

ŞEKERLEME TEKNOLOJİSİNDE FONKSİYONEL ÜRÜN ÜRETİMİ

Recep Güneş^{1*}, İbrahim Palabıyık², Şefik Kurultay²

¹Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye

²Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Geliş / Received: 09.08.2018; Kabul / Accepted: 28.10.2018; Online baskı / Published online: 03.12.2018

Güneş, R., Palabıyık, İ., Kurultay, Ş. (2018). Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi. GIDA (2018) 43 (6): 984-1001 doi: 10.15237/gida.GD18088

Güneş, R., Palabıyık, İ., Kurultay, Ş. (2018). Functional food production in the confectionery technology. GIDA (2018) 43 (6): 984-1001 doi: 10.15237/gida.GD18088

ÖZ

Şekerleme endüstrisi, listenin neredeyse sınırsız olduğu, her yaş grubu tarafından talep gören, açlık ve susuzluğu gidermenin ötesinde özellikle haz almak amacıyla tüketilen çeşitli ürünleri içermektedir. Söz konusu ürünlerin yüksek kalorili olması, aşırı tüketimlerinin özellikle fazla şeker alımı ile ilişkilendirilebilen çeşitli hastalıklara neden olması ve tüketicilerin daha sağlıklı ürün gruplarına yönelmesi gibi nedenler, diğer gıda sektörlerinde olduğu gibi bu sektörde de üretilen ürünlere yönelik birtakım değişikliklerin yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu bakımdan günümüzde araştırmacılar, sektörde var olan şekerleme ürünlerinin üretiminde ve ürün içeriğinde değişiklikler yapıp, farklı ve yenilikçi yaklaşımlar kullanarak henüz yeni olan fonksiyonel şekerleme ürünlerinin üretimi üzerinde çalışmaktadırlar. Bu çalışma kapsamında, şekerleme endüstrisinde yoğun bir şekilde üretilen ve oldukça rağbet gören, sert şeker, yumuşak şeker, çikolata ve sakız ürünlerine fonksiyonellik kazandırılması amacıyla yapılan bilimsel çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Şekerleme, fonksiyonel şekerleme, sert şekerleme, yumuşak şekerleme, çikolata, sakız

FUNCTIONAL FOOD PRODUCTION IN THE CONFECTIONERY TECHNOLOGY

ABSTRACT

The confectionery industry includes a wide variety of products for which the list is almost endless, demanded by all age groups and consumed especially for pleasure beyond hunger and thirst. The high calorific value of these products, their excessive consumption leading to various diseases that can be associated with high sugar intake and consumer willingness to buy healthy products have necessitated a number of changes in the sector, like in other food branches. In this regard, researchers are currently working on the production of functional confectionery products that are new in the industry by using innovative approaches and making changes in the production process and in the formulation of conventional confectionery products. Within the scope of this study, it is aimed to review scientific studies that were carried out in order to gain functionality to the hard candy, soft candy, chocolate and chewing gum products which are highly preferred and intensively produced in the confectionery industry.

Keywords: Confectionery, functional confectionery, hard candy, soft candy, chocolate, chewing gum

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ recepunes@klu.edu.tr,

☎ (+90) 537 541 0656

☎ (+90) 288 214 0516

GİRİŞ

Günümüzde beslenme ve sağlık arasındaki ilişkiye yönelik farkındalık seviyesindeki artış, global düzeyde tüketici tercih ve taleplerini önemli ölçüde değiştirmiştir (Szakály vd., 2012; Harwood, 2013). Bu bakımdan gıdalar sadece açlığı gidermek ve vücut için gerekli besin maddelerini sağlamaktan öte, aynı zamanda beslenme ile ilgili çeşitli sağlık risklerini azaltmak veya sağlığı desteklemek, tüketicilerin fiziksel ve zihinsel refah düzeylerini arttırmak için de formüle edilmektedir (Siró vd., 2008). Özellikle kardiyovasküler hastalıklar ve obezite olmak üzere, beslenme ile ilişkilendirilebilen hastalıkların görülme sıklığındaki artış, tüketicilerin çeşitli biyoaktif bileşenler ile takviye edilen fonksiyonel gıdalara yönelik ilgisini istikrarlı bir şekilde arttırmaktadır. Bu nedenle kabul edilebilir nitelik ve düzeydeki duysal özelliklere sahip tüketime hazır (ready-to-eat) gıdalarda, “daha sağlıklı” bir şekilde üretilmiş olanlar yüksek oranda talep görmektedir (De Morais vd., 2015).

Fonksiyonel gıdalar, besleyicilik değerinin ötesinde sağlık üzerine ilave faydalar sağlayan bitkisel ya da hayvansal kaynaklı biyoaktif bileşenler içeren gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Saini, 2017). Söz konusu gıdaları içeren sektör, vitaminler, mineraller, karbonhidratlar, protein ve lif gibi esansiyel besinlerin alımından probiyotikler, prebiyotikler, fitokimyasallar ve omega-3 yağ asitleri gibi çeşitli takviyelerin diyetle eklenmesine kadar uzanmaktadır. Günümüzde, fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş gıdalar arasında başlıcalarının çeşitli süt ürünleri, tahıl ürünleri, et ürünleri, içecekler, şekerlemeler, çerezler, ezmeler ve bebek mamalarının olduğu belirtilebilir (Das vd., 2016; Hunter ve Hegele, 2017; Pogorzelska-Nowicka vd., 2018).

Şekerleme endüstrisi oldukça geniş bir ürün yelpazesine sahiptir (Dorn vd., 2015). Genel olarak üretilen ürünler arasında yumuşak veya sert şekerler, dolgulu-dolgunsuz şekerler, çeşitli sakızlar, farklı çikolata ve türevi ürünler, kaplamalı ürünler, drajeler yer almaktadır (Manjula ve Suneetha, 2014). Tüm bu ürün farklılığına rağmen, şekerleme endüstrisinde üretilen ürünlerin yapısında temel bileşen olarak genellikle

çeşitli karbonhidratlar bulunmaktadır. Şekerleme imalatında büyük önemi olan bu karbonhidratlar; monosakkaritler, oligosakkaritler ve polisakkaritler arasında yer almaktadır. Şeker kamışı veya şeker pancarından elde edilen sakkaroz (sükroz, çay şekeri), glikoz (mısır şurubu, invert şeker, dekstroz veya yüksek fruktoz şurubu şekerleme üretiminde en sık kullanılan tatlandırıcılardır (Hartel vd., 2018). Diğer yandan yakın zamanda önemli bir eğilimin olduğu diyabetik ürünlerin üretiminde ise sorbitol, mannitol, ksilitol, izomalt, maltitol gibi şeker alkollerini veya bunlarla birlikte sukraloz, aspartam, asesülfam potasyum gibi yüksek yoğunluklu yapay tatlandırıcılar da kullanılmaktadır (Chattopadhyay vd., 2014; Grembecka, 2015). Şekerleme ürünlerinin yapısında yer alan tüm bu tatlandırıcıların ürün tekstürünü etkileyen çeşitli kimyasal ve fiziksel özellikler göstermesi, prostele sıcaklığın dikkatli kontrolü ve farklı maddelerin ilavesiyle listede sınırın neredeyse olmadığı çok çeşitli şekerleme ürünleri üretilebilmektedir (Hinkova vd., 2015).

Şekerleme ürünleri, özellikle çocuklar olmak üzere her yaş grubu tarafından büyük ilgi ve talep gören, yüksek kalorili gıdaların büyük bir grubunu temsil etmektedir. Söz konusu ürünlerin en önemli dezavantajı, ürün formülasyonunda besleyici değeri olan veya olmayan tatlandırıcılar yer alırken, çeşitli makro ve mikro elementler, vitaminler ve karotenoidler gibi biyolojik olarak önemli aktif maddelerin bulunmamasıdır (Dorn vd., 2015). Bu ürünlerin aşırı tüketimi diyetin besin değerini ve diyetle alınan enerji dengesini bozmaktadır. Aynı zamanda çeşitli araştırmalarda yüksek kalori alımının, obezite, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve bazı kanser türleri gibi çeşitli hastalıklarla ilişkili olduğunun belirtilmesi (Larsson vd., 2006; Goran vd., 2013; Malik vd., 2013), bu ürün grubunun tüketiciler tarafından olumsuz eleştirilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sağlığın iyileştirilmesi ve korunmasına, hastalıkların önlenmesine veya geciktirilmesine odaklanan modern beslenme araştırmalarından yola çıkarak, diğer sektörlerde olduğu gibi şekerleme sektöründe de üretilen ürünlere yönelik yeni formülasyonların ve özel pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu

bağlamda, özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde, biyoaktif bileşenlerin dağıtımı için çeşitli şekerlemelerin kullanımı anahtar unsurlardan biri olarak görülmektedir (Belscak-Cvitanovic vd., 2012). Ayrıca, bazı şekerleme ürünlerinin sahip olduğu fiziko-kimyasal özellikler de (düşük su aktivitesi, bağl nem, pH vb.) bu amaçla kullanıma yönelik önemli avantajlar sunmaktadır. Diğer yandan, tüketicilerin gıda pazarında var olan klasik şekerlemelerden ziyade fonksiyonel şekerleme ürünlerine yönelik önemli düzeyde talepleri de mevcuttur (Manjula ve Suneetha, 2014; Kharat ve Deshpande, 2017). Bu bakımdan genel itibarıyla üretilmesi planlanan fonksiyonel şekerlemeler, “standart ürün içeriğine belirli bir fizyolojik fonksiyonu yerine getiren ya da potansiyel bir sağlık yararı olan bir bileşenin eklenmesi veya var olan herhangi bir bileşenin yerine ikamesi şeklinde üretilen şekerlemeler” olarak tanımlanabilir (Rumora vd., 2013). Fonksiyonel şekerleme bileşiminde kullanılacak potansiyel biyoaktif bileşenler ise, vitaminler, mineraller, çözünür veya çözünmeyen besinsel lifler, çeşitli bitki ekstraktları, prebiyotikler, probiyotikler ve diğer fitokimyasallar olarak belirtilebilir.

Tüm bu anlatılanlar doğrultusunda, tüketici isteklerini karşılayabilmek ve toplum sağlığına katkıda bulunabilmek için, fonksiyonel ürünlere doğru güçlü bir eğilimin olduğu şekerleme alanında doğal biyoaktif maddeler açısından zengin ürünler geliştirmek oldukça önem arz etmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında, şekerleme sektöründe geniş bir yelpazede üretilen sert şeker, yumuşak şeker, çikolata ve sakız esaslı ürünlere fonksiyonellik kazandırmak amacıyla yapılan çeşitli araştırmalar incelenmiş olup, elde edilen dikkat çekici bulgular derlenmiştir.

