

Şalgam suyunun üretim yöntemleri ve biyoaktif bileşenleri

Dilem Tanrıseven^a, Sevgin Dıblan^a, Serkan Sellı^b, Haşim Kelebek^{1,a}

^aAdana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

^bÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Özet

Şalgam suyu, bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonu yoluyla elde edilen sıvı özütün dilimlenmiş mor havuç (*Daucus carota*) ve şalgam turbu (*Brassica rapa*) ilave edildikten sonra yaklaşık 2-4 haftalık laktik asit fermantasyonuna tabi tutulmasıyla elde edilen kırmızı renkli, bulanık ve asidik karakterli fermente bir içecektir. Şalgam suyunun karakteristik kırmızı rengi, şalgamın en önemli hammaddesi olan mor havuçtan kaynaklanmaktadır. Şalgam suyunun sağlık üzerine olumlu etkisi, mor havucun yüksek oranda içerdiği antosiyanin veya fenolik asitler gibi fonksiyonel bileşenlerden ileri gelmektedir. Şalgam suyunun içerdiği fenolik madde miktarı, fermantasyon süresi ve derecesi, mor havucun hasat yılı, şalgam suyunun ısıl işlem derecesi ve süresi, şalgamın üretim yöntemi (geleneksel veya doğrudan üretim) gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Yapılan çalışmalarda, şalgamın belirtilen bu faktörlere bağlı olarak toplam fenolik madde içeriğinin 642 ile 783 mg/mL gallik asit eşdeğeri arasında değiştiği bildirilmektedir. Ayrıca, şalgam sularının antosiyanin içeriğinin ise 94-238 mg/L arasında olduğu belirtilmektedir. Şalgam suyunda bulunan antosiyanin çeşitlerinin siyanidin, malvidin ve peonidin glikozitleri olduğu ve baskın bileşiğin ise siyanidin ve siyanidin türevi glikozitler olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür. Ayrıca şalgam sularında kafeik asit, 4-kafeoylkuinik asit ve 5-kafeoylkuinik asit, vanilik asit fenolikleri baskın fenolik bileşikler olarak saptanmıştır. Şalgam sularının içerdikleri bu bileşiklere bağlı olarak yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir. Tüm bu çalışmalar şalgam suyunun içerdiği yüksek miktardaki fenolik bileşiklerden ve antioksidan potansiyelinden dolayı, şalgamın fonksiyonel bir içecek olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Şalgam suyu, Antosiyanin, Fenolik bileşikler

Production methods and bioactive components of shalgam juice

Abstract

Shalgam juice is a fermented beverage which has red colored, cloudy and acidic features containing bulgur flour, sourdough, water and salt and is obtained with addition of sliced purple carrot (*Daucus carota*) and turnip to fermented liquid (*Brassica rapa*) after lactic acid fermentation that lasts about 2-4 weeks. The characteristic red color of shalgam juices arises from purple carrot that is the main ingredient of the beverage. The positive effects of shalgam juices on health come from functional components such as anthocyanins and phenolic acids which are in high amount in purple carrot. The amount of phenolic component in shalgam juice is depends on several factors such as temperature and time of fermentation, harvesting time of purple carrot, temperature and time of heat treatment of shalgam juice and production method (traditional or direct). It has been reported that total phenolic content of shalgam juice has varied from 642.33 to 783.71 mg/mL gallic acid equivalents depending on these factors. Moreover, it has been stated that the content of anthocyanin in shalgam juice has changed between 94-238 mg/L. Shalgam juice contained cyanidin, malvidin and peonidin glycoside of anthocyanin derivate while it has been reported that the main anthocyanins are cyanidin and cyanidin glycoside derivatives. In addition, caffeic acid, 4-caffeoyl-quinic acid and 5-caffeoyl-quinic acid, vanillic acid have been identified as the major phenolic components of shalgam juices. Shalgam juices have been reported to have high antioxidant potential due to the presence of these compounds. Considering these studies, it can be said that shalgam juice can be considered as a functional beverage due to its high content of phenolic content and antioxidant potential.

Keywords: Shalgam juice, Anthocyanins, Phenolic compounds

¹Sorumlu yazar (Corresponding author): Haşim Kelebek, hkelebek@adanabtu.edu.tr

1. Giriş

Fermentasyon, antik çağlardan günümüze uzanan süre boyunca çeşitli gıdaların muhafazasında uygulanan önemli yöntemlerden biri olmuştur. Fermentasyon gıdaya sağladığı koruyucu etkisinin yansısı, besin değerini olumlu etkilemek, gıdaya işlevsellik, karakteristik duyu özellikler kazandırmak ve ekonomik değerini arttırmak gibi özellikler de kazandırmaktadır. Yapılan çalışmalarda fermentasyona bağlı olarak beğenilen aroma maddelerini oluşturduğu, proteolize bağlı olarak amino asitlerin ve peptitlerin oluşturduğu bildirilmiştir. Fermentasyon yoluyla üretilen gıdalar gerek gelişmiş ve gerekse gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak tüketilmektedir. Fermente ürünlerin bazıları ev ve küçük işletmelerde yöresel olarak üretilirken, bazıları (turşular, sirke, fermente et ve süt ürünleri, asit üreten bakterilerin; bira ve şarap gibi alkollü içkiler) evrensel nitelikte olup önemli ekonomik değere sahiptir [1-4].

