



ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

CBU-SBED, 2021, 8(2): 263-269.

Farklı Depolama Sürelerinin Safranın (*Crocus sativus* L.) Farmakolojik Ajanlarına (Safranal, Crocin ve Crocetin) Etkisi ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi

Evaluation Of The Effects Of Different Storage Times On Pharmacological Agents Of Saffron (*Crocus sativus* L.) (Safranal, Crocin and Crocetin) and Their Quality Characteristics

Hasan Asil^{1*}

¹ Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Altınözü Tarım Bilimleri MYO, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Antakya, Türkiye

e-mail: hasan.asil@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-3690-1789

*Sorumlu yazar/ Corresponding Author: Hasan Asil

Gönderim Tarihi / Received: 02.10.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 27.02.2021

DOI: 10.34087/cbusbed. 804112

Öz

Giriş ve Amaç: Bu çalışmanın temel amacı, safranın önemli farmakolojik ajanları (safranal, krosin ve krosetin) ve uçucu bileşenlerinin farklı depolama sürelerinde nasıl etkilendiğini belirlemektir.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmanın birinci aşamasında GC-MS/FID analizi ile safranın kalite kriterlerini belirlemede kullanılan önemli farmakolojik ajanlar olan safranal, crocin ve crocetin gibi temel bileşenlerin farklı depolama sürelerinin kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. İkinci aşamada ise GC-MS/MS analizi ile stigma üzerindeki uçucu bileşenler belirlenmiş ve bu uçucu bileşenlerin karşılıklı değerlendirilmesi yapılarak, yağ asidi ve biyoaktivite özelliğine sahip uçucu bileşenlere etkileri değerlendirilmiştir.

Bulgular: Safran bitkisinin stigmatının depolanma süresi uzadıkça farmakolojik ajan olarak kullanılan safranal, crocin ve Crocetin miktarları azalmaktadır. Farklı depolama sürelerinde safranal, 2,3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4h-Pyran-4-One, Isopropylidenecyclopropyl methyl ketone, Ketoisophorone, Glycerol Palmitate ve N-Propylacetamide oranlarının depolama süreleri uzadıkça azaldıkları görülmüştür. Bunlar haricindeki diğer uçucu bileşenlerin çoğunun miktarlarında dalgalanmalar gözükmemektedir. Uçucu yağ asidi bileşenlerinin oranları değerlendirildiğinde en yüksek %36.74 oranında 44 ay depolama süresinde ve en düşük %19.36 ile 8 ay depolama süresinde gerçekleşmiştir. Biyoaktif özelliğe sahip uçucu bileşen oranları değerlendirildiğinde en yüksek %49.17 ile 8 ay depolama süresinde ve en düşük ise %46.29 ile 44 ay depolama süresinde biyoaktif bileşen oranının gerçekleştiği görülmüştür. Hem yağ asidi hem de biyoaktif bileşenlere bakıldığında en yüksek oran 44 ay depolama süresinde %83.03 ile gerçekleşmiştir.

Sonuç: Depolanma süresine bağlı olarak farmakolojik ajanlarının (safranal, crocin, Crocetin) miktarları azalmaktadır. Ancak yağ asidi ve biyoaktif bileşen oranları bunu telafi etmektedir.

Anahtar kelimeler: Crocetin, Crocin, *Crocus sativus* L., Farmakolojik ajanlar, Safran, Safranal.

Abstract

Objective The main objective of this study is to determine how important pharmacological agents of saffron (safranal, crocin and crocetin) and its volatile components are affected at different storage times.

Materials and Methods: The main purpose of this study is to investigate the effects of different storage periods on the quality of basic components of saffron including safranal, crocin and crocetin using GC-MS FID analysis, which are important pharmacological agents for determining the quality of saffron. In the second study, the same amounts of samples were analyzed by GC-MS/MS analysis with the same extraction method, and the volatile components of saffron stigma were determined and the evaluation of these components was evaluated in terms of fatty acid characteristics, bioactivity and quality properties.

Results: When the storage time of the stigma of the saffron plant increases, the amounts of safranal, crocin and Crocetin used as pharmacological agents decrease. During the storage period, safranal, 2,3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4H-Pyran-4-One, Isopropylidenedicyclopropyl Methyl Ketone, Ketoisophorone, Glycerol Palmitate and N-Propylacetamide amounts decrease with increasing the storage period.. the amounts of other volatile components varied with increased storage periods. When the amounts of essential fatty acid components are evaluated, the highest amount of fatty acids with 36.74% was found in the storage period of 44 months and the lowest amount was observed with 19.36% in 8 months storage. When the amounts of bioactive volatile components are evaluated, the highest amount of components with 49.17% was obtained for 8 months of storage and the lowest amount of components with 46.29% was observed for 44 months storage. , the highest amounts of total fatty acid and bioactive components with 83.03% was obtained in 44 months storage period.

