

GIDA (Gıda Teknolojisi Derneği Yayını)
THE JOURNAL OF FOOD (Published by the Association of Food Technology; Turkey)
Cilt / Volume: 40 • Sayı / Number: 6 • 2015
İki ayda bir yayımlanır / Published bimonthly
ISSN 1300 - 3070; ISSN 1309 - 6273 (GIDA on-line)

Sahibi / Owner

Gıda Teknolojisi Derneği Adına / On behalf of the Association of Food Technology; Turkey

Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN

Yönetim Kurulu Başkanı / President of the Association

Editörler Kurulu / Editorial Board	Danışma Kurulu / Advisory Board
Baş Editör/ Editor-in Chief Halkman, A. Kadir <i>Ankara University, Turkey</i>	Alichanidis, Efsthios <i>Aristotle University of Thessaloniki, Greece</i> Aran, Necla <i>Istanbul Technical University, Turkey</i> Artık, Nevzat <i>Ankara University, Turkey</i> Baysal, Taner <i>Ege University, Turkey</i> Boyacı, İsmail Hakkı <i>Hacettepe University, Turkey</i> Certel, Muharrem <i>Akdeniz University, Turkey</i> Draughon, Ann <i>Tennessee University, USA</i> Ekşi, Aziz <i>Ankara University, Turkey</i> El Soda, Morsi <i>University of Alexandria, Egypt</i> Fogliano, Vincenzo <i>University of Napoli Federico II, Italy</i> Ghosh, Bikash C. <i>National Dairy Research Institute, India</i> Gollop, Natan <i>The Volcani Center, ARO, Israel</i> Gökmen, Vural <i>Hacettepe University, Turkey</i> Griffiths, Mansel <i>University of Guelph, Canada</i> Göğüş, Fahrettin <i>Gaziantep University, Turkey</i> Gümüşkesen, Aytaç Saygın <i>Ege University, Turkey</i> Güven, Mehmet <i>Cukurova University, Turkey</i> Heperkan, Dilek <i>Istanbul Technical University, Turkey</i> Ho, Chi-Tang <i>The State University of New Jersey, USA</i> Kaya, Mükerrrem <i>Atatürk University, Turkey</i> Kaymak-Ertekin, Figen <i>Ege University, Turkey</i> Koçak, Celalettin <i>Ankara University, Turkey</i> Köksel, Hamit <i>Hacettepe University, Turkey</i> Morales, Francisco J. <i>CSIC Instituto del Fr o, Spain</i> Mujtaba, Mustafa G. <i>Florida Gulf Coast University, USA</i> Ögel, Zümrüt <i>Middle East Technical University, Turkey</i> Özilgen, Mustafa <i>Yeditepe University, Turkey</i> Paalme, Toomas <i>Tallinn University of Technology, Estonia</i> Parlar, Harun <i>Technical University of Munich, Germany</i> Raspor, Peter <i>University of Primorska, Slovenia</i> Rezessy-Szabo, Judit M. <i>Corvinus University of Budapest, Hungary</i> Şahin, Serpil <i>Middle East Technical University, Turkey</i> Üstünoğlu, Zeynep <i>Michigan State University, USA</i> Yetişemiyen, Atilla <i>Ankara University, Turkey</i>
Editörler / Co-Editors Çakır, İbrahim <i>Abant İzzet Baysal University, Turkey</i> Taban, Birce <i>Ankara University, Turkey</i> Tekin, Aziz <i>Ankara University, Turkey</i> Velioglu, Y. Sedat <i>Ankara University, Turkey</i>	
Yönetim Yeri Adres / Address Büyükelçi Sokak No: 18/1 Kavaklıdere/ Ankara Turkey	
Tel: (+90) 312 596 1180 • Faks: (+90) 312 317 8711 E-posta / E-mail: dergi@gidadernegi.org URL: http://www.gidadernegi.org/dergi.asp	
Yayın Türü: Yaygın süreli ve hakemli	
Basım Yeri / Printing House Sim Matbaacılık Ltd. Şti İvedik Organize San. Böl. Mat-Sit İş Mrk. 1518. Sk. No:2/14 Yenimahalle / Ankara Turkey Tel : (+90) 312 230 22 09 Faks: (+90) 312 230 41 39 e-mail: simmatbaasi@gmail.com	
Yayın Tarihi / Publication Date 15 12 2015	

Bu dergi, uluslararası **CAB Abstracts, Citefactor, Index Copernicus, EBSCO, ULAKBİM** (Yaşam Bilimleri) **FAO Agris** ve **DOAJ** veri tabanları kapsamındadır.

This journal is covered by **CAB Abstracts, Citefactor, Index Copernicus, EBSCO, ULAKBİM** (National Databases) **FAO Agris** and **DOAJ** database systems.

İçindekiler / Content

- Aslı Arslan Kulcan A, Öziyci HR, Tetik N, Karhan M; *Changes in turbidity, total phenolic and anthocyanin contents of clear red grape juice during processing* / Berrak siyah üzüm suyunun bulanıklık düzeyinde ve toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriğinde işleme sırasında meydana gelen değişimler **311-317**
- Owaid MN, Saleem Al-Saeedi SS, Abed IA; *Mineral elements of white, grey, yellow and pink oyster mushrooms (Higher Basidiomycetes)* / Beyaz, gri, sarı ve pembe istiridye mantarlarının (yüksek mantarlar) mineral madde içeriği **319-326**
- Kaya SY, Özdemir Y; Keçiboynuzu meyvesinden suda çözünür kuru madde özütlenmesi üzerine meyvenin su tutma kapasitesi ile özütleme koşullarının etkisi / *Effect of extraction conditions and water holding capacity of fruit on soluble solid extraction from carob pod* **327-334**
- Yılmaz Y, Doğan IS; Glutensiz ekmek karışımların kalite ve bileşenler yönünden değerlendirilmesi / *Quality and component evaluation of gluten-free bread mixtures* **335-342**
- Ocak E, Köse Ş; Van otlı peynirinin üretimi ve mineral madde içeriği / *Production of Van herby cheese and its mineral content* **343-348**
- Tahtacı S, Başıyigit Kılıç G; Halofilik laktik asit bakterileri ve gıda sanayisinde kullanım alanları / *Halophilic lactic acid bacteria and their application in the food industry* **349-356**
- Boz H; Tahıllarda arabinoksilanlar / *Arabinoxylans in cereals* **357-362**
- Yüksel Önür Z; Keçi ve koyun sütlerinin kimyasal bileşimleri / *Chemical composition of goat and sheep milk* **363-370**

