

LİYOFİLİZE BAZI MİKROALG TÜRLERİNİN SAKIZ BİLEŞİMİNDE DOĞAL RENKLENDİRİCİ OLARAK KULLANIMI

İbrahim Palabıyık*

Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Geliş / Received: 21.07.2017; Kabul / Accepted: 26.10.2017; Online baskı / Published online: 15.11.2017

Palabıyık, İ. (2017). Liyofilize bazı mikroalg türlerinin sakız bileşiminde doğal renklendirici olarak kullanımı. *GIDA* (2017) 42 (6): 676-681 doi: 10.15237/gida.GD17067

ÖZ

Bu çalışmada, *Nannochloropsis sp.*, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis sp.* türleri kütlece %1 ve %3 oranında kullanılarak şekerli sakız model gıdasında doğal yeşil renklendirici olarak kullanılması araştırılmıştır. Sakızların renk analizi sonuçlarına göre mikroalg ilavesi ve kullanım düzeylerinin birbirinden farklı yeşil tonlarda sakız elde edilmesini sağladığı tespit edilmiş ve a^* değerleri -5 ila -20 arasında değişim göstermiştir. Kullanılan mikroalgelerin sakız tekstürüne önemli düzeyde etki etmediği gözlenmiş, yalnız *Isochrysis galbana* türü ilavesinin sakızda sertlik değerini düşürdüğü görülmüştür ($P < 0.05$). Tekstür sonucuna göre sertlik değerleri 113 ila 356 g arasında değişiklik göstermiştir. Duyusal olarak ise %1 *Nannochloropsis sp.* ve *Tetraselmis sp.* ilaveli sakızlarda yosun tadı hissedilmemiş ve en fazla genel beğeni kazanan yeşil sakız örnekleri olmuşlardır ($P < 0.05$).

Anahtar kelimeler: şekerleme, doğal renklendirici, yeşil, tekstür, duyusal özellikler

EFFECT OF LYOPHILIZED MICROALGAE ADDITION ON QUALITY PARAMETERS OF CHEWING GUM

ABSTRACT

In this study, *Nannochloropsis sp.*, *Isochrysis galbana* and *Tetraselmis sp.* were investigated as a natural green coloring agent in chewing gum model system at different concentrations. According to color analysis, it was found that microalgae addition and usage levels gave chewing gums different green tones and a^* values varied from -5 to -20. It was observed that the microalgae usage did not affect chewing gum texture. Only the addition of *Isochrysis galbana* reduced the hardness value in the samples. According to texture results, the hardness values varied between 113 and 356 g. Considering sensory analysis, algal taste was not perceived in samples including 1% *Nannochloropsis sp.* and *Tetraselmis sp.*, therefore, they had the highest overall acceptability scores.

Keywords: confectionery, natural colorant, green, texture, sensory properties

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ ipalabiyik@nku.edu.tr

☎ (+90) 554 231 3361

☎ (+90) 282 250 9929

GİRİŞ

Sakız, dünya genelinde her yaş insan tarafından farklı amaçlar için tüketilen önemli gıda maddelerindedir. Sakız ilk çıktığında sadece şekerli olarak piyasada bulunurken 1950'lerden sonra diş problemlerini önlemek amacıyla ticari olarak şekerli ve şekersiz olarak üretilmeye başlanmıştır. Şekerli sakızlarda sakkaroz, glikoz gibi maddeler kullanılırken şekersiz sakızlarda ksilitol, mannitol, sorbitol ve maltitol gibi şeker alkoller kullanılmaktadır (Konar vd., 2016). Sakız içerikleri genel olarak; şeker bazlı sakız için: %20 sakız mayası, %60 şeker, %18-20 glikoz şurubu, %1'er poliöl, gliserin ve tatlandırıcılardan oluşurken, şekersiz sakız için: %25-30 sakız mayası, %50-60 polioller, %5-6 gliserin, %1-2 aroma ve tatlandırıcılardan oluşmaktadır (Potineni ve Peterson, 2008).

