

Kombuça, Tempeh ve Kimçi'nin Üretim Teknikleri ve Sağlık Üzerine Etkileri

Goncagül YILMAZ

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Turizm Fakültesi,
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü
goncagulylmaz7@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9476-560X

Emre VATANSEVER

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Turizm Fakültesi,
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü
emrevtnsvr40@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3002-2799

Zerrin YÜKSEL

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bayramiç MYO,
Kimya ve Kimyasal Ürünler İşleme Teknolojileri Bölümü
zyuksel@comu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6817-7847

Geliş tarihi / Received: 17.05.2023

Kabul tarihi / Accepted: 30.07.2023

Öz

Fermantasyon insanlar tarafından uzun yıllardır kullanılan bir gıda koruma ve saklama yöntemidir. Her ülkede insanların kendi kültürel özelliklerini yansıtan binlerce fermente ürün bulunmaktadır. Fermente gıdalar bakteriler, mayalar ve / veya küflerin aktivitesi ile üretilir ve kullanılan mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu yeni fiziksel, duyuşal ve besleyici nitelikler kazanırlar. Temel olarak fermente gıdaları; fermente sebze ürünleri, fermente et ürünleri, fermente süt ürünleri, fermente tahıl ürünleri ve fermente alkollü içecekler olarak sınıflandırmak mümkündür. Yapılan sayısız çalışma ile fermente ürünlerin besleyici değerinin yüksek ve insan sağlığı için oldukça önemli olduğu ortaya konulmuştur. Fermantasyon sürecinde mikroorganizmaların aktivitesi sonucu sağlık üzerinde olumlu etkileri olan birçok bileşik açığa çıkmaktadır. Ayrıca günümüzde tüketiciler, spesifik organoleptik özelliklere sahip, daha az koruyucu içeren doğal ve geleneksel gıda ürünlerini talep etmektedir. Bu nedenle fermente gıdalara olan ilgi de giderek artmaya başlamıştır. Bu derleme çalışmasında Uzakdoğu kökenli olan ve son yıllarda market rafları ile restoran menülerinde sıklıkla karşılaşılan fermente ürünler olan kombuça, tempeh ve kimçi'nin özellikleri, üretim teknikleri ve sağlık üzerine etkileri detaylı literatür taramaları ile bir araya getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Fermantasyon, kombuça, tempeh, kimi, sağlık*

Production Techniques of Kombucha, Tempeh and Kimchi and Their Effects on Health

Abstract

Fermentation is a food preservation and storage method that has been used by humans for many years. In each country, there are thousands of fermented products that reflect the cultural characteristics of the people. Fermented foods are produced by the activity of bacteria, yeasts and / or molds, and they acquire new physical, sensory and nutritional qualities as a result of the activities of the microorganisms used. Basically fermented foods: It is possible to classify fermented vegetable products, fermented meat products, fermented milk products, fermented cereal products and fermented alcoholic beverages. Numerous studies have shown that fermented products have a high nutritional value and are very important for human health. As a result of the activity of microorganisms in the fermentation process, many compounds that have positive effects on health are released. In addition, today consumers demand natural and traditional food products with specific organoleptic properties and less preservatives. For this reason, the interest in fermented foods has started to increase gradually. In this review study, the characteristics, production techniques and health effects of kombucha, tempeh and kimchi, which are fermented products of the Far East origin and frequently encountered on market shelves and restaurant menus in recent years, were brought together with detailed literature reviews.

Keywords: *Fermentation, kombucha, tempeh, kimchi, health*

Giriş

Beslenme kavramını insanlık tarihi kadar eski bir kavram olup bireylerin gelişebilmesi ve hayatlarını devam ettirebilmeleri için elzemdir. İnsanoğlu bu en temel ihtiyacını karşılayabilmek için tarih boyunca çeşitli arayışlar içine girmiştir (Muslu, 2019). Bu arayışlar sonucunda pek çok yeni yöntem keşfedilmiştir. Fermantasyon tekniği de bu keşiflerden birisidir. Fermantasyon yöntemi tarihsel süreçte tuzlama ve kurutma gibi işlemlerle birlikte bilinen en eski gıda koruma ve saklama yöntemlerinden birisi olmuştur (Gümüş ve Coşkun, 2008). Antik dönemlerden itibaren fermantasyon yöntemi bilinçli olarak olmasa da pek çok gıdanın üretilmesinde kullanılmıştır. 1600'lü yıllarda mikroskobun keşfedilmesi (Hogg, 1854), fermantasyonda mikroorganizmaların rol oynadığının anlaşılmasına başlanması açısından önemlidir. 1857 yılında ise Louis Pasteur'un mayalanma olarak bilinen olayın mayadan ileri geldiği-

ni bulması, fermantasyon tarihinde bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir (Anlı, 2019). Fermantasyon gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların çoğalmasını baskılamaktadır. Bu nedenle eski dönemlerden günümüze insanların tükettikleri gıdaların daha güvenli bir hale gelmesini sağlamak ve dayanıklılıklarını arttırmak fermantasyonun temel amaçları arasında yer almaktadır (Oktay ve Özbaş, 2020; Ross vd., 2002).

