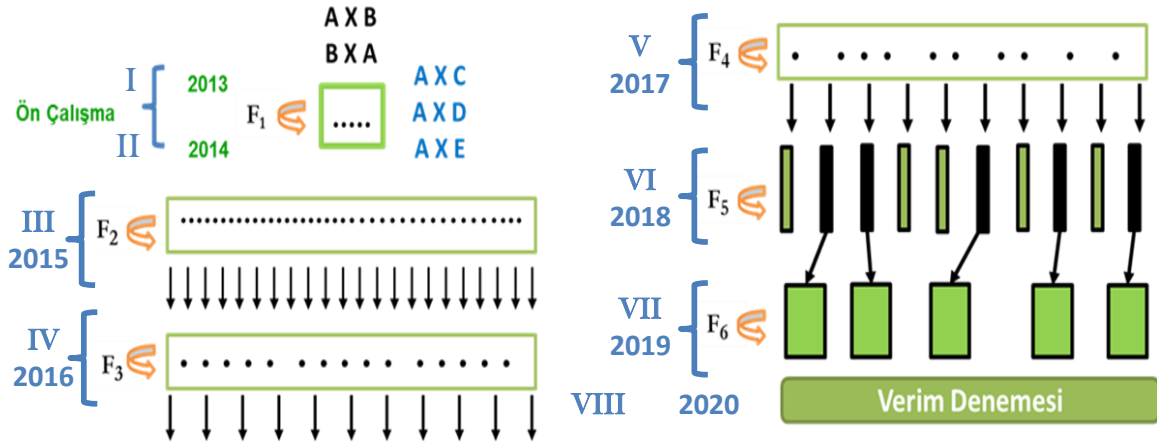
tipte meyveler oluşturmaktadır. Olgun meyve rengi kırmızı, meyve uzunluğu 2.5-2.8 cm ve genişliği 1.5 cm dir. Brezilya ve İspanya gibi Avrupa ülkelerinde meyveler kırmızı renk aldıktan sonra hasat edilmekte ve turşuluk olarak kullanılmaktadır (Reifschneider ve ark., 2013).



Şekil 1. Çalışmada ebeveyn olarak kullanılan Biquinho (a: meyve b: bitki), Santos Flame (c: meyve e: bitki), CHF-1 (ç: meyve d: bitki), F66-SB (f: meyve ğ: bitki) ve MKÜ-69 (h: meyve ı: bitki) genotiplerinin görünüşleri.
 Figure 1. Appearance of Biquinho (a: fruit b: plant), Santos Flame (c: fruit e: plant), CHF-1 (d: fruit d: plant), F66-SB (f: fruit ğ: plant), and MKÜ-69 (h: fruit ı: plant) used as parents in the study
 İslah programı ve tartılı derecelendirme puanları.

İslah programına 2013 yılında Santos Flame (A) ve Biquinho (B) çeşitlerinin resiprokal melezlenmesi ile başlanmış, 2014 yılında da Santos Flame (A) ve CHF-1 (C), F66-SB (D) ve MKÜ-69 (E) kombinasyonları programa eklenmiştir. Oluşturulan F₃

populasyonlarından seçilen bireyler ıslah programının 7. yılına (2019) kadar kendilenmiş ve bitkisel özellikler döl kontrolü ile izlenmiştir. Programın 8. yılında (2020) seçilen genotipler verim denemesine alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Melezleme ve kendileme şeması [Santos Flame (A), Biquinho (B), CHF-1 (C), F66-SB (D) ve MKÜ-69 (E)].
Figure 2. Hybridization and selfing scheme [Santos Flame (A), Biquinho (B), CHF-1 (C), F66-SB (D) and MKÜ-69 (E)].

İslah programının 7. yılında (2019) F₆ generasyonundan elde edilen veriler tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuş sınıf puanları ve göreceli puanları (Çizelge 2.) esas alınarak hatların toplam puanları hesaplanmıştır.

Değerlendirmede bitki yüksekliği 50 cm'den uzun, olgun meyve rengi turuncu, meyve uzunluğu 6 cm ve altında, toplam meyve sayısı yüksek olan hatlara öncelik verilmiştir (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Seleksiyon kriterleri, oluşturulan sınıflar, sınıf puanları ve bunlara verilen göreceli puan değerleri
Table 2. Selection criteria, classes, class scores and their relative values

Seleksiyon Kriterleri	Oluşturulan Sınıflar	Sınıf Puanları (SP)	Göreceli Puan (GP)
Bitki Yüksekliği (cm)	≤ 49 (Zayıf)	1	20
	50 < (Güçlü)	2	
Meyve Sayısı (adet bitki ⁻¹)	≤ 50 ad	1	20
	51-100	2	
	101-150	3	
	151 <	4	
Meyve Ağırlığı (g)	< 1	0	20
	1- 1.50	1	
	1.50-2.00	2	
Meyve uzunluğu (mm)	2.00 <	3	20
	< 60 mm (kısa)	1	
	> 60 mm (uzun)	0	
Meyve Genişliği (mm)	≤ 15	2	10
	15 <	1	
Meyve Rengi	Kırmızı	1	10
	Turuncu	2	

Acılık ölçümleri

Çalışmada toplam kapsaisinoidlerin ölçümlerinde kullanılmak üzere verim denemelerinden elde edilen meyveler etüvde 65 °C'de 72 saat süre ile kurutulmuştur. Bütün halinde kurutulan meyvelerin sap ve tohum kısımları ayıklanmış, geri kalan kısımları öğütücüden geçirilerek toz hale getirilmiştir. Öğütülmüş toz biber örneğinden 1.00 g alınarak sodyum asetat ile

doyurulmuş %95'lik etil alkol ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Örnekler 60 °C'ye ayarlanmış su banyosunda 3 saat süre ile bekletilmiştir. Ardından 40 dakika ultrasonik küvette tutulan örnekler Whatman 2 numaralı filtre kâğıdı ile süzümüştür. Hacmi 100 µL olan şırınga ile 20 µL hacimdeki Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) örnek yuvası doldurulmuştur.