Yapay renklendiriciler gibi kimyasal gıda katkı maddeleri, gıda ürünlerinin renklendirilmesi için yaygın olarak uygulanmış olsa da, insan sağlığı üzerindeki toksikolojik etkileri nedeniyle gıda endüstrisinde hala tartışmalı bir konudur. Yapay renklendirici maddelerin tüketimi çocuklarda alerji gelişimiyle (Inomata vd., 2006) ve artan kanser riski ile ilişkilendirilmiştir (Sasaki vd., 2002). Bu nedenle çok sayıda ülkelerde geçerli olan genel düzenlemeler ve dünya genelindeki tüketim ve tüketici trendleri, gıda üreticilerini doğal bileşen veya maddeler ile gıdaların renklendirilmesine yöneltmektedir. Sakız model sisteminde renklendiricilerin kullanımı ve özellikleri hakkında oldukça kısıtlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Chranioti vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada safran ve kırmızı pancar ekstraktlarını gam arabik ve modifiye nişasta ile enkapsülasyonu sonrasında sakız üretiminde renklendirici olarak kullanımı incelenmiş ve bu enkapsüle ekstraktların renklendirici performansları olumlu olarak değerlendirilmiştir. Bir başka potansiyel doğal renklendirici kaynağı ise mikroalglerdir. Mikroalgler, bileşimlerinde çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) gibi biyoaktif bileşenleri de bulundurması, renklendirici etkisinin yanısıra tüketici sağlığını destekleyici bir başka unsur olarak da belirtilebilir.

Mikroalgler doğal renklerin önemli bir kaynağı olarak kabul edilmektedir ve üretim ve yenilenebilir nitelikteki sürdürülebilirlikleri nedeniyle sentetik ve hatta diğer doğal kaynakları aşacakları düşünülmektedir (Dufossé vd., 2005). Daha önceki çalışmalarda çeşitli gıdalara renk ve fonksiyonel özellik vermek amacıyla mikroalg biyokütlesi ilavesi araştırılmıştır. Bunlar arasında yoğurt (Robertson vd., 2016), mayonez/salata sosları (Gouveia vd., 2006), pudingler/jöleli tatlılar (Batista vd., 2012), bisküvi/kurabiye (Gouveia vd., 2008) ve makarna (Fradique vd., 2010) bulunmaktadır fakat sakız bileşiminde ve üretiminde mikroalg veya mikroalg orijinli maddelerin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada, liyofilize edilerek kurutulmuş *Nannochloropsis sp.*, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis sp.* türlerine ait biyoküteller %1 ve %3 oranlarında sakız formülasyonuna eklenerek, çalışılan tür ve konsantrasyon faktörlerinin sakız renk, tekstür ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada sakız model ürününe yeşil türevi renk verebilmek amacıyla üç farklı yeşil mikroalg türü eklenmiştir. Bu amaçla *Nannochloropsis sp.*, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis sp.* (phyto bloom, Necton, Portekiz) liyofilize edilmiş halde toz formda kullanılmıştır. Sakız mayası Maykim, Tekirdağ tarafından sağlanmıştır. Sakız yapımında lokal marketten alınan pudra şekeri ile glukoz şurubu (Cargill), aroma (Firmenich, Yenergıda), gliserin, lesitin ve sorbitol (Askimya) kullanılmıştır.

Sakız Yapım Yöntemi

Sakız mayası bir fırında 70°C'ye ısıtıldı ve içeriklerin eklenmesi için fırından çıkarılmıştır. İlk olarak mikroalgler homojen karışım için glikoz şurubu ile karıştırılmıştır. Daha sonra, sakız mayasına mikroalgler (%1 ve %3) ve glikoz şurubu (% 20), toz şeker (% 52.5 veya % 50.5), gliserin (%1), lesitin (%0.25) ve sorbitol (%25) ilave edilerek 5 dakika karıştırılmıştır. Karıştırmayı kolaylaştırmak için karışım 70°C'deki fırına tekrar

5 dakika süreyle konulup tekrar dışarı alınarak homojen bir karışım elde etmek için 10 dakika süreyle daha karıştırılmıştır. Sonrasında elle şekil verilip analiz öncesine kadar ağzı kapalı kapta oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Sakızların renk özelliklerinin saptanması

Sakız numunelerinin renk parametreleri, kolorimetre (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla L* (açıklık-koyuluk), a* (kırmızı-yeşil), b* (sarı-mavi) değerleri saptanmıştır.

Sakızların tekstür özelliklerinin saptanması

Numunelerin dokusal özellikleri, 5 kg yük hücresi ile donatılmış tekstür analiz cihazı (TA.HD Plus, Stable Micro sistemleri, Godalming, İngiltere) kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz için silindirik P/2 probu (2 mm çap) kullanılmıştır. 2 gramlık küp şeklinde kalıba sokulan sakız örneklerinde iki kez prob bastırılıp çekilme deneyi uygulanmış ve ön test, test ve son test hızları sırasıyla 1mm/s, 5mm/s ve 5mm/s olarak ayarlanmıştır.