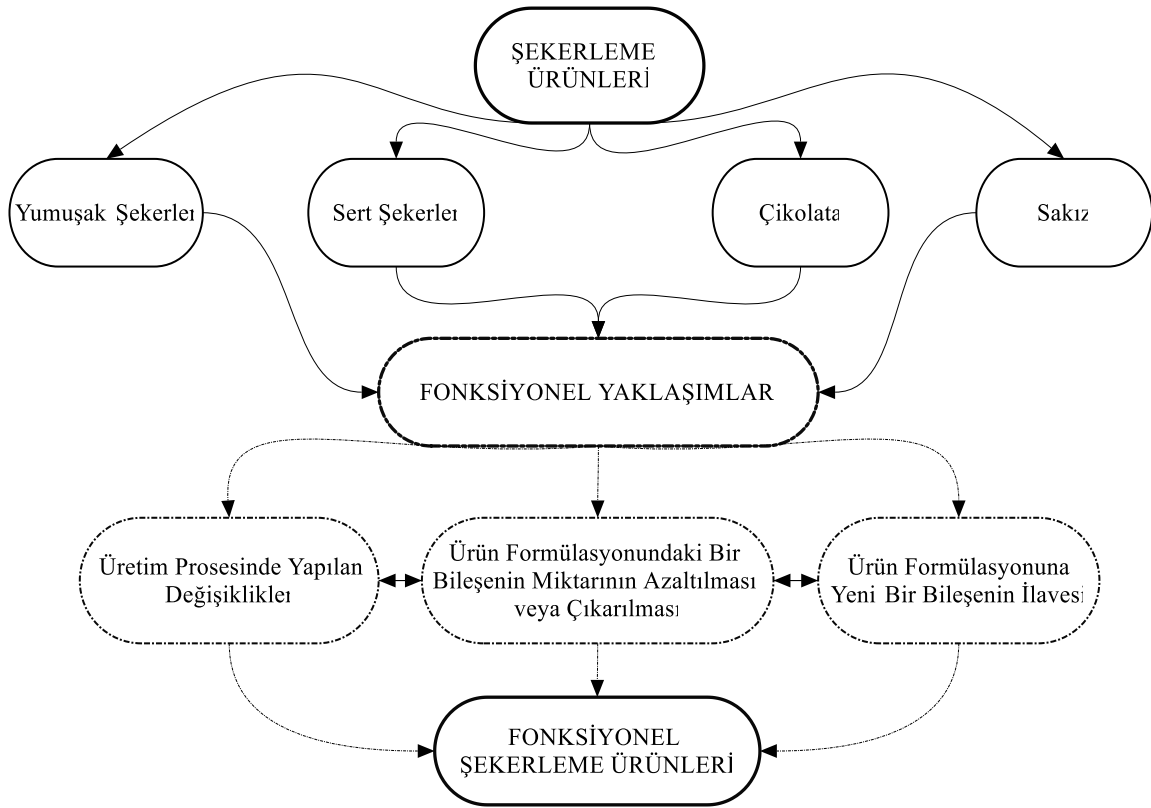
FARKLI ŞEKERLEME ÜRÜNLERİNDE FONKSİYONEL YAKLAŞIMLAR

Şekerleme sektöründe fonksiyonel ürün üretimine yönelik yapılan çalışmalar oldukça yenidir (Belscak-Cvitanovic vd., 2015a). Tarihsel bir perspektiften bakıldığında şekerleme sektöründe henüz yeni sayılabilecek bu kategori, tipik olarak öksürük, soğuk algınlığı ve boğaz ağrısı

tedavisinde kullanılan ve ürün içeriğinde nane, kekik, tarçın gibi bitkisel orijinli materyaller bulunan pastil, sert şeker veya çignenebilir yumuşak şeker gibi ürünler ile ilişkilendirilebilir (Pickford ve Jardine, 2000). Günümüzde ise gelişen teknoloji sayesinde çeşitli nitelikte şekerlemelerin üretilmesi ve çoğunun sağlıksız ürünler olarak eleştiri alması bu sektörde geniş çaplı fonksiyonellik çalışmalarını başlatmış ve aynı zamanda özel pazarlama stratejilerini de tetiklemiştir. Literatürde yer alan çalışmalara göre, şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi genel olarak, ürün içeriğinde yer alan bir bileşen çıkarılarak, miktarı azaltılarak veya ürün içeriğine farklı bir bileşen ilave edilerek yapılmakta, aynı zamanda yeni üretim teknikleri de denenmektedir (Şekil 1).

Fonksiyonel sert ve yumuşak şeker çalışmaları

Klasik şekerleme üretimi genellikle şekerin oda sıcaklığında suda çözünmesiyle başlar, daha sonra bu çözelti ısıtılır ve doymuş bir çözelti oluşturmak için daha fazla şeker eklenir. Eğer kaynatma işlemine uygun bir karıştırma ile devam edilirse aşırı doymuş bir çözelti elde edilir. Aşırı doymuş çözelti daha fazla ısıtıldığı takdirde içerisindeki su buharlaşarak çözelti daha da yoğunlaşır. Süper doymuş çözeltinin şeker konsantrasyon derecesi, üretilen şekerlemenin nihai kıvamını belirlemektedir. Sektörde üretilen şekerlemeler farklı parametrelere göre birkaç kategoriye ayrılabilir. Bunlardan biri yapıdır. Eğer şeker, ürün içerisinde kristaller halinde mevcutsa, bu şekerler kristalize şekerler olarak adlandırılmaktadır. Bu tip şekerlerde ürün içerisindeki kristaller fark edilebilir nitelikte veya gözle görülemeyecek kadar küçük kristaller halinde olabilir. Diğer yandan, eğer şeker ürün içerisinde kristalleşmemiş (amorf veya şekilsiz) bir formda mevcutsa, bu şekerler kristalize olmayan, camsı şekerler olarak tanımlanmaktadır (Hinkova vd., 2015). Üretilen kristalize ve camsı şekerler sert veya yumuşak yapıda olabilir ve proses farklılığından dolayı bazı ürünler hem kristalize hem de camsı şeker formda üretilebilir.



Şekil 1. Şekerleme teknolojisinde çeşitli ürün gruplarında yapılan fonksiyonellik eğilimleri

Genel bir tanımlama ile camsı yapıdaki sert şekerler, konsantre karbonhidrat çözeltisinin düşük su içeriğine kadar (nihai nem içeriği yaklaşık olarak %1-3) çok yüksek sıcaklıklarda (145-155°C) kaynatılması ve kristalizasyonun gerçekleşmeyeceği kadar hızlı bir şekilde camsı geçiş sıcaklığının (T_g) altına soğutulması ile elde edilen şeffaf/camsı ve parlak formdaki şekerlerdir. Bu nedenle camsı sert şekerler, pencere camlarına benzer nitelikte bir moleküler forma sahip olup amorf yapıdadırlar. Aslında, hem camsı özellikteki sert şekerler hem de pencere camları, oldukça yüksek viskoziteleri nedeniyle katı-benzeri özellikler sergileyen son derece viskoz sıvılardır. Katı karakteristikleri, camsı geçiş sıcaklıklarının altındaki sıcaklıklarda tutuldukları için uzun bir süre boyunca akışkanlık göstermedikleri anlamına gelmektedir (Hartel vd., 2018). Günümüzde camsı yapıdaki sert şekerler esas olarak glikoz şurubu ve sakkarozdan üretilmekte olup, belirgin farklı özellikler (lezzet, doku, görünüş, vb.) sağlamak için formülasyona

çok çeşitli bileşenler ilave edilebilmektedir. Tüketici albenisini ve ürün değerini arttırmak için kullanılan bu bileşenler arasında organik asitler, aroma ve renk maddeleri, meyve suları ve ekstraktları yer almaktadır (Manjula ve Suneetha, 2014; Hartel vd., 2018). Şekersiz çeşitler ise şeker alkollerini, hacim vericileri ve yüksek yoğunluklu tatlandırıcıları içermektedir. Bununla birlikte, kaya (nöbet) şekeri gibi kristalize yapıda olan diğer sert şeker grubu ise, konsantre karbonhidrat çözeltisinin kristalizasyon işlemine tabi tutulması ile üretilmektedir. Söz konusu bu şekerler opak yapıda olup, camsı şekerler gibi yüksek derecede kaynatılmadıkları için farklı kategoride değerlendirilmektedirler (Hartel vd., 2018). Bu tür şekerlerin formülasyonunda ise ana bileşen olarak kristalizasyonu sağlayan saf sakkaroz yer almaktadır (Hinkova vd., 2015).

Çiğnenebilir özellikteki yumuşak şekerlerin içeriğinde ise karbonhidratlar (sakkaroz ve glikoz şurubu), renk ve aroma maddeleri ile çeşitli

asitlerden başka bitkisel yağlar, jelatin, pektin nişasta gibi hidrokolloidler, süt kaynaklı bileşenler ve emülgatörler yer almaktadır. Şekersiz formülasyonlarda tatlandırıcı olarak çoğunlukla şeker alkollerini kullanılmakta, bu da özellikle tatlılık derecesine ve yapıya katkıda bulunarak önemli teknolojik yararlar sağlamaktadır (Da Silva vd., 2016). Şekersiz çığnenebilir ürünlerin kıvamı ve çığnenebilirliği, poliollerin kristalizasyon özelliklerinden ve bunların kristallenebilir olmayan faz ile denge durumundan etkilenmektedir (Sentko ve Willibald-Ettle, 2012).

Yumuşak şekerler, tüketici kabulünde önem arz eden bir dizi tekstürel karakteristiğe sahiptir. Her özellik, belirli bir bileşiğin miktarına ve kalitesine bağlıdır. Yapıdaki sertlik, su içeriğinin bir fonksiyonu olup, çığnemeye karşı dayanıklılık ise karbonhidratların moleküler ağırlığı ile ilişkilidir. Kullanılan yağın emülsifikasyon derecesi ve sertliği ile bileşimdeki protein miktarı ve niteliği de sisteme esneklik kazandırmaktadır (Komes vd., 2011). Aynı zamanda, kullanılan jelleştirme ajanı tip ve düzeyi, bunun sakkaroz veya diğer dolgu maddeleri ile etkileşimi, glikoz şurubu ve bu şurubun DE (Dekstroz Eşdeğeri) değeri, procesteki olgunlaştırma işlemi ve koşulları gibi çeşitli faktörler de ürün yapısına etki etmektedir. Bu bakımdan hem üretim tekniği hem de bileşimdeki farklılıklardan dolayı sektörde çok çeşitli çığnenebilir formda yumuşak şeker mevcuttur. Söz konusu bu ürünlerden çeşitli hidrokolloidler kullanılarak üretilen jelly/gummy tipi yumuşak şekerlemelerde nem içeriği %10-20, daha sert olanlarda %7-8 arasında değişirken, toffee tarzı ürünlerde ise %3-6 arasındadır (Hartel vd., 2018). Çok düşük nem oranına sahip yumuşak şekerlemelerde çığneme çok sert olurken, fazla nem ise üründe yapışkan bir yapıya neden olmaktadır (Pickford ve Jardine, 2000).

