

Enrichment of cakes with elderberry extract : Effects of different formulations on bioactive properties and cake quality*

Müberra Birkan¹, Hatice Bekiroğlu^{1,2}, Görkem Özülcü¹

¹Department of Food Engineering, Chemical and Metallurgical Faculty, Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey

²Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Şırnak University, Şırnak, Turkey

Abstract

Cake varieties differ due to formulation and production methods. Numerous studies have focused on enhancing the bioactive properties of bakery products by adding various fruit extracts. However, due to variations in formulations, significantly different results particularly in terms of bioaccessibility are obtained. In this study, elderberry (*Sambucus nigra* L.) (EB), a berry known for its high antioxidant capacity due to its phenolics, was used in the powdered extract form to enrich cakes. The effect of different cake formulations on the *in vitro* bioaccessibility of EB extract was investigated to determine the type of cake that provides the highest bioaccessibility of EB extract. The powdered extract was added 2% to four formulations: foam-type (sponge cake), cream-type (pound cake), a mix of foam and cream type (chiffon cake), and the AACC cake formulation. Quality characteristics of the cakes (baking loss, color, texture) and batter viscosity were evaluated. Changes in antioxidant capacity were examined using total phenolic content, total antioxidant capacity, and *in vitro* digestion model. Control cakes without extract were also produced for each formulation and analyzed. The highest baking loss, lowest batter viscosity, and lowest cake hardness were observed in chiffon cake ($p < 0.05$). While no significant difference was found in crumb color change (ΔE) ($p > 0.05$), chiffon cake showed the least crust color change (16.28) ($p < 0.05$). When the pre-digestion samples were compared with their control samples, the sponge cake showed higher total phenolic content and antioxidant activity (ABTS and CUPRAC) than the other formulations ($p < 0.05$). However, after intestinal digestion, except for ABTS, chiffon cake exhibited significantly higher antioxidant activity (CUPRAC: 527.83 mg TE/100g; FRAP: 186.5 mg TE/100g), total phenolic content (165.59 mg GAE/100g), and bioaccessibility index (138.82%–230.82%) compared to the other formulations ($p < 0.05$). Findings indicate that incorporating elderberry extract into chiffon cake more effectively enhances bioactive properties without affecting quality.

Key Words: *In vitro* bioaccessibility, total phenolic content, antioxidant capacity, texture, viscosity

Keklerin kara mürver ekstraktı ile zenginleştirilmesi: Farklı formülasyonların biyoaktif özellikler ve kek kalitesi üzerine etkisi*

Özet

Kek, formülasyondaki ve üretim şekillerindeki farklılıklardan dolayı değişik çeşitlerde (krema veya köpük tipi gibi) üretilebilmektedir. Farklı meyve ekstraktlarının fırıncılık ürünlerine ilavesi ile bu ürünlerin biyoaktif özelliklerini artırmaya yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur. Fakat kullanılan formülasyonlardaki farklılıklardan dolayı, özellikle biyoerişebilirlikleri açısından çok farklı sonuçlar alınmaktadır. Bu çalışmada, içerdiği fenolik bileşikler sayesinde yüksek antioksidan kapasiteye sahip üzümü meyvelerden biri olan “kara mürver” (*Sambucus nigra* L.) meyvesi (KMM), toz ekstrakt şeklinde keklerin antioksidanlarca zenginleştirilmesinde kullanılmıştır. KMM ekstraktının *in-vitro* biyoerişebilirliğinde farklı kek formülasyonlarının etkisi araştırılmıştır ve en yüksek KMM biyoerişebilirliğinin elde edildiği kek tipinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toz ekstrakt; köpük tipi (sponge kek), krema tipi (pound kek), köpük tipi+krema tipi (şifon kek) formülasyonları ve standart AACC kek formülasyonuna %2 olarak eşit oranda eklenmiştir. Üretimi yapılan keklerin bazı kalite özellikleri (pişme kaybı, renk ve tekstür) ve kek hamuru viskozitesi incelenmiştir. Ayrıca biyoaktif özellikleri (toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite) ve *in vitro* sindirim modeli kullanılarak antioksidan kapasitelerindeki değişiklikler araştırılmıştır. Her bir formülasyonun ekstraksız kontrol kekleri de üretilip aynı analizler gerçekleştirilmiştir. En yüksek pişme kaybı, en düşük hamur viskozitesi ve en düşük kek sertliği şifon keklerde görülmüştür ($p < 0,05$). Formülasyonların kendi arasında iç (gözenek) renk değişimi (ΔE) anlamlı bulunmazken ($p > 0,05$) dış (kabuk) ΔE değeri en az bulunan şifon kek olmuştur (16,28) ($p < 0,05$). *In-vitro* sindirim öncesi örnekler kontrolü ile kıyaslandığında sponge kekin diğer formülasyonlardan daha yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteye (ABTS ve CUPRAC) sahip olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Ancak bağırsak sindirimi sonrası şifon kek örneklerinde ABTS dışında antioksidan aktivite (CUPRAC 527,83 mg TE/100g FRAP 186,5 mg TE/100g) toplam fenolik miktarı (165,59 mg GAE/100 g) ve biyoerişebilirlik indeksi (%138,82 - 230,82) diğer formülasyonlardan önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Elde edilen sonuçlara göre, kara mürver ekstraktının şifon kek formülasyonunda kullanılmasının, kek kalitesini olumsuz etkilemeden, biyoaktif özelliklerinin geliştirilmesinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *In vitro* biyoerişebilirlik, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, tekstür, viskozite

*Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün FYL-2024-6439 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