Sakızların duyu özelliklerinin saptanması

Numunelerin duyu parametreleri (görünüm, çiğneme, yapışkanlık, alg tadı, genel kabul

edilebilirlik) on panelist tarafından değerlendirilmiştir. Eğitimli panelistler farklı konsantrasyonlarda farklı mikroalg kaynaklarının eklenmesiyle oluşan örnekler arasında su ve kraker tüketmiş ve faktörlerin duyu özellikler üzerindeki etkilerini değerlendirmede hedonik test (1-5) kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz Yöntemi

Mikroalg katılmış sakızların renk, tekstür ve duyu özelliklerinde türün ve konsantrasyonun etkilerinin istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı ANOVA analizi (MINITAB-16) uygulanarak bulunmuştur ($P < 0.05$).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sakız kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda, genel olarak renk özellikleri, özellikle Time-Intensity tekniği olmak üzere, duyu analiz ile incelenmiştir (McGowan vd., 2005). Mikroalgler içeren sakızların renk özelliklerinin enstrümental yöntemler ile incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Her üç mikroalg türünü içeren sakız örneklerinde, örneklerin elde edilmesini takiben, CIE-Lab tekniği kullanılarak L* (siyahlık-beyazlık), a* (kırmızı-yeşil) ve b* (sarı-mavi) renk özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı konsantrasyonlarda mikroalg türü içeren sakız örneklerinin renk parametreleri
Table 1. Color parameters of chewing gum containing microalgae at different concentrations

Mikroalg çeşidi ve konsantrasyonu <i>Microalgae type and concentration</i>	L*	a*	b*
Kontrol (<i>Control</i>)	83.2±0.5 ^a	3.9±0.1 ^a	5.6±0.3 ^d
<i>Nannochloropsis sp.</i> %1	60±1 ^b	-5±0.1 ^b	8±1 ^c
<i>Nannochloropsis sp.</i> %3	40±2 ^c	-6±0.2 ^c	7±1 ^c
<i>Isobrysis galbana</i> %1	52±5 ^b	-20±0.2 ^g	34±2 ^a
<i>Isobrysis galbana</i> %3	20±2 ^d	-7.6±0.1 ^d	6.4±0.9 ^{cd}
<i>Tetraselmis sp.</i> %1	60±1 ^b	-10±0.4 ^e	17±1 ^b
<i>Tetraselmis sp.</i> %3	20±1 ^d	-18±0.2 ^f	6±1 ^{cd}

Değerler yanındaki farklı harfler önemli değişim olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$). L*; açıklık. a*; ±kırmızı-yeşil. b*; ±sarı-mavi.

Different superscript lowercase and uppercase letters show the significant differences between the samples ($P < 0.05$). L*; brightness. a*; ±red-green. b*; ±yellow-blue.

Genel olarak bakıldığında, sakız model ürününe yeşil tonlarında renk verilebilmesi kapsamında yürütülen bu çalışmanın başarılı olduğu görülmüştür. Çünkü kontrol örneğine katılmış her bir mikroalg türünün ve konsantrasyon oranlarının yeşil renkle alakalı olan a^* değerini istatistiksel açıdan önemli şekilde değiştirdiği gözlenmiş ($P < 0.05$) ve birbirinden farklı tonda yeşil renkli sakızlar elde edilmiştir. a^* değeri kontrolde 3.9 olmakla beraber mikroalg ilaveleriyle -5 ila -20 arasında değişmiştir.

Örneklerde, her bir mikroalg türü için kullanım miktarının artışı ile birlikte beyazlığın (L^*) azaldığı ve kararmanın/koyulaşmanın başladığı görülmüştür ($P < 0.05$). Bu durum ürünün tüketiciler nezdindeki algısını olumsuz yönde etkileyebilecek bir değişimdir.

Isochrysis galbana türü için, kullanım düzeyi artışı hedeflenen ve beklenen yeşil renk açısından dezavantaj yaratmıştır. Çünkü bu artış ile birlikte a^* değeri -20'den -7.6'ya yükselmiştir ($P < 0.05$). Ancak, *Nannochloropsis sp.* ve *Tetraselmis sp.* türlerinde a^* değeri konsantrasyonla beraber düşüş göstermiştir. Tüm türlerin %1 ilavesinde kontrol örneğine göre b^* değerlerinde önemli bir artış gözlenmiş (5.6'dan 34'e) ve yeşil-sarı tonlu örnekler elde edilmiştir. Fakat mikroalglerden %3

ilave edilmesiyle b^* değerleri *Nannochloropsis sp.* türü hariç düşüş göstermiştir ($P < 0.05$). Bu durum, sakız örneklerinde saf yeşil renk elde edilmesi açısından avantaj sağlayabilir.

