



Fermantasyon ve Kurutma Boyunca Tarhana Hamurunda Meydana Gelen Organik Asit Kinetiğinin Belirlenmesi

Ali SOYUÇOK*^{ID}

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Food Agriculture and Livestock Vocational School, Department of Food Processing, 15030, Burdur, Turkey

Received: 30.09.2022

Accepted: 06.11.2022

ÖZ

Bu çalışmanın amacı fermantasyon ve kurutma boyunca tarhana hamurunda meydana gelen organik asit profilinin belirlemektir. Tarhana fermantasyonun 0., 3., 5., 7., 9., 11., 13 ve 15. günlerde ve kurutmanın meydana geldiği 16., 17., 19. ve 21. günlerde örnekler alınarak yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC) okzalik asit, tartarik asit, formik asit, malonik asit, laktik asit, asetik asit, sitrik asit, süksinik asit ve propiyonik asit içerikleri araştırılmıştır. Çalışmamızdaki tarhana hamurunda okzalik asit, formik asit ve malonik asit belirlenmemiştir. Hem fermantasyon hem kurutma işlemi sırasında en yüksek düzeyde bulunan organik asitlerin laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit olduğu görülmüştür. Ayrıca Pearson Korelasyon testi sonuçlarına göre süksinik asidin diğer organik asitler ile tartarik asit ve propiyonik asit arasında bir korelasyon gözlemlenmemiştir. En yüksek korelasyon laktik asit ve asetik asit arasında bulunmuştur ($r=0.911$, $p<0.01$). Çalışmamızda tarhana hamurunun kurutulması sırasındaki organik asitlerinin belirlenmesi, tarhana çorbası yapımında üründe bulunabilecek organik asitler hakkında fikir vermesini sağlayarak tarhana çorbasının fonksiyonel bir gıda olmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asit, Fermantasyon, Kromatografi, Kurutma, Tarhana, Yüksek basınçlı sıvı.

ABSTRACT

Determination of Organic Acid Kinetics in Tarhana Dough During Fermentation and Drying

The aim of this study is to determine the organic acid profile of tarhana dough during fermentation and drying. The content of oxalic acid, tartaric acid, formic acid, malonic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid, succinic acid and propionic acid in tarhana samples were taken on the 0th, 3rd, 5th, 7th, 9th, 11th, 13th, and 15th days of fermentation and on the 16th, 17th, 19th, and 21st days of drying in tarhana and samples were analyzed via high-pressure liquid chromatography (HPLC). It was determined that the organic acids found at the highest levels during both fermentation and drying processes were lactic acid, acetic acid and propionic acid. In addition, according to the Pearson Correlation test, no correlation was observed between succinic acid with other organic acids and between tartaric acid and propionic acid. The highest correlation was found between lactic acid and acetic ($r=0.911$, $p<0.01$). It is thought that our study will contribute to tarhana soup being a functional food by providing an idea about the organic acids that can be found in the product while making tarhana soup.

Keywords: Acid, Chromatography, Drying, Fermentation, High pressure liquid, Tarhana.

GİRİŞ

Tarhana, buğday unu, yoğurt, kırmızı biber, domates, soğan, tuz ve nane karışımının fermantasyonu sonucu elde edilen fermente bir gıdadır (Özdemir ve ark. 2018). Türkiye’de yaygın olarak üretilen ve tüketilen bu fermente ürün; fermantasyon süresi, kurutma süresi, ingredientlerin çeşidi ve miktarı gibi nedenlerden dolayı bölgesel farklılıklar göstermektedir (Kömürçü ve Bilgiçli 2022). Yoğurt, kaymak ve tahıl unları gibi yapısında laktik asit bakterilerini ve mayaları içeren bu gıdalar fermantasyon için gerekli mikroorganizmalar bakımından önemli

kaynaklardır. Bu mikroorganizmaların lipolitik, proteolitik ve amilolitik aktiviteleri sonucunda ürünün aroması ve tadı oluşmaktadır (de Vuyst ve Leroy 2007). Laktik asit bakterileri fermantasyon boyunca asit oluşumundan sorumlu tutulurken mayalar ise aroma ve tadın oluşmasından sorumlu tutulmaktadır (Tamang ve ark. 2020). Fermantasyon sıcaklığı genellikle 30-35°C arasında süresi ise üretildiği bölgelere göre farklılık göstermekte olup 5 ile 21 gün arasında değişmektedir (Tangüler 2014; Soyucok ve ark. 2021).