Yüksek oranda karbonhidrat içeren sert ve yumuşak şekerlemelerde fonksiyonel çalışmalar genel itibarıyla; şeker alkollerini veya sentetik tatlandırıcılar kullanılarak kalori içeriğinin düşürülmesi ve bileşimdeki sentetik aroma ve renk maddelerinin doğal olanlarıyla ikamesi üzerine yapılmaktadır. Assous vd. (2014) yaptıkları çalışmada, sert şekerleme üretiminde

doğal bir renklendirici olarak mor havuçlardan elde edilen antosiyaninleri kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, %0.30 (w/w) oranında antosiyanin kullanımı renk, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik testlerinde en yüksek puanı almıştır. Hooda (2015), bitkisel ekstraktlar içeren sert şeker üretimine yönelik yaptığı çalışmada, her gruba ayrı olacak şekilde ürün formülasyonuna %10 *Gingko biloba* yaprağı özütü, %10 çay yaprağı özütü, %10 zencefil ve %5 oranında tarçın ilave ederek fitokimyasal açıdan zenginleştirilmiş ve duyuşal değerlendirmede genel kabul edilebilirliği oldukça yüksek olan 4 çeşit fonksiyonel sert şeker üretmiştir. Toffee tarzı yumuşak şekerlerin üretiminde özellikle çeşitli meyve pulplarının ve bitki ekstraktlarının bileşime katılması yoğun olarak çalışılmıştır (Sakhale vd., 2012; Anisa vd., 2016). Bu şekilde üretilen ürünlerin vitamin, mineral, lif ve protein açısından zenginleşerek besleyici bir nitelik kazandığı ve aynı zamanda ürün albenisinin de arttığı belirtilmiştir (Khapre vd., 2010; Kohinkar vd., 2014). Piccone vd. (2011) yaptıkları çalışmada ürün formülasyonunda yer alan şeker ve jelleştirici türünün yumuşak şekerlerde tekstür, aroma salınımı ve duyuşal algı üzerine etkisini çalışmışlardır. Farklı türde hidrokolloid ve şeker kullanımının tekstürü önemli ölçüde etkilediği ve yapılan esneklik modülü analizine (Young modülü, N/m²) göre jelatin ilaveli şekerlemelerin daha sıkı ve sert bir yapıya sahip olduğu; pektin ile hazırlanan örneklerin ise daha yumuşak ve deforme olabilen bir yapı aldığı görülmüştür. Aynı zamanda, kullanılan hidrokolloid türüne ait fiziksel özelliklerin aroma salınımını etkilediği ve bu durumun hedeflenen duyuşal niteliklere sahip ürünlerin geliştirilmesi ve tasarlanmasında yararlı olabileceği belirtilmiştir. Özellikle çocuklar tarafından yoğun bir şekilde tüketilen jelly tipi yumuşak şekerlere yönelik yapılan bir çalışmada ise, şeker şurubu, yapay aroma ve renk maddeleri yerine bal ve taze meyve suyu kullanılmıştır. Sıcak (geleneksel, 115°C) ve soğuk (50-55°C) karıştırma tekniği kullanılarak üretilen ürünlerde, balın diastaz aktivitesinin soğuk karıştırma tekniği ile korunduğu (> %95), sıcak karıştırma tekniğinde ise tamamen yok olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak, jelatin dozundaki artışın (%15-20-25) şekerlerin sertliğini, yapışkanlığını ve çığnenebilirliğini arttırdığı belirlenmiştir (Mutlu

vd., 2018). Aynı ürün grubunda yapılan farklı bir çalışmada, şarap üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan yüksek oranda lif içeren üzüm kabukları ile zenginleştirilmiş çiğnenebilir şekerlerin fiziko-kimyasal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, üzüm kabuğu tozu kullanımının ürünün kabul edilebilirliği üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı, aksine üretim prosesini 3 saate kadar azaltarak enerji tasarrufu sağladığı, geleneksel üretimde meyve püresi yerine kullanıldığı için maliyeti düşürdüğü ve üretilen ürünün, üzüm kabuğundan gelen sağlığa yararlı antosiyanin, flavonol ve prosiyanidin gibi biyoaktif bileşikler bakımından zenginleştiği vurgulanmıştır (Cappa vd., 2015). Delgado ve Bañón (2018) ise, diyet lifi ile zenginleştirilmiş daha az kalori içeren jelatin esaslı yumuşak şeker üretiminde jel oluşumuna yardımcı madde olarak mısır nişastası yerine inülini kullanıp, ürün kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Nişastalı formülasyona uygulanan 120°C'de 5 dakikalık ön-pişirme işleminin aksine, inülin katkılı formülasyonun üretiminde inülin doğrudan 80°C'deki jelatin çözeltisine ilave edilmiş ve bu durum prosesi basitleştirerek gerekli olan ısı işlemini azaltmıştır. İnülin ile üretilen şekerlemelerin, nişastalı gruba göre daha yumuşak, elastik ve yapışkan olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, kullanılan ticari inülinin yüksek kimyasal stabilitesinden dolayı üretim esnasında (80°C'de, pH 3.2'de 5 dakika karıştırma ve %30 nispi nemde, 25°C'de 24 saat kurutma) yıkıma uğramadığı, nötr tadından dolayı ürünün duyu kalitesini olumsuz etkilemediği ve potansiyel prebiyotik aktivitesinin yanı sıra şekerleme üretiminde jel oluşumuna yardımcı bir bileşen olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Üretim prosesi ve formülasyona ilave edilecek bileşenin seçimi, fonksiyonel ürün üretiminde önemli bir faktördür. Bazı fonksiyonel bileşenler yüksek sıcaklıklara karşı oldukça hassas olup standart üretim prosesi izlendiğinde söz konusu bileşenler etkinliklerini yitirebilir. Her iki ürün grubunda, uygun kuru madde değerinin sağlanabilmesi için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulduğundan bu durum hem üretim tekniğinde yapılması planlanan yenilikleri sınırlamakta hem de kullanılacak fonksiyonel bileşik üzerine

olumsuz etki yaratmaktadır. Tersine bir durum olarak formülasyona katılan yeni bir bileşen, daha yüksek bir üretim sıcaklığına da neden olabilir. Ayrıca, ürün matrisinde tam olarak çözünmeyen ve doğru miktarda dozlanmayan fonksiyonel katkıları, üründe bulanık veya granüllü bir yapı meydana getirebilir. Proses haricinde, ürün formülasyonunda yer alan diğer unsurlar da fonksiyonel katkının stabilitesini etkileyebilir ve nemli veya yağ bazlı bir ortamda bu bileşiklerin etki mekanizmaları değişebilir. Bazı fonksiyonel bileşenler ise, nihai ürünün nem içeriği, pH, jel mukavemeti, viskozitesi veya kristalizasyon derecesi gibi kritik parametrelerini olumsuz yönde etkileyebilir (Pickford ve Jardine, 2000). Bu bakımdan, fonksiyonel şekerleme üretiminde tüm bu faktörlerin göz önünde bulundurulması, kaliteli ve albenisi yüksek bir son ürün açısından oldukça önemlidir.

Fonksiyonel çikolata çalışmaları

Dünya genelinde, toplumun her kesiminde ve her yaştaki tüketici grubu tarafından büyük bir zevkle tüketilen, benzersiz yapısı, tadı ve yeme keyfi olan çikolatanın hikayesi kakao ağacı (*Theobroma cacao*) ile başlamaktadır (El-Kalyoubi vd., 2011; Hartel vd., 2018). Kakao ağacı, günümüzde yoğun bir şekilde Gana ve Nijerya gibi Batı Afrika ülkelerinde yetiştirilse de, esas orijinin Orta ve Güney Amerika'nın sıcak ve nemli topraklarının olduğu kabul edilmektedir. Çikolotaya karakteristik özelliğini veren kakao esaslı ürünler, bu ağacın meyvesine ait çekirdeklerin işlenmesi ile elde edilmektedir (Noble, 2017).

Günümüzde çikolatanın katı, sıvı, toz, hamur gibi çeşitli formlarının yanı sıra formülasyondaki farklılıklara göre pek çok ürün çeşidi bulunmaktadır. Ancak genel itibarıyla bir sınıflandırma yapılırsa; bitter (dark), sütlü (milk) ve beyaz (white) çikolata olmak üzere 3 çeşide ayrılabilir. Bitter çikolata genellikle şeker, kakao kütlesi, kakao yağı ve emülsifiyerdan (lesitin) oluşurken, sütlü çikolata şeker, süt tozu, süt yağı, kakao kütlesi, kakao yağı, lesitin, aroma maddeleri ve koruyuculardan oluşmaktadır. Beyaz çikolatada ise, kakao kütlesi ve kakao tozu hariç diğer çikolata bileşenleri bulunmaktadır (Pickford ve Jardine, 2000).

Çikolata, yüksek şeker ve yağ içeriğinden dolayı yüksek kalorili bir gıda olarak sıklıkla eleştirilen, fakat aynı zamanda zengin biyoaktif profiline atfedilen potansiyel sağlık yararları ile fonksiyonel bir gıda ürünü olarak da tanıtılan eşsiz bir gıda ürünüdür. Besinsel ve fitokimyasal yönlerinden bağımsız olarak çikolata sürekli bir eğilimin olduğu bir gıda olup, bu durum çikolataya dair yeni formülasyonların ve üretim stratejilerinin geliştirilmesini ideal kılmaktadır. Aynı zamanda, tüketicilerin konvansiyonel ürünlere duysal, kalite ve fiyat bakımından eşdeğer nitelikte olan ve klinik olarak kanıtlanmış sağlık yararları sunan fonksiyonel ürünlere yönelik önemli talepleri de mevcuttur (Ares vd., 2010). Bu bakımdan şimdiye kadar, fitosteroller (Botelho vd., 2014), probiyotikler ve prebiyotikler (Konar vd., 2016a), kuru meyveler (Komes vd., 2013), besleyici değeri olan veya olmayan tatlandırıcılar (Aidoo vd., 2013), EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit) gibi insan beslenmesinde önemli olan omega-3 yağ asitleri (Toker vd., 2018a) ve fenolik içeriği yüksek çeşitli bitkisel ekstraktlar ile zenginleştirilmiş (Belscak-Cvitanovic vd., 2015a) çikolatalar üretilmiş olup, yeni formülasyon çalışmaları devam etmektedir.

Çikolata, formülasyonu gereği kakao çekirdeğinden üretilen ürünleri içerdiği için doğal olarak fonksiyonel bir ürün olarak nitelendirilmektedir. Taze kakao çekirdeğinin toplam fenolik madde içeriği ortalama olarak 120-180 g/kg kuru madde civarındadır (Ackar vd., 2013). Bunun önemli bir kısmını proantosiyanidinler (%58), flavan-3-ol veya kateşinler (%37) ve antosiyaninler (%4) oluşturmaktadır (Hii vd., 2009). Diğer yandan kakao çekirdeklerinde eser miktarda çeşitli flavonoller, basit fenoller, izokumarinler, stilbenler ve bunların glikozitleri de yer almaktadır (Di Mattia vd., 2017). Bu fenolik bileşiklerin, biyoaktif bileşikler olarak antioksidan, antiradikal ve antikanserijenik özellikleri birçok çalışmada bildirilmiştir (Aprotosoie vd., 2016; Giacometti vd., 2016; Orac ve Nebesny, 2016). Ancak, kakao ürünlerinde ve çikolatadaki fenolik madde miktarı, kakao çekirdeğine, tarım uygulamalarına ve üretim prosesine bağlı olarak büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Özellikle, kakao

çekirdeklerinin işlenmesinde yer alan fermantasyon, kurutma, kavurma ve alkalizasyon aşamalarında bu bileşiklerin miktarı önemli ölçüde azalmaktadır. Diğer yandan, çikolata yapım aşamasında uygulanan yüksek sıcaklıkların, oksijen varlığının ve formülasyonda yer alan diğer bileşenlerin de (örn. şeker) fenoliklerin bileşimi ve içeriği üzerine önemli bir etkisi söz konusudur (Ackar vd., 2013; Alañón vd., 2016).

