



Şalgam Suyu Üretiminde Gerçekleştirilen Havuç Fermantasyonu Sırasında Mikrobiyal Değişim Üzerine Sıcaklığın Etkisi[#]

Akkız Çankaya, Hasan Tangüler*

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 51240 Kampüs/Niğde, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

[#]Bu çalışma Akkız Çankaya'nın yüksek lisans tezinden üretilmiştir

Araştırma Makalesi

Geliş 16 Şubat 2018
Kabul 07 Mart 2018

Anahtar Kelimeler:
Şalgam suyu (Şalgam)
Geleneksel yöntem
Sıcaklık
Mikrobiyal gelişim
Siyah havuç

*Sorumlu Yazar:

E-mail: htanguler@ohu.edu.tr

ÖZET

Ülkemize özgü geleneksel fermente bitkisel ürünlerimizden biri olan şalgam suyu üretimi ile ilgili standart bir teknik ve kullanılan sıcaklık bulunmamaktadır. Bununla beraber Adana, İçel, Hatay gibi illerimizde oldukça popüler olan şalgam suyu üretiminde genellikle endüstriyel boyutta geleneksel yöntem adı verilen bir yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada, şalgam suyu üretiminde geleneksel yöntem kullanılarak farklı sıcaklığın mikrobiyal flora üzerine etkisine bakılmıştır. Bu amaçla öncelikle hamur fermantasyonu gerçekleştirilerek ekstrakt elde edilmiş ve ardından diğer hammaddeler ile karıştırılarak havuç fermantasyonu farklı sıcaklıklarda (10°C, 22°C ve 35°C) gerçekleştirilmiştir. Denemelerde fermantasyon sırasında ortamda bulunan laktik asit bakterileri (LAB), toplam mezofil aerob bakteri (TMAB), koliform bakteri (KB) ve toplam maya (TM) sayıları belirlenmiştir. Fermantasyonun başlamasıyla beraber LAB, TMAB ve TM sayılarında artış ve KB sayısında bir azalma gözlenmiştir. İlave olarak farklı sıcaklık uygulaması, havuç fermantasyonunun süresi üzerinde de önemli derecede etkiye neden olmuştur. Sıcaklık arttıkça fermantasyon süresi kısalmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(6): 749-755, 2018

Effect of Temperature on Microbial Change during Carrot Fermentation in Shalgam Beverage Production

ARTICLE INFO

Research Article

Received 16 February 2018
Accepted 07 March 2018

Keywords:
Shalgam (Salgam) beverage
Traditional method
Temperature
Microbial growth
Black carrot

*Corresponding Author:

E-mail: htanguler@ohu.edu.tr

ABSTRACT

There is no standard production method and used temperature related to the production of shalgam, one of the traditional fermented herbal products of our country. However, in the production of shalgam, which is very popular in our provinces like Adana, Icel, Hatay, a method called traditional method is generally used in industrial scale. In this study, the effect of different temperature on the microbial flora was examined by using the conventional method in the production of turnip juice. For this purpose, firstly dough fermentation was carried out to obtain the extract and then mixed with other raw materials. Carrot fermentation was carried out at different temperatures (10°C, 22°C and 35°C). The numbers of lactic acid bacteria, total mesophilic aerobic bacteria, coliform bacteria and total yeast were counted during fermentation in the experiments. As soon as fermentation begins, an increase in the counts of lactic acid bacteria, total mesophilic aerobic bacteria and yeast, a decrease in the counts of coliform bacteria were determined. In addition, the application of different temperatures caused the considerable effect on the duration of carrot fermentation. As the temperature increased, the fermentation time decreased.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i6.749-755.1863>

Giriş

Fermentasyon gıdaların dayanıklı hale getirilmesinde etkin ve ekonomik bir yöntem olduğundan, çok eski zamanlardan beri fermente ürünlere az gelişmiş ülkelerden en gelişmiş ülkelere, hemen her yerde rastlamak mümkündür. Sofralık zeytinler, bira, şarap, çeşitli turşular, sirke ve peynir gibi ürünler gibi ekonomik değeri yüksek evrensel ürünler yanında, üretimi belirli bölge veya yörelerde gerçekleştirilen çok çeşitli fermentasyon ürünleri (kefir, kıymız, yoğurt, sake, tarhana, boza, sobia, tempe, kanji vd.) de bulunmaktadır. Bu ürünlerden biri de Türkiye'ye özgü olan şalgam suyudur (Erten ve Tangüler, 2016).

Şalgam suyu gibi fermente ürünlerin en önemli özellikleri laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilmeleri ve önemli miktarda laktik asit içeriğine sahip olmalarıdır. İçerdikleri bu laktik asit, fermente gıda ve içeceklerin beğenilen ekşi tadı ve uzun süren dayanıklılıkları üzerinde pozitif etkiye sahiptir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Tangüler ve Erten, 2011). Laktik asit fermentasyonu sonucu düşük pH'larda ve yüksek asitlikte üretilen fermente ürünlerde insan sağlığını tehdit eden patojen bakteriler gelişemez. Dolayısıyla fermente gıda ve içecekler insan sağlığı düşünüldüğünde güvenilir ürünler olarak değerlendirilmektedirler (Miişoğlu, 2004; McFeeters, 2004).