Hamur fermantasyonu sayesinde tarhana B grubu



vitaminler, mineral maddeler ve amino asit miktarı bakımından zengin bir kaynak olmaktadır (Göncü 2020). Ayrıca kompleks protein yapıların fermentasyon sırasında hidrolize edilmesiyse bu yapıların sindirilebilirliği de artmaktadır (Karahan ve ark. 2019).

Laktik asit bakterileri tarafından organik asit üretimi ve kurutma sırasında fazla nem miktarının uzaklaşması patojen mikroorganizmalara karşı bakteriyostatik bir etki sağlayacağından ürünün raf ömrünü arttırmaktadır (Tuluk ve Ertaş 2019). Fermentasyon sırasında oluşan organik asitler; son ürünün duyu özelliklerinin, stabilitesinin ve kalite parametrelerinin korunmasında katkı sağlamaktadırlar (Yazıcı 2016). Tarhananın tat ve aroma maddeleri laktik asit fermentasyonu sırasında oluşan laktik asit, etil alkol ve karbondioksitten kaynaklanmaktadır. Laktik asit fermentasyonu sayesinde tarhananın laktoz intoleransına sahip kişiler tarafından tüketilebilir hale gelebildiği bilinmektedir (Karahan ve ark. 2019). Homofermentatif laktik asit bakterileri sadece laktik asit üretirken, heterofermentatif laktik asit bakterileri laktik aside ek olarak asetik asit ve formik asit üretmektedir. Özdemir ve ark. (2018), tarhana hamurundaki organik asitlerin laktik, süksinik ve asetik asitler olduğunu ifade etmişlerdir. Tarhana fermentasyonu boyunca oluşan asetik asit küf gelişimini önlemekte ve tarhana aromasının oluşmasına katkı sağlamaktadır (Magala ve ark. 2013).

Tarhananın beslenmedeki önemi dikkate alındığında Türk mutfağında önemli bir yeri vardır. Bu nedenle çeşitli araştırmacılar tarafından tarhana üretimi, ham maddeleri, fermentasyon süresi ve başlatıcı kültür kullanım imkanları araştırılmıştır. Yapılan bir çalışmada, çölyak hastaları için glutensiz tarhana üretiminde buğday unu yerine lupin, nohut, kuru fasulye ve karabuğday unlarının kullanım imkanının olduğu ifade edilmiştir (Tuluk ve Ertaş 2019). Atar ve Özsisli (2022) tarafından yapılan bir çalışmada; araştırmacılar haşhaş tohumunun Beyşehir tarhanasında kullanım imkanını ortaya koymuşlardır. Gohari (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, kiona ve nohut unu ilave edilmiş tarhanın köpürme, su tutma ve emülsiyon kapasitelerinin arttığı ifade edilmiştir. Özdemir ve ark. (2018) tarhana aromasının oluşmasında *Lactobacillus alimentarius* ve *Pichia kudriavzevii*'nin etkili olduğu ve esterleşme, alkol oluşumu ile birlikte organik asitlerin varlığının da aroma üzerinde rol oynadığını ifade etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, tarhana üretiminde yoğurt yerine kefir kullanımının fermentasyon aktivitesini arttırdığı ve yoğurdun yerine iyi bir alternatif olduğu ifade edilmiştir (Demirci ve ark. 2018).

Bu çalışmada tarhana hamurundan fermentasyon, ön kurutma ve son kurutma boyunca örneklem yapılarak organik asit değişimi araştırılmış ve organik asitler arasındaki ilişki istatistiksel ortaya konmuştur.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Tarhana yapımında Soyuçok ve ark. (2021) tarafından önerilen miktarlarda buğday unu, nohut unu, soğan, kapy biber, domates ve tuz materyal olarak kullanılmıştır. Ham maddeler yerel satıcılardan 2022 yılının ağustos ayında temin edilmiştir.