Üretim prosesinin neden olduğu bu sonuçlara dayanarak, fenolik madde bakımından zengin çikolata ürünleri üretiminde genel birtakım stratejilerin yürütülebileceği belirtilmektedir. Bunlardan ilki, kakao çekirdeklerinin fenolik içeriği değişkenlik gösterdiğinden, üretimde yüksek fenolik madde içeren çekirdeklerin kullanılması, son ürünün bu biyoaktif maddelerce daha zengin olmasını sağlayacaktır. İkincisi, kakao çekirdeklerinin işlenmesi sırasında fenoliklerin korunmasına yönelik özellikle fermantasyon süresinin azaltılması ve kavurmada ısıl işlem parametrelerinin ılıman düzeyde uygulanmasıdır (Hartel vd., 2018). Üçüncüsü ise, daha yüksek kakao içeriği nedeniyle bitter çikolatanın sütlü çikolatadan daha fazla fenolik bileşik içermesine paralel olarak, formülasyonda daha yüksek oranda kakao ürünlerine karşılık, daha az şeker ve süt ürünleri içeren bir proses ile çikolata üretiminin yapılmasıdır (Alañón vd., 2016). Ancak yüksek seviyede fenolik bileşen içeren çikolatanın daha acı ve sert olduğu da unutulmamalıdır (Hartel vd., 2018).

Fonksiyonellik açısından formülasyonda gidilen önemli değişiklikler arasında ise, çikolata üretiminde kullanımı devam eden sakkarozun yerine üreticilere yeni fırsatlar sunan çeşitli tatlandırıcıların denenmesi, özellikle prebiyotik ve probiyotikler ile farklı bitkisel materyallerin veya biyoaktif bileşenlerin ilavesi yer almaktadır. Yüksek kaliteli şekerli çikolata üretimi, ürünün reolojik, fiziksel ve duysal özelliklerini olumsuz etkilemeyecek şekilde sakkarozun ikamesini sağlayabilecek en uygun tatlandırıcıların kullanımını gerektirmektedir. Bunlar arasında sorbitol, mannitol, ksilitol, izomalt, eritritol, laktitol ve maltitol gibi şeker alkolleri (polioller); trehaloz, tagatoz ve izomaltuloz gibi poliollere

benzer işlevleri olan karbonhidratlar ve asesülfam-K, aspartam, neotam, sakkarin, sukraloz, alitam, siklamat, stevia/steviol glikozitleri ve tomatın gibi yoğun tatlı tada sahip maddeler yer almaktadır (Aidoo vd., 2013). Ancak, yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların sakkarozun yerine kullanılması çikolata üretiminde ciddi bir zorluk teşkil etmektedir. Çünkü sakkaroz, tatlandırıcı özelliğinden başka, hacim arttırıcı ve tekstüre edici gibi birtakım özelliklere de sahiptir. Bu nedenle, çikolata üretiminde yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların şeker alkollerini ile birlikte kullanımı yoğun bir şekilde çalışılmaktadır (Toker vd., 2018b).

Sağlıklı yaşamı destekleyen ve hastalık riskini azaltan prebiyotikler besleyici ve ekonomik özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinin ilgisini çekmiş olup, gıdalarda kullanımı dünya çapında artmıştır (Scheid vd., 2013; Da Silveria vd., 2015). Günümüzde en çok araştırılan ve ticari olarak kullanılan prebiyotikler arasında inülin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) yer almaktadır (Khalifa, 2017). Çikolata üretiminde kullanılan başlıca prebiyotikler ise; inülin ve polidekstroz olarak ifade edilebilir. Bu prebiyotiklerin şeker ve yağ azaltılmış çikolata üretiminde özellikle tatlandırıcı ve yağ ikame edici karakteristikleri üzerinde durulmaktadır. Çünkü prebiyotik faydalarının yanı sıra konsantrasyona bağlı olarak ürünlerdeki yağ ve şeker içeriğinin azaltılmasında önemli bir avantaj sunmaktadırlar (Rezende vd., 2015).

Çikolata sakkarozun bileşimi çeşide bağlı olarak %40-50 civarındadır ve ürünün tatlılık, partikül büyüklüğü dağılımı, ağızda dağılımı, reolojik parametreleri üzerinde çeşitli işlevsel özellikler sağlamaktadır (Aidoo vd., 2015). Bu bakımdan, multi-fonksiyonel özellikler gösteren prebiyotiklerin çikolata sakkarozun ikamesi amacıyla yapılan çalışmalarda, üretilen ürünlerin kalite parametrelerinin belirlenmesi ve bunların konvansiyonel olanlarla karşılaştırılması oldukça önemlidir. Nitekim, prebiyotik çikolata üretimi ile ilgili yapılan araştırmalarda göz önüne alınan temel kalite parametreleri arasında özellikle tekstür, reoloji, erime profili, renk ve duyuşal

özelliklerin yer aldığı söylenebilir (Konar vd., 2016a). Konuyla alakalı örnek bir çalışmada, Azevedo vd. (2017), prebiyotik olarak inülin (%15-20) ve tatlandırıcı olarak farklı konsantrasyonlarda (%60-80-97) steviol glikoziti (rebaudioside A.) içeren stevia (*Stevia rebaudiana*) ekstraktı kullanımının (%0.16), şeker ve %50 daha az yağlı bitter (bitter sweet, acı tatlı) çikolataların duyuşal ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yapılan araştırmada, inülin içeriği %20 olan yağ azaltılmış (%50) şeker çikolatalardaki sertlik değeri, erime hızı ve hissedilir bitter tadın diğer örneklerden önemli ölçüde farklılık gösterdiği bulunmuştur. İnülin ve stevia ekstraktının ideal bir sakkaroz ikamesi olduğu ve özellikle %60 rebaudioside A içeren doğal stevia ekstraktı ile tatlandırılan ve fonksiyonel özelliklere sahip prebiyotik (inülin, %15-20) içeren şeker örneklerin, diğer muadillerine göre daha sağlıklı ve az kalorili alternatif bir ürün olduğu vurgulanmıştır. Literatürde, formülasyondaki prebiyotik konsantrasyonunun ürünün plastik viskozite, akma gerilmesi, nem içeriği ve renk gibi değerlerini de etkilediği belirtilmektedir (Aidoo vd., 2013). Shourideh vd. (2012), D-tagatoz ve inülinin farklı oranlarda karışımını içeren bitter çikolata formülasyonlarında inülin konsantrasyonundaki artışın, ürünün nem içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Bu duruma, inülinde bulunan hidrofilik grupların neden olduğu belirtilmiştir. Çikolata duyuşal algıyı etkileyen en önemli parametrelerden biri olan renk faktörüne ait parlaklık (L*) değerinin ise formülasyonda kullanılan inülin ve polidekstroz konsantrasyonuna göre azaldığı tespit edilmiştir (Aidoo vd., 2017). Başka bir çalışmada, sütlü çikolata üretiminde sakkarozun tamamen inülin ile ikame edilmesi, ürünün Casson plastik viskozitesinde ve sertlik değerinde artışa neden olmuştur. Buna karşılık, yüksek seviyede polidekstroz içeren formülasyonlarda (%75 ve %100) plastik viskozite değerinin, referans örneklerden biraz daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, şeker ikameleri referans (sakkaroz) ile karşılaştırıldığında daha koyu renkte çikolatanın elde edilmesine neden olmuştur. Diğer yandan, prebiyotiklerin (inülin, polidekstroz) farklı oranda karışımıyla üretilen çikolataların nem

değerlerinin kabul edilebilir sınırlarda ($\%<1$) olduğu, ancak orta ($\%50$) ve yüksek ($\%100$) miktarlarda prebiyotik içeren grupların nem değerlerinin önemli ölçüde artış gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, $\%25$ inülin ve $\%75$ polidekstrozdan oluşan formülasyonların en yüksek ürün kalitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Aidoo vd., 2014).

Alternatif tatlandırıcıların (Stevia (St) ve sukraloz (Su)) beyaz çikolatada kaliteye etkisinin incelendiği bir çalışmada, ürün mikro yapısı ile çikolatada istenmeyen bir durum olan şeker ve yağ çiçeklenmesi arasında güçlü bir ilişki gözlenmiştir. Sakkaroz (S) yerine $\%100$ Su ve $\%50$ S + $\%50$ Su içeren örneklerin mikro yapısında yağın yüzeye daha kolay yayılmasını sağlayan ve çiçeklenme oluşumunu arttıran kanalların (boşluk) olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, $\%50$ St + $\%50$ Su ve $\%75$ St + $\%25$ Su içeren örneklerde, yağın yüzeye difüzyonunu engelleyen mikro yapı sayesinde (boşluk içermeyen) minimum çiçeklenme oluşumu gözlenmiştir. Ayrıca $\%75$ St + $\%25$ Su ilaveli örneklerin farklı depolama sıcaklıklarında ($7-15-30^{\circ}\text{C}$) en yüksek stabiliteyi gösterdiği belirlenmiştir (Furlán vd., 2017). Belscak-Cvitanovic vd. (2015b) ise, şekeri azaltılmış çikolata üretiminde sakkaroz alternatifi olarak çeşitli şeker alkollerini (ksilitol, izomalt, laktitol, maltitol), diyet liflerini (inülin, oligofruktoz), pirinç ve agave şurupları ile kurutulmuş havuç, akasya çiçekleri, meyan kökü tozu ve stevia gibi doğal tatlandırıcıları kullanmışlardır. Araştırmada genel olarak, doğal tatlandırıcılar ve şeker alkollerini ile üretilen çikolataların, kontrol grubuna göre daha sert ve daha büyük partikül boyutuna sahip olduğu bildirilmiştir. Stevia ve nane içeren çikolatalar duyuşal değerlendirmede en yüksek beğeniyi almış olup, araştırma sonucunda tekstür ve aroma profili açısından daha fazla optimizasyon çalışmalarının gerekli olduğu vurgulanmıştır. Farklı bir çalışmada ise, standart ürünlere kıyasla mineraller, vitaminler, antioksidatif ve anti-kanserojen bileşikler açısından zengin ve şeker hastalarının da tüketebileceği alternatif bitter çikolata üretiminde sakkaroz yerine palmiye ve Hindistan cevizi şekerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, palmiye ve Hindistan cevizi şekeri

ile formüle edilmiş çikolataların referans gruba göre daha düşük partikül boyutunda, daha açık renkte ve daha sert bir yapıda, nem değerlerinin ise daha yüksek ancak kabul edilebilir değerler arasında ($\%0.8-1.5$) olduğunu göstermiştir. Sakkaroz yerine kullanılan tatlandırıcıların farklı fiziko-kimyasal özelliklerine bağlı olarak, en yüksek Casson viskozite değeri Hindistan cevizi şekeri ile formüle edilmiş çikolatalarda tespit edilmiştir. Alternatif olarak üretilen çikolatalar, referans gruba benzer bir erime sıcaklık aralığı sergilemiştir. Araştırma sonunda palmiye ve Hindistan cevizi şekeri ile formüle edilmiş çikolataların yüksek kaliteli, düşük şeker içeriği ve farklı aroma profili ile sağlıklı alternatif bir ürün olduğu vurgulanmıştır (Saputro vd., 2017)