Avrupa Birliği'nde tüketicilerin %46'sının nane, %24'ünün ise nane ve meyve karışımı aromaya sahip sakızları tercih etmektedirler (Hearty vd., 2014). Bu aromaların en çok ilişkilendirildiği renkler arasında ise yeşil renk bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, çalışılan türlerin sakıza farklı tonlarda yeşil renk kazandırmada başarılı olduğu ve bu amaçla kullanılacak doğal bir alternatif doğal renklendirici olduğu görülmüştür.

Sakız, ağızda en uzun süre kalan gıda ürünü olarak tanımlanabilir. Bu nedenle, sakız kalitesinin incelenmesinde dikkate alınması gereken en önemli parametrelerden birisi, tekstür olarak belirtilebilir. Ancak Tekstür Profil Analizi (TPA) gibi enstrümental yöntemler ile sakız tekstür özelliklerinin incelendiği çalışma sayısı sınırlıdır. Farklı düzeylerde (%1-%3) mikroalg biyomasları kullanılarak renklendirilen sakız örneklerinde gerçekleştirilen tekstür profil analizi ile, buna ait parametrelerden sertlik, yapışkanlık, esneklik, bağlılık, çiğnenebilirlik ve elastiklik özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı konsantrasyonlarda mikroalg türü içeren sakız örneklerinin tekstür parametreleri
Table 2. Textural properties of chewing gum containing microalgae at different concentrations

Mikroalg çeşidi ve Konsantrasyonu <i>Microalgae type and concentration</i>	Sertlik (g) <i>Hardness</i>	Yapışkanlık (J) <i>Adhesiveness</i>	Esneklik <i>Springiness</i>	Bağlılık <i>Cohesiveness</i>	Çiğnenebilirlik (g) <i>Chewiness</i>	Elastiklik <i>Resilience</i>
Kontrol (<i>Control</i>)	246±44 ^c	-236±88 ^{ab}	0.83±0.25 ^a	0.39±0.18 ^{ab}	83±47 ^a	0.017±0.001 ^{ab}
<i>Nannochloropsis sp.</i> %1	273±32 ^{bc}	-310±94 ^b	0.91±0.11 ^a	0.40±0.11 ^{ab}	81±57 ^a	0.016±0.001 ^{abc}
<i>Nannochloropsis sp.</i> %3	332±54 ^{ab}	-234±106 ^{ab}	0.79±0.06 ^a	0.30±0.08 ^b	71±46 ^a	0.014±0.001 ^{cd}
<i>Isochrysis galbana</i> %1	116±9 ^d	-204±34 ^{ab}	0.98±0.02 ^a	0.49±0.05 ^a	56±5 ^a	0.017±0.001 ^{ab}
<i>Isochrysis galbana</i> %3	113±8 ^d	-144±21 ^a	0.87±0.1 ^a	0.41±0.07 ^{ab}	40±8 ^a	0.012±0.002 ^d
<i>Tetraselmis sp.</i> %1	258±30 ^{bc}	-322±62 ^b	0.92±0.09 ^a	0.41±0.08 ^{ab}	66±50 ^a	0.018±0.001 ^a
<i>Tetraselmis sp.</i> %3	356±63 ^a	-320±37 ^b	0.88±0.08 ^a	0.37±0.06 ^{ab}	95±43 ^a	0.015±0.001 ^{bc}

Değerler yanındaki farklı harfler önemli değişim olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$).

Different superscript lowercase and uppercase letters show the significant differences between the samples ($P < 0.05$).

Isochrysis galbana türü hariç diğer türlerin kullanımı sakızın sertlik değerini önemli ölçüde arttırmış ve konsantrasyon arttıkça sertlik değeri daha fazla artış göstermiştir ($P < 0.05$). *Isochrysis galbana* türü ilavesi ise kontrol sakız örneğinin sertlik değerini önemli ölçüde azaltmıştır (246 g'dan 113 g'a) fakat konsantrasyonun %1'den %3'e çıkması sertlik değerini etkilememiştir ($P < 0.05$). Sakız örneklerinde yapışkanlık parametresi ele alındığında yalnızca %3 oranında *Isochrysis galbana* türü içeren sakız örneklerinde yapışkanlık düşmüş diğer örneklerde önemli bir değişim olmamıştır ($P < 0.05$). Elastiklik özelliği için örnekler arasında farklılık olsa da ($P < 0.05$), oldukça dar bir aralıkta (0.012-0.018) değişim göstermesi nedeni ile ihmal edilebilir olarak kabul edilmiştir. Tekstürel analiz sonucuna ait diğer parametrelerden esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinde mikroalg tür ve kullanım oranının önemli bir değişime sebep olmadığı gözlenmiştir ($P < 0.05$). Bu da sakız tekstürünü etkilemeden renklendirme işleminin sağlanması açısından olumlu bir özellik olarak yorumlanmıştır.

