

Fermentation of Beet Extract with Water Kefir

Zeynep B. Güzel Seydim, Eyüp Elveren, Ramazan Erçelik

Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü 32260 Isparta

Abstract

The aim of this study was to carry out the fermentation of beet extract with water kefir and to determine the chemical and microbiological properties of the resulting product over a 15-day shelf life. Beet peels were extracted after undergoing specific pretreatment steps, and the resulting liquid was sterilized after addition of 0.5% ginger and garlic. A 5% water kefir grain culture was added at 25°C, and the mixture was left to ferment at this temperature for 36 hours. The pH, dry matter, ash, lactic acid, and acetic acid content of the organic acids in the pre- and post-fermentation samples were determined by liquid chromatography; additionally, the contents of *Lactobacilli* spp., *Lactococci* spp., and yeast were detected. The product's dry matter content was 2%. The initial pH value decreased significantly from 6.36 to 4.23 at the end of fermentation. Correspondingly, an increase in lactic acid bacteria was observed. The *Lactococcus* spp. content was determined to be 7.3 log CFU/mL on day 1 and 7.26 log CFU/mL on day 15. The lactic acid content of the kefir obtained from beet extract was determined to be 1.880 g/L, and the acetic acid content was 1.636 g/L. Additionally, within the scope of sensory analysis studies, panelists evaluated the product's appearance, odor, and taste characteristics, and it was determined that the overall acceptability level was appropriate. The results obtained demonstrate that agricultural food industry waste, such as beet peel, can be considered a potential raw material to produce functional and fermented beverages. It was determined that fermentation using water kefir contributes positively to the production of microbiologically safe and sensorially acceptable products.

Keywords: Beet, Water kefir, Fermentation, Lactic acid bacteria

Pancar Ekstraktının Su Kefiri ile Fermantasyonu

Özet

Bu çalışmada, pancar ekstraktının su kefiri ile fermantasyonu gerçekleştirilmesi ve elde edilen ürünün 15 gün raf ömrü süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pancar kabukları, belirli ön işlemlerden geçirilerek ekstrakte edilmiş, elde edilen sıvı %0,5 oranında zencefil ve sarımsak eklendikten sonra sterilize edilmiştir. 25 °C'de %5 oranında su kefiri dane kültürü ilave edilerek bu sıcaklıkta 36 saat süresince fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon öncesi ve sonrası örneklerde pH, kuru madde, kül, laktik asit ve asetik asit olmak üzere organik asit içerik likit kromatografik olarak belirlenmiş; ayrıca *Lactobacilli* spp., *Lactococci* spp. ve maya içerikleri tespit edilmiştir. Ürünün kuru madde içeriği %2 olarak bulunmuştur. Başlangıç pH değeri 6,36 değerinden fermantasyon sonunda 4,23'e önemli düzeyde azalmıştır. Uyumlu olarak, laktik asit bakterilerinde artış belirlenmiştir. *Lactococcus* spp. içeriği 1. gün 7,3 log kob/ml, 15. günde 7,26 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Pancar ekstraktından elde edilen kefirin laktik asit içeriği 1,880g/L, asetik asit içeriği 1,636 g/L olarak belirlenmiştir. Ayrıca, duyu analizi çalışmaları kapsamında panelistler tarafından ürünün görünüş, koku ve tat özellikleri değerlendirilmiş ve genel kabul düzeyinin uygun olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, pancar kabuğu gibi tarımsal gıda endüstrisi atıklarının fonksiyonel ve fermente içecek üretiminde potansiyel bir ham madde olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Su kefiri ile yapılan fermantasyonun mikrobiyolojik açıdan güvenli ve duyu olarak kabul edilebilir ürünler elde etme yönünde olumlu katkılar sunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pancar, Su kefiri, Fermantasyon, Laktik asit bakterileri

Giriş

Fonksiyonel gıdalar, temel besleyici özelliklerinin yanında insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayan ve bazı hastalık risklerinin azaltılmasına katkıda bulunan ürünler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda tüketicilerin sağlıklı yaşam ve dengeli beslenmeye yönelik ilgisinin artması, fonksiyonel gıda pazarının hızla büyümesine neden olmuş; özellikle probiyotik içeren fermente ürünler bu alanda önemli bir yer edinmiştir (Gezginç ve Gök, 2016; Azizi ve ark., 2021). Fermente içecekler, içeriklerindeki yararlı mikroorganizmalar ve fermantasyon sırasında oluşan biyoaktif bileşikler sayesinde fonksiyonel gıdalar arasında öne çıkmaktadır.