Editörden,

Merhaba,

Dergimizin 6. sayısını (Kasım-Aralık) Eylül 2015 ortasında elektronik ortamda sayfa numaraları verilmiş şekilde yayımladık. 5. ve 6 sayılar basılı olarak beraberce Kasım 2015 başında postaya verilmiş olacak.

2015 yılına ait 6 sayıda toplam 48 makale yayımladık. Her sayıda 2 İngilizce araştırma, 3 Türkçe araştırma ve 3 Türkçe derleme vardı. Bu yıl, her sayıda 2 İngilizce araştırma makalesi olmak üzere toplam 12 İngilizce araştırma makalesi ile, 2014 yılındaki durumumuzdan (10 İngilizce araştırma makalesi) daha ilerideyiz ancak 2013 yılındaki durumumuzdan (13 İngilizce araştırma makalesi) gerisindeyiz.

İngilizce araştırma makalelerine baskıda öncelik verdiğimizizi daha önce de belirtmiştim.

Gıdada bilgi kirliliğine karşı oluşturduğumuz facebook sayfasına www.gidadernegi.org sayfasının en altından erişilebilir.

Önceki sayıda 2016 Edirne Ulusal ve 2018 Kapadokya Uluslararası kongrelerimiz için yapılan duyuruları yeni gelişmeler ile tekrarlıyorum. Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ile ortaklaşa yapacağımız Türkiye 12. Ulusal Gıda Kongresinin tarihi kesinleşti: 05-07 Ekim 2016. 04 Ekim 2016 tarihinde tam gün olarak küçük bir katılım ücreti ile Gıda Mikrobiyolojisi ve paralel olarak Bitkisel Yağ Analizleri kursları olacak. Kongre çarşamba sabahı başlayacak, cuma öğle saatinde bitecek. Cuma öğleden sonra Edirne şehir turu var. Cumartesi günü ise günübirlik Balkan turu olacak. Devamında alternatif olarak Cumartesi- Pazar Balkan turu da var. Kongre web sayfası 2015 Ağustos tarihinde kullanıma açıldı: www.gidakongresi2016.org

Devamında, Kapadokya'da yapmayı planladığımız 3. Uluslararası Gıda Teknolojisi Kongresi için 2018 yılı sonbaharını kurşun kaleminden biraz daha silinmez bir kalem ile ajandanıza kaydedin.

Sevgi ve saygılarımla,

Prof. Dr. A. Kadir Halkman

A Message from the Editor-in-Chief

Hello,

We printed the 6th issue (November-December) of our journal in the midst of September 2015 in electronic form, with the given page numbers. The 5th and the 6th issues will be given to post together in published form at the beginning of November 2015.

We published 48 articles in totally 6 issues of the year 2015. There were 2 research articles in English, 3 articles in Turkish and 3 review articles in Turkish in each issue. This year we are far ahead than our position in 2014 (10 research articles in English) but we fall behind our position in 2013 (13 research articles in English) with a total of 12 research papers, including 2 research articles in English in each issue.

I mentioned before that we are giving printing priority to research articles in English.

You can access the facebook page which we created against the information pollution on food, from the bottom of the page of the link www.gidadernegi.org.

I would like to repeat the announcements, mentioned in previous issue, of the 12th National Food Congress in Edirne in 2016 and 3rd International Congress in Cappadocia in 2018, with the newest information. The date of the 12th National Food Congress, which will be organized collectively by the Trakya University Department of Food Engineering, announced as on 05-07th October 2016. On 04th October, there will be whole day food microbiology and vegetable oil analysis courses in parallel sections with a little attendance fee. The congress will begin on Wednesday morning and end at noon on Friday. Edirne city tour will be organized after Friday afternoon and, there will be the daily Balkans tour on Saturday. The congress web site opened: www.gidakongresi2016.org.

Subsequently, please save to your agenda of the 3rd International Congress in Cappadocia in 2018 autumn with a pen that is a little more indelible than a pencil.

Best Regards,
Prof. A. Kadir Halkman

CHANGES IN TURBIDITY, TOTAL PHENOLIC AND ANTHOCYANIN CONTENTS OF CLEAR RED GRAPE JUICE DURING PROCESSING

Aslı Arslan Kulcan¹, Hatice R. Öziyci², Nedim Tetik¹, Mustafa Karhan^{1*}

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Akdeniz University, Antalya

²Department of Gastronomy and Culinary Arts, Faculty of Tourism,
Alanya Hamdullah Emin Paşa University, Alanya, Antalya

Received / Geliş tarihi: 07.04.2015

Received in revised form / Düzeltilek Geliş tarihi: 22.06.2015

Accepted / Kabul tarihi: 10.08.2015

Abstract

This study evaluates the changes in total phenolic content, total anthocyanin content and turbidity with respect to various processes that are used during the clear red grape juice production. Advanced clarification of grape juice was carried out by ultrafiltration using 50 kDa cut-off membrane. Ultrafiltration caused significant lowering in total phenolic content and turbidity value as 30.9 and 99.0 %, respectively. Only 10.5 % total anthocyanin content were lost during the process.