Tarhana Yapımı

Soğanın kabuğu soyulduktan sonra yıkanmış ve doğranmış kapy biber ve domates ile birlikte yaklaşık 90 dakika kaynatılmıştır. Soğuyan sebze karışımı bir blender (Arzum, Türkiye) yardımıyla pulp haline getirildikten sonra buğday

unu, nohut unu, yoğurt ve tuz ilave edilerek homojen hale gelinceye kadar yoğurulmuştur. 30-32°C sıcaklıkta 15 gün fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyonun sonunda (16. günde) küçük parçalar halinde ön kurutmaya bırakıldıktan sonra 17. günde toz haline getirilerek 21. günde tarhana üretimi tamamlanmıştır.

Organik Asit Analizi

-Kullanılan organik asitler ve standartların hazırlanması;

Bu çalışmada kullanılan okzalik asit, tartarik asit, formik asit, malonik asit, laktik asit, asetik asit, sitrik asit, süksinik asit, propiyonik asit standartları Sigma-Aldrich (Amerika Birleşik Devletleri) markasından temin edilmiştir.

Okzalik asit; 100 mg/L, tartarik asit; 1000mg/L, formik asit; 1000 mg/L, malonik asit; 1000 mg/L, laktik asit; 1000 mg/L, asetik asit;1000 mg/L, sitrik asit; 100 mg/L, süksinik asit; 1000 mg/L ve propiyonik asit; 100 mg/L konsantrasyonunda stok çözeltileri hazırlanmıştır.

-Örnek hazırlama;

Tarhana örneklerinden organik asit ekstraksiyonu su ile yapılmıştır. Tüpe 5 g tarhana örneği tartılır ve üzerine 25 ml deiyonize su ilave edilmiştir. Su içerisinde iyice homojenize edildikten sonra tüpler çalkalayıcıda 250 rpm'de 4 saat boyunca bekletilmiştir. Tüpler 1900 x g'de 15 dakika santrifüjlendikten sonra 0.45 mikron filtreden geçirilerek örnekler enjeksiyona hazırlanmıştır.

-Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) çalışma şartları;

Enjeksiyon LC20 AT pompaya sahip DAD dedektörlü Shimadzu LC2040 Prominence Marka HPLC (Tokyo, Japonya) sisteminde gerçekleştirilmiştir. Mobil faz ise 10 mM NH₄H₂PO₄ (pH 2.6, H₃PO₄) analiz 1 ml/dk akış hızında, 10 µl enjeksiyon hacminde, 40°C kolon sıcaklığında olmuştur. Kolon fırını olarak CTO-10ASVp ve InertSustain C18 5 µm 250 mm *4.6mm kolonu kullanılmıştır. Sonuçlar LC Solution bilgisayar paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Her organik asit için kromatografik şartlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Her bir organik aside ait alıkonma süresi, kalibrasyon denklemi ve LOD değeri.

Table 1: Retention time, calibration curve and LOD for each organic acid.

Organik asitler	Alıkonma süresi	R ²	Kalibrasyon denklemi	LOD (mg/L)
Okzalik asit	2.69	0.999	y=7727.37+47192.6	1
Tartarik asit	2.99	0.999	y=974.876+31736.8	10
Formik asit	3.27	0.999	y=532.490-22181.8	20
Malonik asit	3.82	0.999	y=572.424x+152.14	50
Laktik asit	4.43	0.999	y=426.337+6448.36	100
Asetik asit	4.87	0.999	y=294.631+10875.3	150
Sitrik asit	5.48	0.997	y=636.586x+9932.65	150
Süksinik asit	6.80	0.998	y=402.428x-1612.75	100
Propiyonik asit	10.57	0.999	y=287.231+2042.74	10

İstatistik Analiz

Fermantasyonun 0., 3., 5., 7., 9., 11., 13. ve 15. günlerinde ön kurutmanın 1. gününde ve son kurutmanın 1. ve 3. günlerinde örnekler alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda depolama günleri boyunca organik asit düzeylerinde farklılıklar istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics Paket programı Version 25 sürümü kullanılmıştır. Sonuçlar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildikten sonra önemli bulunması halinde ($p < 0.05$) Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ayrıca organik asitlerin birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek için Pearson Correlation Testi kullanılmıştır. Analizler 3 paralelli yapılmış olup sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