Şalgam suyu, tadı ve yararlı özellikleri nedeniyle son yıllarda tüm Türkiye’de ve hatta yurt dışında da yaygın tüketilir bir içecek haline gelmiştir. Şalgam suyunun içerdiği laktik aside bağlı olarak sindirim sistemi üzerinde olumlu etkileri olduğu ve çoğu fermente ürünlerde olduğu gibi iştah acıcı özellik gösterdiği bilinmektedir [3]. Bu etkilerinden dolayı; Türkiye’de gelişen bir sektör olmaya başlamıştır. Şalgam suyu üretimi, tüketimin yaygınlaşması ile küçük üretim tesislerinin yerini büyük tesisler almış ve şalgam suyu üretimi yapan işletme sayıları ve kapasiteleri de artmıştır. Bu nedenlerden dolayı şalgam suyunun üretiminin yapım tekniğinin geliştirilmesi, standartlaştırılması ve raf ömrünün uzatılması hususunda çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Fermente bir içecek olan şalgam suyu, üretimi aşamasında kullanılan mor havucun bileşiminde bulunan karotenoidler, klorojenik asitler ve antosiyaninlerden ve bunlara bağlı antioksidan potansiyelinden dolayı, fonksiyonel bir içecektir. Havucun bileşiminde bulunan β -karotenin kalp ve damar hastalıklarını, katarakt oluşumunu engellediği ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir [1]. Şalgam suyunun kırmızı-mor tonlardaki rengi mor havuçtan gelen antosiyanin pigmentlerinden kaynaklanmaktadır. Antosiyaninler şalgam sularının karakteristik rengini vermesi nedeniyle kalite ve güçlü antioksidan olmaları açısından da sağlık üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

Şalgam sularının antosiyanin içeriği üretim proseslerine bağlı olarak 94-238 mg/L (ortalama 192 mg/L) arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda, şalgam suyuna ilave edilen havuç miktarı arttıkça toplam asitlik, kurumadde, kül, toplam fenol, toplam antosiyanin, renk yoğunluğu ve renk indisinin arttığı bildirilmiştir [2]. Bu derleme çalışmasında, şalgam suyunun üretim yöntemleri, fenolik bileşenleri ve antioksidan potansiyeli üzerine kapsamlı bir literatür çalışmasının yapılması amaçlanmıştır.

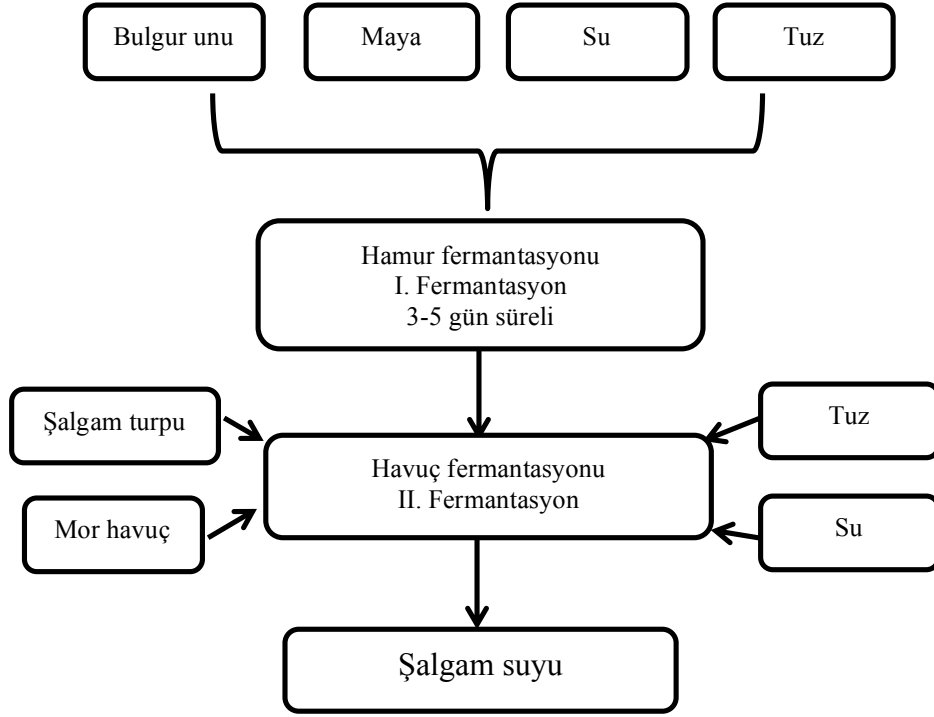
2. Şalgam suyu üretimi

Şalgam suyu, daha çok geleneksel olarak üretilmesi sebebiyle üretiminde standart bir akış şeması bulunmamaktadır. Aynı şekilde, endüstriyel olarak üretiminde de standart bir üretim tekniği olmaması ile beraber, şalgam suyu üretimi fermentasyonun iki aşamalı olarak gerçekleştirildiği geleneksel yöntem ve tek aşamalı fermentasyon ile üretimin yapıldığı hızlı (doğrudan veya direkt olarak adlandırılmaktadır) yöntem olarak ikiye ayrılabilir [4, 5].