Keywords: Clear red grape juice, ultrafiltration, mash heating, total phenolic content, turbidity

BERRAK SİYAH ÜZÜM SUYUNUN BULANIKLIK DÜZEYİNDE VE TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTOSİYANİN İÇERİĞİNDE İŞLEME SIRASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Özet

Bu çalışma, berrak siyah üzüm suyu üretimi sırasında kullanılan çeşitli prosesler açısından toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin içeriği ile bulanıklık düzeyindeki değişiklikleri değerlendirmektedir. Üzüm suyunun ileri düzeyde berraklaştırma işlemi 50 kDa ayırma sınırında membran kullanılarak ultrafiltrasyonla gerçekleştirilmiştir. Ultrafiltrasyon, toplam fenolik madde içeriği ve bulanıklık değerinde sırasıyla % 30.9 ve % 99.0 olmak üzere önemli azalmaya neden olmuştur. Proses sırasında toplam antosiyanin içeriğinin sadece % 10.5' i kaybedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Berrak siyah üzüm suyu, ultrafiltrasyon, mayşe ısıtma, toplam fenolik madde miktarı, bulanıklık

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ mkarhan@akdeniz.edu.tr,

☎ (+90) 242 310 2429,

☎ (+90) 242 310 6306

INTRODUCTION

Grape plant (*Vitis vinifera* L.) – the father of alcoholic beverages – is being cultivated for thousands of years (1). The fruit has been widely grown in Northern South America, Central and North America, Asia and Europe (2). Grape seed and skin contains several functional compounds i.e. phenolics and anthocyanins (3-6); though their amount depends on certain factors e.g. grape variety, vintage, fungal infection, cultivation, environmental conditions etc.. Phenolics and anthocyanins are of great interest due to their antioxidant and cardioprotective properties. They are also reported as effective in various cancer research models (7-9). These compounds also influence the sensorial properties of grape juice (bitterness, astringency etc.). Furthermore, their impacts on color and stability (tendency to haze formation and interactions with proteins) are important for fruit juice industry.

Procedural variations e.g. type of extraction, contact time, heat and enzymatic treatments (10, 11) can affect the final composition of anthocyanins and other phenolic contents in grape juice. Along with other variables, colour is the most important indicator of the grape juice quality. It directly depends on the phenolic and anthocyanin contents in the grape (12). Greater juice yields, higher titratable acidity, greater colour extraction, higher anthocyanin and total phenolic concentrations can be resulted if the grapes are heated before pressing (13, 14). Pressed fruit juices have cloudy appearance because of their naturally existing compounds such as polysaccharides (pectin, cellulose, hemicelluloses, lignin and starch), proteins, tannins and metal ions. Aggressive pretreatments before pressing like mash heating and enzymatic fermentation enhance amounts of these components in juice. Consequently, post-bottling haze can be formed during storage even if the juice is clear (15). In fruit juice production, clarification is mostly carried out by fining agents. Recently, microfiltration (MF) and ultrafiltration (UF) systems have replaced conventional fining and filtration methods due to their operational advantages such as mild temperatures, less enzyme consumption, elimination of fining agents and simplicity of operation (16, 17).

Membrane filtration is based on size-exclusion and pressure-driven unit operation in separation technology to concentrate and purify macromolecules from aqueous solutions. The use of membranes with different cut-off ratings allows separation of molecules according to their molecular size (18, 19). Ultrafiltration is widely used to clarify fruit juices by removing large suspended particles and colloids that stabilizes the clarity of juice against haze formation during storage (20, 21).

The current study aimed to investigate the effects of main processes i.e. mash heating, clarification, detartarization and ultrafiltration on turbidity, total phenolic and total anthocyanin contents during clear red grape juice production.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Fresh grape fruits (Kara Gemre variety), obtained in the fall of 2009, were used for juice production. Gallic acid standard was purchased from Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany). Folin-Ciocalteu reagent and sodium carbonate were purchased from Merck (Darmstadt, Germany).

Methods

Grape Juice Production

Grapes were randomly harvested at optimum maturity from the vineyard (Isparta, Turkey) and stored at 0 °C until processing. The schematic diagram of laboratory scale grape juice production is shown in Figure 1. Grapes were washed with tap water, grained by hand and crushed manually. Grape mash was submerged into a jar in water bath shaker (Memmert, Germany) and heated at 65 °C for 60 minutes. Maceration enzyme mix (Pectinex Mash and Pectinex BE Colour, Novoferm, Germany) (50 µL/kg) was added to this mixture, followed by an immediate temperature decrease to 50 °C. Maceration was performed for 30 minutes. After these processes, mash was again manually pressed to obtain juice (yield 83 %). The obtained juice was depectinized by pectolytic enzyme (50 µL/L (Novoferm 61, Novoferm, Germany) at 50 °C for 45 minutes. Clarification treatment was accomplished by adding bentonite (5 %; 7 mL/L), gelatin (5 %; 6 mL/L), and kieselsol

(15 %; 3.3 mL/L); each at 15 minutes interval at 50 °C during 2 hours. Clarified juice was coarse filtrated and detartrated at 0 °C for 12 hours. Potassium bitartrate crystals were formed during this process, which were filtered out.