BULGULAR

Tarhana fermantasyonu sırasında meydana gelen organik asit değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Fermantasyon ve kurutma süreci boyunca tarhana örneklerinde oksalik asit, formik asit ve malonik asit miktarları tespit limitlerinin altında kalmıştır. Organik asit sonuçları Tablo 2'de

verilmiş olup fermantasyon ve kurutma boyunca meydana gelen değişimler önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermantasyonun 0. gününden 15. gününe kadar en yüksek miktarda bulunan organik asidin asetik asit olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Fermantasyonun son gününden itibaren ön kurutma ve son kurutma boyunca laktik asit yüksek miktarda tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Fermantasyonun ilk 13 gününde en fazla miktarda bulunan 3 organik asidin asetik asit, laktik asit ve süksinik asit olduğu belirlenmiştir. ($p < 0.05$). Kurutma süresince Pearson Korelasyon testi sonuçlarına göre tartarik asit sonuçları; laktik asit ($r = 0.740$) ve asetik asit sonuçları ($r = 0.767$) ile korelasyona sahip olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$). Laktik asit sonuçlarının ise asetik asit ($r = 0.911$), sitrik asit ($r = 0.820$) ve propiyonik asit ($r = 0.722$) ile korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Asetik asit ise sitrik asit ($r = 0.764$) ve propiyonik asit ($r = 0.464$) ile korele bulunurken sitrik asit sadece propiyonik asit ($r = 0.586$) ile korele bulunmuştur ($p < 0.01$). Sitrik asit ve tartarik asit ($r = 0.385$) arasında korelasyonun önemlilik derecesi 0.05 olarak bulunmuştur. Süksinik asidin ise diğer organik asitlerle bir korelasyona sahip olmadığı bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 2. Fermantasyon ve kurutma boyunca organik asit miktarında meydana gelen değişim ($\mu\text{g/g}$).

Table 2. Change of organic acid amount during fermentation and drying process ($\mu\text{g/g}$).

	Tartarik asit	Laktik asit	Asetik asit	Sitrik asit	Süksinik asit	Propiyonik asit
0	868.60±21.20 ^{dH}	2713.80±66.00 ^{bH}	4550.00±111.00 ^{aH}	673.73±16.44 ^{eG}	1871.10±94.40 ^{cH}	365.10±8.91 ^{fI}
3	1589.40±38.80 ^{dG}	5913.80±14.00 ^{bG}	7190.00±175.00 ^{aG}	432.72±10.56 ^{fH}	2653.40±64.70 ^{cI}	1192.60±29.10 ^{eH}
5	1965.50±47.90 ^{eE}	9651.00±23.00 ^{aF}	9668.00±236.00 ^{aEF}	1452.00±35.40 ^{dE}	3080.10±75.10 ^{bE}	1525.00±37.20 ^{dG}
7	2856.20±69.70 ^{dA}	11114.00±27.00 ^{bE}	11613.00±283.00 ^{aC}	901.50±22.00 ^{fF}	3334.20±81.30 ^{cD}	2323.90±56.70 ^{eE}
9	2522.00±61.50 ^{dBC}	12072.00±29.00 ^{bC}	13376.00±326.00 ^{aA}	1672.80±40.80 ^{eD}	3720.80±90.80 ^{aB}	2316.50±56.50 ^{dE}
11	2596.60±63.30 ^{dB}	10971.00±26.00 ^{bE}	10354.00±253.00 ^{aD}	1418.60±34.60 ^{eE}	258.06±6.30 ^{cI}	2176.30±53.10 ^{dF}
13	2498.90±60.90 ^{dC}	11445.00±27.00 ^{bDE}	12859.00±314.00 ^{aB}	1963.00±47.90 ^{eAB}	3515.00±85.70 ^{cC}	2406.90±58.70 ^{dE}
15	1996.50±48.70 ^{eE}	11368.00±27.00 ^{aDE}	10461.00±255.00 ^{bD}	1856.40±45.30 ^{eC}	3614.90±88.20 ^{bC}	2451.80±59.80 ^{dE}
16	1920.80±46.80 ^{eE}	10966.00±26.00 ^{aE}	9236.00±225.00 ^{bF}	1399.10±34.10 ^{fE}	2465.00±60.10 ^{dG}	5092.50±124.20 ^{cA}
17	2161.20±52.70 ^{eD}	11646.00±28.00 ^{aCD}	10010.00±244.00 ^{bDE}	1630.10±39.80 ^{fD}	3281.40±80.00 ^{dD}	4622.70±112.80 ^{cB}
19	1686.40±41.10 ^{dF}	12593.00±30.00 ^{aB}	12747.00±311.00 ^{aB}	1975.40±48.20 ^{dA}	3314.50±80.80 ^{cD}	3895.00±95.00 ^{bD}
21	2243.90±54.70 ^{eD}	13129.00±32.00 ^{aA}	11885.00±290.00 ^{bC}	1904.40±46.40 ^{fBC}	3837.80±93.60 ^{dA}	4426.70±108.00 ^{cC}

Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. a-f(→): Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). A-I (↓): Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

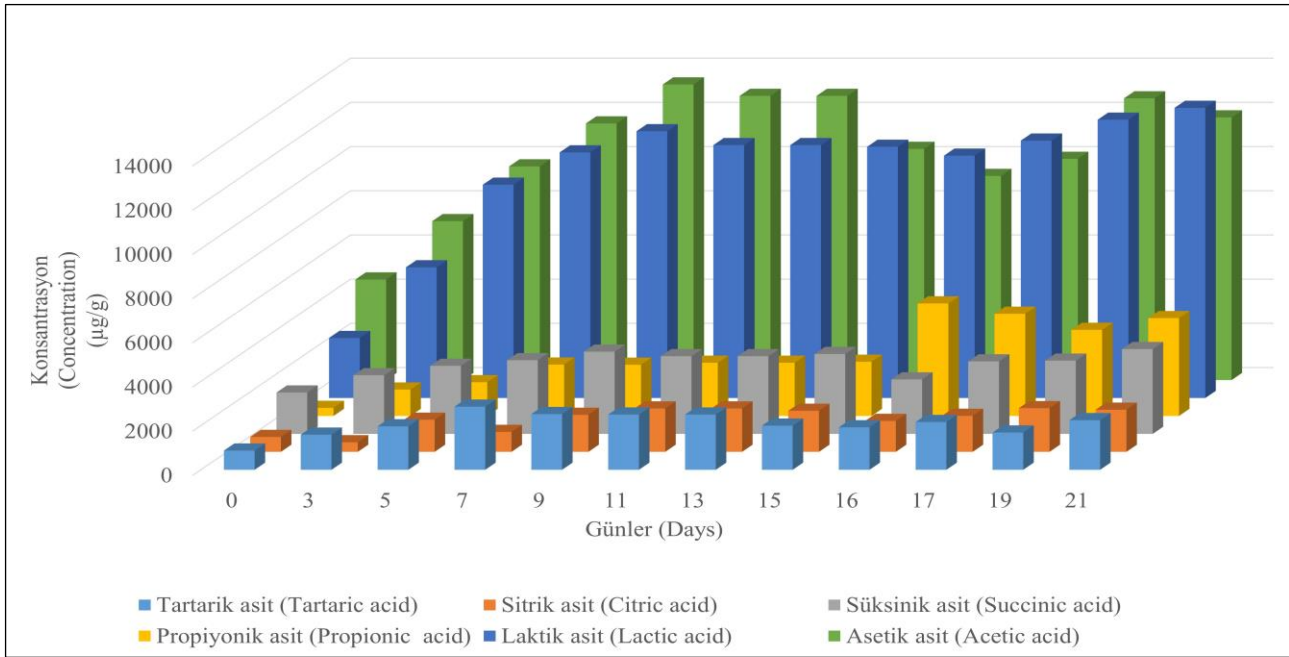
Tablo 3. Pearson Korelasyon Testi sonuçları.

Table 3. Results of Pearson Correlation.

	Laktik asit	Asetik asit	Sitrik asit	Süksinik asit	Propiyonik asit
Tartarik asit	.740**	.767**	.385*	-.240	.285
Laktik asit	-	.911**	.820**	-.028	.722**
Asetik asit		-	.764**	.096	.464**
Sitrik asit			-	.161	.586**
Süksinik asit				-	.014

** : Pearson Korelasyon Testine göre 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

* : Pearson Korelasyon Testine göre 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 1. Günlere göre organik asit içeriğinin dağılımı.

Figure 1. Distribution of organic acid content for days.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Tarhanada meydana gelen organik asitler kullanılan ham madde ya da mikroorganizma aktiviteleri sonucunda oluşmaktadır (Kumral 2015). Tarhana fermantasyonunda oluşan başlıca organik asitler; laktik asit, asetik asit ve propiyonik asittir (Bozkurt 2006).