Conclusion: The amount of pharmacological agents (safranal, crocin, Crocetin) decreases depending on the storage time. However, fatty acid and bioactive component ratios compensate for this.

Keywords: Crocetin, Crocin, *Crocus sativus* L., Pharmacological agents, Saffron, Safranal.

1. Giriş

Safran ve ana bileşenleri geleneksel olarak farmasötik ajanlar olarak kullanılmaktadır. Güncel deneysel araştırma projeleri de Safran ve bileşenlerinin geniş bir hastalık tedavisi uygulamalarını göstermektedir. Farmasötik alanlarda uygulanmak üzere safran ve önemli bileşenlerin tek başına veya farklı bitkisel özlerle karıştırılarak fitoterapi, kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ve hipoksinin neden olduğu tehlikeli durumlarda adjuvan tedavi olarak kullanılabilir [1]. Pek çok ülke yüzyıllardır sayısız hastalığı iyileştirmek için safran kullanmıştır ve safran ve bileşenlerinin çeşitli farmakolojik aktiviteleri kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Bu araştırmalar neticesinde, antikonvulsif, anti-iskemik, panzehir, anti-Alzheimer, hipolipidemik, antinosiseptif, antiinflamatuvar ve antioksidan etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Safran ayrıca kardiyovasküler hastalık, diyabet, Parkinson hastalığı, depresyon, kanser ve tümör aktivitesi, ateroskleroz ve diğer hastalıklara karşı koruyucu etkiler de sunmaktadır [2-4].

Safran, "kırmızı altın" olarak kabul edilir ve genel olarak dünyanın en pahalı ve değerli baharatları arasındadır. Safran, aroma, renk, tat ve koku etkileri ile bilinen 150'den fazla uçucu bileşen içerir. Safranın kimyasal bileşimi %12 protein, %10 nem, %5 mineral, %5 yağ, %5 ham lif ve %63 şeker (nişasta, pentozanlar, indirgeyici şekerler, pektin, sakızlar ve dekstrinler) ve az miktarda tiamin ve riboflavin içerir. Safranın dört temel bileşenleri crocin , crocetin, pikrokrosin ve safranal'dır [4-9].

Safranal, safran aromasının yaklaşık %70'ini temsil eder ve safran yağının önemli bir bileşenidir. Safranalin kanıtlanmış antioksidan, sitotoksik, antitüsif, antikonvulsan, antinosiseptif, nöroprotektif, antidepresan ve birçok farmakolojik etkileri bulunmaktadır [10-13]. Safran ve bileşenleri, özellikle crocin, peptik ülser, mide ve pankreas kanserleri ve ülseratif kolit gibi farklı sindirim sistemi bozukluklarına karşı potansiyel terapötik özellikler gösterir [14]. Crocetin, krocinin doğal lipofilik karotenoid dikarboksilik asit öncüsüdür [15,16]. Crocetin, safranın farmasötik bir parçasıdır. Antioksidan aktivite, kardiyovasküler iyileştirici, antidepresan ve anti-kanser gibi birçok etkiye sahiptir [16-18].

Safranal >=90% Stabilized, (Sample-K W338907), Crocetin Dialdehyde (Sample K- 18804) ve Crocin

Bitki kökenli hammaddelerin işlenmesi, büyüme yeri, yetiştirme ve hasat yöntemleri, kurutma, depolama ve nakliye kurallarının açıkça tanımlanması gerekmektedir. Bununla birlikte, uygun yetiştiriciliğe ek olarak, hammaddelerin kalitesinin doğrulanması zorunludur. ISO 3632'ye göre safranın kalite değerlendirmesi ve uluslararası ticaretteki kalitesi safranın üç ana bileşenine göre belirlenmektedir [19,20].

Gıda sektöründe ve özellikle baharatlarda, tüketici talepleri ve yasal gereklilikler nedeniyle kalite kontrol çok önemlidir. Safranın kalitesi kimyasal olarak üç ana ikincil metabolit tarafından belirlenir; crocin (suda çözünür crocetin esterleri), pikrokrosin (monoterpen glikozit, safranal öncüsü) ve safranal (uçucu yağın önemli bir bileşeni) renk ve acı tattan sorumludur. Bu metabolitler, safranın kalitesi için oldukça önemlidir. Metabolitlerin oranları buldukları coğrafyaya göre değişmektedir ve safran kalitesi için coğrafi köken seçimi oldukça önemlidir [21,22].