Kromatografi Koşulları:

Kolon :C-18 (250 x 4.6 mm) Nucleosil
 Macherey-Nagel Kolon
 Mobil Faz : % 48.4 metanol, % 30.2 su % 13.3 dioksan % 7.9 asetonitril, % 0.2 perklorik asit (% 2'lik).
 Akış hızı : 1.5 mL dk⁻¹

Enjeksiyon Hacmi: 20 µL

Dedektör : UV/VIS 280 nm

Örneklerden ve standartlardan elde edilen alanlar aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam kapsaisinoid alanı} = \text{Birinci pikin alanı} + \frac{\text{İkinci pikin alanı} \times 0.82}{100} \quad \text{Eq.(1)}$$

$$\text{Toplam kapsaisinoid (ppm)} = \frac{\text{ÖTKA} \times \text{STKD} \times 100}{\text{STKA}} \quad \text{Eq. (2)}$$

ÖTKA : Örneğin toplam kapsaisinoid alanı

STKD : Stantarda ait toplam kapsaisinoid değeri (ppm)

STKA : Standarda ait toplam kapsaisinoid alanı

Hesaplanan toplam kapsaisinod miktarının 15 katsayısı ile çarpılması ile kapsaisinoid miktarı Scoville Acılık Birimine (SHU=Scoville Heat Unit) dönüştürülmüştür (Anonymous, 2004).

Deneme alanının toprak özellikleri ve gübreleme programı

Deneme alanı toprakları killi tınlı, hafif alkali, kireçli, tuzsuz ve düşük organik maddeye sahiptir. Toprakta 3.95 kg da⁻¹ P₂O₅, 66.14 kg da⁻¹ K₂O, 27748 ppm Ca, 895 ppm Mg, 3.30 ppm Cu, 9.93 ppm Mn, 1.72 ppm Zn bulunduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre biber bitkisinin üretim sezonu boyunca 14 kg da⁻¹ saf Azot, 9 kg da⁻¹ saf Fosfor ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre çiçeklenme öncesine kadar 7 kg da⁻¹ Üre (% 46 N) 4 kg da⁻¹ Monoamonyumfosfat (MAP) (% 12 N, % 61 P), meyve olum dönemine kadar 6 kg da⁻¹ Üre, 7 kg da⁻¹ MAP, hasada kadar 6 kg da⁻¹ Üre, 7 kg da⁻¹ MAP uygulanarak bitki besin ihtiyaçları karşılanmıştır.

Deneme deseni ve istatistik analiz

İslah programının 7. yılında (2019) durulmuş hatlar içerisinde tartılı derecelendirme ile seçilen hatlar; 8. yılında (2020) verim denemesine alınmış, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü, parselde 2 sıra, 30 bitki olacak şekilde 70 x 30 cm aralık ve mesafelerde dikilmiştir. Standart bir tatlı süs biberi çeşidi bulunmadığından, denemede kontrol olarak acı BATEM Alpçelik süs biberi çeşidi kullanılmıştır. Hatlar arasındaki farklılıkların önemliliği varyans analizi ile belirlenmiş, ortalamalar Tukey testi ile gruplandırılmıştır. Hesaplamalarda JMP yazılımı 5.0.1 versiyonu kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İslah programının ilk yılında (2013) ebeveyn olarak

kullanılan Biquinho çeşidi tatlı olduğu halde melezlemeler sonucu elde edilen F₁ generasyonunun meyvelerinde yüksek oranda acılık görülmüştür. Yapılan acılık analizleri sonucunda "Santos Flame" çeşidinde acılık olmadığı ancak "Biquinho" çeşidinde duyuşal olarak algılanamayacak kadar düşük seviyede (396 SHU) acılığın var olduğu belirlenmiş, F₁ bitkilerinin meyvelerinde ise yüksek düzeyde (15733 SHU) acılık tespit edilmiştir. Kendilenen Santos Flame × Biquinho melezlerinin F₂ kademesindeki 360 bitkiden yaklaşık yarısında meyve tutumu oluşmamış, dolayısı ile tohum alınamamıştır. Bunun nedeninin erkek ve dişi organların konumu, farklı zamanlarda olgunlaşması, yabancı tozlanma eğilimi ve çevresel faktörlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Acılık analizleri sonucunda F₂ generasyonundaki bireylerin de meyvelerinde acılık özelliğinin devam ettiği görülmüştür. Bu nedenle ıslah programının üçüncü yılında (2015) Santos Flame çeşidinin ana, CHF-1, F66-SB ve MKÜ-69 genotiplerinin baba olarak kullanıldığı F₂ bireylerinin (Şekil 3) kendilenmesi ile elde edilen F₃ generasyonlarından (Şekil 4) döl kontrollü teksel seleksiyon yöntemi ile F₆ ve F₇ kademesinde acılık içermeyen hatlar geliştirilmiştir.