Fermantasyon kelimesinin kökeni Latince 'kaynamak' anlamında kullanılan fervere kelimesinden gelmektedir (Asghar vd., 2017). Fermantasyon, en genel tanımıyla, gıdalarda bulunan büyük moleküllü organik bileşiklerin özellikle karbonhidratların çeşitli mikroorganizmalar tarafından daha küçük moleküllü organik bileşiklere parçalanmasıdır. Fermantasyonda mikroorganizmaların biyokimyasal aktiviteleri sonucu ürünlerde tat, koku ve ya

pısal özellikler gelişmektedir. Fermantasyonda kullanılan mikroorganizmaların metabolitleri (organik asitler başta olmak üzere) aracılığı ile gıdaların raf ömrü uzamaktadır (Akçelik ve Akçelik, 2019). Fermantasyonun ana rolleri arasında patojenlerin inhibisyonu yolu ile gıda güvenliğinin artırılması yer almaktadır (De Guidi vd., 2023; Dimidi vd., 2019). Ayrıca fermantasyon sırasında bazı toksik bileşiklerin parçalanması da gıda güvenliğinin artmasına katkı sağlamaktadır. Gıdaların besinsel değerlerinin ve organoleptik kalitelerinin artması da fermantasyonun diğer rolleri arasında yer almaktadır (Akçelik ve Akçelik, 2019).

Gıdaları fermente ederken kullanılan iki farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlardan ilki doğal fermantasyon adı verilen kendiliğinden fermantasyon yöntemidir. Bu yöntemde ham maddeden gelen mikroorganizmalara (vahşi flora) uygun ortam sağlanarak kendi kendine fermantasyona bırakılır. Kimçi ve tempeh benzeri bazı fermente ürünlerin geleneksel üretiminde bu yöntem kullanılmaktadır. İkinci yöntem ise fermantasyon için uygun bir starter kültürün kullanıldığı kültüre bağlı fermantasyon yöntemidir. Kefir, kombuça, yoğurt gibi fermente ürün çoğunlukla bu yöntem ile üretilir. Örneğin; kombuça mayasının (scoby) sakkaroz içeren çay karışımına eklenerek kontrollü bir şekilde fermente edilmesinde bu yöntem kullanılmaktadır (Marco vd., 2017).

Dünya üzerinde et, balık, çeşitli sebze ve meyveler, süt ürünleri ve tahıllar gibi pek çok ham madde kullanılarak binlerce farklı fermente ürün üretilmektedir (Kumari vd., 2021; Melini vd., 2019). Fermente gıdaların sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle bu ürünlere olan ilginin giderek arttığı bildirilmektedir. Fermente ürünlerin sağlık üzerine etkisi, literatürde üzerinde yoğun çalışılan konulardan biridir (Asghar vd., 2017; Castellone vd., 2021; Ha-

san, 2014; Mathur vd., 2020; Melini vd., 2019; Sultan vd., 2014; Şanlıer vd., 2017). Fermente gıdaların başlıca yararlı etkileri arasında bağırsıklık sistemini düzenlemesi, bağırsak florasını düzenleyerek kabızlık ve ishal gibi sorunları önlemesi ve cilt sağlığını iyileştirmesi gösterilebilir (Öztürk, 2022). Bu yararlı etkiler, mikroorganizmaların fermantasyon sırasında ham maddelerde doğal olarak bulunan bileşenleri yeni bileşiklere dönüştürmesinden ileri gelmektedir. Bu bileşikler arasında temel amino asitler, temel yağ asitleri, izoflavonlar, antioksidan bileşikler, antimikrobiyel bileşikler, vitaminler ve mineraller yer almaktadır (Özel vd., 2019).

Artan dünya nüfusu ve yakın geçmişte yaşanan Covid 19 pandemisi ile sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi, fermente gıdalar gibi fonksiyonel ürünlere olan talebin de artmasına yol açmıştır. Besleyici niteliklerinin artmasının yanı sıra gıdanın raf ömrünü uzatması ve ürünlere yeni duyuşsal özellikler kazandırması nedeniyle fermente ürünler gastronomi dünyasında da sıkça ön plana çıkan ürünler arasındadır (Peraza ve Perron, 2022).

Fermente gıdalar, fonksiyonel özellikleri sayesinde bağırsakta bulunan yararlı bakterilerin sayılarının artmasına neden olarak bağırsak mikrobiyotasını düzenler (Aslam vd., 2020; Casertano vd., 2022). Gerek besleyici nitelikleri ve sağlık üzerine olumlu etkileri gerekse tüketici beğenisini kazanmaları nedeniyle geleneksel fermente gıdalar arasında yer alan kimçi, kombuça, tempeh gibi ürünler günümüzde endüstriyel boyutta da üretilmektedir. Bu çalışmada kökeni Uzakdoğu kültürüne dayanan ve günümüz dünyasında yaygın olarak tüketilen kombuça, tempeh ve kimçi'nin özellikleri ve üretim teknikleri ile sağlık üzerine etkileri detaylı literatür taramalarıyla bir araya getirilmiştir.

Kombuça

Kombuça (kombu çayı), *Camellia sinensis* (çay bitkisi) özütü veya infüzyonu ve sakkaroz karışımının bazı aktif bakteri ve mayaları (Scoby) içeren simbiyotik bir kültürle fermente edilmesiyle üretilen antik bir içecektir (Vargas vd., 2021). Kombuça, dünyada en çok tüketilen alkolsüz fermente içeceklerden biridir (Baschali vd., 2017). Ferahlatıcı, gazlı, hafif tatlı özelliklere sahip olup sağlığa yararları etkileri ile de ön plana çıkmaktadır (Dufresne ve Farnworth, 2000). Çay, dünyanın birçok yerinde sıklıkla tüketilen bir içecek olmasına rağmen kombuçanın bilinen ilk tüketim yeri Çin'dir (Balentine vd., 2009).