Birçok araştırmacı farklı bölgelerden veya aynı bölgeden safranın uçucu bileşenlerini araştırmıştır. Buna ek olarak bazı araştırmalarda ise safranın biyoaktif ve farmakolojik özellikleri üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Safranın depolama ve depolama sürelerinin kalite kriterleri üzerindeki etkileri yurt dışında birkaç çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda depolama süresinin safranal ve crocin üzerine etkilerine bakılmıştır. Depolama sürelerinin crocetin üzerine etkileri üzerine herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın temel amacı, depolama sırasında safran'ın uçucu bileşenlerinin ve kalite unsurları olan farmakolojik ajan olarak değerlendirilen safranal, crocin ve crocetin oranlarının zamana göre nasıl değiştiğini belirlemektir. Ayrıca GC-MS analiziyle safranın uçucu kimyasal bileşenleri analiz edilmiş ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Safran Numunesi ve Kullanılan Kimyasallar

Depolamada kullanılan safran stigmaları 2016, 2017, 2018 ve 2019 yılında Hatay/Kırıkhan'da yetiştirilen Safran bitkisinden elde edilmiştir. Stigmalar oda sıcaklığında kurutulmuş ve ışıksız ortamda oda sıcaklığında kapaklı cam kavanozlarda depolanmıştır.

2.2. Standart Numunesi ve Ekstraksiyon Prosedürü

(Sample-K 17304) standartları Sigma Aldrich'ten satın alınmış ve kullanılmıştır.

Mutlak etanolde (0.5 mg mL⁻¹) standart safranal, crocin ve Crocetin için ayrı ayrı stok çözeltileri hazırlanmıştır. 10 ila 2.000 ng mL⁻¹ arasındaki dilüsyonlar hazırlanıp +4 °C'de saklanmıştır [23].

2.3. Numune Ekstraksiyon Prosedürü

Safranın 100 mg stigması toz haline getirilir. Daha sonra toz halindeki safran stigmaları tek boyunlu balona aktarılır ve içerisine (1.8–4.2 mL) metanol:etilasetat (70:30) çözücü karışımı eklenir. Ekstraksiyon işlemi ultrasonik banyo kullanılarak ultrasonik-yardımlı çözücü ekstraksiyonu yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Daha sonra sonikasyon işlemi başlatılır ve 15 dakika karışım sonikasyona tutulur. Sonikasyondan sonra, turuncu renkli organik çözelti santrifüj tüpüne konulur ve 5000 d/d'da 3 dakika santrifüj edilir. Elde edilen ekstraktın çözücüsü buharlaştırılarak hacim 1 mL'ye kadar düşürülür ve +4 oC'de buzdolabında ışiksiz ortamda GC-MS analizi için bekletilir. GC-MS analizi için bu ekstraktın 1 µL'si kullanılır [24].

2.4. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS/MS) Analizi

GC-MS analizi olarak Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında bulunan Hewlett-Packard 6890 serisi GC-MS analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın kolonu HP-5MS fused silica column (5% phenyl methyl polysiloxane 30 m 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 µm) ve dedektörü Hewlett-Packard mass selective detector 6890'dır. GC-MS analizi literatürde belirtilen prosedüre göre gerçekleştirilmiştir. Fırın 60 oC'ye ısıtılıp bu sıcaklıkta 1 dakika beklenir. Daha sonra sıcaklık dakikada 5 derece artırılarak 200 oC'ye yükseltilip 1 dakika bekletilir. Son olarak sıcaklık dakikada 20 derece artırılarak 280 oC'ye yükseltilir ve 21 dakika beklenir. Helyum (%99.9999) taşıyıcı gaz olarak ve 1 mL/dakika akış hızında kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 200 oC'de tutulmuştur. Ayrılma oranı 1:5'dir [24].

2.5. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS FID) Analizi

GC-MS analizi olarak Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında bulunan Hewlett-Packard 6890 serisi GC-MS analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın kolonu HP-88 fused silica column (100 m 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 µm) ve dedektörü Hewlett-Packard mass selective detector