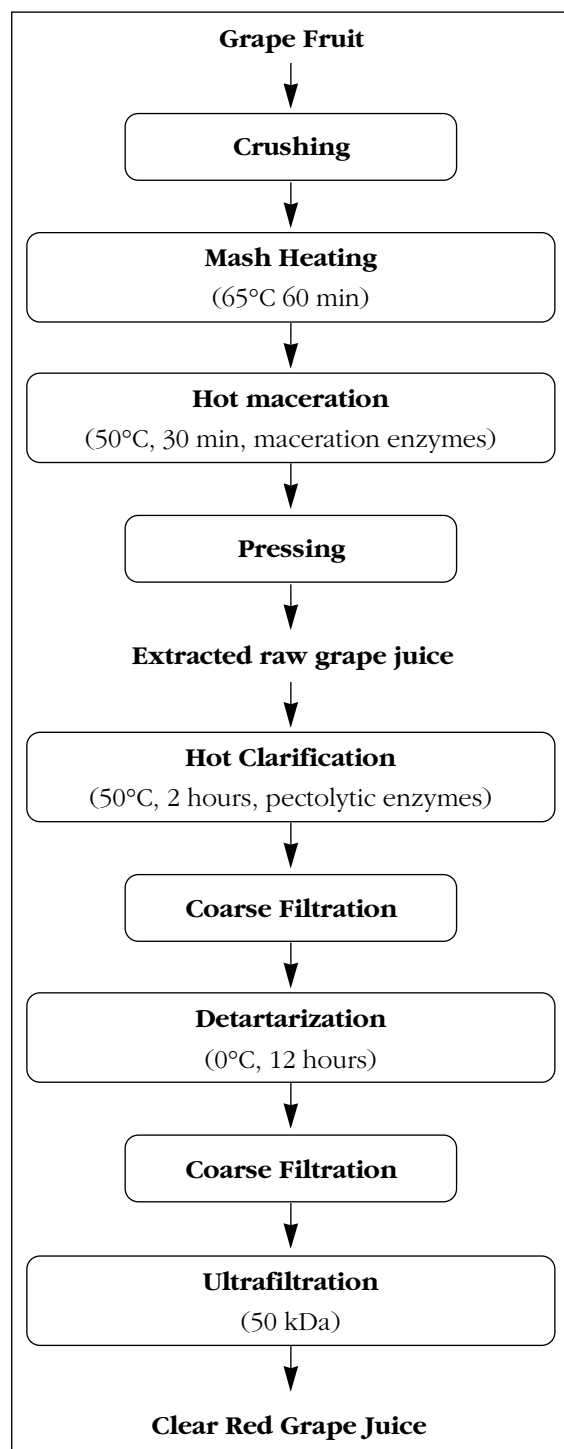


Figure 1. Schematic diagram for clear red grape juice production

Ultrafiltration Process (UF)

UF process was performed by a laboratory scale ultrafiltration system (Sartorius Stedim Biotech, Goettingen, Germany). Detartrated grape juice was feed through polyethersulfone membrane (molecular weight cut-off 50 kDa; kDa = kilodalton) having 200 cm² effective membrane area. Grape juice was ultrafiltered by recirculation of the retentate back to the feed reservoir until the latter was reduced to 10 % of the original volume at 25 °C ± 2. Permeate, obtained from ultrafiltration, was filled into amber-coloured bottles and stored at 4 °C until analysis.

Turbidity

Turbidity values of samples were measured using a turbidimeter (Hach 2100N). Results are given in NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (22).

Determination of Total Phenolic Content

Total phenolic content (TPC) of the samples was determined according to the Folin-Ciocalteu's method (23). Gallic acid was used as a standard. Results are expressed as gallic acid equivalents (GAE) (mg GAE/L). The absorbance was measured by using a UV-visible spectrophotometer (Shimadzu UV-160A, Japan) at λ_{max} 765 nm.

Determination of Total Anthocyanin Content

Total anthocyanin content (TAC) of the samples was determined according the pH differential method of AOAC (24). The absorbance was measured by using a UV-vis spectrophotometer (Shimadzu UV-160A, Japan) at λ_{max} 520 nm. Results are expressed as malvidin-3-glucoside equivalents (ME, the predominant anthocyanin in most grape cultivars) (mg ME/L) with a molar extinction coefficient of 28000 L mol⁻¹cm⁻¹ (12).

Statistical Analysis

SAS software, Version 7 (SAS Institute Inc., Cary, NC) was used to analyze the obtained data statistically. Values of all parameters (n = 4) are presented as mean ± standard deviation. Analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparison tests were used to evaluate the means of different treatments at a significance level of 0.05.

RESULTS and DISCUSSION

Post-pressing

Extracted raw grape juice was provided 590.37 mg/L TPC; higher than the value reported by Spanos and Wrolstad (1990). They used Thompson Seedless grape variety to produce grape juice. After pectinase treatment (50 ppm of dosage), they obtained 317 mg/L of TPC (25). Fuleki and Ricardo da Silva (2003) also reported lower TPC value (145.81 mg/L) in Concord grape juice that was extracted by pressing after hot maceration (50 mg/L pectinase at 60 °C for 60 min) (26). dos Santos Lima et al. (2015) investigated the effect of enzyme dosage on TPC while studying *Vitis labrusca* L. They extracted the juice by hot pressing with different enzyme dosages at 60 °C for 60 min. They found the TPC values as 1296 (without enzyme), 1384 (with 1.5 mL/kg of enzyme dosage) and 1203 (with 3.0 mL/kg of enzyme dosage) mg/L in grape juices (27).

In fruit juice industry, hot pressing (after mash heating and hot maceration) is used to extract anthocyanins from fruit skin to the juice that will provide desirable red color as well as higher extraction yield (13). In this study, TAC of extracted raw grape juice was obtained as 48.46 mg/L. Fuleki and Ricardo da Silva (2003) reported a lower TAC value (20.01 mg/L) for the grape juice, which was extracted from Concord grapes (26). However, dos Santos Lima et al. (2015) observed higher TAC values in juice samples of *Vitis labrusca* L. within a range of 103 and 129 mg/L (different enzyme dosages) (27). Considering it and other reported studies, although there are similar procedures on raw grape juice extraction, differences in TPC and TAC values can be attributed to the factors such as variety, maturity, cultivation-extraction-maceration conditions of grapes or processing equipment used.

Extracted raw grape juice showed 14.65 NTU of turbidity (Table 1) due to the suspended solids and colloids; mainly cell wall material. These particles usually pass through the fruit juices at higher extraction temperatures. As these compounds are quite unstable and prone to form aggregates with other haze forming compounds, turbidity of fruit juices increase during storage due to which, undesirable flocculates can be observed.