TS 11149 şalgam suyu standardında “Şalgam suyu, bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermentasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, mor havuç (*Daucus carota*), şalgam (*Brassica rapa*) ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermentasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve istenildiğinde ısıl işlem ile dayanıklı hale getirilen bir ürün” olarak tanımlanması ile birlikte, içeriği üretim tercihlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Şalgam suyu üretiminde gerekli başlıca malzemeler mor havuç, bulgur unu, maya, tuz, su ve şalgam turpudur. Şalgam turpu üretim maliyetini arttırması nedeniyle, şalgam suyu üretiminde çoğunlukla kullanılmaktadır. Bulgur unu, buğdayın dış kabukları yarıldıktan sonra kırma sırasında oluşan elek altında kalan kısmıdır. Maya olarak şalgam üretiminde ekme mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanılmaktadır. Ancak genellikle üretiminde ekşi hamur tercih edilmektedir. Şalgam suyu üretimi için kullanılan geleneksel ve hızlı yöntemler takip eden bölümlerde detaylandırılmıştır.

2.1. Geleneksel yöntem ile şalgam suyu üretimi

Bu üretim yöntemi hamur (I. Fermantasyon) ve havuç fermantasyonu (II. fermantasyon) olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir (Şekil 1).

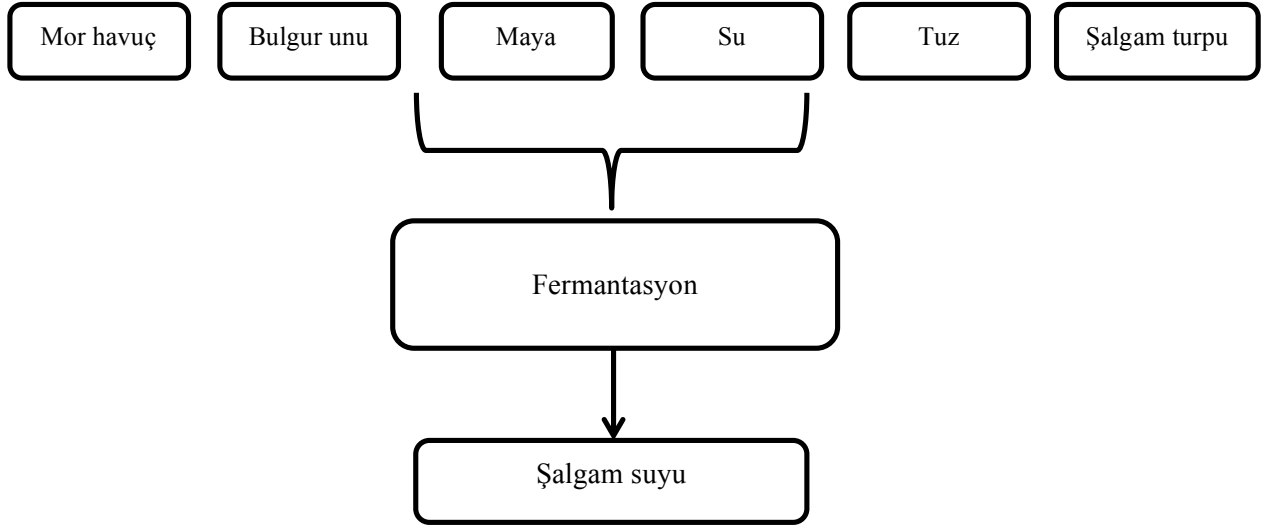


Şekil 1. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi

Hamur fermantasyonu aşamasında bulgur unu (%3), tuz (% 0.2) ve maya (%0.2) karışımı, üzerlerine su ilave edilip yoğrularak hamur hazırlanır. Hamur/su karışımı oda koşullarında 3-5 gün süreyle fermantasyona bırakılır. Bu süre sonunda elde edilen ekstrakt, II. fermantasyonu gerçekleştirmek için fermantasyon tankına aktarılır ve içerisine % 15-20 oranında 2 cm boyutlarında doğranmış mor havuç, ~ %1 oranında tuz ve doğranmış şalgam ilave edilerek oda koşullarında fermantasyon gerçekleştirilir. Fermantasyon sıcaklığının 30-35°C'ler arasında olması tercih edilmektedir. Şalgam suyu fermantasyonu üzerine fermantasyon sıcaklığı, mikroflora, hammaddelerin bileşimi ve ortamdaki tuz miktarı etki etmektedir. Şalgam suyu üretiminde saf kültür kullanılmamaktadır, ancak bazı işletmeler %15'e kadar bir önceki üretimden elde edilen şalgam suyunu fermantasyonda kullanmaktadırlar. Spontan olarak yürütülen fermantasyonda etkili olan mikroorganizmalar laktik asit bakterileri olup, mayalar da ortamda bulunabilirler. Fermantasyon sırasında, fenolik bileşikler ve antosiyaninler süre ve artan asitliğe bağlı olarak çözünerek şalgam suyuna geçerler ve ürünün kendine has kırmızı rengini verirler. Şalgam suyunun hoşça giden karakteristik ekşi tadını bu fermantasyon sonucu oluşan laktik asit vermektedir. Fermantasyon takibi toplam asitlik tayini kontrol edilerek yapılır. Fermantasyon sonunda şalgam suyu filtre edilerek şişelenir. Özellikle son yıllarda bazı işletmeler şişeleme öncesinde yüksek sıcaklık ve kısa süreli pastörizasyon işlemi uygulamaktadırlar [4, 6].