Fermente süt ürünleri, probiyotiklerin temel taşıyıcısı olmasına karşın, dünya nüfusunun belirli bir kısmı laktoz intoleransı, süt alerjisi ve hatta hayvan proteini kullanımını kısıtlayan diyetlere bağlı olarak bu ürünleri tüketememektedir (Silva vd., 2017). Bu bakımdan, yakın zamanda probiyotiklerin çikolataya dâhil edilmesiyle süt ürünlerine yönelik iyi bir alternatif yaratılabileceği aynı zamanda bu durumun çikolata esaslı gıda ürünlerindeki sağlık iddialarını olumlu yönde destekleyeceği belirtilmektedir (Gadhiya vd., 2015; Zarić vd., 2016). Diğer fonksiyonel gıda gruplarında olduğu gibi fonksiyonel çikolata üretiminde de, kompleks yapıdaki çeşitli hidrokolloid matrislere probiyotik hücrelerin birtakım mekanik veya fiziko-kimyasal işlemlerle (dondurarak kurutma, sprey kurutma, emülsifikasyon, ekstrüzyon, jel oluşturma ve koaservasyon gibi) enkapsüle edilmesi; ürün işleme, depolama ve gastrointestinal geçiş esnasında meydana gelen canlılık kaybının azaltılmasında ve hücrelerin kontrollü salınımında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Kharat ve Deshpande, 2017; Lalicic-Petronijevic vd., 2017). Tüm bunlara ilaveten, farklı bir gıda matrisinin probiyotik bakterilerin işlevselliğini nasıl etkilediğinin tespit edilmesi de oldukça önemlidir. Bu anlamda özellikle çikolatada doğal olarak bulunan fenolik bileşiklerin, gıda matrisinde probiyotik kaybının başlıca nedenlerinden biri olan oksidatif stresi geciktirmede önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir (Konar vd., 2016a; Silva vd.,

2017). Ayrıca, çikolata matrisinde bulunan kakao yağının da probiyotikler için avantaj sağladığı ve hücreleri nem ve H⁺ iyonlarından koruduğu vurgulanmıştır (Pedroso vd., 2013).

Diğer yandan probiyotik ilaveli yeni ürün geliştirme çalışmalarında, probiyotiklerin ürüne katıldığı proses aşamasının, farklı depolama koşullarındaki stabiliteilerinin ve ürünün duyu ve tekstürel özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi de oldukça önemlidir. Buna yönelik olarak yapılan stabilite çalışmalarında Kemsawasd vd. (2016), bitter, sütlü ve beyaz çikolataya ilave ettikleri immobilize *Lactobacillus casei* 01 ve *Lactobacillus acidophilus* LA5 hücrelerinin farklı sıcaklıklarda (4 ve 25°C) 60 günlük depolama süresi boyunca canlılıklarını izlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, depolama boyunca *L. casei* 01 hücrelerinin *L. acidophilus* LA5 hücrelerine göre daha stabil olduğu ve 25°C'deki depolama işleminin probiyotik hücrelerin canlılığını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Araştırmada, her iki probiyotik türünün 4°C'de 60 güne kadar depolanabileceği ve bu süre boyunca canlı hücre sayısının hedeflenen sağlık yararını oluşturabilecek seviyede kaldığı (>6 log kob/g) tespit edilmiştir. Çikolata türü göz önüne alındığında ise, probiyotiklerin en fazla bitter çikolatada stabil kaldığı, bunu sütlü ve beyaz çikolatanın takip ettiği belirlenmiştir. Duyusal testlerde probiyotik çikolataların, kontrol gruplarına göre farklılık göstermediği tespit edilmiş olup, araştırma sonunda çikolatanın probiyotiklerin ideal bir taşıyıcısı olduğu belirtilmiştir. Farklı bir çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* LH5, *Streptococcus thermophilus* ST3, *Bifidobacterium breve* BR2 suşlarının karışımından oluşan enkapsülant, farklı çikolata çeşitlerine ilave edilmiş ve üretilen çikolatalar 4 ve 20°C'de 360 gün boyunca depolanmıştır. Çikolatalarda, *L. acidophilus* suşunun en yüksek canlılığı sergilediği, bunu *S. thermophilus*'un takip ettiği ve *B. breve* suşuna ait hücrelerdeki canlılık kaybının ise depolama boyunca devam ederek test edilen tüm örneklerde sağlık yararını oluşturabilecek seviyenin (6-7 log kob/g) çok altındaki bir değere (3 log kob/g) düştüğü belirlenmiştir. Probiyotik çikolatalarda depolama süresince yapılan duyu testlerinde hoş olmayan yabancı tat veya kokuların

oluşmadığı tespit edilmiştir (Lalicic-Petronijevic vd., 2017).

Çikolata üretim prosesi düşünüldüğünde ise, probiyotiklerin ürüne temperleme işleminden önce veya konçlamadan sonra dâhil edilmesinin iyi bir seçim olabileceği belirtilmektedir. Böylece, probiyotiklerin mekanik kuvvetlerden ve konçlama işleminde uygulanan ısıdan zarar görmesi önlenmektedir. Zarić vd. (2016) yaptıkları çalışmada, 3 farklı probiyotik suşun liyofilize kültürlerini sütlü çikolata üretiminde formülasyona temperleme işleminden önce 2 farklı sıcaklıkta (35 ve 40°C) inoküle etmişlerdir. Araştırma sonunda probiyotiklerin çikolata kütlelerine 40°C'de inokülasyonunun, örneklerin reolojik ve duyu özelliklerini ve ayrıca depolama sırasında probiyotiklerin stabiliteilerini önemli ölçüde geliştirdiği gözlenmiştir. Ayrıca, verimliliği arttırmak için, probiyotik türü, mikroenkapsülasyonda kullanılan kaplama (duvar) materyali ve enkapsüle edilmiş probiyotiklerin partikül büyüklüğü gibi diğer faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Konar vd., 2016a). Prosesten bağımsız olarak, 100 µm'den büyük enkapsülantların ürünün reolojik, tekstürel ve duyu profilini etkilediği bilinmektedir (Lalicic-Petronijevic vd., 2017). Tüm bunlara ilaveten seçilen ambalaj materyalinin, raf ömrü boyunca probiyotik ürünün potansiyel terapötik etkisinin korunmasında belirleyici olabileceği unutulmamalıdır (Tripathi ve Giri, 2014).

Son yıllarda farklı olarak, çikolatanın kakao orijinli olmayan fenolik maddeler ve insan beslenmesi açısından önemi olan çeşitli omega-3 yağ asitlerinin alımında kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda Belscak-Cvitanovic vd. (2015a) yaptıkları çalışmada, ısırgan otundan (*Urtica dioica* L.) farklı ekstraksiyon yöntemlerine (infüzyon, maserasyon, kaynatma) göre elde ettikleri polifenolik özütleri, dondurarak kurutma ve klasik evaporasyon ile konsantre etmek suretiyle iki farklı şekilde çikolata formülasyonuna (%2 oranında) dâhil etmişlerdir. Böylece, fonksiyonel özelliği zenginleştirilmiş çikolatalarda, toplam polifenolik madde, klorojenik asit ve flavonoid türevlerinde ısırgan

otu özünden kaynaklı bir artış sağlanmıştır. Yapılan duyuşsal analizlerde, ısırgan otu özü ile zenginleştirilmiş dark (bitter) çikolatalar, sütlü ve yarı tatlı (semi-sweet) çikolatalara göre tercih edilmiştir. Toker vd. (2018a) ise yaptıkları araştırmada, farklı form (mikroenkapsüle, serbest akışlı toz) ve orijinli (alg, balık) EPA/DHA ile zenginleştirilmiş dark (bitter) çikolata üretimi üzerine çalışmışlardır. Yapılan kalite analizlerinde, trigliserit formundaki EPA/DHA kullanımı, örneklerin erime özellikleri ve reolojik parametrelerini önemli ölçüde etkilemezken, numunelerin sertlik değerini azaltmıştır. Duyusal analizlerde mikroenkapsüle EPA/DHA ilave edilmiş dark çikolatalar en çok tercih edilmiş olup, araştırma sonuçlarına göre, omega-3 yağ asitlerinin kaynağı ve fiziki formu dikkate alınarak çikolata üretiminde kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Fonksiyonel sakız çalışmaları

Sakız, tipik olarak, suda çözünen ve çözünmeyen 2 temel kısımdan oluşmaktadır. Sakıza çiğneme özelliği kazandıran en önemli kısım doğal veya sentetik materyallerden elde edilebilen suda çözünmeyen, inert olan kısımdır ve sakız mayası (gum base) olarak adlandırılır. Sakız yapımında geçmişte, cis- ve trans-poliizopren'den oluşan ve bitkisel kaynaklardan elde edilen doğal elastomerler ağırlıklı olarak kullanılsa da, günümüzde sentetik elastomerler (izobütlen ve izopren kopolimerleri, stiren ve bütadien kopolimerleri gibi) daha çok kullanılmaktadır (Farber vd., 2010; Bhatt vd., 2015). Sakız mayası, tek bir bileşenden veya elastomerler, reçineler, emülsiyon yapıcılar, mumlar ve dolgu maddeleri gibi çeşitli bileşenlerin karışımından oluşabilir (Farber vd., 2010). Sakızın suda çözünebilir ve yenilebilir olan kısmı ise dekstroz, sakkaroz, fruktoz, maltoz, dekstrin, galaktoz veya kurutulmuş invert şeker ile mısır şurubu, şeker alkolleri, gliserin, renklendiriciler, koruyucular ve aroma vericilerden oluşmaktadır (Yang vd., 2011).