İslah programının 4. yılında (2016) seleksiyon kriterleri doğrultusunda seçilen F₄ kademesinde; 24 birey, F₃ kademesinde ise 6 birey olmak üzere toplam 30 tatlı genotip seçilerek sonraki yıllara aktarılmıştır. Programın 5. (2017), 6. (2018) ve 7. (2019) yılında kendilemelere devam edilmiştir. Seçimlerde kullanılan tartılı derecelendirme sınıf puanları, göreceli puanlar ve toplam puanlar Çizelge 3'te verilmiştir. Değerlendirmede bitki yüksekliği 50 cm üzerinde, olgun meyve rengi turuncu, meyve uzunluğu 6 cm ve altında, toplam meyve sayısı yüksek olan hatlar öncelikli olarak değerlendirilmiştir. İslah programının 7. yılında (2019) generasyonu ilerletilen 13 hattın tartılı derecelendirme toplam puanları 115 ile 230 arasında değişmiştir. Tartılı derecelendirme toplam puanı 230 olan üç adet tatlı süs biberi hattı (8, 9, 11) ile BATEM Alpçelik çeşidi ile ıslah programının 8. yılında (2020) verim denemesine

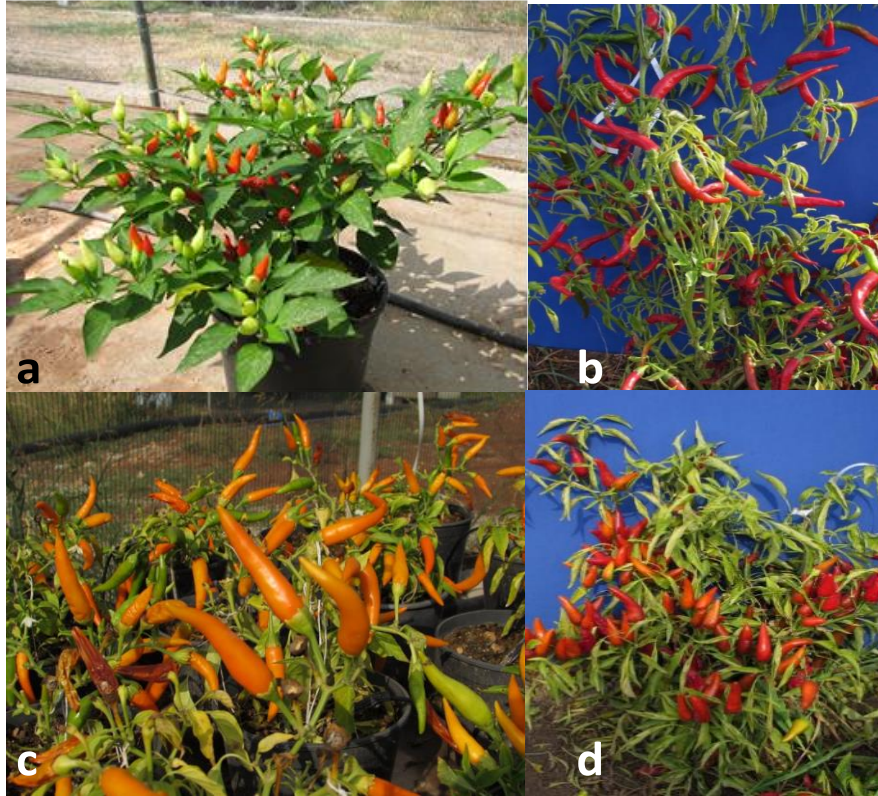
alınmıştır (Şekil 5).

Çizelge 3. Seleksiyon kriterlerine göre tartılı derecelendirmede hatlara verilen toplam puan değerleri

Table 3. The weighted total score given to lines according to the selection criterion

Hat No	BY	SP	GP	MS	SP	GP	MR	SP	GP	MA	SP	GP	MU	SP	GP	MG	SP	GP	Toplam Puan
7	35	1	15	78	2	20	Turuncu	2	10	1.923	2	20	50	1	20	12	2	10	155
8	60	2	15	152	4	20	Turuncu	2	10	2.377	3	20	60	1	20	10	2	10	230
9	70	2	15	210	4	20	Turuncu	2	10	3.353	3	20	35	1	20	15	2	10	230
10	35	1	15	83	2	20	Turuncu	2	10	2.217	3	20	30	1	20	15	2	10	175
11	75	2	15	180	4	20	Turuncu	2	10	2.307	3	20	40	1	20	11	2	10	230
12	30	1	15	78	2	20	Turuncu	2	10	1.063	1	20	45	1	20	11	2	10	135
13	30	1	15	75	2	20	Turuncu	2	10	1.297	1	20	40	1	20	10	2	10	135
15	40	1	15	90	2	20	Turuncu	2	10	2.010	3	20	32	1	20	14	2	10	175
18	48	1	15	135	3	20	Turuncu	2	10	2.132	3	20	30	1	20	12	2	10	195
21	35	1	15	87	2	20	Turuncu	2	10	1.820	2	20	32	1	20	15	2	10	155
22	35	1	15	69	2	20	Turuncu	2	10	1.730	2	20	53	1	20	10	2	10	155
23	16	1	15	45	1	20	Turuncu	2	10	1.920	2	20	63	0	20	12	2	10	115
24	45	1	15	92	2	20	Turuncu	2	10	2.030	3	20	33	1	20	13	2	10	175

BY ; Bitki yüksekliği (cm), MS ; Meyve sayısı (adet bitki⁻¹), MR ; Meyve rengi, MA ; Meyve ağırlığı (g bitki⁻¹), MU ; Meyve uzunluğu (mm), MG ; Meyve genişliği SP ; Sınıf Puanı , GP: Göreceli Puan.



Şekil 3. Santos Flame x Biquinho (a), Santos Flame x F66-SB (b), Santos Flame x CHF-1 (c) ve Santos Flame x MKÜ-69 (d) melez (F₁) bitkilerinin görünümleri.

Figure 3. The appearance of Santos Flame x Biquinho (a) Santos Flame x F66-SB, Santos Flame x CHF-1 and Santos Flame x MKÜ-69 hybrid (F₁) plants.