Şalgam suyunun bileşiminde laktik asit (3,92-8,17 g/L) yanında asetik asit (0,57-0,83 g/L), şalgam suyunun rengini veren antosiyantinler (88,3 mg/L-168,2 g/L), etil alkol (3,64-5,90 g/L), toplam kuru madde (16,9-33,9 g/L), toplam şeker (0,085 g/L-0,82 g/L), protein (0,88-2,65 g/L), kül (17,25 g/L), CO₂ (0,47-0,90 g/L g/L), sodyum (345,0 mg/L-376,75 mg/L), potasyum (300 mg/L-3094 mg/L), kalsiyum (81,31 mg/L-173 mg/L), fosfor (10,6-22,2 mg/L), magnezyum (110,75 mg/L-191,0 mg/L) ve demir (0,18 mg/L-7,93 mg/L) gibi mineraller de bulunmaktadır (Tangüler, 2010; Erten ve Tangüler, 2015; Gök, 2017). Bununla beraber, şalgam, maksimum limitlerin oldukça altında biyojen amin, arsenik ve kalay da içermektedir (Özdehan ve Üren, 2010; Gök, 2017).

Adana, İçel, Hatay il ve ilçelerinde yaygın olarak üretilip tüketilen şalgam suyu Osmaniye ve Kahramanmaraş, İstanbul, Ankara ve İzmir illeri ve hatta son zamanlarda tüm ülke genelinde beğenilen ve tercih edilen ürünler arasında yerini almıştır (Erten ve Tangüler, 2015; Erten ve Tangüler, 2016). Bununla beraber, özellikle Almanya, Avusturya, Fransa ve Hollanda gibi Türk insanının yoğun bir şekilde yaşadığı Avrupa başkentlerinde de tüketimi söz konusudur (Tangüler ve ark., 2017). Acılı veya acısız satışı sunulabilen şalgam suyu, (İyiçinar, 2007), piyasada dökme olarak (açık şekilde) veya farklı ebatlarda cam veya plastik kapalı ambalajlarda satılmaktadır (Öztürk, 2009; Tangüler ve Erten, 2011). Türkiye'nin her yerinde her marketinde şalgam satılmaktadır (Öztürk, 2009). Özellikle Türkiye'nin Akdeniz bölgesine ait yiyeceklerle (Kebap, pide vb.) ve bazı içeceklerle (rakı) (Tangüler ve ark., 2017) beraber uyumlu bir şekilde tüketilmekte olan şalgam suyunun sevilen tadını özellikle laktik asit fermentasyonu sonucu oluşan laktik asit vermektedir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark., 2008).

Şalgam suyu üretiminde başlıca hammadde siyah (mor) havuç olmakla beraber, bulgur unu (setik), ekmeç mayası (*Saccharomyces, S., cerevisiae*) veya ekşi hamur, şalgam turpu, kaya tuzu kullanılan diğer hammaddelerdir. Havuç, binlerce yıldır yetiştirilmekte olan en önemli köksü bitkilerden biridir (Erten ve Tangüler, 2015). Şalgam suyu üretiminde farklı üreticiler tarafından %10 ile 20 arasında değişen miktarlarda siyah havuç kullanılmaktadır (Erten ve ark., 2008). Güneş (2008) şalgam suyu üretimi amacıyla kullanılacak siyah havuç miktarının en az %15 olması gerektiğini bildirmiştir.

Bulgur unu, buğdayın (*Triticum aestivum* L.) (Erbaş ve ark., 2005), kaynatılması ve ardından kurutulmasını takiben, dış kabuklarının uzaklaştırılmasından sonra, kırma haline getirilmesi sonucu oluşur. Genellikle buğdayın bulgura işlenmesi sırasında gerçekleştirilen işlem sırasında oluşan bulgur unu, bulgura uygulanan eleme işlemi sırasında yararlanılan eleğin alt tarafındaki kısımdır. Kırma haline dönüştürülen buğday tanesinin yaklaşık %2-3'ünü oluşturmaktadır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Bulgur unu, farklı şalgam üretim tekniklerinde kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemde hamur fermentasyonu sırasında veya direkt üretim yönteminde havuç fermentasyonu sırasında yaklaşık %3 oranında doğrudan mikroorganizmalar için besin kaynağı olarak önemli bir role sahiptir (Erten ve ark., 2008).

Şalgam suyu üretiminde direkt ekmeç mayası kullanılabildiği gibi, genellikle bir gece veya 24 saat oda sıcaklığında ekmeç mayası hamurunun fermentasyonu sonucu elde edilen ekşi hamur kullanılır (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark., 2008). Ekşi hamur, *Lactobacillus* cinsi başta olmak üzere farklı LAB ve mayaları da içermektedir (Gobbetti ve ark., 2005; Paramithiotis ve ark., 2006; Corsetti ve ark., 2007).

Şalgam suyu üretiminde kullanılan minor hammaddelerden biri olan tuz (NaCl), rafine edilmemiş kaya tuzu olup, yaklaşık olarak karışıma %1-2 oranlarında katılmaktadır (Erten ve ark., 2008). Şalgam suyu üretiminde kullanılan tuz, diğer fermente ürünlerin üretiminde olduğu gibi fermentasyon sırasında LAB'nin faaliyetini teşvik ederken, istenmeyen patojen ve gıda bozulmalarına neden olan mikroorganizmaların inhibe edilmesinde önemli rol oynar (Nout ve Rombouts, 1992).

Şalgam suyuna adını veren şalgam turpu, *Curciferaceae* familyasından bir bitkidir. Bilim dilinde bilinen ismi *Brassica rapa* olup (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984), şalgam suyu üretiminde üretim zamanında elde edilebilirse yaklaşık %2'ye kadar kullanılabilir (Erten ve Tangüler, 2015). Bazı şalgam suyu üreticileri ise içeceğe adını veren şalgam turpunu üretimde kullanmazlar. Şalgam suyu üretiminde yararlanılan içilebilir nitelikte su özellikle geleneksel yöntemle üretimde birinci fermentasyon için hamurun elde edilmesinde ve ayrıca havuç fermentasyonunda kullanılır (Erten ve ark., 2008).