Sakız, ağızda hem lokal etki hem de etken maddeler yutulduktan veya oral mukoza tarafından absorbe edildikten sonra sistemik etki sağlayabilir. Tüketimi esnasında su gerekmez, kullanımı kolay olup, istenilen yer ve zamanda alınabilir, klasik ilaç tabletlerini yutma güçlüğü

çeken hastalar için oldukça avantajlıdır (Shah ve Mehta, 2014). Çiğnendikten sonra yutulmayan ve diğer gıdalara kıyasla düşük kalorili ürün grubuna giren sakız, obezitenin dünya çapında büyük bir sorun olduğu günümüzde, sadece salınımı istenen bileşenin vücuda alınmasını sağlayabilir (Konar vd., 2016b). Diğer yandan, sakız üretim süreci ve diğer tüm bileşenlerin çözünürlük ve kimyasal özellikleri göz önüne alındığında, sakız mayası ve suda çözünür kısmın, biyoaktif bileşenlerin uygun bir taşıyıcısı olabileceğini göstermektedir. Üretim sürecinde uygulanan ısı işlemlerin şiddet ve süresi ile prosesin toplam süresi, biyoaktif bileşimlerin termal ve oksidatif stabilitesi açısından da avantaj yaratmaktadır. Ayrıca sakızın klasik bir ürün olmaktan çıkıp, çeşitli aktif maddelerin tıbbi amaçlara yönelik (medicated chewing gum) sakız geliştirme çalışmalarında kullanımı ve bu çalışmalardan olumlu sonuçların alınması, sakız üretim prosesinin biyoaktif maddelerin taşınmasına ve sakızın fonksiyonel bir gıda maddesi olarak kullanımına uygunluğunun bir göstergesidir (Chandran vd., 2014; Konar vd., 2016b). Aynı zamanda, mikroorganizmaların sakızda üreme potansiyeli de son derece düşüktür (Shete vd., 2015) ve uygun maddelerle kaplanarak istenen stabilite artırılabilir. Sakızın sahip olduğu tüm bu avantajlar, fonksiyonel amaçlı kullanımına yönelik çeşitli çalışmaların zeminini oluşturmuştur.

Sakız ticari olarak üretilmeye başlandığında sadece şekerli çeşitleri piyasada bulunurken, fonksiyonel amaçlı kullanımına yönelik ilk örnekler, özellikle diş ile ilgili problemleri önlemek amacıyla şeker alkolleri (ksilitol, mannitol, sorbitol ve maltitol gibi) ve diğer yüksek yoğunluklu tatlandırıcıları (aspartam, asesülfam potasyum, sakkarin, sukraloz ve neotam gibi) içeren şekerli çeşitlerin (Keukenmeester vd., 2013) ve aynı zamanda asetil salisilik asit (Biswal ve Kumar, 2013), nikotin (Aslani ve Rafiei, 2012), kafein (Mehta vd., 2017), sodyum florür (Bijella vd., 2015), dimenhidrinat (Jadhav ve Mohite, 2014), ve klorheksidin (Imfeld, 2006) gibi ilaç etken maddelerinin formülasyona ilave edilerek tıbbi amaçlı sakızların üretilmesiyle başlamıştır. İlk tıbbi sakız olarak nitelendirilen Aspergum, 1920'li yıllarda ABD'de pazarlanmış olup aspirinin etken maddesi olan

asetil salisilik asit içermektedir (Kumar vd., 2014). Bu bakımdan, antik çağlardan beri yaygın bir şekilde tüketilen sakızın bir ilaç dağıtım sistemi olarak kullanım konsepti çok uzun olmamakla beraber, doğal biyoaktif bileşenleri veya çeşitli bitki ekstraktlarını içeren sakızların geliştirilmesi çok daha yakın bir süreci kapsamaktadır.

Fonksiyonel özellikte sakız üretiminde, kullanılan biyoaktif bileşiğin üründe homojen dağılımının sağlanması ve üretim esnasında stabil kalması oldukça önemlidir. Bu nedenle, bu durum dikkate alınarak öncelikle en uygun üretim yönteminin belirlenmesi gerekmektedir. Sakız üretiminde genel itibarıyla; (i) geleneksel (füzyon), (ii) dondurma, öğütme ve tabletleme ve (iii) doğrudan kompresyon olmak üzere 3 yöntem mevcuttur. Geleneksel yöntemde, sakız mayasının erimesi için gerekli sıcaklık profili 90°C'ye kadar ulaşabilmekte olup, bu durum termal stabilitesi düşük biyoaktif bileşikler açısından dezavantaj yaratmaktadır. Diğer yandan biyoaktif bileşiklerin düşük sıcaklıklarda eklenmesi durumunda, sakız mayasının yüksek viskozitesinden dolayı arzu edilen homojenliğin sağlanması da oldukça zordur. Dondurma, öğütme ve tabletleme yöntemi, geleneksel tekniğin bu sınırlamalarına çözüm getirirse de, geleneksel işleme karşılaştırıldığında daha pahalı bir proses olup, işlem sırasında nemin dikkatli bir şekilde izlenmesini gerektirmektedir. Bahsedilen yöntemlerden doğrudan kompresyon yöntemi ise, biyoaktif bileşenlerin dağıtımı için sakız üretiminde kullanılabilir en uygun yöntem olarak belirtilebilir. Ancak bu yöntemde de formülasyonun ana bileşeni olan sakız mayasının baskı ekipmanlarına yapışması söz konusudur. Bu durumda üretim zorlaşmakta ve oluşabilecek hasarı önlemek amacıyla daha yavaş üretim hızına ve soğutma işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Pagare vd., 2012; Vasudha vd., 2014). Üretim tekniklerine ilaveten sakızın terapötik etkisinin çiğnemeye bağlı olduğu unutulmamalıdır. Çiğneme kuvveti, sıklığı ve süresi kişiye özgü olduğundan, başarılı bir şekilde üretimi gerçekleştirilen fonksiyonel sakızlardan etken maddenin salınımı değişkenlik gösterebilir. Ayrıca stabilite testlerinde etken maddeler ile sakızda

kullanılan diğer içerikler arasındaki etkileşim de göz ardı edilmemelidir (Shah ve Mehta, 2014).

Formülasyonda yapılan çalışmalara bakıldığında; Aslani vd. (2013), diş çürümesini önlemek ve ağız sağlığını iyileştirmek için doğal sakız üretiminde sakız mayası olarak yüksek oranda florür içeren *Salvadora persica* L. (misvak) ekstraktını kullanmışlardır. Optimizasyon çalışmalarında çeşitli aroma vericiler (nane, muz, tarçın, kiraz ve karışık meyve aroması) ile tatlandırıcılar (ksilitol, maltitol, mannitol, gliserin ve aspartam) kullanılarak en uygun sakız formülasyonu araştırılmıştır. Üretilen sakızlarda duyuşsal, tekstürel, florür salınımı gibi analizler yapılmıştır. Farklı formülasyonlara göre oluşturulan sakızlarda florürün %62-80'i 15 dakikada salınım gösterirken, çiğneme süresi sonunda (45 dakika) florürün neredeyse tamamının (%94-95) salındığı tespit edilmiştir. Nane ve vişne aromalarının *Salvadora persica* L. ekstraktı ile uyum gösterdiği ve nane-ksilitol içeren doğal sakızların duyuşsal analiz testlerinde öne çıkan grup olduğu belirlenmiştir. Doğal sakız mayası üretimine yönelik başka bir çalışmada Shete vd. (2015), biyo-bozunur yapısı ve kolay bulunabilirliği nedeniyle buğdaydan (*Triticum aestivum*) ekstrakte ettikleri prolaminleri kullanmışlardır. Üretimde yapının iyileştirilmesi için, kalsiyum karbonat, gliserin (plastikleştirici), sodyum sakkarin (tatlandırıcı), polivinil asetat (esnekliği arttırıcı) ve nane yağı (aroma verici) kullanılmıştır. Geliştirilen doğal sakız formülasyonuna, hareket hastalığını (taşı tutması) önlemek amacıyla difenhidramin hidroklorür ilave edilmiş ve çevre dostu biyo-bozunur sakızlarda esneklik, çiğnenebilirlik, tekstür ve salınım analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, 80 mg kalsiyum karbonat ve 500 mg doğal sakız mayası içeren sakızların iyi bir esneklik gösterdiği ve 16 dakikalık bir sürede etken maddenin %90'dan fazlasının salındığı tespit edilmiştir. Araştırmada, buğdaydan elde edilen prolamin ekstraktının doğal sakız mayası üretiminde potansiyel bir kaynak olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Aslani vd. (2015), yaptıkları diğer bir çalışmada *Aloe vera* bitkisinden elde edilen toz halindeki ticari ekstraktı sakız formülasyonuna katarak uygun tat ve kalitede sakız üretmeye çalışmışlardır. Değişik

sertlikteki dört farklı sakız mayası ile hazırlanan sakızlara *Aloe vera* ekstraktı %10 oranında katılıp, tatlandırıcı ve aroma verici olarak farklı materyaller kullanılmıştır. Yapılan analizlere göre tatlandırıcı olarak maltitolün kullanıldığı grup en iyi sakız formülasyonu olarak belirlenmiş ve bu grupta yapılan aroma testlerinde *Aloe vera* ekstraktına uyumlu aroma maddelerinin nane ve tarçın olduğu tespit edilmiştir. Salınım analizinde ise sakızlar çığneme prosesini simule eden cihazda 37°C'de fosfat tamponu (pH, 6.8) ile 5, 10, 15, 30, 40 dakika süreyle muamele edilmiş ve her bir süre sonunda cihazdan 1 mL sıvı alınarak spektrofotometrik metotla sakızlardan sıvıya geçen karbonhidrat miktarı tayin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, farklı sakız mayaları ile hazırlanan sakızlarda 30 dakikalık bir sürede karbonhidratların %85-96'sının salınım gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma neticesinde, antioksidan, antiinflamatuvar, antiseptik, antikanser ve antidiyabetik etki gösterdiği bilinen *Aloe vera*'nın sakız üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Farklı bir çalışmada safran ve pancar ekstraktları; maltodekstrin, arap zımkı, modifiye nişasta-arap zımkı, modifiye nişasta-kitosan ve modifiye nişasta-maltodekstrin-kitosandan oluşan farklı kaplama materyalleri kullanılarak dondurarak kurutma yöntemiyle mikroenkapsüle edilmiş ve elde edilen tozlar doğal renklendirici olarak sakız matrisine dâhil edilmiştir. Yapılan çalışmada, hazırlanan sakızların renk parametrelerinin ve bunların depolama sırasındaki değişiminin, depolama koşullarına (sıcaklık ve zaman) ve kullanılan kaplama materyaline bağlı olduğu tespit edilmiştir. Kaplama materyalleri arasında, modifiye nişasta-arap zımkı ile kapsüllenmiş ekstraktların kullanıldığı sakız örneklerinde; pancar ekstresi için en iyi a* değeri, safran ekstresi içinse en iyi b* değeri tespit edilerek bu sakızlarda rengin daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Chranioti vd., 2015).

Bobillo vd. (2018) yaptıkları çalışmada, *Garcinia cambogia*, yeşil kahve özütü ve L-karnitin kombinasyonunu içeren sakızların aperatif tüketiminin azaltılması ve iştahın düzenlenmesine yönelik potansiyel etkilerini araştırmışlardır. Laboratuvar koşullarında üretilen sakızlar; 200 mg

G. cambogia (ortalama olarak %60 hidroksisitrik asit ve <2 mg kafein içeren), 100 mg yeşil kahve ekstresi (45 mg klorojenik asit içeriği), 20 mg L-karnitin, 0.26 mg B6 vitamini ve nane aroması içermekte olup, bu sakızların vücut kitle indeksi 18.5-29.9 kg/m² arasında değişen 18-50 yaş arasındaki katılımcıların açlık hissi üzerine etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda geliştirilen sakızların periyodik kullanımının düşük ve yüksek oranda yağ içeren tatlı atıştırmalıkların tüketiminde ve toplam kalori alımında azalma sağladığı belirlenmiştir.