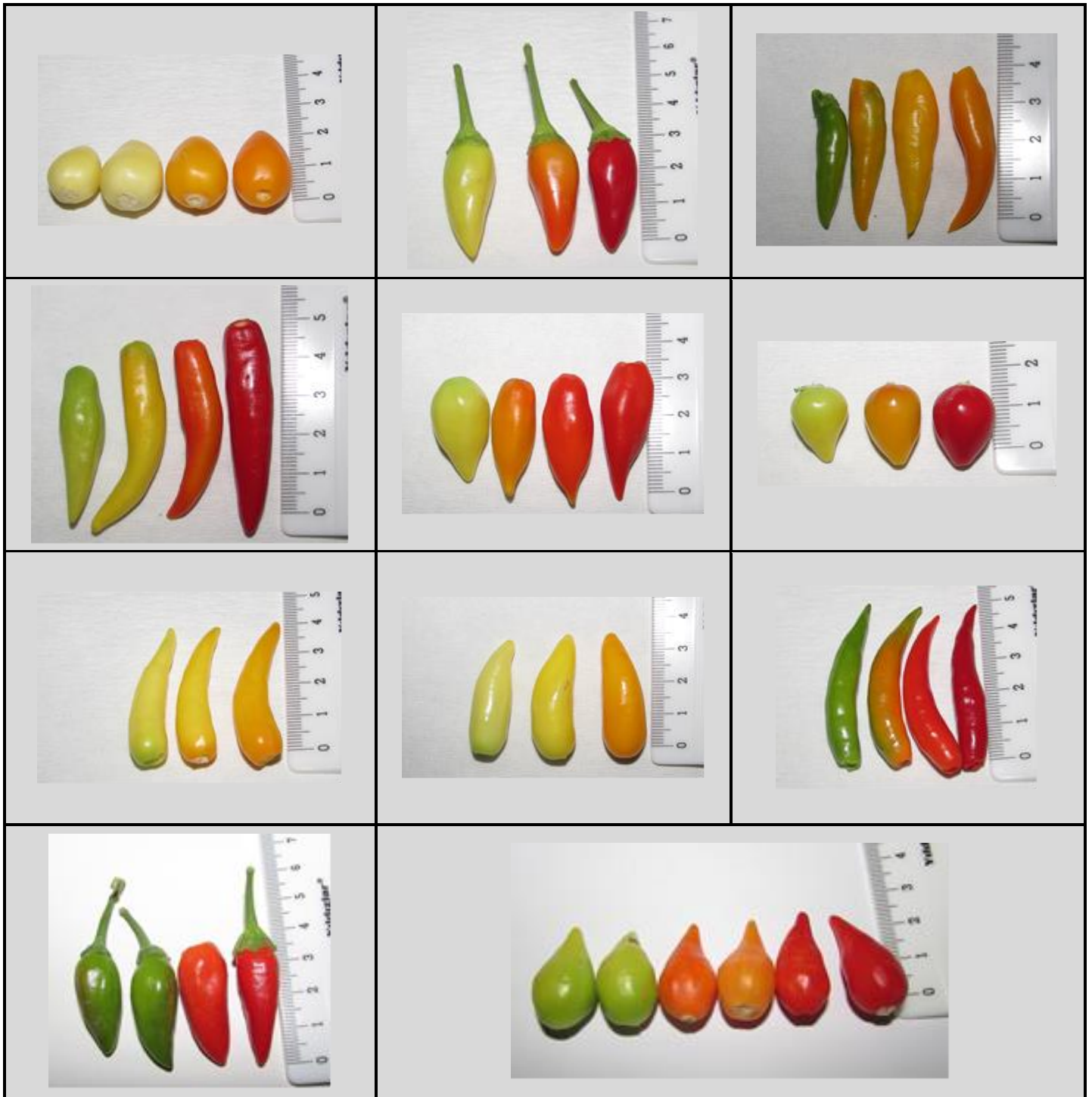
Şekil 4. Santos Flame \otimes Biquinho, Santos Flame \otimes F66-SB, Santos Flame \otimes CHF-1 ve Santos Flame \otimes MKÜ-69 melezlerinin F_3 popülasyonundan seçilen bazı bireylerin meyve görünüşleri.

Figure 4. Fruit appearance of some individuals selected from the F_3 population of Santos Flame \otimes Biquinho, Santos Flame \otimes F66-SB, Santos Flame \otimes CHF-1 and Santos Flame \otimes MKÜ-69 hybrids.