Sevileren tüketilen bu içeceğimizin üretiminde kullanılan standart bir yöntem bulunmamaktadır. Ancak, yaygın olarak 2 farklı yöntemle üretim gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler, geleneksel yöntem ve direkt yöntem olarak ifade edilebilir. Bu iki yöntem arasındaki en önemli fark, geleneksel yöntemde gerçekleştirilen hamur fermentasyonu işleminin direkt

üretim yönteminde uygulanmamıştır. Bununla beraber, şalgam suyu üretiminde starter kültür kullanılmamakta ve ayrıca, izole edilip tanımlanarak ticari olarak satılmakta olan bir starter kültür de bulunmamaktadır. Ancak gerçekleştirilen bir çalışmada şalgam sularından izole edilip tanımlanmış olan “*Lb. plantarum*, *Lb. fermentum*, ve *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*”nin şalgam suyu üretiminde kullanılabilirliği bildirilmiştir (Erten ve Tangüler, 2015; Tangüler ve Erten, 2013). Bu çalışmanın amacı, geleneksel yöntem kullanılarak farklı sıcaklıklarda şalgam suları üretiminde fermantasyon boyunca “LAB, TMAB, KB ve TM” sayıları üzerine sıcaklığın etkisini belirlemektir.

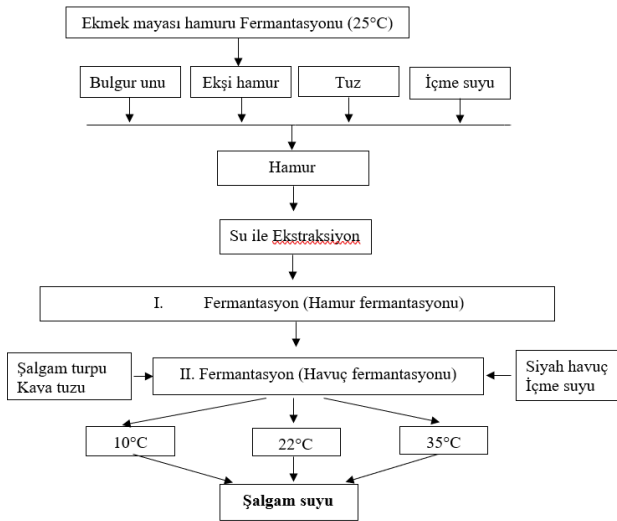
Materyal ve Metot

Hammedde

Şalgam suyu üretimi geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiş olup, üretimde kullanılan siyah havuç ve bulgur unu Doğanay Gıda Tarım ve Hayvancılık San. Tic. A.Ş. (Adana) firmasından, şalgam turpu, ekme mayası, kaya tuzu bunları satan marketlerden temin edilmiştir.

Şalgam Suyu Üretimi

Farklı sıcaklıkların şalgam suyunun fermantasyonu sırasında mikrobiyal değişim üzerine etkisini incelemek amacıyla geleneksel yöntem kullanılarak 2 paralel olarak üretim gerçekleştirilmiştir. Şalgam suyu üretiminde kullanılan geleneksel yöntem Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1 Geleneksel yolla farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark., 2008)

Figure 1 The production of shalgam beverage by traditional method

Geleneksel yöntem kullanılarak şalgam suyu üretim denemesi iki farklı aşamada Canbaş ve Deryaoğlu (1993) ve Erten ve ark., (2008) tarafından bildirilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada %3 oranında bulgur unu, %0,2 kaya tuzu ve %0,2 ekşi maya karıştırılmıştır. Daha sonra, karışım üzerine içme suyu ilavesi yapılarak yoğrulmuştur. Yoğurma işlemi, karışım hamur kıvamına gelene dek devam etmiştir. Ardından, 25°C’de 10 litre hacimli kapta Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü fermantasyon odasında hamur

fermantasyonuna terk edilmiştir (I. fermantasyon). Bu işlem 3 gün devam ettirilmiştir. Bu süre sonunda fermente hamur, fermantasyon kabından alınarak içme suyu ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi 4 kez gerçekleştirilmiştir.

Birinci fermantasyondan sonra hamurun su ile ekstraksiyonu sonucu elde edilen sıvı (ekstrakt), II. (havuç) fermantasyonda kullanılmıştır. Bu amaçla, eşit miktarlarda 3 litrelik üç ayrı cam damacanaya (2 paralelli toplam 6 damacana) aktarılmış ve damacanaya ayrıca %18 oranında temizlenmiş, kabukları ayrılmış 2-3 cm boyutunda soyulmuş ve doğranmış siyah havuç, %1 enine doğranmış şalgam turpu ve %1 kaya tuzu ilave edilmiştir. Ardından damacana içme suyu ile doldurulmuş ve üzeri kapatılarak fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon işlemi, 10°C, 22°C ve 35°C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonun gelişimi takip edilmiş ve toplam asitlik miktarı TSE’de belirtilen, şalgam sularında olması gereken en az miktar olan 6 g/L düzeyini aştığında fermantasyona son verilmiştir. Toplam asitlik tayini Cemeroglu (2007)’na göre yapılmıştır. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi denemelerinde kodlandırma sırasıyla T1 (10°C), T2 (22°C) ve T3 (35°C) şeklinde yapılmıştır.