Su kefir, şekerli ortamda kefir danelerinin gerçekleştirdiği fermentasyon sonucu elde edilen, hafif asidik karaktere sahip, düşük alkollü ve doğal olarak karbon dioksit içeren ferahlatıcı bir içecektir. Su kefir daneleri; laktik asit bakterileri, mayalar ve asetik asit bakterilerinden oluşan karmaşık bir mikrobiyal topluluğu içeren polisakkarit yapılı granüllerdir (Laureys ve De Vuyst, 2014). Bu mikroorganizmalar fermentasyon süresince sakarozu kullanarak laktik asit, asetik asit, etanol, karbondioksit ve çeşitli aroma bileşiklerini üretmekte, böylece ürünün hem duyuşsal hem de fonksiyonel özelliklerini geliştirmektedir (Fiorda ve ark., 2017).

Su kefir, süt bazlı kefirden farklı olarak laktoz içermemesi nedeniyle vegan bireyler ile süt alerjisi veya laktoz intoleransı bulunan tüketiciler için önemli bir alternatif probiyotik ürün olarak değerlendirilmektedir (Dahiya ve Nigam, 2023). Ayrıca su kefirinde bulunan laktik asit bakterileri ve mayalar arasındaki simbiyotik ilişki, fermentasyon süresince mikrobiyal canlılığın korunmasına ve ürünün raf ömrünün uzamasına katkı sağlamaktadır (Gulitz ve ark., 2011; Gulitz ve ark., 2013).

Su kefir danelerinin yapısında bulunan dekstran, mikroorganizmalar için koruyucu bir ortam oluşturmaktadır. Bu yapı başta *Leuconostoc* ve *Lactobacillus* türleri olmak üzere çeşitli mikroorganizmalar tarafından sentezlenmekte ve danelerin karakteristik fiziksel özelliklerinin oluşmasında rol oynamaktadır (Davidović ve ark., 2015; Fels ve ark., 2018). Su kefirinin mikrobiyal yapısında ağırlıklı olarak *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp., *Saccharomyces* spp. ve çeşitli asetik asit bakterileri yer almaktadır. Bu mikroorganizmaların oluşturduğu metabolitler ürünün probiyotik ve fonksiyonel özelliğinin temelini oluşturmaktadır.

Su kefirinin sağlık üzerine etkileri uzun yıllardır araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalar, kefirin antimikrobiyal, antioksidan, immünomodülatör ve antikanserojen özellikler gösterebildiğini ortaya koymuştur. Fermentasyon sırasında oluşan organik asitler ve çeşitli biyoaktif bileşiklerin patojen mikroorganizmaların gelişimini baskıladığı; probiyotik mikroorganizmaların ise bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek bağışıklık sistemini desteklediği bildirilmektedir (Hosono ve ark., 1990; De LeBlanc ve ark., 2007; Güzel Seydim ve ark., 2021). Ayrıca bazı araştırmalar probiyotik ürün tüketiminin serum kolesterol seviyelerinin düşürülmesine katkıda bulunabileceğini göstermiştir (Guo ve ark., 2011).

Günümüzde sürdürülebilir gıda üretimi ve gıda atıklarının değerlendirilmesi konusu da araştırmaların önemli odak noktalarından biri hâline gelmiştir. Meyve ve sebze işleme sanayisinde ortaya çıkan yan ürünler, yüksek miktarda biyoaktif bileşen içermelerine rağmen çoğu zaman ekonomik değer oluşturulmadan uzaklaştırılmaktadır. Bu yan ürünlerin fonksiyonel gıda üretiminde değerlendirilmesi hem çevresel yükün azaltılması hem de ekonomik katma değer oluşturulması açısından önem taşımaktadır (Mirabella ve ark., 2014).