2.2. Hızlı yöntem ile şalgam suyu üretimi

Hızlı yöntem ile şalgam suyu üretiminde geleneksel yöntemdeki iki fermantasyon, tek aşamada gerçekleştirilmektedir (Şekil 2). Hızlı yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon tankına %20 oranında doğranmış mor havuç, %3 oranında bulgur unu, %1 tuz, %1 doğranmış şalgam ve %0.2 ekme mayası ve su ilave edilerek fermantasyon tek aşamada ve oda sıcaklığında gerçekleştirilir.



Şekil 2. Hızlı yöntemle şalgam suyu üretimi

3. Şalgam suyunun özellikleri

Şalgam suyu, vücuttaki toksinlerin atılmasına yardımcı olması, akciğer ve bronşları temizleme özelliklerinden dolayı fonksiyonel gıda sayılmaktadır. Şalgam suyunun bu etkileri şalgamın A ve B grubu vitaminler ile potasyum ve kalsiyum gibi minerallerce zengin olması, ve yüksek oranda fenolik bileşikler içermesinden kaynaklanmaktadır. Şalgam sularında bulunan fenolik bileşikler ve organik asitler gibi antioksidan bileşenler, insanlarda meydana gelen birçok hastalığa neden olan hücrelerdeki oksitativ zararlanmaları engellemektedir. Fenolik asitler, klorojenik asitler, antosiyaninler, flavonoller şalgam sularında bulunan fenolik bileşiklerdendir. Şalgam suyu, içerdiği bu bileşikler bakımından yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir. Bu bileşiklerin miktarları ve profilleri kullanılan havuç miktarına, üretim yöntemine ve uygulanan işlemlere (ısıtma işlemi, depolama vb.) bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Bu bölümde şalgam suyunun kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri ve fenolik madde içeriği ve antioksidan potansiyeli hakkında bilgi verilmektedir.

3.1. Kimyasal bileşim ve mikrobiyolojik özellikleri

Şalgam suyu standardına göre şalgam suyunun pH değeri 3.3-3.8, titrasyon asitliği laktik asit cinsinden en az 6 g/L, çözünür kuru madde en az %2.5, tuz oranı ise en çok %2 olmalıdır. Şalgam suyunun suda çözünen madde miktarını karbonhidratlar, tuz, organik asitler ve mineraller oluşturmaktadır. Bu nedenle kuru madde oranı üretimde kullanılan mor havuç miktarı, starter kültür ve bulgur unu miktarına bağlı olarak değişebilmektedir [7]. Özer ve Çoksöyer [8] yaptıkları çalışmada piyasadan toplanarak analizi yapılan 26 şalgam suyu örneğinin 19'unun, kullanılan üretim yönteminden kaynaklı, kuru madde açısından Türk Gıda Kodeksine uymadığını tespit etmişlerdir.

Şalgam sularında iz miktarlarda sakkaroz, glikoz ve fruktoz şekerleri bulunmaktadır. Havucun yapısında bulunan bu şekerler fermentasyon aşamasında azalma göstermektedir. Şalgam sularında yapılan çalışmalarda bu şekerlerin toplam miktarının 0.25-0.59 g/L arasında değiştiği ve ortalama 0.37 g/L olduğu bildirilmiştir. Belirlenen şekerler içerisinde genel olarak glikoz baskın olan şeker olarak saptanmış ve bunu fruktoz ve sakkaroz izlemiştir [9]. Ancak, fruktozun baskın şeker olarak tespit edildiği bazı çalışmalar da bildirilmektedir [7].

Şalgam sularının pH ve asitlik değerleri, fermentasyon süresince üretilen laktik asit ile ilişkilidir ve bu iki kriter son ürünün organoleptik kalitesi açısından önemlidir. Laktik asit şalgam suyunda bulunan baskın organik asittir. İkinci vd. [7] yaptıkları çalışmada şalgam suyunda baskın organik asidin laktik asit olduğunu ve laktik asit miktarının, çalışmada tanımlanan diğer organik asitlere göre en az 6 kat daha yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Farklı şalgam sularının ele alındığı bir çalışmada, organik asitlerden malik, laktik ve asetik asit tespit edilmiştir. Organik asitlerin toplam miktarının 5.66-11.94 g/L arasında değiştiği ve ortalama 8.59