Çinliler tarafından M.Ö. 500 ve 300'lü yıllarda sırasıyla antibiyotik olarak küflü soya peyniri kullanılması ve fermentasyon ile sebzelerin korunması, fermente gıdalar tarihçesinin temel taşları arasında sıralanmaktadır (Anlı, 2019). Çay bitkisinin ise ilk olarak M.Ö. 2737'li yıllarda "İlahi Şifacı" olarak bilinen imparator Shen Nung tarafından Çin'e getirildiğinden söz edilmektedir (Ukers, 1935). Kombuçanın ise ilk olarak M.S. 414 yılında Doktor Kombu tarafından ilaç olarak Japonya'ya getirildiği ve İmparator Inkyo'nun sindirim problemlerini çözmek için kullanıldığı düşünülmektedir (Dufresne ve Farnworth, 2000; Jayabalan vd., 2014; Kapp ve Sumner, 2019). Genişleyen ticaret yolları ile Kombuça önce Rusya'ya daha sonra Avrupa'ya yayılmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında Almanya ve Fransa'da tüketimi artış göstermeye başlamıştır (Blanch, 1996). Kombuça yapımında yeni aromaların geliştirilmesiyle birlikte tüketiminin de arttığı kayıtlara geçmiştir (Coelho vd., 2020).

Kombuça, asetik asit bakterileri ve mayaların şeker eklenen çayı fermente etmesiyle hazırlanan geleneksel bir içecektir (Bishop vd., 2022; Özel vd., 2019). Kombuça yapımı kullanılan

çayın türüne, miktarına ve ortam sıcaklığına göre değişebilmektedir (Bishop vd. 2022). Siyah çay, yeşil çay, beyaz çay, farklı meyveler ve bitkilerden elde edilen çaylar kullanılarak farklı tat ve kokuya sahip kombuçalar üretilmektedir.

Kombuça yapımı için yaklaşık 100oC'deki bir litre suya 1.5 gram çay eklenir. Ardından bir litreye 50-150 gram olacak şekilde sakkaroz ilave edilir. Yaklaşık 10 dakika kadar demlendikten sonra çay yaprakları çıkartılır ve oda sıcaklığına getirilir. Bu aşamadan sonra soğutulan çaya bir önceki fermentasyonda gelişmiş olan kombuça mayası %10-15 oranında aşılır ve oda sıcaklığında 6 ile 10 gün arasında fermentasyona bırakılır. Fermentasyon sonrası yüzeye çıkan maya tabakasının büyük bir kısmı kombuçadan uzaklaştırılır küçük bir kısmı ise içerisinde bırakılır. En son aşamada kombuça süzülerek cam şişelere doldurulur ve + 4oC'de saklanır (İleri vd., 2010) (Şekil 1). Fermentasyon sonunda organik asit, vitamin, mineral ve çay bileşenlerince zengin, elma şarabına benzer tatta bir içecek elde edilir (Özel vd., 2019). Kombuça, 6 ile 10 gün arasında fermentasyona bırakıldığında, ferahlatıcı ve meyvemsi aromalara sahip bir içeceğe dönüşür. Ancak fermentasyon süresinin 10 günü geçmesi durumunda kombuçanın tadında istenmeyen değişiklikler (sirke tadı gibi) ortaya çıkabileceği bildirilmektedir (Bishop vd. 2022). Kombuçanın karakteristik lezzetini oluşturan bileşikler arasında asetik asit, malik asit, glukonik asit, tartarik asit ve sitrik asit yer almaktadır (Özel vd., 2019).

Kombuçanın fermentasyonu, asetik asit bakterilerinin (*Acetobacter xylinum*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter xyliinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Gluconobacter oxydans*) ve mayaların (*Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ludwigii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Kloeckera apiculata*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosac*

charomyceskombuchaensis sp., nov., Brettanomyces bruxellensis, Brettanomyces lambicus, Brettanomyces custersii, Candida krusei, Candida albicans, Kluyveromyces africanus, Torula delbrueckii, Torula varieties) simbiyotik birlikteliği olarak tanımlanmaktadır (Özel vd., 2019). Ayrıca kombuçadan izole edilen mikroorganizmalar arasında Allobaculum, Bifidobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc ve Propionibacterium cinsi bakteriler ile Mycoderma, Pichia cinsi mayaların da olduğu bildirilmektedir (Bishop vd. 2022). Kombuça bileşiminde bu canlı mikroorganizmaları içerdiğinden dünya çapında probiyotik bir içecek olarak bilinmekte ve probiyotik pazarında en hızlı büyüyen ürünü temsil etmektedir. Birçok ülkede doğal, organik, ham, yaşayan kültür, süt ürünü olmayan probiyotik, bağırsaklarınız için sağlıklı gibi bilgileri içeren kombuça etiketlerine rastlamak mümkündür (Vargas vd., 2021).

Kombuçanın kimyasal bileşimi, kullanılan kültürün aktivitesine, çay ve şeker konsantrasyonuna, fermantasyon süresi ve sıcaklığına bağlı olarak değişmekle birlikte kombuça organik asitler ve amino asitler, vitaminler, şekerler, polifenoller ve antioksidanlar gibi biyoaktif bileşikler bakımından oldukça zengin bir üründür (Selvaraj ve Gurumurthy, 2023). Ayrıca kombuça B1, B2, B6, B12 ve C vitaminleri ile bakır (Cu), nikel (Ni), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) gibi mineralleri de içermektedir (Özel vd., 2019). Literatürde kombuçanın dü-