Yapılan tüm bu çalışmalar göz önüne alındığında, sakızın klasik tüketiminin dışında potansiyel bir fonksiyonel madde dağıtım sistemi olarak kullanıldığı da görülmektedir. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda sakızın, tablet veya sıvı formdaki diğer ilaç dağıtım sistemlerine kıyasla tercih edilip, uzun süreli salınımın ve lokal/sistemik etkinin arzu edildiği geniş bir ilaç kategorisinin, doğal biyoaktif bileşenlerin veya çeşitli bitki ekstraktlarının uygun bir taşıyıcısı olarak kullanılabileceği ve böylece kullanım alanının daha da genişleyeceği söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şekerleme ürünleri, önemli miktarda karbonhidrat içeren yüksek kalorili gıdalardır. Söz konusu gıdaların diğer gıda gruplarına göre daha ucuz olmaları, kolay temin edilmeleri ve özellikle çocuklarda aşırı tüketimlerinin yüksek kalori alımına bağlı olarak sağlığı olumsuz etkilemesi gibi nedenler, tüketicilerin bu gıdaları satın alma davranışlarını ve tutumlarını değiştirmiştir. Bu bakımdan günümüzde şekerleme ürünlerine yönelik hem bu algının değiştirilmesi hem de geniş kitlelere hitap eden bu ürünlere fonksiyonellik kazandırılması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, literatürde şekerleme ürünlerine fonksiyonellik kazandırılması ile ilgili sınırlı sayıda bilimsel veri ve araştırma mevcuttur. Bu nedenle, topluma fayda sağlayabilmek amacıyla şekerleme alanında kullanılabilecek doğal biyoaktif maddelerin veya bu maddelerce zengin olan materyallerin bulunması, farklı şekerleme grubunda yer alan ürünlere bu maddelerin ilavesi ile optimizasyon çalışmalarının yürütülmesi, üretilen ürünlerin potansiyel sağlık etkilerinin ve

depolama boyunca uğrayacağı değişikliklerin belirlenmesi önemli bir bilimsel gerekliliktir. Ayrıca, sektörde uluslararası alanda söz sahibi olabilmek adına, ülkemizde de fonksiyonel şekerleme üretimi üzerine çalışmalar yapılması, yeni formülasyonların ve üretim tekniklerinin denenmesi, bu sayede üretilecek şekerleme ürünleri ile sağlıklı bir diyetin oluşturulması, bazı hastalıkların önlenmesi veya tedavi edilmesi oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Ackar, D., Lendic, K.V., Valek, M., Šubarić, D., Miličević, B., Babić, J., Nedić, I. (2013). Cocoa polyphenols: Can we consider cocoa and chocolate as potential functional food? *J Chem*, 2013: 1-7.
- Aidoo, R.P., Depypere, F., Afoakwa, E.O., Dewettinck, K. (2013). Industrial manufacture of sugarfree chocolates-applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends Food Sci Technol*, 32: 84-96.
- Aidoo, R.P., Afoakwa, E.O., Dewettinck, K. (2014). Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture-rheological, microstructure and physical quality characteristics. *J Food Eng*, 126(1): 35-42.
- Aidoo, R.P., Afoakwa, E.O., Dewettinck, K. (2015). Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 592-597.
- Aidoo, R.P., Appah, E., Van Dewalle, D., Afoakwa, E.O., Dewettinck, K. (2017). Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture-effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological, mechanical and melting properties. *Int J Food Sci Technol*, 52: 282-290.
- Alañón, M.E., Castle, S.M., Siswanto, P.J., Cifuentes-Gómez, T., Spencer, J.P.E. (2016). Assessment of flavanol stereoisomers and caffeine and theobromine content in commercial chocolates. *Food Chem*, 208: 177-184.
- Anisa, A.M., Anju, B., Vikas, A., Raj, K.K. (2016). Preparation and evaluation of peach-soy fruit toffees. *J Food Ind Microbiol*, 2(2): 1-5.
- Aprotosoia, A.C., Miron, A., Trifan, A., Luca, V.S., Costache, I.I. (2016). The cardiovascular effects of cocoa polyphenols-an overview. *Diseases*, 4(39): 1-25.
- Ares, G., Besio, M., Gimenez, A., Deliza, R. (2010). Relationship between involvement and functional milk desserts intention to purchase. Influence on attitude towards packaging characteristics. *Appetite*, 55: 298-304.
- Aslani, A., Rafiei, S. (2012). Design, formulation and evaluation of nicotine chewing gum. *Adv Biomed Res*, 1(4): 1-6.
- Aslani, A., Ghannadi, A., Mortazavi, S., Torabi, M. (2013). Design, formulation and evaluation of medicinal chewing gum by the extract of *Salvadora persica* L. *Life Sci J*, 10: 47-55.
- Aslani, A., Ghannadi, A., Raddanipour, R. (2015). Design, formulation and evaluation of *Aloe Vera* chewing gum. *Adv Biomed Res*, 4: 175-182.
- Assous, M.T.M., Abdel-Hady, M.M., Medany, G.M. (2014). Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and its utilization as antioxidant and natural food colorants. *Ann Agric Sci*, 59(1): 1-7.
- Azevedo, B.M., Morais-Ferreira, J.M., Luccas, V., Bolini, H.M.A. (2017). Bittersweet chocolates containing prebiotic and sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) with different Rebaudioside A contents: multiple time-intensity analysis and physicochemical characteristics. *Int J Food Sci Technol*, 52: 1731-1738.
- Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Benkovic, M., Karlovic, S., Hecimovic, I., Jezek, D., Bauman, I. (2012). Innovative formulations of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus* L. leaves and characterisation of their physical, bioactive and sensory properties. *Food Res Int*, 48: 820-830.

- Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Durgo, K., Vojvodić, A., Bušić, A. (2015a). Nettle (*Urtica dioica* L.) extracts as functional ingredients for production of chocolates with improved bioactive composition and sensory properties. *J Food Sci Technol*, 52(2): 7723-7734.
- Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Dujmovic, M., Karlovic, S., Biskic, M., Brncic, M., Ježek, D. (2015b). Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. *Food Chem*, 167: 61-70.
- Bhatt NA, Mehta HS, Sen DJ (2015). Chewing gum and bubble gum: The wonders of gum base. *World J Pharm Pharm Sci*, 4(6): 405-429.
- Bijella MFTB, Brighenti FL, Bijella MFB, Buzalaf MAR (2005). Fluoride kinetics in saliva after the use of a fluoride-containing chewing gum. *Braz Oral Res*, 19(4): 256-260.
- Biswal PK, Kumar A (2013). An updated review on medicated chewing gum. *Int J Adv Pharm Biol Chem*, 2(2): 351-359.
- Bobillo, C., Finlayson, G., Martínez, A., Fischman, D., Beneitez, A., Ferrero, A.J., Fernández, B.E., Mayer, M.A. (2018). Short-term effects of a green coffee extract-, *Garcinia cambogia*- and L-carnitine-containing chewing gum on snack intake and appetite regulation. *Eur J Nutr*, 57(2): 607-615.
- Botelho, P., Galasso, M., Dias, V., Mandrioli, M., Lobato L.P., Rodriguez-Estrada, M.T., Castro, I.A. (2014). Oxidative stability of functional phytosterol-enriched dark chocolate. *LWT-Food Sci Technol*, 55: 444-451.
- Cappa, C., Lavelli, V., Mariotti, M. (2015). Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 569-575.
- Chandran, S., Ravi, S., Vipin, K.V., Augusthy, A.R. (2014). Formulation and evaluation of medicated chewing gums containing methyl prednisolone IP. *Int J Chemtech Res*, 6(11): 4810-4816.
- Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners—a review. *J Food Sci Technol*, 51(4): 611-621.
- Chranioti, C., Nikoloudaki, A., Tzia, C. (2015). Saffron and beetroot extracts encapsulated in maltodextrin, gum Arabic, modified starch and chitosan: Incorporation in a chewing gum system. *Carbohydr Polym*, 127: 252-263.
- Da Silva, L.B., Queiroz, M.B., Fadini, A.L., Da Fonseca, R.C., Germer, S.P., Efraim, P. (2016). Chewy candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açai) on texture and sensorial properties. *LWT-Food Sci Technol*, 65: 268-274.
- Da Silveria, E.O., Lopes Neto, J.H., Da Silva, L.A., Raposo, A.E.S., Magnani, M., Cardarelli, H.R. (2015). The effects of inulin combined with oligofructose and goat cheese whey on the physicochemical properties and sensory acceptance of a probiotic chocolate goat dairy beverage. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 445-451.
- Das, R., Biswas, S., Banerjee, E.R. (2016). Nutraceutical-prophylactic and therapeutic role of functional food in health. *J Nutr Food Sci*, 6(4): 1-17.
- De Morais, E.C., Lima, G.C., De Morais, A.R., Bolini, H.M.A. (2015). Prebiotic and diet/light chocolate dairy dessert: Chemical composition, sensory profiling and relationship with consumer expectation. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 424-430.
- Delgado, P., Bañón, S. (2018). Effects of replacing starch by inulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies. *CYTA-J FOOD*, 16(1): 1-10.
- Di Mattia, C.D., Sacchetti, G., Mastrocola, D., Serafini, M. (2017). From cocoa to chocolate: the impact of processing on *in vitro* antioxidant activity and the effects of chocolate on antioxidant markers *in vivo*. *Front Immunol*, 8: 1-7.
- Dorn, G.A., Savenkova, T.V., Sidorova, O.S., Golub, O.V. (2015). Confectionery goods for healthy diet. *Foods Raw Mater*, 3(1): 70-76.
- El-Kalyoubi, M., Khallaf, M.F., Abdelrashid, A., Mostafa, E.M. (2011). Quality characteristics of