Laktik asit tarhana fermantasyonunda yoğurttan gelebildiği gibi laktik asit bakterileri tarafından karbonhidratların parçalanmasıyla da üretilebilmektedir. Heterofermentatif laktik asit bakterileri laktik asidin yanında asetik asit, propiyonik asit ve pirüvik asit gibi diğer organik asitleri de üretebilmektedir (Bozkurt ve Gürbüz 2008). Kullanılan sebzelerden kaynaklı sitrik asit de bulunabilmektedir (Erbaş ve ark. 2006). Kumral (2015), fermantasyon süresinin uzadıkça asetik asit miktarının arttığını ve asetik asit ve laktik asidin un çeşidi ve fermantasyon süresinden etkilendiğini ifade etmiştir. Erbaş ve ark. (2006), tarhana fermantasyonu sırasında oluşan laktik asitteki azalmayı propiyonik asit bakterilerinin laktik asidi substrat olarak kullanılmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Işık Doğan ve Yılmaz (2022), fermantasyonun 0. gününde laktik asit düzeyini Kastamonu Tarhanasında 0.681 g/100 g, Bursa Tarhanasında 0.085 g/100 g tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar 7. günün sonunda Kastamonu Tarhanasının laktik asit düzeyini 1.364 g/100 g ulaştığını; Uşak Tarhanasının laktik asit düzeyinin 2.121 g/100 g ulaştığını ifade etmişlerdir. Arslan-Tontul ve ark. (2018) ıslak tarhana örneklerinin laktik asit miktarının ortalama 0.632 g/100 g düzeyinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Erbaş ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, ıslak tarhananın organik asit profili incelenmiştir. Araştırmacılar 3 gün sonunda tarhana hamurunun laktik asit miktarının 13.58'den 20.26 g/kg'a, asetik asit miktarının 4.85'ten 7.78 g/kg'a ve propiyonik asit miktarının 2.44'ten 7.58 g/kg'a çıktığını ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmalar fermantasyon sonunda sitrik asitte meydana gelen azalmanın nedenini laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından kullanılmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Özel (2021), tarhana hamurunun pasajlayarak tekrar tarhana üretiminde kullanımını araştırdığı bir çalışmada; fermantasyon koşullarının organik asit miktarını etkilediğini ve tavsiye ettiği 3.70 pH ve 25 °C'de pasajlama edilen tarhana hamurunun laktik asit ve asetik asit miktarlarının sırasıyla 945-1106 mg/100g ve 81-94 mg/100g arasında değiştiğini ifade etmiştir. Bozkurt ve Gürbüz (2008), tarhana yapımında kullanılan yoğurt miktarının artmasıyla laktik asit miktarının arttığını ama yoğurt kullanımına bağlı olarak nem ve yağ miktarının artması raf ömrünü olumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir.

Gül ve Çon (2019) tarafından yapılan bir çalışmada farklı laktik asit bakterilerinin tarhana fermantasyonunun organik asit profilini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Araştırmacılar en yüksek laktik asit içeriğini fermantasyonun 7. ve 10. gününde 17942 ve 17878 mg/kg düzeyinde bulmuşlardır. Çalışmamızda ise 21. günde laktik asit miktarı en yüksek seviyeye olan 13129 µg/g ulaşmıştır. Çalışmamız fermantasyon ve kurutma işlemini de kapsadığı ve 21 gün boyunca devam ettiği Gül ve Çon (2019) tarafından yapılan çalışma ile farklılık göstermektedir. Ancak fermantasyon süreci incelendiğinde laktik asidin 9. günde en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmektedir. Aynı çalışmada asetik asit miktarının fermantasyonunun 10. gününde en yüksek düzeye ulaştığı ve sonra düştüğü rapor edilmiş olup bu durumun çalışmamızla benzerlik göstererek asetik asit miktarının fermantasyonunun 9. gününden itibaren düşüş gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 1). Propiyonik asit bulgularımızın Gül ve Çon (2019) tarafından yapılan çalışmaya kıyasla benzer şekilde arttığı ancak araştırmacıların 15 günlük fermantasyon sonunda propiyonik asit içeriğini 4006 mg/kg olarak bulurken çalışmamızda ise 2451 µg/g düzeyinde bulunmuştur.