zenli olarak tüketildiğinde sağlık üzerinde pek çok olumlu etkisi olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Sindirim ve karaciğer fonksiyonlarını düzenleyici, bağışıklık sistemini destekleyici ve obezite riskini azaltıcı özellikleri olduğu, bronşit ve astım hastaları tarafından kullanıldığında rahatlatıcı etki gösterdiği bildirilmektedir (Dufresne ve Farnworth, 2000; Jayabalan vd., 2014). Ayrıca kombuçanın iltihaplanma, ödem, koroner ve vasküler kalp rahatsızlıkları, stres ve kilo kaybı gibi sağlık sorunlarına karşı olumlu etkilerinin yanı sıra antikanserijen, antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin olduğu da belirtilmiştir (Selvaraj ve Gurumurthy, 2023). Örneğin; yapılan bir çalışmada İkinci Dünya Savaşı sonrası Rusya'nın kombuça tüketimi yüksek bölgelerinde kanser hastalığı görülme riskinin, diğer bölgelerine kıyasla oldukça düşük olduğu bulunmuştur (Selvaraj ve Gurumurthy, 2023). Kombuçanın antioksidan özellikleri üretimde kullanılan çayın türüne göre değişebilmektedir. Yeşil ve beyaz çaylardan üretilen kombuçaların, siyah çay kullanılarak üretilenlere kıyasla, daha yüksek antioksidan özellik gösterdiği bildirilmektedir (Wang vd. 2022). Kombuçanın bilinçsiz ve yüksek miktarlarda tüketilmesi durumunda ise iştahsızlık ve mide bulantısı gibi olumsuz etkiler görülebilmektedir (İleri vd. 2010). Bunun dışında kombuça tüketiminde görülen olumsuz etkilerin büyük çoğunluğu yanlış hazırlanma veya yanlış saklama yöntemlerinden kaynaklanmaktadır (Selvaraj ve Gurumurthy, 2023).

Şekil 1

Kombuça üretim şeması (İleri vd. 2010)



Tempeh

Endonezya orijinli geleneksel bir fermente ürün olan tempeh, soya fasulyelerinin küf sporları kullanılarak fermente edilmesi ile üretilmektedir (Romulo ve Surya, 2021). Çin veya Japonya menşei olmayan tek soya ürünü olan tempeh'nin, Endonezya'da ortaya çıktığı ve söz konusu yöre mutfağının eşsiz kültürel mirası olduğu düşünülmektedir. Tarihi yazıtlara bakıldığında tempeh'den ilk bahseden kaynak 1815 yılında yayınlanan ve Cava kültürü hikayelerini ve öğretilerini anlatan Serat Centhini isimli kitaptır (Aoyagi, 2007; Pringgoharjono, 2006). Tempeh yüksek besleyiciliğe sahip ucuz bir ürün olup Endonezya ve Güney Asya toplumlarının tüm ekonomik sınıfları tarafından sevilerek tüketilmektedir (Özel vd., 2019).

Üretiminde çoğunlukla *Rhizopus oligosporus* türü küf sporları kullanılır (Shurtleff ve Aoyagi, 1979). Soya fasulyesi, tempeh üretmek için en uygun bakliyatlardan biri olsa da üretiminde pirinç, nohut, arpa, kadife fasulye (mucuna), bakla gibi ürünler de kullanılabilir (Cantabrana vd., 2015). Üretilen tempeh keki çiğ olarak tüketilebilir (Nicole vd., 2021). Vegan / vejeteryan beslenmeye de uygun olan tempeh kavurma, buğulama ve yağda kızartma şeklinde tüketilebilir (Erkan vd., 2020). Un haline getirilerek kraker gibi yeni ürün geliştirme

çalışmalarına da rastlanmaktadır (Nicole vd., 2021). Ancak tempeh keklerinin içerisinde yer alan ve antioksidan özellik gösteren izoflavon bileşiklerinde kızartma işlemi sonunda %45 oranında azalma olduğundan ürün fonksiyonel özelliklerinin bir kısmını kaybetmektedir (Haron vd., 2009). Uygun fiyatlı olması ve yüksek protein içeriği sebebiyle Endonezya halkı tempeh ürününü et yerine alternatif protein kaynağı olarak tercih etmektedir.

Tempeh soya fasulyelerinin ıslatılması, kabuklarının soyulması, kaynatılması ve çoğunlukla *Rhizopus* cinsi küfler kullanılarak fermentasyona bırakılması ile elde edilir. Geleneksel üretim yönteminde tempeh muz yapraklarına sarılarak saklanır (Romulo ve Surya, 2021). Fermentasyon işlemi sonunda preslenmiş soya fasulyelerinin etrafı küf miselleri tarafından kaplanarak tempeh'i birbirine beyaz renk ağlarla bağlanmış dilimlenebilir sıkı bir kek haline getirir (Azeke vd., 2007). Islatma işlemi sırasında soya fasulyesinin içindeki su miktarı artar, bu aşamada laktik asit fermentasyonu gerçekleşir ve asitlik 5.0'e (pH) düşer. Bu sayede bozulmaya yol açabilecek mikroorganizmaların faaliyete geçmesi engellenir. Asitliğin artması küf sporlarının büyümesini engellemekle birlikte (Babu vd., 2009), aksine gelişimini hızlandırmaktadır. Islatma işlemi sırasında kabuk ayırma

işlemi kolaylaşmaktadır. Soyulan soya fasulyeleri kaynatılarak istenmeyen bakteriler uzaklaştırılır. Kaynatılan fasulyeler soğutulduktan sonra *Rhizopus oligosporus* ve *Rhizopus oryzae* küfünün sporları aşıl原因arak 30°C’de 48 saat boyunca fermantasyona bırakılır (Nout ve Kiers, 2005) (Şekil 2). Geleneksel üretiminde tempeh çoğunlukla güneşte kurutulmaktadır. Taze tempeh oda sıcaklığında birkaç gün saklanabilmektedir.

Tempeh, soya fasulyesine kıyasla sindirimi daha kolay bir üründür. Fermantasyon sırasında soya fasulyesinde bulunan fitik asit nötralize edildiğinden tempeh, soya fasulyesinin aksine bağırsakta mineral emilimini engellemez (Babu vd., 2009; Kustyawati vd., 2020). Çok az oranda doymuş yağ asidi içerir. Ayrıca farklı ham maddelerden yapılan tempeh, zengin besin bileşimi nedeniyle vegan/vejetaryen bireyler için de çok değerli alternatif bir besindir (Erkan vd., 2020). Tempeh, et ile eşdeğer kalitede yüksek protein içeriğine sahip olup yapısında bütün temel amino asitleri içermektedir. Kalsiyum, diyet lifleri ve temel yağ asitlerince de zengin bir üründür.