Mikrobiyolojik Analizler

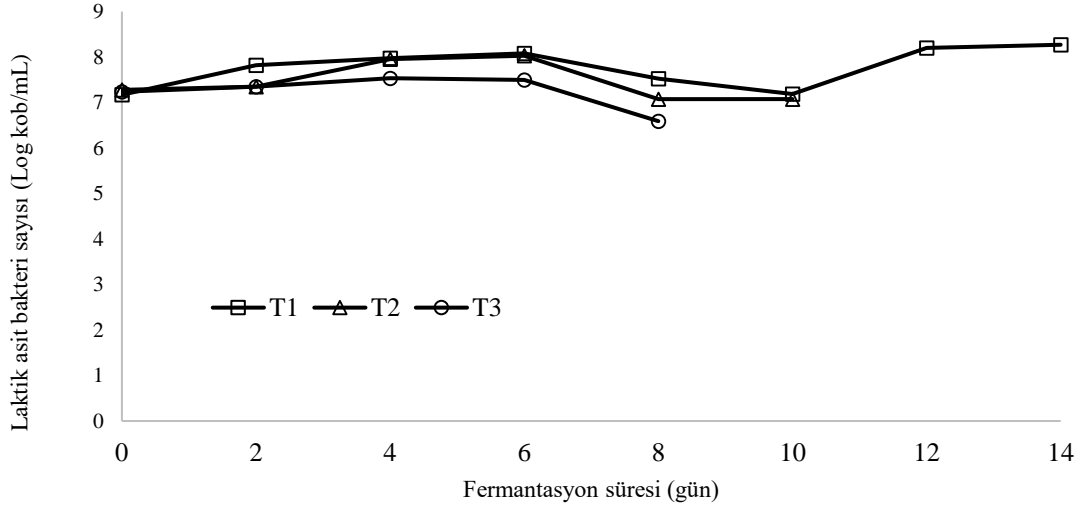
TMAB’erin sayımı için Plate Count Agar (PCA; Merck, Darmstadt, Germany), LAB’nin sayımında de Man, Rogosa and Sharpe agar (MRS, Merck), KB’lerin sayısının belirlenmesinde Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck), TM sayımlarında Potato Dextrose Agar (PDA; Merck) kullanılmıştır (Harrigan ve McCance, 1990; Halkman, 2005).

Bulgular ve Tartışma

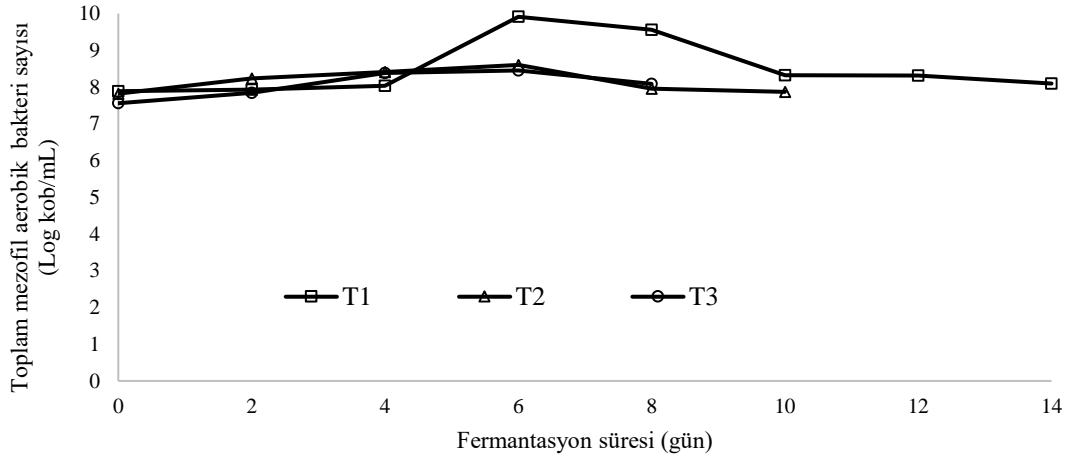
LAB Sayısı

Bölümümüz laboratuvarında gerçekleştirilen denemeler (T1, T2 ve T3)’de havuç fermantasyonu boyunca ortamda belirlenen LAB sayısı Şekil 2’de verilmiştir.