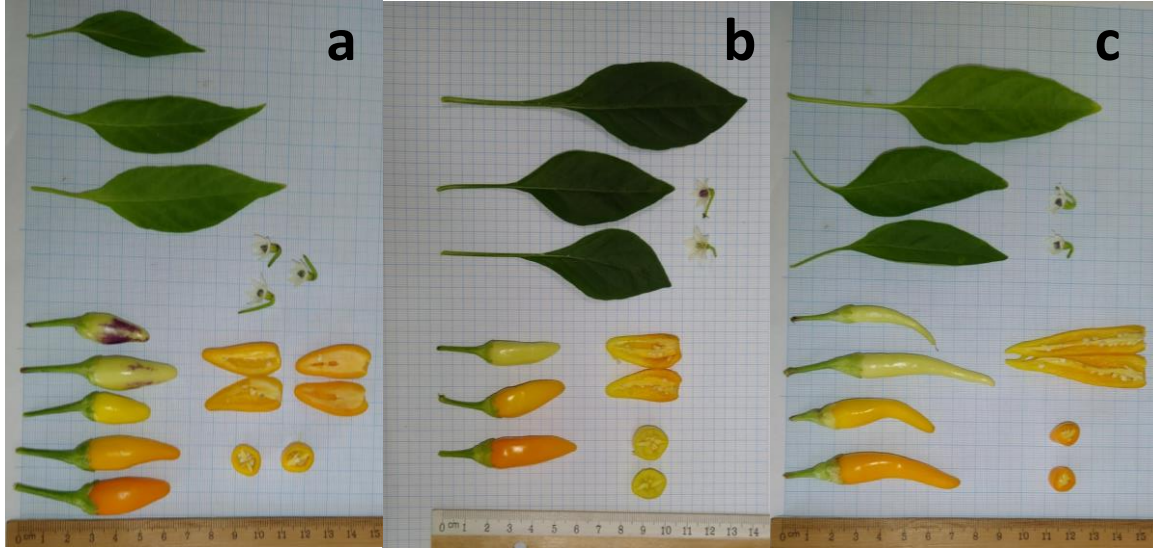
Şekil 4 (devamı). Santos Flame \otimes Biquinho, Santos Flame \otimes F66-SB, Santos Flame \otimes CHF-1 ve Santos Flame \otimes MKÜ-69 melezlerinin F3 popülasyonundan seçilen bazı bireylerin meyve görünüşleri.

Figure 4 (continued). Fruit appearance of some individuals selected from the F3 population of Santos Flame \otimes Biquinho, Santos Flame \otimes F66-SB, Santos Flame \otimes CHF-1 and Santos Flame \otimes MKU-69 hybrids.



Şekil 4. Santos Flame \otimes Biquinho, Santos Flame \otimes F66-SB, Santos Flame \otimes CHF-1 ve Santos Flame \otimes MKÜ-69 melezlerinin F₃ popülasyonundan seçilen bazı bireylerin meyve görünüşleri.

Figure 4. Fruit appearance of some individuals selected from the F₃ population of Santos Flame \otimes Biquinho, Santos Flame \otimes F66-SB, Santos Flame \otimes CHF-1 and Santos Flame \otimes MKU-69 hybrids.



Şekil 5. İslah programı sonunda geliştirilen ve verim denemesine alınan 11 (a), 9 (b) ve 8 (c) numaralı tatlı süs biberi çeşit adayları.

Figure 5. Variety candidates of sweet ornamental pepper lines 11 (a), 9 (b) and 8 (c) improved by the breeding program and evaluated in yield trial.

Acılık, baharat olarak kullanılan biberlerde tüketici tercihlerini etkileyen önemli kalite kriterlerindedir. Biber çeşitlerinin acılık seviyelerini belirleyen kapsaisinoidler gıda sektöründe olduğu kadar kimya, ilaç ve savunma sanayisinde çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Bu sebeplerden dolayı yüksek acılık değerine sahip biber çeşitlerinin geliştirilmesi ıslahçıların temel hedeflerinden olmuştur (Sathiyamurthy ve ark., 2002; Bosland ve ark., 2012). Bu amaçla Bhut Jolokia (Bosland ve Baral, 2007) ve Trinidad Moruga Scorpion dünyanın en acı biber çeşitleri olarak geliştirilmiştir (Bosland ve ark., 2012). Bununla birlikte biber çeşitlerinin acılık içeriklerine kişilerin tepkilerinin oldukça farklılık gösterdiği, 300 SHU değerinin eşik algılama sınırı olduğu, acıya hassas kişilerde bu eşik 150 SHU olabileceği belirlenmiştir (Yemiş, 2001). Çalışmada tür içi ve türler arası melezleme yoluyla turşuluk olarak tüketime uygun ve acı olmayan biber çeşitlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen hatların meyve özellikleri ve verimlerine ilişkin değerleri Çizelge 4'te yer almaktadır. Kontrol olarak kullanılan BATEM Alpçelik 20 mm meyve uzunluğu ile en kısa meyveli genotip olurken en uzun süs biberi genotipi 52.6 mm meyve uzunluğu değeri ile 8 numaralı hattır. Seleksiyon kriterleri arasında yer alan 6 cm'den küçük biberlerin seçimi, etkin bir seleksiyona olanak sağlamıştır. Geliştirilen 9 numaralı hat en geniş meyveye (13.1 mm), Hat 8 ise en dar meyveye (9.0 mm) sahip olmuştur. BATEM Alpçelik'in meyve eti kalınlığı 1.5 mm, Hat 9'un meyve eti kalınlığı 2.5 mm'dir. Bitkide bulunan meyve sayısı 263-287 adet bitki⁻¹ arasında değişmiş hatlar ve BATEM