Kırmızı pancar, içerdiği betalain pigmentleri, fenolik bileşikler, flavonoidler ve diyet lifi nedeniyle besinsel ve fonksiyonel açıdan önemli bir sebzedir. Özellikle pancar kabuklarının toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite bakımından oldukça zengin olduğu bildirilmektedir (Kujala ve ark., 2000; Bangar ve ark., 2022). Bununla birlikte pancar işleme süreçlerinde oluşan kabuklar çoğunlukla atık olarak değerlendirilmekte ve içerdiği değerli bileşenlerden yeterince yararlanılamamaktadır.

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar, meyve ve sebze bazlı ekstraktların su kefir üretiminde başarıyla kullanılabildiğini ve bu hammaddelerin probiyotik mikroorganizmaların gelişimini desteklediğini göstermektedir. Özellikle farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen ekstraktların su kefir fermentasyonunda kullanılmasıyla mikrobiyal canlılığın arttığı ve ürünlerin fonksiyonel özelliklerinin iyileştiği bildirilmektedir (Ağırman ve ark., 2024; Vicenssuto ve Castro, 2020). Bu nedenle pancar kabuğu ekstraktının su kefir üretiminde kullanılması hem sürdürülebilirlik hem de fonksiyonel ürün geliştirme açısından önemli bir araştırma konusu olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, pancar kabuğu ekstraktı kullanılarak su kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen ürünün mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın, tarımsal bir atık olan pancar kabuğunun katma değerli bir fonksiyonel içeceğe dönüştürülmesine yönelik bilimsel veriler sağlayarak sürdürülebilir gıda sistemlerine katkı sunması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan su kefir daneleri, Danem Ltd. Şti. (Isparta, Türkiye)'nden temin edilmiştir. Kırmızı pancar kabukları Isparta ilindeki yerel pazarlardan sağlanmıştır. Analizlerde kullanılan tüm besiyerleri ve kimyasallar analitik saflıkta olup Merck (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Fermente Pancar Kabuğu Ekstraktı Üretimi

Yaklaşık 200 g pancar kabuğu 1 L içme suyu içerisinde hazırlanmış ve karışıma %0,5 oranında taze zencefil ile %0,5 oranında sarımsak ilave edilmiştir. Karışım 15 dakika kaynatıldıktan sonra süzme işlemi yapıp, kabuklar ve su ayrılmıştır. Ayrılan ekstrakt 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan ekstrakta hacimce %5 oranında su kefir danesi ilave edilmiş ve 25°C'de 36 saat fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon öncesi ve sonrasında pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., koliform bakteriler ve maya-küf sırasıyla; MRS Agar, M17 Agar, VRB Agar ve PDA besiyerlerinde uygun inkübasyon sıcaklık ve süreleri uygulanarak belirlenmiştir. Sonuçlar log KOB/mL olarak ifade edilmiştir.

Kimyasal Analizler

pH ölçümleri SCHOTT marka pH metre ile gerçekleştirilmiştir. Toplam kuru madde ve suda çözünür kuru madde analizleri sırasıyla nem tayin cihazı ve refraktometre kullanılarak belirlenmiştir. Kül tayini AOAC (2000) yöntemine göre 550°C'de gerçekleştirilmiştir. Organik asit analizleri HPLC (Shimadzu LC-2050) cihazında C18 kolon kullanılarak yapılmıştır. Laktik asit, asetik asit, malik asit, fumarik asit ve askorbik asit miktarları belirlenmiştir.

Duyusal Analiz

Ürünün duyuusal kabul edilebilirliği, 10 kişilik panelist grup tarafından 10'lu hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Panelistler ürünü tat, koku ve görünüş parametreleri açısından bireysel olarak puanlamış, elde edilen verilerin ortalamaları alınarak raporlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

pH Değişimi

Fermantasyon sonunda pH değeri 6,36'dan 4,23'e azalmıştır. Bu azalma, laktik asit bakterilerinin ortamdaki besin bileşenlerini kullanarak metabolik olarak organik asitleri üretmesinden kaynaklanmaktadır. Düşük pH aynı zamanda ürünün mikrobiyolojik stabilitesini artırmaktadır.