6890'dır. GC-MS analizi literatürde belirtilen prosedüre göre gerçekleştirilmiştir. Fırın 60 oC'ye ısıtılıp bu sıcaklıkta 1 dakika beklenir. Daha sonra sıcaklık dakikada 5 derece artırılarak 100 oC'ye yükseltilip 4 dakika bekletildikten sonra sıcaklık dakikada 5 derece artırılarak 135 oC'ye yükseltilir ve 20 dakika beklenir. En son olarak sıcaklık dakikada 10 derece artırılarak 170 oC'ye yükseltilip 22 dakika beklenir. Alev eldesi için gaz karışımı olarak 60 mL/dak H₂ (UHP grade), 400 mL/dak hava (zero grade), Helyum (%99.9999) taşıyıcı gaz olarak ve 10 mL/dakika akış hızında kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 200 oC'de tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada GC-MS FID analizi ile safranın kalite kriterlerini belirlemede kullanılan önemli farmakolojik ajanlar olan safranal, crocin ve crocetin gibi temel bileşenlerin farklı depolama sürelerinin kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. İkinci aşamada ise aynı numune miktarı aynı ekstraksiyon yöntemi ile GC-MS/MS analizi yapılmış ve stigma üzerindeki uçucu bileşenler belirlenmiştir. Bu uçucu bileşenlerin karşılıklı değerlendirilmesi yapılmış, yağ asidi özelliğine sahip uçucu bileşenlerin ve biyoaktivite, gıda, drog ve farmakolojik özellikleri olan uçucu bileşenlerin depolama süresi ve kalite özellikleri bakımından her iki analiz yöntemi karşılaştırılmalı olarak açıklanmıştır.

3.1. Farklı Depolama Sürelerinin Safranın Farmakolojik Ajanlarına Etkisi

Farklı stigma depolama sürelerinin safranın önemli farmakolojik ajanları safranal, crocin ve crocetin miktarları bakımından karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre safranal oranları GC-MS/MS analiz sonuçlarına göre değerlendirildiğinde en yüksek miktar 8 ay depolama süresinde %39.26 ile en düşük ise %27.63 ile 44 ay depolama süresinde gerçekleşmiştir. Safranal oranı depolama süresi uzadıkça düşmektedir. Benzer iki çalışma da uzun süre depolamalarda safranal oranının düştüğünü bildirmektedir [19,25,26]. Diğer çalışmalarla birlikte değerlendirme yapıldığında safranal oranları düşmekte ancak depolama süresi ve düşüş oranları arasında çok bariz fark oluşmamaktadır.

Tablo 1. Depolama sürelerinin safranın farmakolojik ajanlarına etkisi

Depolama Süresi(ay)	GC-MS/MS	GC-MS FID		
	Safranal (%)	Safranal (mg/kg)	Crocin (mg/kg)	Crocetin (mg/kg)
8	39.26	6164.79	296.20	5.13
20	33.71	2626.95	97.93	3.89
32	31.62	2378.26	85.67	3.24
44	27.63	1924.93	55.43	1.67

Safranal miktarları GC-MS FID analiz sonuçlarına göre değerlendirildiğinde en yüksek safranal miktarı 6164.79 mg/kg ile 8 ay depolama süresinde, en düşük miktar ise 1924.93 mg/kg ile 44 ay depolama süresinde gerçekleşmiştir. Safranal miktarı ile ilgili yapılan çalışmada ilk 2 yıllık saklama sırasında safranal içeriğinin arttığı ve ardından tekrar azaldığı bildirilmektedir [19,26]. Bu çalışmada da safranal miktarının depolama süresi uzadıkça azaldığı görülmektedir.

Crocetin miktarları değerlendirildiğinde en yüksek crocetin miktarları 296.20 mg/kg ile 8 ay depolama süresinde, en düşük ise 55.43 mg/kg ile 44 ay depolama süresinde gerçekleşmiştir. Crocetin miktarı ile ilgili yapılan bir çalışmada 36 boyunca oda sıcaklığında depolama şartlarında crocetin miktarının % 56.9 ile % 70.2 oranında azaldığı bildirilmiştir [27]. Crocetin miktarı ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise farklı lokasyon ve kurutma şartlarında 20 ay depolama süresinde ortalama olarak 333.33 mg/kg crocetin Tahran ve 293.33 mg/kg crocetin Alborz lokasyonlarında elde edilmiştir [28]. Bu çalışma ve literatürler depolama süresinin uzadıkça crocetin miktarının zamanla azaldığını göstermektedir.

Ancak farklı ortam koşullarında depolama ile bu azalmanın önüne geçilebileceği kanaati oluşmaktadır.

Crocetin miktarları değerlendirildiğinde en yüksek crocetin miktarı 5.13 mg/kg ile 8 ay depolama süresinde, en düşük depolama ise 1.67 mg/kg ile 44 ay depolama süresinde gerçekleşmiştir. Crocetin miktarı veya oranıyla ilgili herhangi bir literatür çalışmasına rastlanılmamıştır. Safran bitkisinin stıgmasının bekletilme süresi uzadıkça farmakolojik ajan olarak kullanılan safranal, crocetin ve crocetin miktarları azalmakta ve dolayısıyla kalite düşmektedir. Tedavi amaçlı safran stıgması kullanılacaksa yeni hasat edilmiş safran tercih edilmelidir. Uzun süre depolamada safranın kalite ve etki oranı düşmektedir.