Alpçelik arasında bitkide bulunan meyve sayısı bakımından farklılık görülmemiştir. Geliştirilen 9 numaralı hat en yüksek meyve ağırlığı (2.9 g/meyve), bitki başına verim (759 g bitki⁻¹) ve dekara verim (3581 kg da⁻¹) değerlerine sahip olmuştur. Bosland ve Coon (2020) tarafından Tabasco çeşidinden geliştirilen NuMex NoBasco çeşidi 2.6 kg bitki⁻¹ verime 1.2 cm meyve genişliğine, 4.3 cm meyve uzunluğuna 76.1 cm bitki yüksekliğine ve 0 SHU acılığa sahiptir (Bosland ve Coon, 2020). Meyve özellikleri bakımından NuMex NoBasco çeşidine benzer özellikler gösteren 8 ve 9 numaralı çeşit adaylarının verim değerleri bu çeşitten daha düşük bulunmuştur. Bosland ve Coon (2015) dekara 778 kg verimin elde edildiği, 31.0 mm meyve genişliği, 39.2 mm meyve uzunluğu ve 2.19 mm meyve eti kalınlığına sahip acı olmayan NuMex Trick-or-Treat çeşidini geliştirmişlerdir. Mavi ve Mavi (2015), süs biberi koleksiyonunda bulunan genotiplerin meyve sayısının 11-63 adet bitki⁻¹, meyve genişliğinin 7.3-42.0 mm, meyve uzunluğunun 27.7-81.0 mm aralığında değiştiğini bildirmiştir. Kanal ve Balkaya (2021) *C. baccatum* türünde bitkideki meyve sayısı bakımından geniş bir varyasyon olduğunu belirlemiş genotiplerde bitki başına meyve sayısının 50 ile 1268 adet arasında değiştiğini bildirmiştir. Yıldız ve Özgüven (2011) süs biberi gen havuzlarında bitkideki meyve sayılarını 2-370 adet bitki⁻¹, meyve genişliklerini 27-240 mm, meyve uzunluklarını 17.7-106.7 mm, verimlerini ise 41.60-6427 kg da⁻¹, aralığında belirlemiştir. Araştırmada elde edilen bitkideki meyve sayıları Mavi ve Mavi (2015) ile örtüşmez iken Yıldız ve Özgüven (2011)'in bildirdiği

aralıkta yer almıştır. Meyve genişliği değerlerinde ise aksi durum söz konusudur. Geliştirilen hatların meyve genişliği Yıldız ve Özgüven (2011)'in bildirdiği aralığa giremezken, Mavi ve Mavi (2015) tarafından belirlenen meyve genişliği değerleri ile uyum halindedir. Süs biberlerinin meyve ve bitki özelliklerinin sınıflandırılması kesin olarak yapılamadığından incelenen özellikler kullanılan popülasyonlara göre farklılıklar göstermektedir. Süs biberleri, bitki ve meyvelerin şekli, rengi ve büyüklüğü, hacmi, saksıda veya kenar bitkisi olarak kullanım amacı, kesme çiçek olarak kullanımı, taze veya kurutulmuş tüketimi, acılık dereceleri özellikleri bakımından geniş varyasyonlar gösterir. Bu varyasyonda tür farklılıkları ve türler arası melezlemeler yolu ile elde edilmiş olmaları da etkili olmaktadır (Stommel ve Bosland, 2006). Bu nedenle geliştirilen çeşitlerin özellikleri ve elde edilen değerler önceki çalışmalarla uyum içerisinde.

Araştırmada planlanan ıslah programının başlıca amacı, acı olmayan, turşu olarak tüketime uygun süs biberi çeşit adaylarının geliştirilmesidir. Santos Flame (A) ve CHF-1 (C), F66-SB (D) ve MKÜ-69 (E) kombinasyonlarından döl kontrollü teksel seleksiyon yöntemi ile geliştirilen çeşit adayı 8, 9 ve 11 numaralı hatlarda acılığa rastlanmamış BATEM Alpçelik çeşidinde 30350 SHU acılık ölçülmüştür. Tatlı biberler 0 SHU değeri gösterirken acı biberler 100–500 SHU'dan başlayıp 550.000 SHU değerine kadar ulaşabilir. Günümüzde dünyanın en acı biber çeşitleri 1 019 687 SHU acılık değeri ile Bhut Jolokia (Bosland ve Baral (2007) ve 2 009 231 SHU acılığa ulaşan Trinidad Moruga Scorpion'dur (Bosland ve ark., 2012). ıslah programları ile acı biber çeşitleri geliştirilebildiği gibi acılık özelliği göstermeyen çeşitlerin de ıslah edilmesi önem taşımaktadır. Bosland ve Coon (2015) *C. chinense* türüne giren 300 000 SHU acılık değerine sahip Orange Habanero ile acılık içermeyen NMCA 30036 genotipini melezlemiş Orange Habanero ile bir geriye melez generasyonundan 5 generasyon kendileme ile acı olmayan NuMex Trick-or-Treat çeşidini geliştirmiştir. Bosland ve Coon (2020) *C. frutescens* türü içerisinde yer alan 30 000 SHU acılığa sahip sos ve turşu üretiminde kullanılan Tabasco çeşidi ile acı olmayan CATIE 9838 genotipinden geriye melezlemeler yaparak 7

generasyon tek bitki kendilemeleri ile acı olmayan NuMex NoBasco çeşidini geliştirmişlerdir. Benzer şekilde Tayland orijinli CH-19 acı biber çeşidinden kendileme ve seleksiyonlar ile CH-19 Sweet biber çeşidini geliştiren Yazawa ve ark. (2004), çok az acılık içeren bu çeşidin kapsaisinoid benzeri vanilil alkol ve kapsaisin analogları barındırdığından bahsetmişlerdir. Geliştirilen hatların meyvedeki tohum sayısı BATEM Alpçelik çeşidi ile kıyaslandığında oldukça düşük bulunmuştur. Hatlara ait meyvelerde ortalama 24-26 adet arasında tohum oluşurken bu sayı BATEM Alpçelik'te 45 olarak belirlenmiştir. Mavi ve Mavi (2015), tohumla çoğaltılmaları nedeni ile süs biberlerindeki tohum sayısının önemini vurgulamış araştırmalarında yer alan genotiplerdeki tohum sayısının 7-57 adet meyve⁻¹ aralığında olduğunu bildirmiştir. Biber tohumları önemli yağ ve protein kaynağıdır. Meyvede bulunan yağın neredeyse tamamına yakını tohumlarda bulunmaktadır (Chen ve Lott, 1992). Turşuya işlenen süs biberleri tohumları ile tüketildiğinden meyvede tohum sayısının yüksekliği biber turşusunun besin değerini arttırmaktadır. Bununla birlikte tohum sayısının artması biber turşusunun yeme kalitesini düşürmektedir. Olgunlaşma ile birlikte tohumlar sertleşmekte ve tüketici tercihlerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Turşuluk süs biberlerinde yeme kalitesini olumsuz yönde etkileyen diğer bir özellik ise meyve sapının büyüklüğüdür. Geliştirilen 8 nolu çeşit adayı 2.16 g saplı, 1.91 g sapsız meyve ağırlığına, 9 nolu çeşit adayı ise 2.88 g saplı, 2.59 g sapsız meyve ağırlığı özelliklerine sahiptir. BATEM Alpçelik en düşük meyve sapı ağırlığına sahip genotip olmuştur. Ancak sapsız meyve ağırlığının saplı meyve ağırlığına oranı olan meyve ağırlık indeksi değerleri göz önüne alındığında 9 numaralı hattın meyvesinin yenilen kısmının toplam meyve ağırlığına oranının yüzde 90 olduğu anlaşılmaktadır. Bu oranın en düşük olduğu genotip ise 11 numaralı hat olmuştur. Bu hatta ait meyvelerin yenilen kısmının toplam meyve ağırlığına oranı yüzde 85 olarak belirlenmiştir. Meyve ağırlığının toplam meyve ağırlığına oranı en yüksek olan çeşit adayı olan 9 numaralı hattan en fazla bitki başına verim ve dekara verim alınmış bu hat dekara en fazla sapsız meyve verimi değeri göstermiştir.