Effect of Clarification

Clarification occurs in two steps: enzymatic treatment (depectinization) and fining (to remove haze causing compounds). Pectolytic enzyme degrades the pectin that would result pectin-protein complexes to flocculate. Afterwards, fining agents are added to further flocculation and sedimentation depend upon the ionic charges on protein, polyphenols and fining agents. Bentonite and gelatin are mainly used in fining process to remove proteins and polyphenols, respectively, while kieselsol is used to increase the gelatin efficiency when hot clarification is performed. After these processes, 480.00 mg/L of TPC was analysed in the raw grape juice; decreased almost 18.7 % after clarification (Table 1).

The amount of total anthocyanins (48.20 mg/L) in grape juice also reflected 0.5 % decrease after clarification. Post pressing and clarification TAC values of the samples were statistically insignificant ($P>0.05$). Gelatin binds with anthocyanins through supramolecular interactions that can cause a notable decrease in total anthocyanin content. A possible explanation for this result is that the enhancement effect of depectinization due to the release of anthocyanins from the cell. Probably, grape juice had higher TAC after depectinization. When the fining agents were applied to the juice, gelatin agglomerated with anthocyanins and other phenolics. This caused a decrease in the amount of total monomeric anthocyanins. Since post-depectinization was not planned as a sampling point in this research, reason of this inconsiderable decrement in TAC at the end of clarification stage cannot be explained clearly.

Turbidity-causing compounds aggregated and settled down by influence of fining agents that decreased the turbidity value from 14.65 to 6.54 NTU i.e. 55.4 % after whole clarification process (Table 1).

Effect of Detartarization

Grapes, grape juice and wine contains high concentration of tartaric acid and potassium. Detartarization (cold-stabilization) process is generally used to prevent precipitation of potassium bitartrate in bottled juice. As seen in Table 1, detartarization did not influence TPC (479.15 mg/L) but slightly decreased the TAC of the juice (47.63 mg/L).

Table 1. Determination of total phenolic content (TPC), total anthocyanin content (TAC) and turbidity values of grape juice during processing

Processing	TPC* (mg GAE/L)	TAC* (mg/L)	Turbidity* (NTU)
1 st step: Hot-pressing	^a 590.37±1.31	^a 48.46±0.87	^a 14.65±4.15
2 nd step: Clarification	^b 480.00±10.35 (18.7%)	^a 48.20±1.06 (0.5%)	^b 6.54±0.06 (55.4%)
3 rd step: Detartarization	^b 479.15±7.08 (0.2%)	^a 47.63±1.01 (1.2%)	^c 3.15±0.00 (51.9%)
4 th step: Ultrafiltration	^c 408.02±21.06 (14.8%)	^b 43.36±0.35 (9.0%)	^o 0.15±0.01 (95.4%)

*: Different letters in the same column are significantly different from each other ($P < 0.05$), % values in parentheses indicate decrement ratio relative to the previous processing step.

By removing the bitartrate instability, alteration was highly remarkable among the juice samples taken after clarification (6.54 NTU) and detartarization (3.15 NTU). Detartarization was quite effective in respect to decrement in turbidity level (51.9 %).

Effect of Ultrafiltration

UF significantly affected TPC of permeate when compared with detartarated feed sample (Table 1). Amount of TPC in clear red grape juice was found as 408.02 mg/L when UF was performed through a membrane of 50 kDa molecular weight cut-off (MWCO). Removal of phenolics and proteins during grape juice production is essential, otherwise they cause hazing in the juice bottles (20). The amount of total phenolic compounds varied from 590.37 to 408.02 mg/L during pressing to ultrafiltration. The UF membrane showed 14.8 % rejection towards total phenolics. While the reduction in TPC was 18.7 % after clarification, totally 30.9 % was achieved by using ultrafiltration (Table 1). Cassano et al. (2008) also reported 13.5 % of decrease in TPC of kiwi fruit juice with a 30 kDa cellulose acetate UF membrane (28).

TAC in red grape juice was influenced significantly by the UF. In detartarated juice, TAC was 47.63 mg/L that decreased to 43.36 mg/L after UF. Total anthocyanins reduction in filtered juice was 10.5 % as compared to the raw juice. The rejection of examined UF membrane towards total anthocyanins was determined as 9.0 % (Table 1). Cassano et al. (2007) found that the rejection of 15 kDa tubular PVDF membrane towards total anthocyanins was of 9.4 % in clear blood orange juice (29). Acosta and co-workers (2014) also observed the retention of total anthocyanins as 60 % in blackberry juice with 150 kDa MWCO at 0.5 MPa transmembrane pressure while 99 % with 5 kDa MWCO at 3 MPa (30).

UF influenced the turbidity of the grape juice significantly (before 3.15 NTU, after 0.15 NTU). The variation during processing indicated that, ultrafiltration was the most effective one among the processes to decrease the turbidity level (95.4 %). UF treatment caused almost completely reduction in turbidity and total reduction at the end of processing reached to 99.0 % when compared to pressed juice (Table 1). It can clearly be seen that UF process provided high-quality juice in terms of clarity.

CONCLUSION

TPC, TAC and turbidity values (590.37 mg/L, 48.46 mg/L and 14.65 NTU, respectively) of clear red grape juice are highly affected by the processes applied in this study. It means the values reduced to 30.9 %, 10.5 % and 99.0 %, respectively. Among the methods applied in juice production, ultrafiltration (UF) had the most significant influence on TAC and turbidity level. However, the most significant decrement in TPC values was monitored after clarification process. After UF, turbidity value became negligible (0.15 NTU). Therefore, UF can be an alternative method to eliminate the potential sources (e.g. phenolic contents) of post-bottling haze formation in clear red grape juice. Clarification prior to UF process can prevent membrane from extreme fouling.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University for their financial and technical support.