Ayrıca tempeh iyi bir folik asit, vitamin B6 ve B12 kaynağı olarak kabul edilmektedir (Babu vd., 2009; Kustyawati vd., 2020).

Tempeh üretiminde fermantasyon sürecinde *Rhizopus oligosporus*’un enzimatik aktivitesi sonucu, soya fasülyesinde doğal olarak bulunmayan, gama-linoleik asit açığa çıkmaktadır. Gama-linoleik asit, kolesterolü düşürme ve kandaki trigliserit seviyesini düzenleme gibi biyoaktif özelliklerinden dolayı tempeh’nin besleyici değerini arttırmaktadır (Özel vd., 2019). Tempeh ile yapılan çalışmalarda 3 ay boyunca düzenli olarak özel hazırlanan tempeh kapsülleri ile beslenen tip 2 diyabet hastalarının Hemoglobin A1c seviyelerinde düşüş gözlemlenmiştir. Aynı hastalar ile yapılan araştırmanın bir diğer sonucuna göre ise damar duvarlarının sertleşmesine neden olan trigliserit seviyesinin, düzenli tempeh kapsülü kullanımı ile azaldığı saptanmıştır (Su vd., 2021). Ayrıca tempeh’in bileşiminde yer alan soya proteinlerinin menopoz semptomlarını ve kalp hastalığı riskini azalttığı bildirilmektedir (Washburn vd., 1999).

Şekil 2

Tempeh üretim akım şeması (Azeke vd., 2007)



Kimçi

Sebzelerin fermente edilmesi yoluyla üretilen kimçi, geleneksel bir Kore yiyeceğidir. Kimçi üretiminin fermantasyon sürecinde birçok bakteri rol oynamaktadır. Bunlar arasında laktik asit bakterileri baskın olarak ortama hakimdir. Kimçi üretimi sırasında ham madde olarak baechu adı verilen Çin lahanası ve Mu adı verilen Kore turpu kullanılır (Park vd., 2017). Üretiminde kullanılan ham maddeler, üretim yöntemleri ve coğrafi bölgelere bağlı olarak değişkenlik gösteren 100'den fazla çeşidi bulunan kimçinin, en popüler olanı baechu lahanası ile yapılanıdır (Özel vd., 2019). Kimçi hazırlanırken kullanılan salatalık, yeşil soğan, zencefil, sarımsak, kırmızı toz biber, balık sosu gibi bileşenler kimçinin fonksiyonel özellikler kazanmasına ve aromasının gelişmesine katkı sağlamaktadır (Jung, Lee ve Jeon, 2014). Kimçi yapımında kullanılan sarımsağın, fermantasyonun ilk aşamalarında laktik asit bakterilerinin gelişmesini desteklediği de bilinmektedir (Cho vd., 2001).

Kimçi hakkında elde edilen ilk bilgilere Samguk Sagi adı verilen ve M.S. 1145'te yayınlanan Üç Krallığın Tarihi kitabından ulaşılmıştır (Jang vd., 2015). Kimçi, Kore'de en çok tüketilen ürünlerden biridir. Yemeklerin yanında tamamlayıcı olarak tüketilebilir. Genellikle vegan olarak üretilen kimçi aynı zamanda Jeotgal adı verilen fermente et ve deniz ürünleri eklenerek de üretilebilir (Lee vd., 2019; Patra vd., 2016). Kimçi, sağlığa olan etkilerinin anlaşılmasına başlanması ile yalnızca Kore'de değil, dünyanın geri kalanında da popülerleşen bir fermente gıda haline gelmiştir.

Kimçi üretimi için kullanılan hammaddeler dört ana grup altında toplanmaktadır. İlk grupta Çin lahanası, Kore turpu ve salatalık olmak üzere ham madde olarak kullanılan sebzeler yer almaktadır. İkinci grubu karabiber, sarımsak, tarçın, kırmızı biber başta olmak üzere bazı

baharatlar oluşturmaktadır. Kimçi üretiminde en çok kullanılan baharat toz kırmızı biberdir (Jeong vd., 2013). Üçüncü grubu lezzet vermek ve organoleptik özellikleri geliştirmek amacıyla ilave edilen çeşni maddeleri oluşturur. Tuz, salamura deniz ürünleri, susam ve mısır şurubu bu çeşniler arasında yer alır. Kimçi üretiminde kullanılan ve ürüne çeşitlilik katan karides, istiridye gibi deniz ürünleri, havuç, yeşil soğan gibi sebzeler, arpa, pirinç gibi tahıllar, domuz ve sığır eti ve son olarak elma, armut gibi meyveler dördüncü grubu oluşturur (Patra vd., 2016).

Kimçi üretiminde fermantasyondan sorumlu olan laktik asit bakterileri (LAB) *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus plantarum*'dur. Bu bakteriler son üründe laktik asit, asetik asit, CO₂ ve etanol gibi bileşiklerin üretilmesinde rol oynamaktadır (Kim vd., 2012). Ortamda bulunan probiyotik özelliklere sahip laktik asit bakterilerinin, kimçiye bitkisel probiyotik gıda özelliği kazandırdığı bildirilmektedir (Park vd., 2014).

Kimçi hazırlarken öncelikle hammadde olarak kullanılacak sebzeler yıkanır ve küçük parçalara doğranır. Daha sonra %3.5 oranında tuz içeren salamura suyunda 2-3 saat bekletilir ve karıştırılır. Ardından tercih edilen baharatlar eklenir ve yoğurma işlemi gerçekleşir. En son aşamada ise kullanılacak olan çeşni malzemeleri; deniz ürünleri, etler, sebze veya meyveler eklenerek kimçi karışımı fermente edileceği steril cam kaba alınır (Park vd., 2014). Taze tüketilecek kimçi oda sıcaklığında fermente edilebilir. Uzun süre saklanmak istenen kimçi 5°C'de birkaç ay fermantasyona bırakılmalıdır (Patra vd., 2016) (Şekil 3).