- chocolate e containing some fat replacers. *Ann Agric Sci*, 56(2): 89-96.
- Farber, T.M., Clewell, A.E., Endres, J.R., Hauswirth, J., Van Gemert, M., Schauss, A.G., Sheane, C.A. (2010). Safety assesment of a novel ingredient for removable chewing gum. *Food Chem Toxicol*, 148: 831-838.
- Furlán, L.T.R., Baracco, Y., Lecot, J., Zaritzky, N., Campderrós, M.E. (2017). Effect of sweetener combination and storage temperature on physicochemical properties of sucrose free white chocolate. *Food Chem*, 229: 610-620.
- Gadhiya, D., Patel, A., Prajapati, J.B. (2015). Current trend and future prospective of functional probiotic milk chocolates and related product-a Review. *Czech J Food Sci*, 33(4): 295-301.
- Giacometti, J., Muhvić, D., Pavletić, A., Đudarić, L. (2016). Cocoa polyphenols exhibit antioxidant, antiinflammatory, anticancerogenic, and antinecrotic activity in carbon tetrachlorideintoxicated mice. *J Funct Foods*, 23: 177-187.
- Goran, M.I., Ulijaszek, S.J., Ventura, E.E. (2013). High fructose corn syrup and diabetes prevalence: a global perspective. *Glob Public Health*, 8(1): 55-64.
- Grembecka, M. (2015). Sugar alcohols-their role in the modern world of sweeteners: a review. *Eur Food Res Technol*, 241: 1-14.
- Hartel, R.W., Von Elbe, J.H., Hofberger, R. (2018). *Confectionery Science and Technology*. Springer International Publishing, Switzerland, 536p.
- Harwood, M.L. (2013). A novel method to assess consumer acceptance of bitterness in chocolate products. Master Degree Thesis, The Pennsylvania State University, USA, 114 p.
- Hii, C.L., Law, C.L., Suzannah, S., Misnawi, J., Cloke, M. (2009). Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *As J Food Ag-Ind*, 2: 702-722.
- Hinkova, A., Bubnik, Z., Kadlec, P. (2015). Chemical Composition of Sugar and Confectionery Products. In: *Handbook of Food Chemistry*, Peter, C.K.C. (chief ed.), Springer-Verlag, Berlin, pp. 585-626.
- Hooda, R. (2015). Formulation development of a Herbal Candy for Altitude Health Problems. *Res Rev J Pharmacogn Phytochem*, 3(4): 22-36.
- Hunter, P.M., Hegele, A.R. (2017). Functional foods and dietary supplements for the management of dyslipidaemia. *Nat Rev Endocrinol*, 13(5): 278-288.
- Imfeld, T. (2006). Chlorhexidine-containing chewing gum. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 116: 476-483.
- Jadhav, A.V., Mohite, S.K. (2014). Development and optimization of medicated chewing gum containing dimenhydrinate. *Int J Univers Pharm Bio Sci*, 3(6): 15-31.
- Kemsawasd, V., Chaikham, P., Rattanasena, P. (2016). Survival of immobilized probiotics in chocolate during storage and with an in vitro gastrointestinal model. *Food Biosci*, 16: 37-43.
- Keukenmeester, R.S., Slot, D.E., Putt, M.S., Van der Weijden, G.A. (2013). The effect of sugar-free chewing gum on plaque and clinical parameters of gingival inflammation: a systematic review. *Int J Dent Hyg*, 11: 2-14.
- Khalifa, F.K. (2017). Prebiotics as fat replacers. *Int J Adv Res*, 5(6): 1466-1473.
- Khapre, A.P. (2010). Standardization of technology for development of guava-soybean toffee as a protein enriched product. *Food Sci Res J*, 1(2): 154-156.
- Kharat, V.T., Deshpande, H.W. (2017). Studies on proximate analysis and microbial analysis of probiotic chocolate. *J Pharmacogn Phytochem*, 6(5): 407-411.
- Kohinkar, S.N., Chavan, U.D., Pawar, V.D., Amarowicz, R. (2014). Studies on preparation of mixed fruit toffee from fig and guava fruits. *J Food Sci Technol*, 51(9): 2204-2209.
- Komes, D., Horžić, D., Belščak-Cvitanović, A. (2011). Food polymers as gelatine replacers in confectionary industry. 11th International Congress on Engineering and Food, "Food Process Engineering in a Changing World", Atena, Grčka, 22-26.05.2011.

- Komes, D., Belščak-Cvitanović, A., Škrabal, S., Vojvodić, A., Bušić, A. (2013). The influence of dried fruits enrichment on sensory properties of bitter and milk chocolates and bioactive content of their extracts affected by different solvents. *LWT-Food Sci Technol*, 53: 360-369.
- Kumar, R., Solanki, P., Chandra, A. (2014). Medicated chewing gum-A novel drug delivery system: An updated review. *Am J Adv Drug Deliv*, 2: 434-450.
- Konar, N., Toker, O.S., Oba, S., Sagdic, O. (2016a). Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic and/or symbiotic characteristics. *Trends Food Sci Technol*, 49: 35-44.
- Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O.S., Sagdic, O. (2016b). Chewing gum: Production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. *Trends Food Sci Technol*, 55: 29-38.
- Lalicic-Petronijevic, J., Popov-Raljac, J., Lazic, V., Pezo, L., Nedovic, V. (2017). Synergistic effect of three encapsulated strains of probiotic bacteria on quality parameters of chocolates with different composition. *J Funct Foods*, 38: 329-337.
- Larsson, S.C., Bergkvist, L., Wolk, A. (2006). Consumption of sugar and sugar sweetened foods and the risk of pancreatic cancer in a prospective study. *Am J Clin Nutr*, 84: 1171-1176.
- Malik, V.S., Pan, A., Willett, W.C., Hu, F.B. (2013). Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: A systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 98(4): 1084-1102.
- Manjula, K., Suneetha, C. (2014). Formulation and development of functional confectionery by incorporating pumpkin juice. *Int J Food Agri Vet Sci*, 4(1): 47-52.
- Mehta, F.F., Rajagopalan, R., Trivedi, P. (2017). Formulation and characterization of caffeine biodegradable chewing gum delivery system for alertness using plasticized poly(D,L-lactic acid) as gum base. *Trop J Pharm Res*, 16(7): 1489-1496.
- Mutlu, C., Tontul, S.A., Erbaş, M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT-Food Sci Technol*, 93: 499-505.
- Noble, M.D. (2017). Chocolate and the consumption of forests: A cross-national examination of ecologically unequal exchange in cocoa exports. *J World-Syst Res*, 23(2): 236-268.
- Oracz, J., Nebesny, E. (2016). Antioxidant properties of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.): Influence of cultivar and roasting conditions. *Int J Food Prop*, 19: 1242-1258.
- Pagare, P.K., Satpute, C.S., Jadhav, V.M., Kadam, V. (2012). Medicated chewing gum: A novel drug delivery system. *J Appl Pharm Sci*, 2(7): 40-54.
- Pedroso, D.L., Dogenski, M., Thomazini, M., Heinemann, R.J.B., Favaro-Trindade, C.S. (2013). Microencapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* and *Lactobacillus acidophilus* in cocoa butter using spray chilling technology. *Braz J Microbiol*, 44: 777-783.
- Piccone, P., Rastelli, S.L., Pittia, P. (2011). Aroma release and sensory perception of fruit Candies model systems. *Procedia Food Sci*, 1: 1509-1515.
- Pickford, E.F., Jardine, N.J. (2000). Functional confectionery. In: *Functional Foods, Concept to Product*, Gibson, G.R., Williams, C.M. (eds), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, pp. 259-286.
- Pogorzelska-Nowicka, E., Atanasov, A.G., Horbanczuk, J., Wierzbicka, A. (2018). Bioactive compounds in functional meat products. *Molecules*, 23(2): 1-19.
- Rezende, N.V., Benassi, M.T., Vissotto, F.Z., Augusto, P.P.C., Grossman, M.V.E. (2015). Mixture design applied for the partial replacement of fat with fiber in sucrose-free chocolates. *LWT-Food Sci Technol*, 62: 598-604.
- Rumora, I., Kobrehel Pintarić, I., Gajdoš Kljusurić, J., Marić, O., Karlović, D. (2013). Efficient use of modelling in new food-product design and development. *Acta Aliment*, 42(4): 565-575.
- Saini, R.D. (2017). Chemistry of functional foods and their role in disease control. *Int J Biochem Biotechnol*, 13(2): 191-203.

- Sakhale, B.K., Chalwad, R.U., Pawar, V.D. (2012). Standardization of process for preparation of fig-mango mixed toffee. *Int Food Res J*, 19(3): 889-891.
- Saputro, A.D., Van de Walle, D., Aidoo, R.P., Mensah, M.A., Delbaere, C., De Clercq, N., Van Durme, J., Dewettinck, K. (2017). Quality attributes of dark chocolates formulated with palm sap-based sugar as nutritious and natural alternative sweetener. *Eur Food Res Technol*, 243: 177-191.
- Scheid, M.M.A., Moreno, Y.M.F., Marostica-Júnior, M.R., Pastore, G.M. (2013). Effect of prebiotics on the health of the elderly. *Food Res Int*, 53: 426-432.
- Sentko, A., Willibald-Ettle, I. (2012). Isomalt. In: *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, O'Donnell, K., Kearsley, M.W. (eds.), Oxford, Wiley Blackwell, pp. 243-273.
- Shah, K.R., Mehta, T.A. (2014). Medicated chewing gum-A mobile oral drug delivery system. *Int J Pharmtech Res*, 6(1): 35-48.
- Shete, R.B., Muniswamy, V.J., Pandit, A.P., Khandelwal, K.R. (2015). Formulation of eco-friendly medicated chewing gum to prevent motion sickness. *AAPS PharmSciTech*, 16(5): 1041-1050.
- Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi M.H., Mohammadifar, M.A. (2012). Effects of D-Tagatose and inulin on some physicochemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. *Int J Biosci Biochem Bioinforma*, 2(5): 314-319.
- Silva, M.P., Tulini, F.L., Marinho, J.F.U., Mazzocato, M.C., De Martinis, E.C.P., Luccas, V., Favaro-Trindade, C.S. (2017). Semisweet chocolate as a vehicle for the probiotics *Lactobacillus acidophilus* LA3 and *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BLC1: Evaluation of chocolate stability and probiotic survival under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. *LWT-Food Sci Technol*, 75: 640-647.
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. (2008). Functional food product development marketing and consumer acceptance-A review. *Appetite*, 51: 456-467.
- Szakály, Z., Sente, V., Kövér, G., Polereczki, Z., Szigeti, O. (2012). The influence of lifestyle on health behavior and preference for functional foods. *Appetite*, 58: 406-413.
- Toker, O.S., Konar, N., Palabiyik, I., Pirouzian, H.R., Oba, S., Polat, D.G., Poyrazoglu, E.S., Sagdic, O. (2018a). Formulation of dark chocolate as a carrier to deliver eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids: Effects on product quality. *Food Chem*, 254: 224-231.
- Toker, O.S., Pirouzian, H.R., Konar, N., Polat, D.G. (2018b). β V seeding as an alternative pre-crystallization technique in synbiotic milk chocolate production. *GIDA*, 43(3): 422-431.
- Tripathi, M.K., Giri, S.K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *J Funct Foods*, 9: 225-241.
- Vasudha, L.S., Hemant, K.S.Y., Mahesh, K.P., Abhay, R., Navya, M., Ayaz, A., Nagavarma, B.V.N. (2014). Medicated chewing gum: An overview. *Res Rev J Dent Sci*, 2(2): 50-64.
- Yang, Y., Yin, J., Shao, B. (2011). Simultaneous determination of five aluminum lake dyes in chewing gum by HPLC with photodiode array detection. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 28(9): 1159-1167.
- Zarić, D.B., Bulatović, M.L., Rakin, M.B., Krunic, T.Z., Lončarević, I.S., Pajin, B.S. (2016). Functional, rheological and sensory properties of probiotic milk chocolate produced in a ball mill. *RSC Adv*, 6: 13934-13941.