olduğu bildirilmiştir [9]. Deryaoğlu [10], Adana'da satışa sunulan şalgam suları üzerine yaptığı çalışmada pH 3.3-3.7, titrasyon asitliğini 66.40-99.10 meq/L, laktik asit 5.18-8.44 g/L, uçur asit 0.57-1.16g/L, alkol 1.3-7.3 g/L, karbondioksit 0.44-1.40 g/L, kuru madde 23-29 g/L, kül 14- 20 g/L, tuz 13-20 g/L olarak saptamıştır. Özer ve Çoksöyler [8] laboratuvar ortamında üretilen 3 farklı, piyasadan alınan 14 ve firmalardan temin edilen 9 şalgam örneği üzerinde yaptıkları çalışmada piyasadan temin edilen şalgam sularının pH, titrasyon asitliği ve tuz miktarı açısından standartlara uygun olduğunu bildirmişlerdir. Ancak firmalardan bozulmuş veya bozulmakta olarak nitelendirilen şalgam örneklerinin 4 adeti pH ve 5 adeti asitlik açısından standartlara uygun bulunmamıştır. Bunun nedeni ortamda bulunan istenmeyen mikroorganizmaların laktik asidi parçalaması ile açıklanmaktadır. Buna göre pH ve asitlik değerinde görülen değişim şalgam kalitesi için önemli bir bozulma göstergesi olarak düşünülebilir.

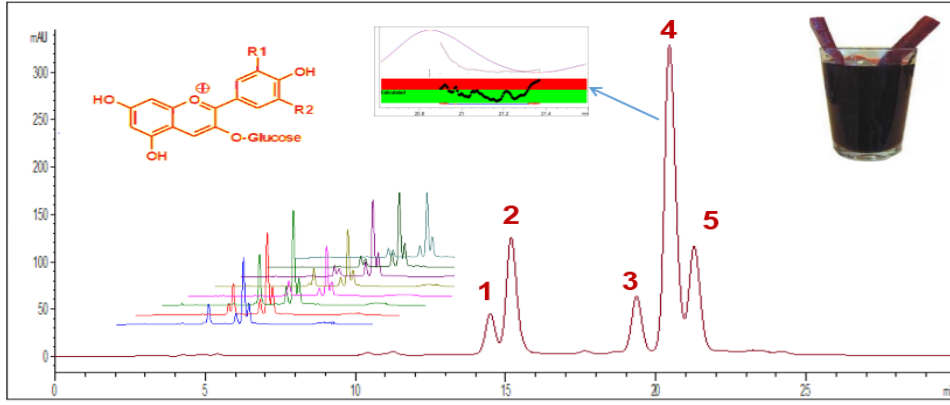
En önemli hammadde mor havuç olan şalgam suyu β -karoten açısından zengin bir içecektir. Vücutta A vitaminine dönüştürülen β -karotenin, cilt ve göz sağlığının yanında kalp sağlığına da olumlu etkileri bulunmaktadır [1].

Mikrobiyolojik kalite açısından bakıldığında, standarda göre toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı en fazla 1×10^5 KOB/mL, koliform bakteri en fazla 1.11×10^3 KOB/mL olması gerektiği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda piyasalardan alınan şalgam suyu örneklerinin mikrobiyolojik açıdan tüketime uygun olmadığı belirtilmektedir. Örneğin Mersin ilinde 10 farklı yerden alınan şalgam suyu örneklerinde önemli fekal grubu koliform bakterilerin tespit edildiği aktarılmaktadır. Bu durumun üretim aşamasındaki hijyen eksikliğinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Nitekim Özer ve Çoksöyler [8] yaptıkları çalışma sonucunda üretim aşamasında genel hijyen kurallarına uyulduğu takdirde ürünün standarda uygun çıkmamasının olası olmadığını belirtmektedirler.