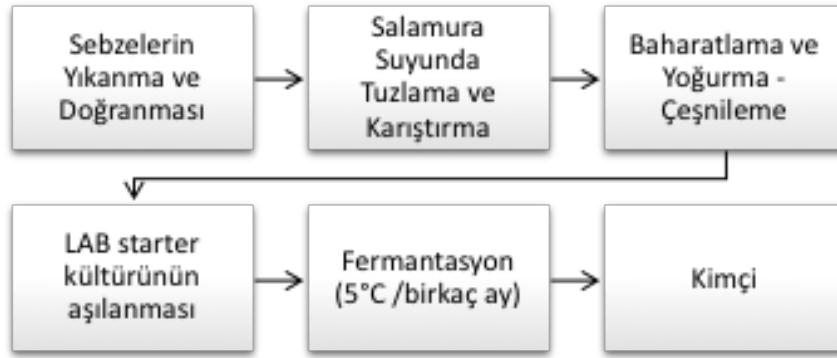
Kimçi önemli bir vitamin, mineral ve diyet lif kaynağıdır. Kandaki kolesterol seviyesini azaltıcı, gastrointestinal sistemi düzenleyici ve antikanserojen özellikleri bulunmaktadır (Park vd., 2014).

Kimçinin mide, kolon, karaciğer kanseri gibi kanser türlerinde kanser hücrelerinin büyümesini engellediği rapor edilmiştir (Park vd., 2017). Fareler ile yapılan bir çalışmada kimçide bulunan laktik asit bakterilerinin tümör oluşumunu azaltıcı rol oynadığı gösterilmiştir (Park ve Rhee, 2005). Ayrıca Kim vd., 2007 tarafın-

dan yürütülen çalışmada, kimçi yapımında kullanılan hardal otu ve tuz çeşitlerinin kanseri önleyebileceği ile ilgili bulgular elde edilmiştir. Cilt sağlığını koruma ve UV ışınlarına karşı cilt bariyerini güçlendirmede de hardal tohumu ile hazırlanan kimçinin olumlu etkiler sağladığı bildirilmektedir (Park ve Rhee, 2005).

Şekil 3

Kimçi üretim akım şeması (Patra vd., 2016)



Çizelge 1’de kombaça, tempeh ve kimçinin içeriği, lezzet özellikleri ve ürünlerin hangi coğrafyaya ait olduğuna ilişkin bilgiler özetlenmiştir.

Çizelge 1

Kombaça, tempeh ve kimçinin içerikleri, lezzet özellikleri ve orijini

Ürün	İçeriği	Lezzet özellikleri	Ürün orijini	Kaynak
Kombaça	Çay, şeker, Scoby (kombaça mayası)	Hafif gazlı, tatlı, asidik	Çin	Dimidi vd., 2019
Tempeh	Soya fasulyesi	Mantarımsı, yumuşak	Endonezya	Nout vd., 2005;

Sonuç

İnsanlar beslenmelerini iyileştirmek ve sağlıklı bir yaşam sürdürmek için fonksiyonel gıdalara yönelmektedirler. Fermente ürünler lezzet özellikleri ve insan sağlığına olumlu etkileri sayesinde fonksiyonel özellik gösteren değerli besinler arasında yer almaktadırlar. Fermentasyon sürecinde mikroorganizmalar, ham maddede bulunan bileşikleri parçalayıp çeşit-

li metabolitler üreterek gıdanın besin değerinin artmasında, korunmasında, tat ve yapısal özelliklerinin gelişmesinde, antimikrobiyal ve antioksidan nitelikler kazanmasında rol oynamaktadırlar. Lezzetli ve aromatik ürünler olmalarının yanı sıra fermente gıdaların, bağırsak sistemlerinin düzenlenmesi ve kardiyovasküler hastalıkların engellenmesi gibi insan sağlığı üzerinde birçok pozitif etkileri bulunmaktadır.

Gastronomi açısından bakıldığında ise fermentasyon yolu ile üretilen besinlerin restoran menülerindeki yerlerinin genişlemesi ve tüketici taleplerine uygun şekilde sunulması sağlık amaçlı tüketilen fermente gıdaların keyifle tüketilen yiyecekler haline gelmesini sağlayacaktır. Restoran şeflerinin fermente ürünler kullanarak yeni tarifler geliştirmesi ve var olan tariflerin içeriğini zenginleştirmeleri tüketicilerin fermente gıdalara olan ilgilerinin artmasına yardımcı olacaktır. Fermente ürünler sunan işletmelerin varlığı tüketicilerin sağlıklı besinlere ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Sonuç olarak fermente gıdalar sunan işletmelerin sayısının, ulaşılabilirliğinin ve ürün çeşitliliğinin artmasının, tüketicilerin sağlıklı beslenme motivasyonuna ve farkındalığına pozitif yönde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Akçelik, N., Akçelik, M. (2019). Gıda fermentasyonlarında rol oynayan mikroorganizmalar. R.E. Anlı, P. Şanlıbaba (Ed.), *Fermente gıdalar mikrobiyoloji teknoloji sağlık içinde* (s. 9–11). Nobel Akademik Yayıncılık.

Anlı, R.E. (2019). Fermentasyonun tarihçesi. R.E. Anlı, P. Şanlıbaba (Ed.), *Fermente gıdalar mikrobiyoloji teknoloji sağlık içinde* (s. 2–3). Nobel Akademik Yayıncılık.

Asghar, F., Ali, S., Goraya, A., Javaid, I., Hussain, Z. (2017). A review on the role of fermented foods as health promoters. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 3, 141–148.