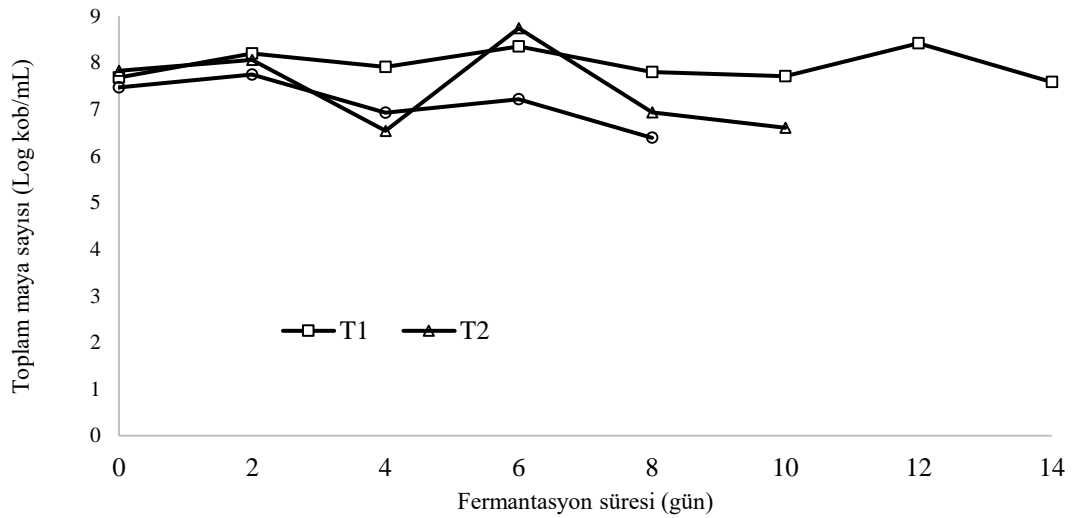
Havuç fermantasyonu öncesinde şalgam sularında belirlenen LAB sayıları 7,17 log kob/mL ile 7,28 log kob/mL arasındadır (Şekil 2). Tangüler (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, havuç fermantasyonu öncesinde LAB sayılarının 7,25 log kob/mL ile 8,21 log kob/mL arasında ve farklı üretim yöntemleri kullanarak ürettiği şalgamlarda ise başlangıçta 7,71 log kob/mL – 9,38 log kob/mL arasında olduğu bildirilmiştir. Öte yandan, Güneş (2008) farklı havuç miktarlarının etkisini araştırdığı ve 25°C’de gerçekleştirdiği çalışmada fermantasyon başında 7,82-7,95 log kob/mL arasında, Utuş (2008) farklı havuç boyutunun etkisini araştırdığı ve 25°C’de gerçekleştirdiği 7,32-7,49 log kob/mL arasında ve Ağırman (2014) şalgam suyu üretiminde farklı klorür tuzları kullanılarak sodyum klorür miktarının azaltılması üzerine 25°C’de gerçekleştirdiği çalışmada 8,96-9,2 log kob/mL arasında bulunmuştur. Havuç fermantasyonun başlangıcında belirlenen LAB sayıları, Tangüler (2010), Utuş (2008) tarafından bildiriler değerlere yakın iken, Güneş (2008) ve Ağırman (2014) tarafından bildirilenlerden düşük bulunmuştur.



Şekil 2 Havuç fermantasyonu boyunca ortamda belirlenen LAB sayısı. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C)
Figure 2 The number of lactic acid bacteria determined in the environment during carrot fermentation



Şekil 3 Havuç fermantasyonları boyunca ortamda belirlenen TMAB sayısı T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C)
Figure 3 The number of total mesophilic aerobic bacteria determined in the environment during carrot fermentation



Şekil 4 Havuç fermantasyonları boyunca ortamda belirlenen TM sayısı T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C)
Figure 4 The number of total yeasts determined in the environment during carrot fermentation

10°C ve 22°C'de gerçekleştirilen denemelerde, fermantasyonun altıncı gününe kadar artış gözlenirken, 35°C'de gerçekleştirilen şalgam suyu üretim denemesindeki artış dördüncü güne kadar sürmüştür. LAB sayısının maksimum olduğu deneme 8,08 log kob/mL ile 10°C'de gerçekleştirilen deneme iken, en düşük değer T3 denemesinde bulunmuştur. Gerçekleştirilen tüm denemelerde LAB sayısı en yüksek değere ulaştıktan sonra, fermantasyon sonuna kadar azalmıştır (T1 hariç). II. fermantasyonlar sonunda şalgam sularında belirlenen en yüksek değer 8,27 log kob/mL ile T1'de belirlenmişken, en düşük değer ise 6,59 log kob/mL ile T3'te tespit edilmiştir. Tangüler (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada elde edilen şalgam sularında LAB sayıları 8,23 log kob/mL ile 7,34 log kob/mL arasında ve farklı üretim yöntemleri kullanarak ürettiği şalgamlarda 7,43 log kob/mL ile 7,74 log kob/mL arasında saptanmıştır. Öte yandan, Arıcı (2004) şalgam suyu örneklerinde LAB sayısının 4,0–7,67 log kob/mL ve Aydar (2003) 7,30–7,38 log kob/mL, Güneş (2008) 7,60–8,95 log kob/mL, Utuş (2008) 7,30–7,49 log kob/mL, Ağırman (2014) 8,0–8,61 log kob/mL ve Gök (2017) Adana'da satışa sunulan şalgam sularının Türk Gıda Kodeksine uygunlukları üzerine yaptığı çalışmada ise 2,18–5,95 log kob/mL arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber, çalışmamızda fermantasyon sonunda belirlenen değerler Aydar (2003), Arıcı (2004), Güneş (2008), Utuş (2008), Tangüler (2010), Ağırman (2014) ve Tangüler ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda bildirilen değerler arasındadır. Buna karşılık, gerçekleştirilen denemede fermantasyon sonunda belirlediğimiz değerler Gök (2017) tarafından bildirilenlerden yüksektir.

Öte yandan, farklı sıcaklık uygulaması, havuç fermantasyonunun süresi üzerinde de önemli derecede etkiye neden olmuştur. Sıcaklık arttıkça toplam asitlik daha hızlı bir şekilde artmış ve T.S.E. (2003) tarafından bildirilen asitlik miktarına daha kolay ulaşılmıştır. Havuç fermantasyonu 35°C'de gerçekleştirilen şalgam suyu üretim denemesinde 8 gün gerçekleştirilmişken, 22°C'de ve 10°C gerçekleştirilen denemelerde sırasıyla 10 ve 14 gün devam ettirilmiştir.