Magala ve ark. (2014) ıslak tarhana örneklerinin süksinik asit düzeyinin fermantasyonunun 2. gününden sonra neredeyse sabit kaldığını söylemişlerdir. Benzer bu durum çalışmamızda da karşılaşılmıştır. Ayrıca araştırmacılar fermantasyonunun 6. gününde süksinik asit düzeyinin 1.286-1.384 g/100 g olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, tarhanada bulunan *L. alimentarius* ve *P. kudriavzevii*'nin laktik, süksinik ve asetik asitlerinin birikmesinde etkili oldukları ve sinerjistik etki göstererek tarhana örneklerinde güçlü bir korelasyona sahip olduğu belirtilmiştir (Özdemir ve ark. 2018). Benzer bir çalışmada, tarhanada kullanılan *L. farciminis*, *P. kudriavzevii* ve *L. alimentarius* laktik asit bakterinin tarhanada sırasıyla laktik asit, süksinik asit ve asetik asit üretiminden sorumlu olduğu ifade edilmiştir (Yazıcı 2016).

5 adet geleneksel ve 4 adet ticari olarak üretilmiş toplam 9 adet Uşak tarhanasının fermantasyon boyunca organik asit profilinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek düzeyde bulunan organik asitlerinin laktik ve süksinik asitleri olduğu ve bu organik asitleri asetik asit izlediği bulunmuştur (Yazıcı 2016). Bu bulgular çalışmamızla benzer olarak, fermantasyon boyunca laktik, süksinik ve asetik asit fermantasyonla birlikte arttığı görülmüştür.

Bozkurt ve Gürbüz (2008), tarafından yapılan çalışmada, araştırmacılar sitrik asidin fermantasyonla değil çeşitli sebzelerden dolayı tarhanada bulunabileceğini ifade etmişlerdir. Bulgularımızda da sitrik asit miktarının diğer organik asitlerle kıyaslandığında genellikle en düşük olduğu fermantasyon boyunca meydana gelen artışın da diğer organik asitlerin kısmi buharlaşmasından kaynaklandığı görülmüştür (Erbaş ve ark. 2006). Bulgularımızın daha önceki Erbaş ve ark. (2006), Magala ve ark. (2013) ve Özdemir (2016) tarafından yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızla benzerlik gösteren bir çalışmada Isparta, Maraş ve Uşak Tarhanalarında fermantasyon boyunca formik asit oluşumunu gözlemlenmediği belirtilmektedir (Işık Doğan ve Yılmaz 2022).

Çalışmamızda tarhana fermantasyonu ve kurutma sürecinde organik asit profilinde meydana gelen değişimi ortaya konulmuştur. Tarhana fermantasyonu sırasında oluşan laktik asit yoğurt gibi fermente süt ürünlerinden gelebildiği gibi fermantasyon sırasında karbonhidratların parçalanmasıyla da oluşmaktadır. Çalışmamız literatür ile uyum göstererek laktik asit ve asetik asidin tarhana fermantasyonunda bulunan başlıca organik asitler olduğunu ortaya koymuştur. Kurutma sırasında propiyonik asit miktarının önemli düzeyde arttığı bulunmuştur. Tarhana fermantasyonunda okzalik, malonik ve formik asit düzeylerinin dedeksiyon limitinin altında kaldığı görülmüştür. Tarhana fermantasyonunun daha çeşitli organik asitlerle çalışılması bu konuda bilgilerin tazelenmesi ve eksiklerin giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

TEŞEKKÜR VE BİLGİLENDİRME

Yazar, laboratuvar alt yapısının kullanıldığı Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Süt Ürünleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne teşekkürlerini sunmaktadır.

Bu araştırma, kamu, ticari veya kâr amacı gütmeyen kuruluşlardan herhangi bir özel hibe almamıştır.

Çalışmada herhangi bir hayvan veya insan materyali kullanılmamasından dolayı yazar etik kurul iznine tabi olmayan çalışma olduğunu beyan etmektedir.