REFERENCES

1. Gashkova IV. *Vitis vinifera* L. - Grape-vine. http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Vitis_K/ (Accessed 16 January 2015).
2. Zecca G, Abbott JR, Sun WB, Spada A, Sala F, Grassi F. 2012. The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*). *Mol Phylogenet Evol*, 62: 736-747.
3. Iacopini P, Baldi M, Storchi P, Sebastiani L. 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, in vitro antioxidant activity and interactions. *J Food Compos Anal*, 21: 589-598.
4. Revilla E, Ryan JM. 2000. Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography–photodiode array detection without sample preparation. *J Chromatogr A*, 881: 461-469.
5. Ghafoor K, Al-Juhaimi F, Choi YH. 2011. Effects of grape (*Vitis labrusca* B.) peel and seed extracts on phenolics, antioxidants and anthocyanins in grape juice. *Pak J Bot*, 43: 1581-1586.
6. Bhat KPL, Kosmeder JW, Pezzuto JM. 2001. Biological effects of resveratrol. *Antioxid Redox Signal*, 3: 1041-64.
7. Pervaiz S. 2003. Resveratrol: from grapevines to mammalian biology. *FASEB J*, 17: 1975-1985.
8. Zhou K, Raffoul JJ. 2012. Potential anticancer properties of grape antioxidants. *J Oncol*, 2012: 803294.
9. Frankel EN, Bosanek CA, Meyer AS, Silliman K, Kirk LL. 1998. Commercial grape juices inhibit the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. *J Agric Food Chem*, 46: 834-838.
10. Creasy LL, Creasy MT. 1998. Grape chemistry and the significance of resveratrol: An overview. *Pharm Biol*, 36: 8-13.
11. Pinelo M, Arnous A, Meyer AS. 2006. Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. *Trends Food Sci Technol*, 17: 579-590.
12. Mazza G, Miniati E. 1993. *Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains*. CRC Press, London, UK, 362 p.
13. Leblanc M, Johnson C, Wilson P. 2008. Influence of pressing method on juice stilbene content in Muscadine and Bunch grapes. *J Food Sci*, 73: H58-H62.
14. Sistrunk W, Morris J. 1982. Influence of cultivar, extraction and storage temperature, and time on quality of muscadine grape juice. *J Am Soc Hortic Sci*, 107(6): 1110-1113.
15. Vaillant F, Millan A, Dornier M, Decloux M, Reynes M. 2001. Strategy for economical optimisation of the clarification of pulpy fruit juices using crossflow microfiltration. *J Food Eng*, 48: 83-90.
16. Laorko A, Li Z, Tongchitpakdee S, Chantachum S, Youravong W. 2010. Effect of membrane property and operating conditions on phytochemical properties and permeate flux during clarification of pineapple juice. *J Food Eng*, 100: 514-521.
17. Mondal S, Cassano A, Tasselli F, De SA. 2011. Generalized model for clarification of fruit juice during ultrafiltration under total recycle and batch mode. *J Membr Sci*, 366: 295-303.
18. Yeh H, Dong J, Shi M. 2004. Momentum balance analysis of flux and pressure declines in membrane ultrafiltration along tubular modules. *J Membr Sci*, 241: 335-345.
19. Ennigrou DJ, Gzara L, Ben Romdhane MR, Dhahbi M. 2009. Cadmium removal from aqueous solutions by polyelectrolyte enhanced ultrafiltration. *Desalination*, 246: 363-369.
20. Siebert KJ. 1999. Effects of protein-polyphenol interactions on beverage haze, stabilization, and analysis. *J Agric Food Chem*, 47: 353-362.
21. Girard B, Fukumoto LR. 2000. Membrane processing of fruit juices and beverages: A review. *Crit Rev Food Sci*, 40: 91-157.
22. Tajchakavit S, Boye J, Couture R. 2001. Effect of processing on post-bottling haze formation in apple juice. *Food Res Int*, 34: 415-424.
23. Spanos GA, Wrolstad RE. 1992. Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage. A review. *J Agric Food Chem*, 40: 1478-1487.

24. Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *J AOAC Int*, 88: 1269-1278.
25. Spanos GA, Wrolstad RE. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. *J Agric Food Chem*, 38: 1565-1571.
26. Fuleki T, Ricardo-da-Silva JM. 2003. Effects of cultivar and processing method on the contents of catechins and procyanidins in grape juice. *J Agric Food Chem*, 51: 640-646.
27. dos Santos Lima M, Dutra MDCP, Toaldo IM, Corrêa LC, Pereira GE, de Oliveira D, Bordignon-Luiz MT, Ninow JL. 2015. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. *Food Chem*, 188: 384-392.
28. Cassano A, Donato L, Conidi C, Drioli E. 2008. Recovery of bioactive compounds in kiwifruit juice by ultrafiltration. *Innov Food Sci Emerg*, 9: 556-562.
29. Cassano A, Marchio M, Drioli E. 2007. Clarification of blood orange juice by ultrafiltration: analyses of operating parameters, membrane fouling and juice quality. *Desalination*, 212: 15-27.
30. Acosta O, Valliant F, Perez AM, Dornier M. 2014. Potential of ultrafiltration for separation and purification of ellagitannins in blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) juice. *Sep Purif Technol*, 125: 120-125.

Yazım Kuralları

GIDA (2009) 34 (1): 55-58

www.gidadernegi.org/ Gıda Dergisi / Yayın kuralları

Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu

GIDA (2009) 34 (1): 65

www.gidadernegi.org/ Gıda Dergisi / Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu

Son Kontrol Listesi

GIDA (2009) 34 (1): 66

www.gidadernegi.org/ Gıda Dergisi / Son Kontrol Listesi

adreslerinden erişilebilir. Yazarlar, makale göndermeden önce yazım kurallarını tam olarak okumalı ve makalelerini burada verilen kurallara göre hazırlamalıdır.