3.2. Farklı Depolama Sürelerinin Safranın Uçucu Bileşenleri Üzerine Etkisi

Farklı stigma depolama sürelerinin safranın uçucu bileşenlerinin miktarları ve kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması Tablo 2’de verilmiştir. Genel olarak 22 adet uçucu bileşen üzerinde değerlendirme yapılmıştır ve bu bileşenlerin toplam miktarı ekstraktın %86.86 ile %91.89 oranında değişmektedir. Bu oranlar da geneli temsil etmektedir.

Tablo 2. Depolama sürelerinin safranın uçucu bileşenleri üzerindeki etkisi (%)

Ret. Time	Safranın Uçucu Bileşenleri		Depolama Süresi			
			8 Ay	20 Ay	32 Ay	44 Ay
1	12.706	Safranal	39.26	33.71	31.62	27.63
2	38.696	Glyceryl Arachidate	12.6	14.9	17.6	16.41
3	33.302	Stearolic Acid	6.47	15.35	7.13	18.68
4	11.182	2,3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4H-Pyran-4-One	4.78	4.96	2.44	0.00
5	31.481	Palmitic Acid	4.73	6.04	0.00	7.53
6	17.661	Isopropylidenecyclopropyl Methyl Ketone	4.03	0.53	1.21	0.47
7	33.465	Linolenic Acid Methyl Ester	3.19	5.50	3.65	6.24
8	39.466	Oleoamide	2.70	1.91	2.39	2.11
9	10.980	Ketoisophorone	2.61	0.41	0.77	0.00
10	5.098	Butenolide	2.16	0.46	2.32	1.05
11	13.636	2-Methyl-4-Undecene	1.94	0.7	2.25	1.13
12	33.645	Stearic Acid	1.88	1.52	7.20	1.77
13	36.454	Glycerol Palmitate	1.47	1.32	1.31	1.20
14	15.825	Hydroxyisophorone	1.17	1.06	1.07	1.12
15	11.965	N-Propylacetamide	1.14	0.00	0.00	0.00
16	5.175	Cyclopentanone	1.06	0.00	0.00	0.00
17	33.429	Linoleic Acid	0.39	0.26	0.59	0.00
18	9.323	3-Hydroxy-4-Methyl-Pentanoic Acid Methyl Ester	0.30	2.27	2.03	1.06
19	10.365	Isophorone	0.00	0.00	1.99	0.00
20	11.845	2-Methylisouronium Sulfate	0.00	0.00	0.00	2.81
21	18.905	2,6,6-Trimethyl-4-Hydroxy-1-Cyclohexene-1-Carboxaldehyde	0.00	0.61	1.33	0.61
22	33.118	Pentadecanoic Acid	0.00	0.00	0.00	0.41
		Toplam	91.89	91.50	86.86	90.23

Depolama süresine göre safranal, 2,3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4H-Pyran-4-One, Isopropylidencyclopropyl Methyl Ketone, Ketoisophorone, Glycerol Palmitate ve N-Propylacetamide oranları depolama süresi uzadıkça azalmakta olan uçucu bileşenlerdir. Bunlar haricindeki diğer uçucu bileşenlerin çoğunda dalgalanmalar gözükmemektedir. Yunanistan (Krokos Kozanis, Batı Makedonya'dan 40 örnek), İran (Masshad bölgesinden 87 örnek), İtalya (Sardinya adasından 60 örnek) ve İspanya'dan (Sardinya adasından 63 örnek) toplam 250 safran örneği ile ilgili yapılan çalışmada; USAE tarafından izole edilen ve gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi ile tanımlanan safran örneklerinin ana uçucu bileşikleri, safranal, 4-hidroksi-2,6,6-trimetil-1-sikloheksen-1-karboksaldehit (HTCC), 4-hidroksi-3,5,5-trimetil-2-sikloheksen-1-on, 4-hidroksi-2,6,6-trimetil-3-oksosikloheksa-1,4-dien-1-karboksaldehit, izoforon, 2,2,6-trimetil-1,4-sikloheksandion, 4-ketoizoforon, 4-hidroksi-2,6,6-trimetil-3-oksosikloheks-1-en-1-karboksaldehit, 4-metilen-3,5,5-trimethylcyclohex-2-enon olmak üzere genel olarak bulunan uçucu bileşenler olarak bildirmişlerdir [29,30]. Bu çalışmada da benzer uçucu bileşenler olmakla birlikte farklı bileşenler de bulunmaktadır. Bu da safranın 150'den fazla uçucu bileşen içermesi ve bu uçucu bileşenlerin coğrafi bölgelere göre değişiklik göstermesinden kaynaklanmaktadır.