TMAB Sayısı

Şekil 3'te fermantasyon boyunca TMAB sayısındaki değişim verilmiştir. TMAB sayısı farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen havuç fermantasyonlarında başlangıçta en az 7,56 log kob/mL ve en çok 7,89 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen fermantasyonların tümünde altıncı güne kadar TMAB sayısında artış belirlenmiştir. 10°C'de gerçekleştirilen denemede TMAB sayısındaki artış oranı başlangıçta daha yavaş olmakla birlikte, dördüncü günden itibaren hızlanmış ve maksimum değer altıncı gün bu denemede elde edilmiştir. Daha sonra, tüm denemelerde havuç fermantasyonunun sonuna kadar azalma gözlenmiştir. Geleneksel yöntem kullanılarak farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonucu üretilen şalgam sularında TMAB sayısı 7,87- 8,09 log kob/mL arasında elde edilmiştir.

Tangüler (2010), farklı işletmelerden alınan ve laboratuvarında ürettiği şalgam sularında ve farklı üretim yöntemleri kullanarak 25°C'de ürettiği şalgamlarda havuç fermantasyonunun başında TMAB sayısının 6,72-8,52 log

kob/mL arasında, fermantasyon sonunda ise 6,50 log kob/mL ile 9,09 log kob/mL arasında olduğunu bildirmiştir. Güneş (2008) farklı havuç miktarlarının etkisi üzerine 25°C'de gerçekleştirdiği çalışmada, fermantasyon başında TMAB sayısını 7,77-7,89 log kob/mL arasında elde etmiştir. Öztürk (2009) Adana piyasasındaki şalgam sularının bileşimleri üzerine yaptığı çalışmada ise 3,26 ile 7,66 log kob/mL arasında bulunmuştur. Bununla birlikte, ülkemizde şalgam suyu ile ilgili var olan standart, TS 11149 Şalgam Suyu Standardıdır. Buna göre piyasada satışa sunulan şalgam sularında TMAB sayısı $1,0 \times 10^5$ kob/mL'den yüksek olmamalıdır (T.S.E., 2003). Öte yandan, çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda TMAB sayısının 1,48-7,81 log kob/mL arasında olduğu bildirilmiştir (Çakır, 2011; Ağırman, 2014; Gök, 2017).

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada fermantasyon başında ve sonunda belirlenen TMAB sayıları, Tangüler (2010) tarafından farklı işletmelerden alınan örneklerde ve laboratuvarında geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında bildirilen ve ayrıca Güneş (2008) tarafından bulunan değerlerle benzerlik göstermektedir. Buna karşılık, havuç fermantasyonu sonunda elde edilen şalgam sularında TMAB sayısının Öztürk (2009), Çakır (2011), Ağırman (2014), Gök (2017) ve T.S.E. (2003) tarafından bildirilen değerlerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen denemede elde edilen yüksek TMAB sayılarının, hammaddede bulunan farklı sayı ve çeşitteki mikrobiyal floradan ve ayrıca üretim yönteminde ortamdaki mikroorganizmaların sayısını arttırmak için gerçekleştirilen hamur fermantasyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

TM Sayısı

Şekil 4'te havuç fermantasyonları boyunca ortamda belirlenen TM sayısı verilmiştir.

Şekil 4'ten de görüldüğü gibi TM sayısı havuç fermantasyonunun başlangıcından itibaren belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonucunda başlangıçta belirlenen TM sayısının 7,47 log kob/mL ile 7,82 log kob/mL arasında olduğu bulunmuştur. Değerlendirilen tüm sıcaklıklarda havuç fermantasyonunun başlamasıyla TM sayısı artmaya başlamış, maksimum değerler fermantasyon sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. 35°C'de gerçekleştirilen denemede maksimum sayı fermantasyonun ikinci günü elde edilirken, 22°C'deki denemede fermantasyonun altıncı günü ve 10°C'de gerçekleştirilen denemede on ikinci günü ulaşılmıştır. Havuç fermantasyonları sonunda belirlenen en yüksek maya sayısı 7,59 log kob/mL ile 10°C'de gerçekleştirilen denemede iken, en düşük maya sayısı 6,39 log kob/mL ile 35°C'de gerçekleştirilen denemededir. Genel olarak, yüksek sıcaklıklarda (>20°C) fermantasyonun sonunda canlı hücre sayısında hızlı bir düşme olması beklenmekte olup, elde edilen sonuçlarda buna uygundur.

Utuş (2008), tarafından farklı boyutlarda siyah havuç kullanımı ile gerçekleştirilen çalışmada, fermantasyon başında TM sayısının 6,3–7,3 log kob/mL arasında ve fermantasyon sonunda 7,18 log kob/mL ile 7,60 log kob/mL arasında değiştiği bildirilmiştir. Güneş (2008), havuç fermantasyonunun başlangıcında TM sayısının 7,15-7,80 log kob/mL arasında belirlemişken, havuç

fermantasyonunun sonunda 6,76 log kob/mL ile 7,66 log kob/mL arasında elde etmiştir. Öztürk (2009) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, Adana piyasasında satışı sunulan 20 farklı şalgam suyu örneğinde TM sayısının 5,72-8,15 log kob/mL arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu geniş sınırlar, üreticiler tarafından tercih edilen yöntem, kullanılan hammaddeler ve uygulanan fermentasyon sıcaklığından kaynaklanmış olabilir. Tangüler (2010), küçük ve büyük çapta üretim yapan işletmelerden aldığı ve kendi ürettiği şalgam sularında havuç fermentasyonunun başında ortamda bulunan TM sayısını 6,94 log kob/mL ile 7,93 log kob/mL ve fermentasyonun sonunda ise 6,15 log kob/mL ile 7,73 log kob/mL arasında elde etmiştir. Ağırman (2014) gerçekleştirdiği bir çalışmada, havuç fermentasyonu başlangıcında TM sayısının 7,43-7,91 log kob/mL arasında ve fermentasyonun sonunda ise 6,89-7,12 log kob/mL arasında olduğunu belirlemiştir. Gök (2017) tarafından açık ve ambalajlı şalgam sularında gerçekleştirilen bir çalışmada, TM sayısının $3,0 \times 10^1$ - $6,0 \times 10^5$ kob/mL arasında olduğu saptanmıştır.