Mikrobiyolojik Bulgular

Üründe ortalama *Lactococcus* spp. sayısı 7,3 log kob/mL, *Lactobacillus* spp. sayısı ise 8,3 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Depolama sürecinde önemsiz azalma olmasna rağmen probiyotik mikroorganizmalar canlılıklarını korumuştur.

Maya sayısı başlangıçta 4,78 log kob/mL olarak belirlenmiş ve 15 gün sonunda 4,30 log kob/mL seviyesine gerilemiştir. Ürünlerde koliform ve küf tespit edilmemiştir.

Kuru Madde ve Kül Analizi

Toplam kuru madde miktarı %2,09, suda çözünür kuru madde miktarı ise %1,5 olarak belirlenmiştir. Kül miktarı ölçülebilir düzeyde bulunmamıştır.

Organik Asit Analizi

HPLC analizlerinde laktik asit miktarı 1,880 g/L, asetik asit miktarı ise 1,636 g/L olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar fermantasyonun başarıyla gerçekleştiğini ve laktik asit bakterilerinin aktif metabolik faaliyet gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Duyusal Analiz sonuçları

Duyusal analiz sonuçlarına göre ürünün en yüksek beğeni puanını görünüş parametresinden aldığı ($\approx 9/10$), koku puanının ise 7,5–8,0 aralığında olduğu belirlenmiştir. Tat parametresi ise diğer özelliklere kıyasla daha düşük bulunarak 6,0–6,5 seviyelerinde değerlendirilmiştir. Genel olarak ürünün görsel ve aromatik özelliklerinin ön planda olduğu, buna karşılık tat profilinin daha zayıf kaldığı görülmüştür.

Sonuç

Bu çalışmada, pancar kabuğu ekstraktının su kefir ile fermantasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen ürünün mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuusal özellikleri değerlendirilmiştir. Fermantasyon sonucunda pH değerinin 6,36'dan 4,23'e düşmesi, su kefir mikroorganizmalarının aktif metabolik faaliyet gösterdiğini ve organik asit üretiminin gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Mikrobiyolojik analizlerde, *Lactobacillus* spp. ve *Lactococcus* spp. popülasyonlarının yüksek seviyelerde korunduğu belirlenmiş, ayrıca mayaların depolama süresince canlılığını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Koliform ve küf gelişiminin gözlenmemesi ise ürünün mikrobiyolojik kalitesi açısından olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Organik asit analizlerinde laktik asit (1,880 g/L) ve asetik asit (1,636 g/L) tespit edilmiş olup, bu sonuçlar fermantasyonun başarıyla gerçekleştiğini desteklemiştir. Duyusal değerlendirmelerde ürünün görünüş özelliği yüksek kabul görmüş, koku ve tat özellikleri ise kabul edilebilir düzeylerde bulunmuştur. Özellikle pancar kabuğundan kaynaklanan doğal renk oluşumu, ürünün tüketici açısından çekiciliğini artırmıştır. Ürünün nispeten düşük olan tat puanı, doğal lezzet bileşenlerinin ilaveleriyle iyileştirilebilecektir. Elde edilen sonuçlar, tarımsal bir yan ürün olan pancar kabuğunun su kefir üretiminde



başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Bu yaklaşım, hem gıda atıklarının değerlendirilmesine hem de fonksiyonel özelliklere sahip yeni fermente içeceklerin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek sürdürülebilir bir yöntem sunmaktadır.