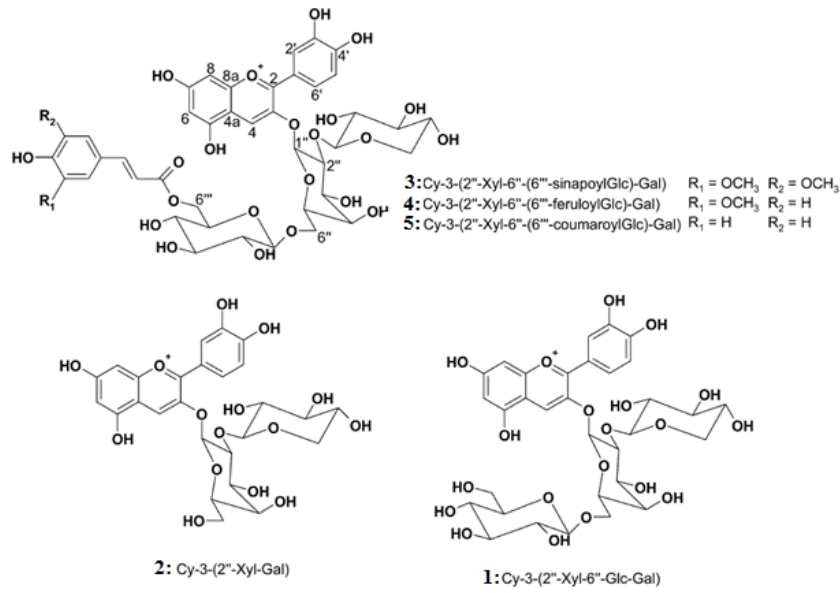
Fermentasyon sırasında etkili olan mikroorganizmalar laktik asit bakterileridir. Laktik asit bakterileri; laktik asit, etanol ve çeşitli organik bileşikler üreterek ve hammadde bileşimindeki maddeleri çözündürerek şalgam suyunun tipik tadını ve aromasını kazandırır [11]. Bitkisel ürünlerin fermentasyonu, laktik asit ve asetik asit üreten *Leuconostoc mesenteroides* tarafından başlatılır. Asitliğin artması ile beraber bu mikroorganizmanın aktivitesi azalmaktadır ve fermentasyon *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum* tarafından devam ettirilmektedir. Asitlikteki artış *Lb. plantarum* hariç diğer mikroorganizmaların aktivitesinde azalmaya sebebiyet verir [5]. Laktik asit ve pH değerleri üretim yönteminde göre değişebilmektedir ve dolayısıyla son ürünün duyu özellikleri de bu özelliklere bağlı olduğu için üretim yöntemine bağlıdır. Arslan, Ünver, ve Özcan [12] yaptıkları çalışmada şalgam üretiminde farklı maya ve farklı starter kültür kullanımının ürünün kimyasal ve duyu özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir ve starter kültür olarak *Lb. plantarum* kullanarak üretilen şalgamın yüksek kabul edilebilirlik değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Şalgam suyu üretiminde nadiren tercih edilse de, üretimde laktik asit bakterilerini içeren starter kültürlerin kullanımı ile, yüksek tuz oranında gelişme, geç tortu oluşturma yanında, yüzeyde zar oluşmaması gibi özelliklere sahip yüksek kalitede şalgam suyu üretilebileceği bildirilmektedir. Bunun yanında duyu açıdan da daha yüksek beğeni kazandığı tespit edilmektedir [13]. Yapılan çalışmalarda laktik asit bakterilerinin asitliği hızlı düşürmesi sonucu antogonistik etki ile, *E. coli* gibi istenmeyen bakterileri bir günden kısa bir süre içinde inaktive olduğu tespit edilmiştir [8].

3.2. Şalgam sularının fenolik bileşimi

Antosiyaninler: Şalgam suyunun karakteristik rengini mor havuçtan gelen antosiyanin bileşikler vermektir. Antosiyaninler hem kalite hem de sağlık açısından önemli bileşiklerdir [14]. Antosiyaninlerin antioksidan ve anti inflamatuvar özelliklerinden dolayı diyabet, kardiovasküler ve kanser gibi hastalıkları önleyici etkisinin olduğuna dair çalışmalar literatürde mevcuttur [15]. Antosiyaninlerden, aglikon yapıdaki siyanidin glikozitleri siyah havuçta en fazla bulunan bileşiklerdir, ayrıca malvidin ve peonidin glikozitleri de bulunmaktadır [16]. Bunun yanında siyanidin-3-ksilosil-galaktoz ve siyanidin-3-ksilosil- glukozil-galaktoz de şalgam sularında tanımlanan diğer antosiyanin çeşitleridir [15]. Yapılan çalışmalarda, şalgam suyunda saptanan antosiyanin miktarının 95-231 mg/L dolayında değiştiği bildirilmiştir. Mor havuçtan gelen antosiyaninlerin önemli bir özelliği de baskın çeşitlerin açıl formda olmasıdır. Açıl antosiyaninler, diğer antosiyanin çeşitlerine kıyasla daha stabil bileşiklerdir ve depolama süresince daha yavaş degradasyona uğramaktadırlar [7].



Şekil 3. Şalgam sularında belirlenen antosiyanin bileşiklerinin HPLC kromatogram [9]