<https://doi.org/10.32628/IJSRST173415>

Aslam, H., Green, J., Jacka, F. N., Collier, F., Berk, M., Pasco, J., Dawson, S. L. (2020). Fermented foods, the gut and mental health: a mechanistic overview with implications for depression and anxiety. *Nutritional Neuroscience*, 23(9), 659–671. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1544332>

Babu, P. D., Bhakayaraj, R., Vidhyalakshmi, R. (2009). A low cost nutritious food “tempeh”-A review. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4(1), 22–27. [http://www.idosi.org/wjdfs/wjdfs4\(1\)/5.pdf](http://www.idosi.org/wjdfs/wjdfs4(1)/5.pdf)

Balentine, D. A., Wiseman, S. A., Bouwens, L. C. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(8), 693–704.

<https://doi.org/10.1080/10408399709527797>

Baschali, A., Tsakalidou, E., Kyriacou, A., Karavasiloglou, N., Matalas, A. L. (2017). Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: A neglected food group. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 1–24.

<https://doi.org/10.1017/S0954422416000202>

Bishop, P., Pitts, R. E., Budner, D., Witrick, T. A. K. (2022). Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. *Food Chemistry Advances*, 1, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100025>

Blanc, P. J. (1996). Characterization of the tea fungus metabolites. *Biotechnology Letters*, 18(2), 139–142. <https://doi.org/10.1007/BF00128667>

Cantabrana, I., Perise, R., Hernández, I. (2015). Uses of *Rhizopus oryzae* in the kitchen. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2(2), 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2015.01.001>

Casertano, M., Fogliano, V., Ercolini, D. (2022). Psychobiotics, gut microbiota and fermented foods can help preserving mental health. *Food Research International*, 152, 110892. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110892>

Castellone, V., Bancalari, E., Rubert, J., Gatti, M., Neviani, E., Bottari, B. (2021). Eating fermented: Health benefits of LAB - Ferment-

- ted foods. *Foods*, 10(11), 2639. <https://doi.org/10.3390/foods10112639>
- Cho, H. K., Park, S. H., Jung, C. S., Jo, J. S. (2001).** Effect of the garlic on the fermentation and quality of kimchi. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 16(5), 470–477.
- Chon, S. Y., Yoon, S., Ha, J., Kim, M. K. (2021).** Influence of visual appearance on consumer perception of spiciness in kimchi. *Journal of Sensory Studies*, 36(4), e12659. <https://doi.org/10.1111/joss.12659>
- Coelho, R. M. D., de Almeida, A. L., do Amaral, R. Q. G., da Mota, R. N., de Sousa, P. H. M. (2020).** Kombucha. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>
- De Guidi, I., Legras, J. L., Galeote, V., & Sicard, D. (2023).** Yeast domestication in fermented food and beverages: past research and new avenues. *Current Opinion in Food Science*, 51(11), 101032. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101032>
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2019).** Fermented foods: definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients*, 11(8), 1806. <https://doi.org/10.3390/nu11081806>
- Dufresne, C., Farnworth, E. (2000).** Tea, kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33(6), 409–421. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3)
- Erkan, S. B., Gürler, H. N., Bilgin, D. G., Germec, M., Turhan, I. (2020).** Production and characterization of tempehs from different sources of legume by *Rhizopus oligosporus*. *LWT*, 119, 108880. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108880>
- Gümüş, T., Coşkun, F. (2008, 21-23 Mayıs).** Gıda güvenliğinde fermantasyonun önemi. 10. Gıda Kongresi Bildiri Kitabı içinde (s. 1069–1072). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. <https://www.gidadernegi.org/TR/Genel/240934948214e.pdf>
- Haron, H., Ismail, A., Azlan, A., Shahar, S., Peng, L. S. (2009).** Daidzein and genestein contents in tempeh and selected soy products. *Food Chemistry*, 115(4), 1350–1356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.053>
- Hasan, M. N., Sultan, M. Z., Mar-E-Um, M. (2014).** Significance of fermented food in nutrition and food science. *Journal of Scientific Research*, 6(2), 373–386. <https://doi.org/10.3329/jsr.v6i2.16530>
- Hogg, J., (1854).** *The microscope. it's history, construction and applications.* The Illustrated London Library.
- İleri, T., Taőçı, F., őahindokuyucu, F. (2010).** Kombucha ve sağlık üzerine etkileri. *Uludađ Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Dergisi*, 29(1), 69–77.
- Jang, D. J., Chung, K. R., Yang, H. J., Kim, K. S., Kwon, D. Y. (2015).** Discussion on the origin of kimchi, representative of Korean unique fermented vegetables. *Journal of Ethnic Foods*, 2(3), 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2015.08.005>
- Jayabalan, R., Malbaőa, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., Sathishkumar, M. (2014).** A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Jeong, S. H., Lee, H. J., Jung, J. Y., Lee, S. H., Seo, H. Y., Park, W. S., Jeon, C. O. (2013).** Effects of red pepper powder on microbial

communities and metabolites during kimchi fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 160(3), 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.10.015>

Jung, J. Y., Lee, S. H., Jeon, C. O. (2014). Kimchi microflora: history, current status, and perspectives for industrial kimchi production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98, 2385–2393. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5513-1>

Kapp, J. M., Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, 30, 66–70. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.001>

Kim, J., Bang, J., Beuchat, L. R., Kim, H., Ryu, J. H. (2012). Controlled fermentation of kimchi using naturally occurring antimicrobial agents. *Food Microbiology*, 32(1), 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.05.007>

Kim, Y. T., Kim, B. K., Park, K. Y. (2007). Antimutagenic and anticancer effects of leaf mustard and leaf mustard kimchi. *Preventive Nutrition and Food Science*, 12(2), 84–88. <https://doi.org/10.3746/jfn.2007.12.2.084>