Fermentasyon başında ve sonunda belirlenen değerler Utuş (2008), Güneş (2008), Öztürk (2009), Tangüler (2010) ve Ağırman (2014) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Buna karşın, fermentasyon sonucunda bulunan TM sayıları, Gök (2017) tarafından belirlenen değerlerden yüksek olarak elde edilmiştir.

KB Sayısı

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen havuç fermentasyonları boyunca ortamdaki KB sayısı Şekil 5'te verilmiştir.

Havuç fermentasyonunun başından itibaren KB sayılarında zamanla azalmalar olmuş ve gerçekleştirilen denemelerde havuç fermentasyonunun ikinci (T3), dördüncü (T2) ve altıncı günü (T1)'nden sonra hiçbir şalgam suyunda KB'ye rastlanmamıştır.

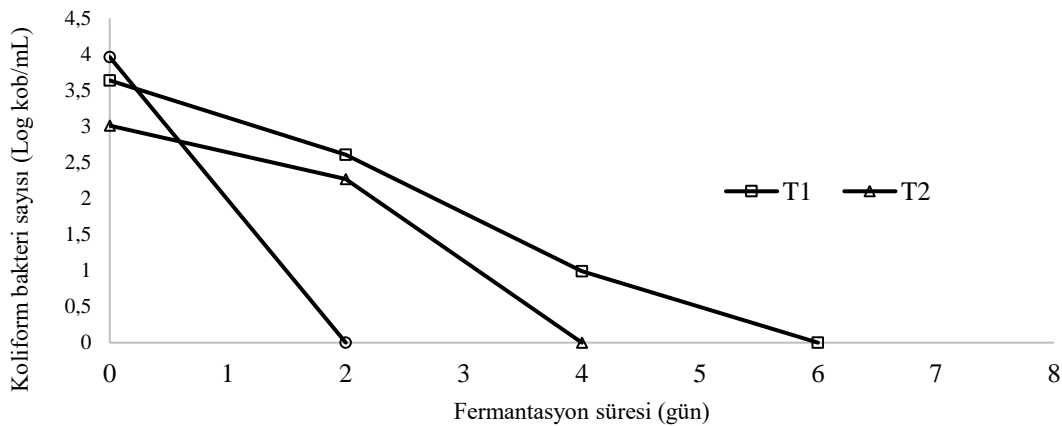
Öztürk (2009), farklı firmalara ait 20 şalgam suyu örneğinde KB sayısının 0-1541 kob/mL arasında değiştiğini bildirmiştir. Utuş (2008) farklı havuç boyutu

denemeleri ile gerçekleştirdiği çalışmada, bazı denemelerde fermentasyonun üçüncü ve bazılarında ise beşinci gününden sonra, Güneş (2008) ise havuç fermentasyonunun beşinci ve altıncı günlerinden sonra denemelerinde KB'ye rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Tangüler (2010), tarafından farklı üretim yöntemleriyle üretilen şalgam sularında KB sayısının başlangıçta 2.04 log kob/mL ile 5.07 log kob/mL arasında olduğu ve zamanla azalarak fermentasyonun 6. gününden sonra hiçbir denemede belirlenemediği bildirilmiştir. Ağırman (2014) tarafından farklı NaCl, KCl ve CaCl₂ konsantrasyonlarının etkisi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, KB sayısının başlangıçta 4,77-5,39 log kob/mL arasında olduğu bildirilmiş ve zamanla KB sayısının azalarak 8. günden sonra hiç bir denemede izole edilemedikleri bildirilmiştir.

Gerçekleştirilen denemede elde edilen KB sonuçları, çeşitli araştırmacılar (Öztürk, 2009; Utuş, 2008; Güneş, 2008; Tangüler, 2010; Ağırman, 2014) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Sonuç

Farklı sıcaklık uygulaması şalgam suyu üretiminde fermentasyon süresini etkilemiş ve sıcaklığın düşmesiyle fermentasyon süresi uzamıştır. Öte yandan, artan sıcaklıklarda maksimum LAB ve TM sayılarına daha erken ulaşılmıştır. Koliform grubu bakteriler ise artan sıcaklık ve asitliğe bağlı olarak daha kısa sürede ortamdaki sayıları düşürmüştür. Sonuç olarak, farklı fermentasyon sıcaklığı şalgam suyu üretimi ve mikrobiyal değişim üzerine etkili olmuştur. Gerçekleştirdiğimiz araştırmada belirlenen bu sonuçların ülkemize özgü bir ürün olan şalgam suyu üretimiyle ilgili son zamanlarda artan bilimsel bilgi birikimine katkısı olacaktır. Ancak, bu konu ile ilgili özellikle sıcaklığın şalgam suyunun diğer özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi başta olmak üzere daha kapsamlı yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.