Çizelge 4. Geliştirilen turşuluk biber hatlarının meyve özellikleri ve verime ilişkin değerleri

Table 4. Fruit characteristics and yield values of developed pickled pepper lines

Çeşit/Hat	MU	MG	MEK	MS	MA	BBV	DV	SHU*						
Hat 9	36.5	b	13.1	a	2.5	a	263	2.9	a	759	a	3581	a	0
Hat 8	52.6	a	9.0	c	1.7	c	274	2.2	b	598	ab	2825	ab	0
Hat 11	32.2	c	12.3	b	2.1	b	280	2.4	b	629	ab	2968	ab	0
BATEM Alpçelik	20.0	d	12.0	b	1.5	c	287	1.5	c	427	b	2015	b	30350
Çeşit/Hat	TS	SMA	MSA	MAI**	BBSV	DSV								
Hat 9	26	b	2.6	a	0.3	b	90	a	681	a	3214	a		
Hat 8	26	b	1.9	b	0.3	b	88	b	528	ab	2491	ab		
Hat 11	24	b	2.0	b	0.4	a	85	c	529	ab	2495	ab		
BATEM Alpçelik	45	a	1.3	c	0.2	c	88	b	376	b	1776	b		

MU ; Meyve uzunluğu (mm), MG ; Meyve genişliği (mm), TS ; Tohum sayısı (adet meyve⁻¹) MS ; Meyve sayısı (adet bitki⁻¹), MA ; Meyve ağırlığı (g bitki⁻¹), BBV ; Bitki başına verim (g bitki⁻¹), DV: Verim (kg da⁻¹), SHU ; Scoville Acılık Birimi (Scoville Heat Unit) *Hatlarda acılık bulunmadığından çoklu karşılaştırma testi yapılmamıştır TS ; Tohum sayısı (adet meyve⁻¹) MS ; Meyve sayısı (adet bitki⁻¹), SMA ; Sapsız Meyve ağırlığı (g bitki⁻¹), MSA ; Meyve Sapı ağırlığı (g bitki⁻¹), MAI ; Meyve ağırlık indeksi (%) ** Sapsız meyve ağırlığının meyve ağırlığına oranıdır, BBSV ; Bitki başına sapsız verim (g bitki⁻¹), DSV: Sapsız Verim (kg da⁻¹).

Sonuç olarak, araştırma sonucunda turşu sanayisinde değerlendirilmek üzere verimli yeni tatlı süs biberi çeşit adayları geliştirilmiştir. BATEM Alpçelik çeşidi ile kıyaslandığında 8 nolu hattın yaklaşık % 40, 9 nolu hattın ise % 77 oranında daha verimli olduğu bulunmuştur. Çeşit adaylarının özellikle acı biber tüketemeyen kişiler için alternatif olması beklenmektedir. Geliştirilen süs biberi çeşit adayları tatlı olduğundan karışık turşular içerisinde (lahana, kornişon, havuç vb. diğer sebzelerle) kolaylıkla kullanılabilir. Bunun yanı sıra ıslah edilen çeşit adayları süs bitkileri sektöründe, saksılı süs bitkisi şeklinde de değerlendirilebilir. Geliştirilen 8 ve 9 nolu iki çeşit adayının tescil edilmesi planlanmaktadır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, tür içi ve türler arası melezleme yolu ile kapsaisinoid içermeyen tatlı turşuluk süs biberi hatları geliştirmektir.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada yabancı orijinli iki süs biberi çeşidi Biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.) ve Santos Flame (*Capsicum annum* L.) ile üç tatlı biber genotipinin (MKÜ-69, F66-SB ve CHF-1) kombinasyonu ile oluşturulan melez bahçesinden döl kontrollü teksel seleksiyon yöntemi ile acı olmayan, tek seferde tüketilebilecek boyutta, verimi yüksek, turşuluk süs biberi hatları geliştirilmiştir. Ebeveyn, melez ve geliştirilen biber hatlarının kapsaisin içerikleri Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi ile belirlenmiş ve Scoville