Tüm örnekler için sertlik değerlerinin, daha önceki çalışmalarda belirlenen sakız sertlik değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Santos vd., 2014). Tüketici kabul edilebilirliği ve kalite açısından bu olumlu bir durumdur. Çünkü düşük sertliğe sahip olan sakızlar tüketiciler tarafından daha olumlu olarak değerlendirilmektedirler (McGowan vd., 2005). Aynı şekilde çiğnenebilirlik değerleri de tüm örneklerde düşük düzeydedir (40-95 g). Düşük çiğnenebilirlik değerleri, sakızların çiğnenmesi sırasında düşük enerji gereksinimi nedeni ile avantaj sağlayabilir.

Bir gıda matriksinin yapısını oluşturan iç bağların gücünün göstergesi olan bağlılık, sakız için daha önceki çalışmalarda 0.86'nın altında belirlenmiş olup (Santos vd., 2014), bu çalışmada ise daha düşük değerler (0.30-0.49) tespit edilmiştir. Düşük bağlılık değerlerinin, sakız matriksinde yer alan ve ağızdaki proses sırasında salınımı istenen bileşiklerin serbest kalması için avantaj yaratabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak tekstürel parametrelerdeki değişimler dikkate alındığında tüm mikroalg türlerinin renklendirici olarak kullanımının sakız tekstürü açısından olumsuz bir durum meydana getirmediği görülmektedir.

Çalışmamızda farklı düzeylerde mikroalg türü kullanımının sakızların duyu özellikleri üzerine etkisi de incelenmiştir (Çizelge 3). Genel olarak bakıldığında görünüm açısından *Isochrysis galbana* türü haricindeki mikroalg ilaveleri her kullanım düzeyinde kontrol örneğine yakın beğeni kazanmıştır ($P < 0.05$). Duyusal yapışkanlık değeri, enstrümental yapışkanlık analiz sonuçlarına uygun olarak %3 *Isochrysis galbana* türü için en düşük puanlamayı almıştır. Gıdalarda mikroalg kullanımını duyu açıdan olumsuz etkileyecek en önemli parametre yosunumsu tattır. Bu değere bakıldığında kontrol örneğine en yakın sakız örnekleri %1 *Nannochloropsis sp.* ve *Tetraselmis sp.* türleri içeren sakızlar olmuştur. *Isochrysis galbana* türü için bütün kullanım oranlarında, diğer türlerde ise %3 kullanım oranlarında şiddetli yosun tadı hissedilmiştir. Bu durum genel beğeni etkilemiş ve en çok %1 oranında *Nannochloropsis sp.* ve *Tetraselmis sp.* türleri içeren sakızlar tercih edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı konsantrasyonlarda mikroalg türü içeren sakız örneklerinin duyu özellikleri

Table 3. Sensory properties of chewing gum containing microalgae at different concentrations

Mikroalg çeşidi ve konsantrasyonu <i>Microalgae type and concentration</i>	Görünüm <i>Appearance</i>	Çiğnenebilirlik <i>Chewiness</i>	Yapışkanlık <i>Adhesiveness</i>	Yosun tadı <i>Algal Taste</i>	Genel beğeni <i>Overall acceptability</i>
Kontrol (Control)	4.8±0.4 ^a	4.6±0.5 ^{ab}	4.6±0.5 ^a	1±0 ^b	4.9±0.2 ^a
<i>Nannochloropsis sp.</i> %1	4.2±0.4 ^{ab}	4.2±0.4 ^{ab}	4.4±0.5 ^a	1.4±0.5 ^b	4.2±0.8 ^a
<i>Nannochloropsis sp.</i> %3	3.8±0.4 ^{abc}	3.6±0.5 ^{abc}	4.3±0.7 ^a	3.8±0.4 ^a	3±1 ^{ab}
<i>Isochrysis galbana</i> %1	3.2±0.8 ^{bc}	3.4±0.5 ^{bc}	4±1 ^{ab}	4.0±0.7 ^a	3±1 ^{ab}
<i>Isochrysis galbana</i> %3	2.5±1 ^c	3±1 ^c	2.8±0.8 ^b	4.8±0.4 ^a	1.8±1.5 ^b
<i>Tetraselmis sp.</i> %1	4.4±0.5 ^{ab}	4.8±0.4 ^a	4.4±0.5 ^a	1.4±0.5 ^b	4.5±0.5 ^a
<i>Tetraselmis sp.</i> %3	4±0.7 ^{ab}	3.8±0.4 ^{abc}	4.4±0 ^a	4.6±0.5 ^a	2.8±0.8 ^{ab}