Yazar Katkı Beyanı

Her yazarın bu çalışmaya hangi aşamada ve nasıl katkı sağladığı belirtilmelidir. Örneğin: Ramazan ERÇELİK: Veri toplama, araştırma, biçimsel analiz ve ilk taslak yazımı Prof. Dr. Zeynep Banu SEYDİM: Proje yönetimi, danışmanlık, kavramsallaştırma, metodoloji, gözden geçirme ve düzenleme

Eyüp ELVEREN: Veri toplama, araştırma

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Agirman, B., Yildiz, I., Polat, S., & Erten, H. (2024). The evaluation of black carrot, green cabbage, grape, and apple juices as substrates for the production of functional water kefir-like beverages. *Food science & nutrition*, 12(9), 6595-6611. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4293>
- Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., ... & Alitheen, N. B. (2021). Kefir and its biological activities. *Foods*, 10(6), 1210. <https://doi.org/10.3390/foods10061210>
- Bangar, S. P., Sharma, N., Sanwal, N., Lorenzo, J. M., & Sahu, J. K. (2022). Bioactive potential of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Research International*, 158, 111556. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111556>
- Dahiya, D., & Nigam, P. S. (2023). Therapeutic and dietary support for gastrointestinal tract using kefir as a nutraceutical beverage: Dairy-milk-based or plant-sourced kefir probiotic products for vegan and lactose-intolerant populations. *Fermentation*, 9(4), 388. <https://doi.org/10.3390/fermentation9040388>
- Davidović, S. Z., Miljković, M. G., Antonović, D. G., Rajilić-Stojanović, M. D., & Dimitrijević-Branković, S. I. (2015). Water Kefir grain as a source of potent dextran producing lactic acid bacteria. *Hemijska industrija*, 69(6), 595-604. <https://doi.org/10.2298/HEMIND140702083D>
- De LeBlanc, A. D. M., Matar, C., Farnworth, E., & Perdigon, G. (2007). Study of immune cells involved in the antitumor effect of kefir in a murine breast cancer model. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1920-1928. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-626>
- Fels, L., Jakob, F., Vogel, R. F., & Wefers, D. (2018). Structural characterization of the exopolysaccharides from water kefir. *Carbohydrate polymers*, 189, 296-303. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.02.037>
- Fiorda, F. A., de Mello Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., de Souza Vandenberghe, L. P., & Soccol, C. R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation-A review. *Food Microbiology*, 66, 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.04.004>
- Gezginç, Y., & Gök, S. (2016). Adana ili örneği ile tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2), 101-106.
- Gulitz A., Stadie J., Wenning M., Ehrmann M.A. and Vogel R.F. 2011. The microbial diversity of water kefir. *International Journal of Food Microbiology*, 151(3): 284-288. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.016>
- Gulitz A., Stadie J., Ehrmann, M. A., Ludwig, W., & Vogel, R. F. (2013). Comparative phylobiomic analysis of the bacterial community of water kefir by 16S rRNA gene amplicon sequencing and ARDRA analysis. *Journal of applied microbiology*, 114(4), 1082-1091. <https://doi.org/10.1111/jam.12092>
- Guo, Z., Liu, X. M., Zhang, Q. X., Shen, Z., Tian, F. W., Zhang, H., ... & Chen, W. (2011). Influence of consumption of probiotics on the plasma lipid profile: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21(11), 844-850. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2011.04.008>
- Güzel-Seydim, Z.B., Gökırmaklı, Ç. and Greene, A.K. (2021) A Comparison of Milk Kefir and Water Kefir: Physical, Chemical, Microbiological and Functional Properties. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>
- Hosono, A., Tanabe, T and Otani, H(1990) Binding properties of lactic acid bacteria isolated from kefir milk with mutagenic amino acid pyrolyzates. *Milchwissenschaft* 45, 647-651
- Kujala, T. S., Loponen, J. M., Klika, K. D., & Pihlaja, K. (2000). Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: Distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(11), 5338-5342. <https://doi.org/10.1021/jf000523q>
- Laureys, D., & De Vuyst, L. (2014). Microbial species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of water kefir fermentation. *Applied and environmental microbiology*, 80(8), 2564-2572. <https://doi.org/10.1128/AEM.03978-13>
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of cleaner production*, 65, 28-41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>
- Vicenssuto, G. M., & de Castro, R. J. S. (2020). Development of a novel probiotic milk product with enhanced antioxidant properties using mango peel as a fermentation substrate. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24, 101564. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101564>