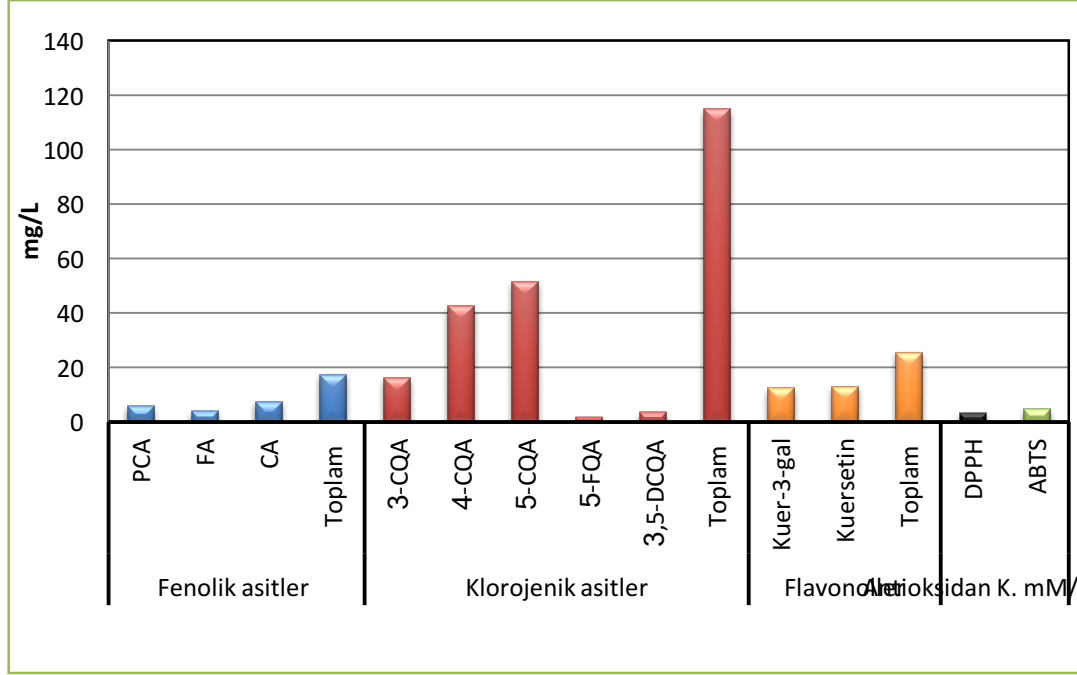


Şekil 4. Şalgam sularında bulunan antosiyanin bileşiklerinin kimyasal

Şalgam sularının toplam antosiyanin miktarı fermantasyonun süresine ve kullanılan mor havuç miktarına bağlı olarak artış göstermektedir. Fermantasyonun ilk günlerinde antosiyanin miktarında hızlı bir artış görülürken sonraki günlerde bu artış yavaşlamaktadır. Örneğin, hızlı yöntem ile üretilen şalgam sularının 24 günlük fermentasyon süresi boyunca antosiyanin miktarındaki değişimin takip edildiği bir çalışmada, antosiyanin miktarının birinci gün 306 mg siyanidin-3-glikozit/L olduğu ve bu değer 12. günde yaklaşık 9 kat ve 24. günde ise 11 kat arttığı tespit edilmiştir [15]. Toplam antosiyanin miktarı %10, %15, %20 havuç içeren şalgam suları için sırasıyla 157, 215, 306 mg (siyanidin glikozit cinsinden)/L olarak bildirilmiştir [17]. İkinci vd. [7] yaptıkları çalışmada şalgam örneklerinde siyanidin-3-ksilosil-glikozilgalaktozitin ferulik asit ile acilleşmiş çeşidinin baskın antosiyanin çeşidi olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmalara benzer olarak, Nurcan, Ozan, ve Yasemin [18] yaptıkları çalışmada, şalgam sularının antosiyaninlerinin %77'sini siyanidin-3-glikozit oluşturduğunu ve bunu malvidin-3-glikozitin takip ettiğini bildirmektedirler. Benzer olarak, antosiyaninlerin bileşiminin yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak araştırıldığı bir diğer çalışmada, siyanidin türevi bileşiklerin şalgam sularında baskın olduğu bildirilmiştir. Siyanidin-3-xyl-(ferulik-glukozit)-galaktozit bileşiğinin şalgamlardaki baskın antosiyanin bileşiği olduğu saptanmıştır. Belirlenen bileşiklere ait HPLC kromatogramı Şekil 3'de ve bu bileşiklerin kimyasal yapıları Şekil 4'de verilmiştir [9].

Toplam Fenolik Bileşik: Şalgam sularında toplam fenolik bileşik miktarı kullanılan mor havuç oranına ve fermantasyon zamana bağlı olarak artmaktadır. Yapılan çalışmalarda, şalgam sularındaki toplam fenolik bileşik miktarının 455-858 mg (gallik asit cinsinden)/L arasında değiştiği belirlenmiştir [7, 17]. Kelebek [9] şalgam sularında 17 adet renksiz fenolik bileşik tanımlamıştır. Bu bileşiklerin

toplam miktarı 85-657 mg/L arasında değişmiş ve ortalama 214 mg/L olarak bildirilmiştir (Şekil 5). 4-Kaffeoyl-kuinik asit ve 5-kaffeoyl-kuinik asit şalgam sularında baskın bileşikler olarak saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise 3,4-dihidrobenzoik asit, 4- hidrobenzoik asit, kafeik asit, kateşin, klorojenik asit, elajik asit, epikateşin, vanilin, ferulik asit, fumarik asit, etil-3,4-hidrobenzoat, gallik asit, p-kumarik asit, kuersetin, sinapik asit ve şirinjik asit olmak üzere toplam 16 adet fenolik bileşik tanımlanmıştır. Tanımlanan bu bileşenlerden baskın olanının kafeik asit olduğu belirtilmektedir. Bunun yanında çalışmada tanımlanan bu fenolik bileşiklerin biyoyararlılığı incelenmiş ve 3,4-dihidrobenzoik asit, 4- hidrobenzoik asit, klorojenik asit, epikateşin ve p-kumarik asit metabolizma boyunca tespit edilmiştir [15]. Mor havuç kullanılarak üretilen fermente içeceğin fenolik dağılımının araştırıldığı bir çalışmada ise, tanımlanan renksiz fenolik bileşikler içinde baskın fenoliğin vanilik asit olduğunu tespit etmişlerdir [18].