3.3 Farklı Depolama Sürelerinin Safranın Uçucu Yağ Asidi ve Biyoaktif Özelliğindeki Bileşenleri Üzerine Etkisi

Tablo 3. Depolama sürelerinin safran uçucu yağ asidi ve biyoaktif özelliğe sahip uçucu bileşenlerin oranlarına etkileri (%)

Uçucu Yağ Asitleri	Depolanma Süresi			
	8 Ay	20 Ay	32 Ay	44 Ay
Stearolic acid	6.47	15.35	7.13	18.68
palmitic acid	4.73	6.04	0.00	7.53
Linolenic acid methyl ester	3.19	5.50	3.65	6.24
Oleoamide	2.70	1.91	2.39	2.11
Stearic acid	1.88	1.52	7.20	1.77
Linoleic Acid	0.39	0.26	0.59	0.00
Pentadecanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.41
Total	19.36	30.58	20.96	36.74
Bioaktivite Özelliğine Sahip Bileşenler				
Safranal	39.26	33.71	31.62	27.63
Glyceryl Arachidate	12.6	14.9	17.6	16.41
Ketoisophorone	2.61	0.41	0.77	0.00
Butenolide	2.16	0.46	2.32	1.05
Glycerol Palmitate	1.47	1.32	1.31	1.20
Cyclopentanone	1.06	0.00	0.00	0.00
Isophorone	0.00	0.00	1.99	0.00
Total	59.17	50.79	55.57	46.29
Genel Toplam	78.53	81.37	76.53	83.03

Mikro makro elementler, proteinler, yağ asitleri ve antioksidanlar insan beslenmesi için önemli maddelerdir [31]. Sağlık ve beslenme açısından yağ asitleri oldukça önemlidir. Yağ asitleri birçok hastalığın tedavisinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, farklı stigma depolama sürelerinin safranın kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Safranın uçucu bileşenleri içerisinde önemli oranlarda yağ asitleri bulunduğu görülmektedir. Safran içerisinde palmitic acid, pentadecanoic acid, stearolic acid, linoleic acid, linolenic acid methyl ester, stearic ve oleoamid acid olmak üzere birçok uçucu yağ asitlerine sahip bir bitkidir. Tüm safran numunelerindeki yağ asidi özelliğine sahip uçucu bileşenler Tablo 3'te gösterilmiştir. Yağ asidi uçucu bileşen miktarları değerlendirildiğinde en yüksek yağ asidi oranı %36.74 oranında 44 ay depolama süresinde ve en düşük yağ asidi oranı ise %19.36 ile 8 ay depolama süresinde elde edilmiştir. Depolama süresi uzadıkça yağ asidi oranının genel olarak arttığı görülmektedir. Yağ asitleri içerisinde tüm depolama sürelerinde en yüksek miktarda bulunan Stearolik yağ asididir. Yapılan bir çalışmada, safran polenindeki yağ asitlerinin, doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları arasındaki fark oldukça yüksektir. Doymamış yağ asitleri arasında ise linolenik asit ağırlıklı omega asitler (3,6,7,9) bulunduğu bildirilmiştir [31]. Bu çalışmada da uçucu yağ asidi miktarının önemli bir değerde olduğu ve farklı depolama sürelerine göre uçucu yağ asidi oranının zamanla arttığı görülmektedir. Bu da hem İnsan sağlığı hem de safran kalitesi için oldukça önemlidir.

Farklı stigma depolama sürelerinin safranın biyoaktif (Drog, gıda, farmakolojik) bileşenleri bakımından karşılaştırılması Tablo 3'te verilmiştir. Biyoaktif etkiye sahip bileşenler literatür (PubChem ve Sigma Aldrich Research Databases) taramalarıyla belirlenmiştir. Biyoaktif özelliğe sahip uçucu bileşen miktarları değerlendirildiğinde en yüksek oran %59.17 ile 8 ay depolama süresinde ve en düşük oran ise %46.29 ile 44 ay depolama süresinde elde edilmiştir. Hem yağ asidi hem de biyoaktif bileşenlere bakıldığında en yüksek oran 44 ay depolama süresinde %83.03 ile gerçekleşmiştir. Farklı yöntemlerle kurutulmuş safranın başlıca aroma bileşikleri Ketoisophorone (% 7.99 -% 28.20), safranal (% 10.31 -% 22.18), 3,5,5-Trimetilsikloheksan-1,4-dion (% 3.01 -% 18.98) ve Isophorone'dur (% 5.17 -% 15.68)[32]. Yine safranın aroma ve aktif bileşenlerini belirlemek için yapılan çalışmada safranal, Ketoisophorone ve Isophorone'un safranın en güçlü aroma aktif bileşikleri olduğu belirtilmiştir [33]. Literatürle çalışmamız karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Hem yağ asidi hem de biyoaktivite özelliğine sahip bileşenler safranın önemini arttırmaktadır.