Acılık Birimine (SHU) dönüştürülmüştür. Santos Flame çeşidinde acılık olmadığı ancak Biquinho çeşidinde duyuşal olarak algılanamayacak kadar düşük düzeyde (396 SHU) acılığın var olduğu, F1 bitkilerinin meyvelerinde ise yüksek seviyede (15733 SHU) acılık olduğu tespit edilmiştir. Bu kombinasyondan elde edilen F₃ bireylerinin meyvelerinde acılığı oluşturan karakterlerin devam etmesi sebebi ile generasyon ilerletilmemiştir. Santos Flame çeşidinin ana, MKÜ-69, F66-SB ve CHF-1 genotiplerinin ise baba olarak kullanıldığı kombinasyonlardan 4 adet F₆ kademesinde turşuluk tatlı süs biberi hattı geliştirilmiştir. Geliştirilen 8 nolu açık tozlanan çeşit adayı 60 cm bitki boyu, 52.6 mm meyve boyu, 9.0 mm meyve eni, 2.16 g saplı meyve ağırlığı ve 1.91 g sapsız meyve ağırlığına sahiptir. Meyve sayısı 274 adet bitki⁻¹ ve ortalama verimi 598 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. 9 nolu çeşit adayı ise 70 cm bitki boyu, 36.5 mm meyve uzunluğu, 13.12 mm meyve genişliği, 2.88 g saplı meyve ağırlığı ve 2.59 g sapsız meyve ağırlığı özelliklerine sahiptir. Ortalama meyve sayısı 263 adet bitki⁻¹ ve ortalama verimi 759 g bitki⁻¹ ve 3581 kg da⁻¹ dir.

Genel Yorum: Türler arası melezlemelerde aktarılmak istenen karakter bakımından benzerlik gösteren ebeveynler genetik olarak birbirlerine uzak olmaları nedeni ile acılık karakteri dikkate alındığında generasyonlarda açılımlar meydana getirmektedir. **Çalışmanın Önemi ve Etkisi:** Çalışma sonucunda turşuluk acı biber çeşitlerine alternatif, acılık bileşenlerinin bulunmadığı tek seferde tüketilebilecek

büyükte tatlı süs biberi hatları geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense*, süs biberi, turşu, acılık.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: TAGEM /BBAD/15/A09/P02/03).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Anonim (2020) Yıllık sanayi ürün istatistikleri turşu satış miktarı.
<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 06/11/2020).
- Anonymous (2004) ASTA (The American Spice Trade Association), Method 21.3. Pungency of Capsicum and their oleoresins (HPLC method- preferred), Revised October 2004).
- Anonymous (2021) FAOSTAT, Word Production Data. Retrieved May 30, 2021, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Bosland PW, Baral JB (2007) 'Bhut Jolokia'—The world's hottest known chile pepper is a putative naturally occurring interspecific hybrid. *HortScience* 42(2): 222-224.
- Bosland PW, Coon D (2015) 'NuMex Trick-or-Treat', a no-heat Habanero pepper. *HortScience* 50(11): 1739-1740.
- Bosland PW, Coon D (2020). NuMex NoBasco: A no-heat tabasco-type chile pepper. *HortScience* 55(5): 741-742.
- Bosland PW, Votava EJ, Votava EM (2012) Peppers: vegetable and spice capsicums. (Vol.22). Cabi.
- Chen P, Lott JN (1992) Studies of *Capsicum annuum* seeds: structure, storage reserves, and mineral nutrients. *Canadian Journal of Botany* 70(3): 518-529.
- Collins M, Bosland P (1994) Rare and novel capsaicinoid profiles in Capsicum. *Capsicum Eggplant Newsletter* 13: 48-51.

- Greenleaf WH (1986) Pepper breeding. In: *Breeding Vegetable Crops*, (M.J. Bassett Ed.), AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut, USA. pp. 67-133.
- Kanal A, Balkaya A (2021) *Capsicum baccatum* türüne ait biber popülasyonunun karakterizasyonu ve morfolojik varyasyon düzeyinin belirlenmesi. *MKU Tar. Bil. Derg.* 26(2): 278-291.
- Mavi K, Mavi F (2015) Bazı süs biberi genotiplerinin tohumluk bitki özellikleri ve tohum çıkış performansları. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4(1): 31-35.
- Reifschneider FJB, Ribeiro CDC, de Carvalho SIC (2013) Development of new Capsicum cultivars at EMBRAPA (Brazil). In *Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Meeting On Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant EUCARPIA 15.
- Sathiyamurthy VA, Veeraragavathatham D, Chezhiyan N (2002) Studies on the capsaicin content in chilli hybrids. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 21: 44-47.
- Stommel JR, Bosland PW (2006) Pepper, ornamental, *Capsicum annuum*. In *Flower breeding and genetics: Issues, challenges and opportunities for the 21st century*. Springer, (N.O. Anderson, Ed.) Dordrecht, The Netherlands, pp 561-599.
- Thresh LT (1846) Isolation of capsaicin. *Pharmaceutical Journal* 6: 941.
- Yıldız G, Özgüven M (2011) Farklı süs biberi (*Capsicum* sp.) tür ve hatlarının Çukurova koşullarına adaptasyonu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 21(1): 1-11.
- Yazawa S, Suetom N, Okamoto K, Namiki T (1989) Content of capsaicinoids and capsaicinoid-like substances in fruit of pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids made with 'CH-19 Sweet' as a parent. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 58(3): 601-607.
- Yazawa S, Yoneda H, Hosokawa M, Fushiki T, Watanabe T (2004) Novel capsaicinoid like substances in the fruits of new non-pungent cultivar 'CH-19 Sweet' of pepper (*Capsicum annuum*). *Capsicum and Eggplant Newsletter* 23: 17-20.
- Yemiş O (2001) Kırmızı biberlerden oleoresin capsicum üretimi üzerine araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 71.