Şekil 5. Şalgam suyu fenolik bileşen dağılımı [9]

Antioksidan kapasite: Şalgam suyu, içerdiği yüksek orandaki fenolik bileşikler nedeniyle yüksek antioksidan kapasiteye sahip içecekler sınıfında yer almaktadır [15]. Şalgam sularının antioksidan aktivitelerinin DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) yöntemleri kullanılarak araştırıldığı bir çalışmada DPPH yönteminde belirlenen antioksidan kapasitenin 1434-4065 $\mu\text{M/L}$ Trolox arasında değiştiği ve ortalama 3217 $\mu\text{M/L}$ Trolox olduğu saptanmıştır. ABTS yönteminde ise bu değerlerin 3115-5516 $\mu\text{M/L}$ Trolox aralığında değiştiği ve ortalama 4492 $\mu\text{M/L}$ Trolox olduğu bildirilmiştir (Şekil 5). Bu iki yöntem dışında demir (III)'in indirgenme kapasitesi yoluyla antioksidanlarının toplam miktar tayini yapıldığı ve FRAP olarak adlandırılan yöntem ile de şalgam suyu örneklerinde antioksidan aktivite incelenmiştir. Ekinci vd. [7] yaptıkları çalışmada şalgam suyunun antioksidan aktivitesini ABTS, DPPH ve FRAP yöntemlerine göre ölçmüşlerdir ve antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla 3420, 4440 ve 2260 $\mu\text{M/L}$ Trolox olduğunu bildirmektedirler.

Teşekkür

Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine 17332003 numaralı projeye mali desteğinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynakça

[1] Velioglu, S. (2000). Doğal antioksidanların insan sağlığına etkileri. GIDA/The Journal of Food, 25(3).

- [2] Güneş, G. (2008). Şalgam suyu üretiminde en uygun siyah havuç (*Daucus carota*) miktarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 48s.
- [3] Canbaş, A., Fenercioğlu, H. (1984). Şalgam suyu üzerine bir araştırma. Gıda, 5(9), 279-286.
- [4] Erten, H., Tanguler, H., Canbaş, A. (2008). A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: Shalgam (Salgam). Food Reviews International, 24(3), 352-359.
- [5] Üçok, E. F., Tosun, H. (2014). Şalgam suyu üretimi ve fonksiyonel özellikleri. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 17-26.
- [6] Erten, H., Tanguler, H. (2014). Fermente Bitkisel Ürünler: Gıda Biyoteknolojisi, (N. Aran Ed.). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- [7] Ekinci, F. Y., Baser, G. M., Özcan, E., Üstündağ, Ö. G., Korachi, M., Sofu, A., Blumberg, J.B., Chen, C. Y. O. (2016). Characterization of chemical, biological, and antiproliferative properties of fermented black carrot juice, shalgam. European Food Research and Technology, 242(8), 1355-1368. doi:10.1007/s00217-016-2639-7
- [8] Özer, N., Çoksöyler, F. N. (2015). Şalgam Suyunun Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Gıda/The Journal of Food, 40(1).
- [9] Kelebek, H. (2015). Şalgamlardaki biyoaktif bileşiklerin ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi. Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi MÜHDBF.GIDA.2014-16 nolu BAP Projesi.
- [10] Deryaoğlu, A. (1990). Şalgam suyu üretimi ve bileşimi üzerinde bir araştırma. ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- [11] Karaoglan, H. A., Keklik, N. M., & Develi Işikli, N. (2017). Modeling Inactivation of *Candida inconspicua* Isolated from Turnip Juice using Pulsed UV Light. Journal of Food Process Engineering, 40(2).
- [12] Arslan, D., Ünver, A., & Özcan, M. M. (2015). A Traditional Fermented Product: Şalgam juice, production and usage. Journal of Agroalimentary processes and technologies, 21(4), 309-314.
- [13] Tangüler, H. (2010). *Şalgam suyu üretiminde etkili olan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi ve şalgam suyu üretim tekniğinin geliştirilmesi, Doktora tezi.* Çukurova Üniversitesi, Adana.
- [14] Canbaş, A. (1985). Siyah havucun renk maddesi üzerinde bir araştırma. Doğa, 9(3), 394-398.
- [15] Toktas, B., Bildik, F., & Ozcelik, B. (2018). Effect of fermentation on anthocyanin stability and in vitro bioaccessibility during shalgam (salgam) beverage production. Journal of The Science of Food and Agriculture, 98(8), 3066-3075. doi:10.1002/jsfa.8806
- [16] Narayan, M., & Venkataraman, L. (2000). Characterisation of anthocyanins derived from carrot (*Daucus carota*) cell culture. Food Chemistry, 70(3), 361-363.
- [17] Bayram, M., Erdoğan, S., Esin, Y., Saraçoğlu, O., & Kaya, C. (2014). Farklı Siyah Havuç Miktarlarının Şalgam Suyunun Bileşimine ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Akademik Gıda, 12, 29-34.
- [18] Nurcan, D., Ozan, G., & Yasemin, Ş. (2016). The Monitoring, Via an In vitro Digestion System, of the Bioactive Content of Vegetable Juice Fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardii*. Journal of Food Processing and Preservation, 40(4), 798-811. doi:doi:10.1111/jfpp.12704.