YAZAR KATKILARI

Fikir/Kavram: AS
Denetleme/Danışmanlık: AS
Veri Toplama ve/veya İşleme: AS
Analiz ve/veya Yorum: AS
Makalenin Yazımı: AS
Eleştirel İnceleme: AS

KAYNAKLAR

- Arslan-Tontul S, Mutlu C, Candal C, Erbaş M (2018). Microbiological and chemical properties of wet Tarhana produced by different dairy products. *J Food Sci Technol*, 55 (12), 4770-4781.
- Atar Ş, Özsisli B (2022). Determination Of Some Characteristics Of Traditional Beyşehir Tarhana Production With Poppy Seed Substitution. *Türk Tarım Gıda Bilim Teknoloji Derg*, 10 (7), 1293-1299.
- Bozkurt O (2006). Farklı üretim yöntemlerinin tarhananın organik asit içeriği üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Bozkurt O, Gürbüz O (2008). Comparison of lactic acid contents between dried and frozen tarhana. *Food Chem*, 108 (1), 198-204.
- De Vuyst L, Leroy F (2007). Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Microb Physiol*, 13 (4), 194-199.
- Demirci AS, Palabiyik I, Ozalp S, Tirpanci Sivri G (2018). Effect of using kefir in the formulation of traditional Tarhana. *Food Sci Technol (Campinas)*, 39, 358-364.
- Erbaş M, Uslu MK, Erbaş MO, Certel M (2006). Effects of fermentation on the organic and fatty acid contents of tarhana, a Turkish fermented cereal food. *J Food Compos Anal*, 19 (4), 294-301.
- Gohari ST (2022). The effects of quinoa and chickpeas flours on the physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana soup. *Egypt J Basic Appl Sci*, 10 (35), 5-28.
- Göncü A (2020). Tarhana üretiminde farklı mercimek unları ve boza kullanım olanaklarının araştırılması. Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Gül LB, Çon AH (2019). Technological properties of some lactic acid bacteria and interactions with *Saccharomyces cerevisiae* PFC121 in tarhana dough during fermentation. *J Biosci Biotechnol*, 8 (1), 7-16.
- Işık Doğan Ö, Yılmaz R (2022). Multi-omics analysis of the microbiome and metabolome in different types of traditional tarhana fermentation. *SSRN*, 4216331.
- Karahan AM, Köten M, Karahan LE, Yazman MM (2019). Tarhananın besinsel önemi ve fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi. *Humder*, 4 (3), 120-129.
- Kömürcü TC, Bilgiçli N (2022). Effect of ancient wheat flours and fermentation types on tarhana properties. *Food Biosci*, 50, 101982.
- Kumral A (2015). Nutritional, chemical and microbiological changes during fermentation of tarhana formulated with different flours. *Chem Cent J*, 9 (1), 1-8.
- Magala M, Kohajdová Z, Karovičová J (2013). Preparation of lactic acid bacteria fermented wheat-yoghurt mixtures. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 12 (3), 295-302.
- Magala M, Kohajdová Z, Karovičová J, Greifová M, Greif G (2014). Application of Lactic Acid Bacteria as Starter Culture for Tarhana Fermentation. *J Microbiol Biotechnol Food Sci*, 3 (6), 498-504.
- Özdemir N (2016). Uşak tarhanasının aroma bileşimi ve mikroflorası ile ilişkisinin belirlenmesi. Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Özdemir N, Yazıcı G, Şimşek Ö, Özalp SG, Çon AH (2018). The effect of lactic acid bacteria and yeast usage on aroma development during tarhana fermentation. *Food Biosci*, 26, 30-37.
- Özel B (2021). Yarı sürekli sistemde tarhana hamuru üretimi için aşılama materyali fermantasyonunun optimizasyonu. Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Soyuçok A, Yurt MNZ, Altunbas O, Ozalp VC, Sudagidan M (2021). Metagenomic and chemical analysis of Tarhana during traditional fermentation process. *Food Bio*, 39, 100824.
- Tamang JP, Cotter PD, Endo A, Han NS ve ark. (2020). Fermented foods in a global age: East meets West. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 19 (1), 184-217.
- Tangüler H (2014). Traditional Turkish fermented cereal based products: Tarhana, boza and chickpea bread. *Türk Tarım Gıda Bilim Teknoloji Derg*, 2 (3), 144-149.
- Tuluk K, Ertaş N (2019). The effects of different gluten-free flours on the physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg*, 23 (3), 301-312.
- Yazıcı G (2016). Uşak tarhanasının organik asit içeriğinin laktik asit bakterisi çeşitliliği ile ilişkisinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.