Şekil 5 Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen havuç fermentasyonu boyunca ortamda belirlenen KB sayısı T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C)

Figure 5 The number of coliform bacteria determined in the environment during carrot fermentation

Teşekkür

Çalışmaya verdiği destekten dolayı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: FEB 2017/25-BAGEP) ve hammadde desteğinden dolayı Doğanay Gıda firmasına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ağırman B. 2014. Şalgam Suyu Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanılarak Sodyum Klorür Miktarının Azaltılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, 99 s. Adana, Türkiye.
- Arıcı M. 2004. Mikrobiologische und chemische eigenschaften von Salgam. *Ernaehrungs-Umschau.*, 51: 10-11.
- Aydar A. 2003. Şalgam Suyu Üretiminde *Lactobacillus plantarum* İlavésinin Ürün Bileşim ve Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 35 s. Tekirdağ, Türkiye.
- Canbaş A, Deryaoğlu A. 1993. Şalgam suyunun üretim tekniği ve bileşimi üzerinde bir araştırma. *Doğa-Turkish J Agric Forest.*, 17: 119-129.
- Canbas A, Fenercioglu H. 1984. Şalgam suyu üzerine bir araştırma. *Gıda*, 9: 279-286.
- Cemeroğlu B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, 535 s., Ankara.
- Corsetti A, Settanni L, Valmorri S, Mastrangelo M, Suzzi G. 2007. Identification of subdominant sourdough lactic acid bacteria and their evolution during laboratory-scale fermentations. *Food Microbiol.*, 24: 592-600.
- Çakır P. 2011. Ülkemizde Üretilen Şalgam Sularının Bileşimleri ve Gıda Mevzuatına Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 58 s, Tekirdağ, Türkiye.
- Deryaoğlu A. 1990. Şalgam Suyu Üretimi ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57 s, Adana, Türkiye.
- Erbas M, Certel M, Uslu MK. 2005. Microbiological and chemical properties of Tarhana during fermentation and storage as wet- sensorial properties of Tarhana soup. *LWT—Food Sci. Technol.*, 38: 409-416.
- Erten H, Tangüler H, Canbaş A. 2008. A traditional Turkish lactic acid fermented beverage : Shalgam (Salgam). *Food Rev. Int.*, 24 (3): 352-359.
- Erten H, Tangüler H. 2015. Shalgam (Şalgam): A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage Based on Black Carrot, (Eds: Hui YH and Evranuz EÖ) In: *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*, Second Edition, CRC Press, Chapter 36. pp: 841-849.
- Erten H, Tangüler H. 2016. Fermente Bitkisel Ürünler. (Ed. Aran N.), *Gıda Biyoteknolojisi*, Nobel Yayınevi, 6. Basım, ss. 243-278, Ankara.
- Gobbetti M, De Angelis M, Corsetti A, Di Cagno R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends Food Sci. Technol.*, 16: 57-69.
- Gök S. 2017. Adana İlinde Satışa Sunulan Şalgam Sularının Kalite Özelliklerinin ve Türk Gıda Kodeksine Uygunluğunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 60 s, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Güneş G. 2008. Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (*Daucus Carota*) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, 48 s. Adana, Türkiye.
- Halkman AK. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, MERCK, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd Şti, 358 s., Ankara.
- Harrigan WF, McCance ME. 1990. *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*, 8th edn., Academic Press, 452 s., London.
- İyiçinar H. 2007. Kontrollü Şartlarda Şalgam Suyu Üretimi Üzerine Farklı Formülasyonların Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 57 s, Konya, Türkiye.
- McFeeters RF. 2004. Fermentation microorganisms and flavor changes in fermented foods. *J Food Sci.*, 69 (1): 35-37.
- Miışoğlu D. 2004. Şalgam Suyu Üretiminde Enzim Uygulamasının Verim ve Kaliteye Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 68 s, Şanlıurfa, Türkiye.
- Nout MJR, Rombouts FM. 1992. Fermentative preservation of plant foods. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement*, 73:136S-147S.
- Özdeştan O, Üren A. 2010. Biogenic amine content of Shalgam (Şalgam): A traditional lactic acid fermented Turkish beverage. *J. Agric. Food Chem.*, 58: 2602-2608.
- Özhan N. 2000. Şalgam Suyunda *Escherichia coli*'nin Yaşama Süresinin Bulunması. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 47 s, Mersin, Türkiye.
- Özler N, Kılıç O. 1996. Şalgam suyu üretimi üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 21: 323-330.
- Öztürk O. 2009. Adana Piyasasındaki Şalgam Sularının Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Adana, Türkiye.
- Paramithiotis S, Gioulatos S, Tsakalidou E, Kalantzopoulos G. 2006. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough. *Proc. Biochem.*, 41: 2429-2433.
- T.S.E., 2003. TS 11149 Şalgam Suyu Standardı, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Tangüler H. 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 367 s, Adana, Türkiye.
- Tangüler H, Erten H. 2011. Şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen hamur fermantasyonunun mikrobiyolojik açıdan incelenmesi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi., 26(2) :15-22.
- Tangüler H, Erten H. 2012a. Şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen hamur fermantasyonu sırasında izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması. *Akademik Gıda*, 10(2) :48-54.
- Tangüler H, Erten H. 2012b. Chemical and microbiological characteristics of shalgam (Şalgam): A traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *J. Food Qual.*, 35: 298-306.
- Tangüler H, Erten H. 2013. Selection of potential autochthonous starter cultures through lactic acid bacteria isolated and identified from shalgam, A traditional Turkish fermented beverage. *Turkish J. Agric. Forestry*, 37(2): 212-220.
- Tangüler H, Saris Per EJ, Erten H. 2015. Microbial, chemical and sensory properties of shalgams made using different production methods. *J. Sci. Food Agric.*, 95(5): 1008-1015.
- Tangüler H, Selli S, Sen K, Cabaroglu H, Erten H. 2017. Aroma composition of Shalgam: A traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *J. Food Sci. Technol.*, 54(7): 2011-2019.
- Utuş D. 2008. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Siyah Havuç (*Daucus carota*) Boyutunun Şalgam Suyu Kalitesi Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 55 s, Adana, Türkiye.