Kumari, R., Sanjukta, S., Sahoo, D., Rai, A. K. (2022). Functional peptides in Asian protein rich fermented foods: production and health benefits. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s43393-021-00040-0>

Kustyawati, M. E., Murhadi, M., Rizal, S. (2020). Vitamin B12 production in soybean fermentation for tempeh. *AIMS Agriculture and Food*, 5(2), 262–271. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2020.2.262>

Lee, M., Song, J. H., Park, J. M., Chang, J. Y. (2019). Bacterial diversity in Korean temple

kimchi fermentation. *Food Research International*, 126, 108592. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108592>

Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, J. E. Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>

Mathur, H., Beresford, T. P., Cotter, P. D. (2020). Health benefits of lactic acid bacteria (LAB) fermentates. *Nutrients*, 12(6), 1679. <https://doi.org/10.3390/nu12061679>

Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ficca, A. G., Ruzzi, M. (2019). Health-promoting components in fermented foods: an up-to-date systematic review. *Nutrients*, 11(5), 1189. <https://doi.org/10.3390/nu11051189>

Muslu, M. (2019). Beslenme tarihsel süreçte sosyal ve uluslararası ilişkilere yansımaları. *Sosyologca*, 9(17), 26–32.

Nicole, T. Z. H., Nichelle, T. S., Elizabeth, T. E., Yuliarti, O. (2021). Formulation of functional crackers enriched with fermented soybean (tempeh) paste: rheological and microstructural properties. *Future Foods*, 4, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100050>

Nout, M. R., Kiers, J. L. (2005). Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millennium. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4), 789–805. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x>

Oktay, B., Özbaş, Y. (2020). Fermente gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Gıda*, 45 (6), 1215–1226. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20105>

Özel, B., Kaya, H.İ., Şimşek, Ö. (2019).

Dünya’da üretilen bazı fermente gıdalar. R.E. Anlı, P. Şanlıbaba (Ed.), *Fermente gıdalar mikrobiyoloji teknoloji sağlık içinde* (s. 592–596). Nobel Akademik Yayıncılık.

Öztürk, İ. (2022). Beslenmede fermente gıdalar ve probiyotikler. A. Özenoğlu (Ed.), *Beslenme ve diyetetikte biyopsikososyal konulara multidisipliner yaklaşım içinde* (s. 39–69). Eğitim Yayınevi.

Park, K. Y., Jeong, J. K., Lee, Y. E., Daily III, J. W. (2014). Health benefits of kimchi (Korean fermented vegetables) as a probiotic food. *Journal of Medicinal Food*, 17(1), 6–20. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.3083>

Park, K. Y., Rhee, S. H. (2005). Functional foods from fermented vegetable products: Kimchi (Korean fermented vegetables) and functionality. J. Shi, C. Ho, F. Shahidi (Ed.), *Asian functional foods içinde* (s. 341–380). CRC Press, Inc. <https://doi.org/10.1201/9781420028119.ch13>

Park, K. Y., Kim, H. Y., Jeong, J. K (2017). Kimchi and its health benefits. C. Martinez-Villaluenga, E. Peñas (Ed.), *Fermented foods in health and disease prevention içinde* (s. 477–502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802309-9.00020-0>

Patra, J. K., Das, G., Paramithiotis, S., Shin, H. S. (2016). Kimchi and other widely consumed traditional fermented foods of Korea: a review. *Frontiers in microbiology*, 7, 1493. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01493>

Peraza, R., Perron, G. G. (2022). Investigating the microbial terroir of fermented foods produced in a professional kitchen. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100509. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100509>

Pringgoharjono, K. (2006). *The Centhini*

story: The Javanese journey of life: based on the original serat Centhini. Marshall Cavendish.

Romulo, A., Surya, R. (2021). Tempe: A traditional fermented food of Indonesia and its health benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 26, 100413.

<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100413>

Ross, R.P., Morgan, S., Hill, C. (2002). Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1), 3–16. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00174-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00174-5)

Selvaraj, S., Gurumurthy, K. (2023). An overview of probiotic health booster-kombucha Tea. *Chinese Herbal Medicines*. 15(1), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2022.06.010>

Shurtleff, W., Aoyagi, A. (1979). *The book of tempeh* (Vol. 1). Soyinfo Center.

Shurtleff, W., Aoyagi, A. (2007). *History of tempeh*. Soyinfo Center.

Su, H. K., Tsai, M. H., Chao, H. R., Wu, M. L., Lu, J. H. (2021). Data on effect of tempeh fermentation on patients with type II diabetes. *Data in Brief*, 38, 107310. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107310>

Şanlıer, N., Gökçen, B. B., Sezgin, A. C. (2017). Health benefits of fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(3), 506–527. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1383355>

Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C. J., Wittmann, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 9263–9275.

<https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>

Ukers, W. H. (1935). *All about tea* (Vol 1). Tea and Coffee Trade Journal Company.

<http://hdl.handle.net/1773/42740>

Vargas, B. K., Fabricio, M. F., Ayub, M. A. Z. (2021). Health effects and probiotic and prebiotic potential of kombucha: A bibliometric and systematic review. *Food Bioscience*, 44, 101332.

<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101332>

Wang, X., Wang, D., Wang, H., Jiao, S., Wu, J., Hou, Y., Sun, J., Yuan, J. (2022). Chemical

profile and antioxidant capacity of kombucha tea by the pure cultured kombucha. *LWT – Food Science and Technology*, 168, 113931. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113931>

Washburn, S., Burke, G. L., Morgan, T., Anthony, M. (1999). Effect of soy protein supplementation on serum lipoproteins, blood pressure, and menopausal symptoms in perimenopausal women. *Menopause*, 6(1), 7-13.

<https://doi.org/10.1097/00042192-199906010-00004>