4. Sonuç

Kurutma ve saklama işlemi, kaliteli safran elde etmek için önemli bir adımdır, ancak baharatın kötü depolanması özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Kurutma yöntemleri bir bölgeden diğerine farklılık gösterir ve bu da safran kalitesinde değişikliklere neden olur. Safran ticari değeri çok olan ve dünyanın en pahalı baharat bitkisidir. Hem üretici hem de aktarlarda ticari olarak satılan safran hemen satılamamaktadır. Burada belirli süre beklemenin safranın kalitesine etkisi araştırmıştır. Sonuç olarak, Safran bitkisinin stıgmasının depolanma süresi uzadıkça farmakolojik ajan olarak kullanılan safranal, crocin ve Crocetin miktarları azalmaktadır. Farmakolojik ajanların miktarındaki azalma safranın kalitesinin düştüğü sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ancak depolama sürelerinin safranın uçucu yağ asidi ve biyoaktif bileşen oranlarını değiştirmesine rağmen bu bileşenlerin toplamı genel olarak değerlendirildiğinde oransal olarak safranın kalitesinde çok fazla değişiklik gözlenmemektedir.

Referanslar

1. Rameshrad, M, Razavi, B. M, Hosseinzadeh, H, Saffron and its derivatives, crocin, crocetin and safranal: a patent review, *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 2018, 28(2), 147-165.
2. Hosseinzadeh, H, Nassiri-Asl, M, Avicenna's (Ibn Sina) the canon of medicine and saffron (Crocus sativus): a review, *Phytotherapy Research*, 2013, 27(4), 475-483.
3. Mollazadeh, H, Emami, S.A, Hosseinzadeh, H, Razi's Al-Hawi and saffron (Crocus sativus): a review, *Iranian journal of basic medical sciences*, 2015, 18(12), 1153.
4. Asil, H, Safran'ın (Crocus sativus L.) Tıbbi ve Farmakolojik Özellikleri, *I. Uluslararası Mersin Sempozyumu*, 2018, (2) 145-155.
5. Rios, J, Recio, M, Giner, R, Manez, S, An update review of saffron and its active constituents, *Phytotherapy Research*, 1996, 10(3), 189-193.
6. Melnyk, J.P, Wang, S, Marcone, M.F, Chemical and biological properties of the world's most expensive spice: Saffron, *Food Research International*, 2010, 43(8):1981-1989.