MINERAL ELEMENTS OF WHITE, GREY, YELLOW AND PINK OYSTER MUSHROOMS (HIGHER BASIDIOMYCETES)

Mustafa Nadhim Owaid^{1,2*}, Sajid Salahuddin Saleem Al-Saeedi², Idham Ali Abed³

¹Al-Athar School, Heet Education, General Directorate for Education of Anbar, Ministry of Education, Hit, Anbar 31007, Iraq

²Department of Biology, College of Science, University of Anbar, Ramadi, Anbar 31001, Iraq

³Department of Soil Science and Water Resources, College of Agriculture, University of Anbar, Ramadi, Anbar 31001, Iraq

Received / Geliş tarihi: 16.06.2015

Accepted / Kabul tarihi: 24.06.2015

Abstract

Oyster mushroom has ecological importance in maintaining balance in the environment by recycling chemical elements between the soil, organisms and the atmosphere by industrial applications to produce highly protein foods when treat and clean up pollutants in same time. Minerals value (C, N, Co, Pb, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd and Mn) of fruiting bodies of four oyster mushrooms species; *Pleurotus ostreatus* (grey), *P. ostreatus* (white), *P. cornucopiae* var. *citrinopileatus* (bright yellow) and *P. salmoneostramineus* (pink), were investigated on three mixtures; F1 (wheat straw alone 100%), F2 (wheat straw 70%, white sawdust 20% and Iraqi date palm fiber "fibrillum" 10% mixture) and F3 (wheat straw 50%, white sawdust 30% and fibrillum 20% mixture). The kinds of substrates showed significant ($P<0.05$) differences of mineral composition of mushroom that due to metal content of each substrate, whereas the mixture which composed from one substrate was poorer in mineral value compared with others which composed from more one. Generally, Fe, Ni and Cd have been increased in substrates, also increased in fruiting bodies of oyster mushroom. These mineral levels were below the safety limits defined by FAO/WHO for weekly Required Dietary Intake (RDI).

Keywords: *Pleurotus* spp., nutritional value, wheat straw, white sawdust, date palm fiber.

BEYAZ, GRİ, SARI VE PEMBE İSTİRİDYE MANTARLARININ (YÜKSEK MANTARLAR) MİNERAL MADDE İÇERİĞİ

Özet

İstiridyе mantarları ekonomik öneme sahip olup toprak, organizmalar ve hava arasında kimyasal elementlerin döngüsünü sağlayarak çevresel dengenin korunmasını sağlarlar. Endüstriyel uygulamalarla yüksek proteinli gıdalar elde edilirken aynı zamanda topraktan kirletici kimyasalları temizlerler. Bu araştırmada üç farklı (F1 %100 buğday samanı, F2 %70 buğday samanı + %30 talaş + %20 fibrillum adı verilen Irak hurma ağacı fiberi karışımı) substratta geliştirilmiş dört istiridyе mantarının *Pleurotus ostreatus* (gri), *P. ostreatus* (beyaz), *P. cornucopiae* var. *citrinopileatus* (parlak sarı) ve *P. salmoneostramineus* (pembe) mineral madde içeriği (C, N, Co, Pb, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd ve Mn) belirlenmiştir. Substratların mineral içeriğine bağlı olarak mantarların da mineral içeriği önemli derecede ($P<0.05$) farklı olmuştur. Genel olarak substratların Fe, Ni ve Cd içeriği yüksek bulunurken, bu durum mantarlara da yansımıştır. Mineral içerikleri FAO/WHO tarafından açıklanan haftalık gerek duyulan alım için (weekly Required Dietary Intake; RDI) güvenlik limitlerinin altındadır.

Anahtar kelimeler: *Pleurotus* spp., besin değeri, buğday samanı, beyaz talaş, palmye ağacı fiberi.

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ mustafanowaid@gmail.com, ☎ +9647902651440,

INTRODUCTION

After white button mushroom; the oyster mushroom is the second most important mushrooms in production in the world, *Pleurotus* species are excellently edible and nutritious, rank among one of the most widely cultivated mushrooms in the world, accounting for 25% of total world production of cultivated mushrooms (1). This fungus is important to bio-convert cellulosic matters to a rich protein food (2, 3).

Pleurotus spp. possesses important nutritional and medicinal values. The animal proteins cannot using as protein source alone because of their expensive prices; therefore, fruiting bodies of oyster mushrooms were used instead of meat, that due to moderate protein content and it is source for essential amino acids, mineral and vitamins (4). *Pleurotus ostreatus* is important source for trace elements and its nutritional source low caloric value (5). *Pleurotus cornucopiae* was one of important medicinal and edible mushroom which has antihypertensive effect on spontaneously hypertensive rats (6) and antimicrobial effect using its gold (2) and silver nanoparticles (7). The Traditional Chinese Medicine first suggested *Pleurotus*, is almost ideal for diets designed, to prevent cardiovascular diseases because of its high fiber content, proteins, microelements and low caloric value (8). *Pleurotus* species have high medicinal value due to possess significant anti-inflammatory, antiviruses (9), antioxidant, anticancer (10), anti-parasitic (11), antifungal (12), anti-yeast (7) and anti-bacterial activities (13).

Pleurotus spp. can be cultivated on a wide variety of substrates containing lignin, cellulose and hemicellulose (14) such soybean straw, rice straw, paddy straw, coffee pulp, cotton wastes, cotton seed hulls, corn cobs waste (15), bean straw, crushed bagasse, molasses wastes (16), wheat straw, date palm wastes (2, 17-20), handmade paper wastes, industrial cardboard wastes (3,21), rice bran with sawdust (22) and some their combination. The substrates that prepared from date palm wastes have low nitrogen, therefore; Hassan (23) added some nutrients such urea and K_2SO_4 to date palm wastes (fiber, stalk and base stalk). While, Owaid et al. (19) added phosphate rock to raise the nutritional value of date palm fiber, wheat straw and white sawdust because of mineral value of this fertilizer (24).