Değerler yanındaki farklı harfler önemli değişim olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$).

Different superscript lowercase letters show the significant differences between the samples ($P < 0.05$).

KAYNAKLAR

- Batista, A.P., Nunes, M.C., Fradinho, P., Gouveia, L., Sousa, I., Raymundo, A., Franco, J.M. (2012). Novel foods with microalgal ingredients effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of *Spirulina* and *Haematococcus* gels. *J Food Eng*, 110: 182-189.
- Chranioti, C., Nikoloudaki, A., Tzia, C. (2015). Saffron and beetroot extracts encapsulated in maltodextrin, gum arabic, modified starch and chitosan: Incorporation in chewing gum system. *Carbohydr Polym*, 127: 252-263.
- Dufossé, L., Galaup, P., Yaron, A., Arad, S.M., Blanc, P., Murthy, K.N.C., Ravishankar, G.A. (2005). Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality?. *Trends Food Sci Technol*, 16: 389-406.
- Fradique, M., Batista, A.P. Nunes, M.C., Gouveia, L., Bandarra, N.M., Raymundo A. (2010). *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass incorporation in pasta products. *J Sci Food Agric*, 90: 1656-1664.
- Gouveia, L., Batista, A.P., Raymundo, A., Sousa, I., Empis J. (2006). *Chlorella vulgaris* and *Haematococcus pluvialis* biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. *Eur Food Res Technol*, 222: 362-367.
- Gouveia, L., Coutinho, C., Mendonça, E., Batista, A.P., Sousa, I., Bandarra, N.M., Raymundo A. (2008). Sweet biscuits with *Isobrysis galbana* microalga biomass as a functional ingredient. *J Sci Food Agric*, 88: 891-896.
- Hearty, A., Lau, A., Roberts, A. (2014). Chewing gum intake in Europe: a survey of intakes in France, Germany, Italy, Spain and the UK. *Food Addit Contam: Part A*, 31(7): 1147-1157.
- Inomata, N. Osuna, H., Fujita, H., Ogawa, T., Ikezawa Z. (2006). Multiple chemical sensitivities following intolerance to azo dye in sweets in a 5-year-old girl. *Allergologia Int*, 55(2): 203-205.
- Konar, N., Toker, O.S., Palabiyik, I. Sagdic, O. (2016). Chewing Gum: Production, Quality Parameters and Opportunities for Delivering Bioactive Compounds. *Trends Food Sci Technol*, 55:29-38.
- McGowan, B. A., Padua, G. W., & Lee, S.-Y. (2005). Formulation of corn zein chewing gum and evaluation of sensory properties by the time-intensity method. *J Food Sci*, 70(7): 475-481.
- Potineni, R. V., Peterson, D. G. (2008). Mechanisms of flavor release in chewing gum: Cinnamaldehyde. *J Agr Food Chem*, 56: 3260-3267.
- Robertson, R.C., Mateo, M.R.G., O'Grady, M.N., Guihéneuf, F., Stengel, D.B., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Kerry, J.P., Stanton, C. (2016). An assessment of the techno-functional and sensory properties of yoghurt fortified with a lipid extract from the microalga. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 37: 237-246.
- Santos, M. G., Carpinteiro, D. A., Thomazini, M., Rocha-Selmi, G. A., da Cruz, A. G., Rodrigues, C. E. C., Favaro-Trindade, C. S. (2014). Coencapsulation of xylitol and menthol by double emulsion followed by complex coacervation and microcapsule application in chewin gum. *Food Res Int*, 66: 454-462.
- Sasaki, Y., Kawaguchi, S., Kamaya, A., Ohshita, M., Kabasawa, K., Iwama, K. (2002). The comet assay with 8 mouse organs: Results with 39 currently used food additives. *Mutat Res*, 519(1): 103-119.