7. Asil, H, Ayanoglu, F, The effects of different gibberellic acid doses and corm cutting methods on saffron (Crocus sativus L.) yield components in Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 2018, 27(12 A). 9222-9229.
8. Rikabad, M.M, Pourakbar, L, Moghaddam, S.S, Popović-Djordjević, J, Agrobiological, chemical and antioxidant properties of saffron (Crocus sativus L.) exposed to TiO₂ nanoparticles and ultraviolet-B stress, *Industrial Crops and Products*, 2019, 137, 137-143.
9. El Caid, M.B, Salaka, L, El Merzougui, S, Lachguer, K, Lagram, K, El Mousadik, A, Serghini, M.A, Multi-site evaluation of the productivity among saffron (Crocus sativus L.) for clonal selection purposes, *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2020, 100248.
10. Hosseinzadeh, H, Noraei, N.B, Anxiolytic and hypnotic effect of Crocus sativus aqueous extract and its constituents, crocin and safranal, in mice, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 2009, 23(6), 768-774.
11. Hazman, Ö, Bozkurt, M.F, Anti-inflammatory and antioxidative activities of safranal in the reduction of renal dysfunction and damage that occur in diabetic nephropathy, *Inflammation*. 2015, 38(4), 1537-1545.
12. Salem, A.A, Lotfy, M, Amin, A, Ghattas, M.A. Characterization of human serum albumin's interactions with safranal and crocin using multi-spectroscopic and molecular docking techniques. *Biochemistry and biophysics reports*, 2019, 20, 100670.
13. Çinar, A.S, Önder, A, Anadolu'nun Kültürel Mirası: Crocus sativus L.(Safran), *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, 44(1), 79-88.
14. Khorasany, A.R, Hosseinzadeh, H. Therapeutic effects of saffron (Crocus sativus L.) in digestive disorders: a review, *Iranian journal of basic medical sciences*, 2016, 19(5), 455.
15. Samarghandian, S, Borji, A, Anticarcinogenic effect of saffron (Crocus sativus L.) and its ingredients, *Pharmacognosy research*, 2014, 6(2), 99.
16. Mirhadi, E, Nassirli, H, Malaekheh-Nikouei, B, Safran bileşenlerinin (safranal, krosin ve krosetin) nanopartikül bazlı formülasyonlarının terapötik etkileri üzerine güncellenmiş bir inceleme, *Journal of pharmaceutical investigation*, 2020, 50, 47-58.
17. Wang, Y, Sun, J, Liu, C, Fang, C, Protective effects of crocetin pretreatment on myocardial injury in an ischemia/reperfusion rat model, *European Journal of Pharmacology*, 2014, 741, 290-296.
18. Bhandari, P.R, Crocus sativus L.(saffron) for cancer chemoprevention: a mini review, *Journal of traditional and complementary medicine*, 2015, 5(2), 81-87.
19. Maggi, L, Carmona, M, Zalacain, A, Kanakis, C.D, Anastasaki, E, Tarantilis, P.A, et al., Changes in saffron volatile profile according to its storage time, *Food Research International*, 2010, 43(5), 1329-1334.
20. Mykhailenko, O, Desenko, V, Ivanauskas, L, Georgiyants, V, Standard operating procedure of Ukrainian Saffron Cultivation According with Good Agricultural and Collection Practices to assure quality and traceability, *Industrial Crops and Products*, 2020, 151, 112376.
21. Trimigno, A, Marincola, F.C, Dellarosa, N, Picone, G, Laghi, L, Definition of food quality by NMR-based foodomics, *Current Opinion in Food Science*, 2015, 4, 99-104.
22. Cardone, L, Castronuovo, D, Perniola, M, Cicco, N, Candido, V, Evaluation of corm origin and climatic conditions on saffron (Crocus sativus L.) yield and quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, 99(13), 5858-5869.
23. Verma. R.S, Middha. D, Analysis of saffron (Crocus sativus L. stigma) components by LC-MS-MS, *Chromatographia*, 2010, 71(1-2). 117-123.
24. Göktürk, E, Asil, H, Hatay/Kırıkhan'da Yetiştirilen Safran (Crocus sativus L.) Stıgmasının Ekstraktının GC-MS analizi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2018, 5(3). 317-321
25. D'Auria, M, Mauriello, G, Racioppi, R, Rana, G. L, Use of SPME-GC-MS in the study of time evolution of the constituents of saffron aroma: modifications of the composition during storage, *Journal of chromatographic science*, 2006, 44(1), 18-21.
26. Carmona, M, Zalacain, A, Salinas, M.R, Alonso, G.L, A new approach to saffron aroma, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2007, 47(2), 145-159.
27. Raina, B.L, Agarwal, S.G, Bhatia, A.K, Gaur, G.S, Changes in Pigments and Volatiles of Saffron (Crocus sativusL) During

- Processing and Storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1996, 71(1), 27-32.
28. Rahimi, A, Rezaee, M.B, Jaimand, K, Ashtiany, A.N, The effects of storage and cultivation condition on crocin content of dried stigma in saffron (*Crocus sativus* L.), *Pure and Applied Biology*, 2013, 2(4), 122.
 29. Jalali-Heravi, M, Parastar, H, Ebrahimi-Najafabadi H, Characterization of volatile components of Iranian saffron using factorial-based response surface modelling of ultrasonic extraction combined with gas chromatography–mass spectrometry analysis, *Journal of Chromatography. A*, 2009, 1216:6088–6097.
 30. Anastasaki, E, Kanakis, C, Pappas, C, Maggi, L, Del Campo, C.P, Carmona, M, et al., Differentiation of saffron from four countries by mid-infrared spectroscopy and multivariate analysis, *European Food Research and Technology*, 2010, 230(4), 571-577.
 31. Chichiricò, G, Ferrante, C, Menghini, L, Recinella, L, Leone, S, Chiavaroli, A, et al., *Crocus sativus* by-products as sources of bioactive extracts: Pharmacological and toxicological focus on anthers, *Food and Chemical Toxicology*, 2019, 126, 7-14.
 32. Chen, D, Xing, B, Yi, H, Li, Y, Zheng, B, Wang, Y, et al., Effects of different drying methods on appearance, microstructure, bioactive compounds and aroma compounds of saffron (*Crocus sativus* L.). *LWT*, 2020, 120, 108913.
 33. Amanpour, A, Sonmezdag, A.S, Kelebek, H, Selli, S, GC–MS–olfactometric characterization of the most aroma-active components in a representative aromatic extract from Iranian saffron (*Crocus sativus* L.), *Food Chemistry*, 2015, 182, 251-256.

<http://edergi.cbu.edu.tr/ojs/index.php/cbusbed> isimli yazarın CBU-SBED başlıklı eseri bu Creative Commons Atıf-Gayriticari4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