Pleurotus ostreatus enabled to remediate pollutants with present heavy metals (25). *Pleurotus* spp. had no any mineral value testes when grown on some date palm wastes such empty palm fruit bunch with other cellulosic wastes (26, 27) for production *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*, date palm leaves and alfalfa to produce oyster mushrooms (28), date palm leaf to cultivate *P. ostreatus* and *P. florida* in Iran (17) and date palm fiber, wheat straw and white sawdust to produce *Pleurotus ostreatus* (grey), *P. ostreatus* (white), *P. cornucopiae* var. *citrinopileatus* (bright yellow) and *P. salmoneostramineus* (pink) (19). But Hassan (23) and Alananbeh et al. (29) calculated that only for specie *Pleurotus ostreatus* which was cultivated on date palm wastes in Iraq and Saudi Arabia respectively.

However, no reference is found in literature regarding the comparison of determining mineral value of many species of *Pleurotus* fruiting bodies grown on substrates containing from date palm fiber and other substrates obtained thereof. Thus, the objective of this study is calculate mineral elements value of four *Pleurotus* spp. and then knows the daily intake levels of elements in produced oyster mushrooms on various cellulosic sources in Iraq.

MATERIALS AND METHODS

Sampling

Twelve fruiting bodies types from four oyster mushrooms species were investigated. *Pleurotus ostreatus* (grey oyster), *Pleurotus ostreatus* (white oyster), *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus* (bright yellow oyster) and *Pleurotus salmoneostramineus* (pink oyster) were harvested from three substrates from College of Science, University of Anbar, Iraq. Three locally agro-residual wastes wheat straw (1-5) cm, white sawdust from factories of wood and fibers of date palm *Phoenix dactylifera* L., called (Fibrillum), which first chopped into small pieces (5x5) cm and prepared mixtures (as shown in Table 1) with 5% of phosphate rock powder. Phosphate rock samples were taken at random at the location of State Company For Phosphate, Anbar; agro-substrate samples from Hit city agricultural lands.

Table 1. Formula of agro-substrates contents

Formula	Agro-substrates		
	Wheat straw	White sawdust	Date palm fibers
Formula 1 (Control) (F1)	100%	-	-
Formula 2 (F2)	70%	20%	10%
Formula 3 (F3)	50%	30%	20%

Mushroom and substrate samples were dried at 110 °C for 24 h until the weight constant. The dried samples were ground, then homogenized using an agate pestle and stored in polyethylene bottles until analysis (30).

Reagents

All reagents were of analytical reagent grade unless otherwise stated. Double deionized water was used for all dilutions. HNO₃ and HCl were of quality (E. Merck). All the plastic and glassware were cleaned by soaking in dilute HNO₃ and were rinsed with distilled water prior to use. The element standard solutions used for calibration were prepared by diluting a stock solution of 1000 mg/L (Pb, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn and Fe) supplied by Sigma.

Apparatus

Phoenix-986 (USA) atomic absorption spectrometer with deuterium background corrector was used in this study. Pb, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn and Fe in mushroom samples were carried out in an air/acetylene flame.

Microwave digestion

Dry mushroom sample (2 g) was placed in a beaker (100 ml capacity) and digested with 10 ml of HNO₃ (65%) and 2 ml of H₂O₂ (30%) in microwave digestion system for 10 min with 600 W and diluted to 25 ml with deionized water. A blank digest was carried out in the same way. For the agricultural substrates, also 2 g of sample was digested with 20 ml of HNO₃ (65%) and 5 ml of H₂O₂ (30%) in microwave digestion system for 23 min with 600 W and diluted to 25 ml with deionized water. A blank

digest was carried out in the same way (30).

Statistical analysis

Experimental values are given as means. Statistical significance was determined by two variance (two ways) analysis (ANOVA) by using GenStat Discovery Edition computer program version 7 DE3 (VSN International Ltd., UK). Differences at $P < 0.05$ were considered to be significant.

RESULTS AND DISCUSSION

The results, in Table 2, showed the ability of these fungi to absorb and bio magnify the mineral elements from next agro-substrates; F1 (wheat straw alone 100%), F2 (wheat straw 70%, white sawdust 20% and Iraqi fibrillum 10% medium) and F3 (wheat straw 50%, white sawdust 30% and Iraqi fibrillum 20% medium). Mineral elements value of agricultural substrates was appeared significant ($P < 0.05$) values with all metals except cadmium and lead. F3 medium had significant ($P < 0.05$) high content of elements Co, Fe, Ni, Cu, Zn and Mn metals in averages 0.60, 38.27, 0.93, 2.90, 2.44 and 4.65 mg/kg followed by F2 medium with all these metals, then decreased in F1 medium (control) to 0.47, 27.92, 0.50, 2.10, 1.03 and 1.98 mg/kg respectively. About elemental carbon, the high content was 244.33 g/kg for F3 significantly ($P < 0.05$), then decreased to 243.33 g/kg and 239.00 g/kg for F2 and F1 respectively; whereas the nitrogen content was 7.71 g/kg with F2 substrates compared with F1 (6.65 g/kg). C:N ratio of these mixtures reached to level between 34.06-40.20.

Table 2. Mineral elements content of agro-substrates based on dry weight (dw)

Formula of substrates	Mineral elements content										C:N Ratio
	mg/kg										
	Co	Pb	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Mn	C	N	
F1	0.47	0.21	27.92	0.50	2.10	1.03	0.14	1.98	239.00	6.65	38.50
F2	0.53	0.22	32.34	0.72	2.59	1.89	0.14	3.52	243.33	7.71	34.06
F3	0.60	0.23	38.27	0.93	2.90	2.44	0.15	4.65	244.33	6.65	40.20
LSD	0.068	0.059	0.697	0.071	0.206	0.276	0.028	0.176	1.489	0.541	0.176

Legend: F1 (wheat straw alone 100%), F2 (wheat straw 70%, white sawdust 20% and date palm fiber "fibrillum" 10% mixture) and F3 (wheat straw 50%, white sawdust 30% and fibrillum 20% mixture). LSD $P < 0.05$.

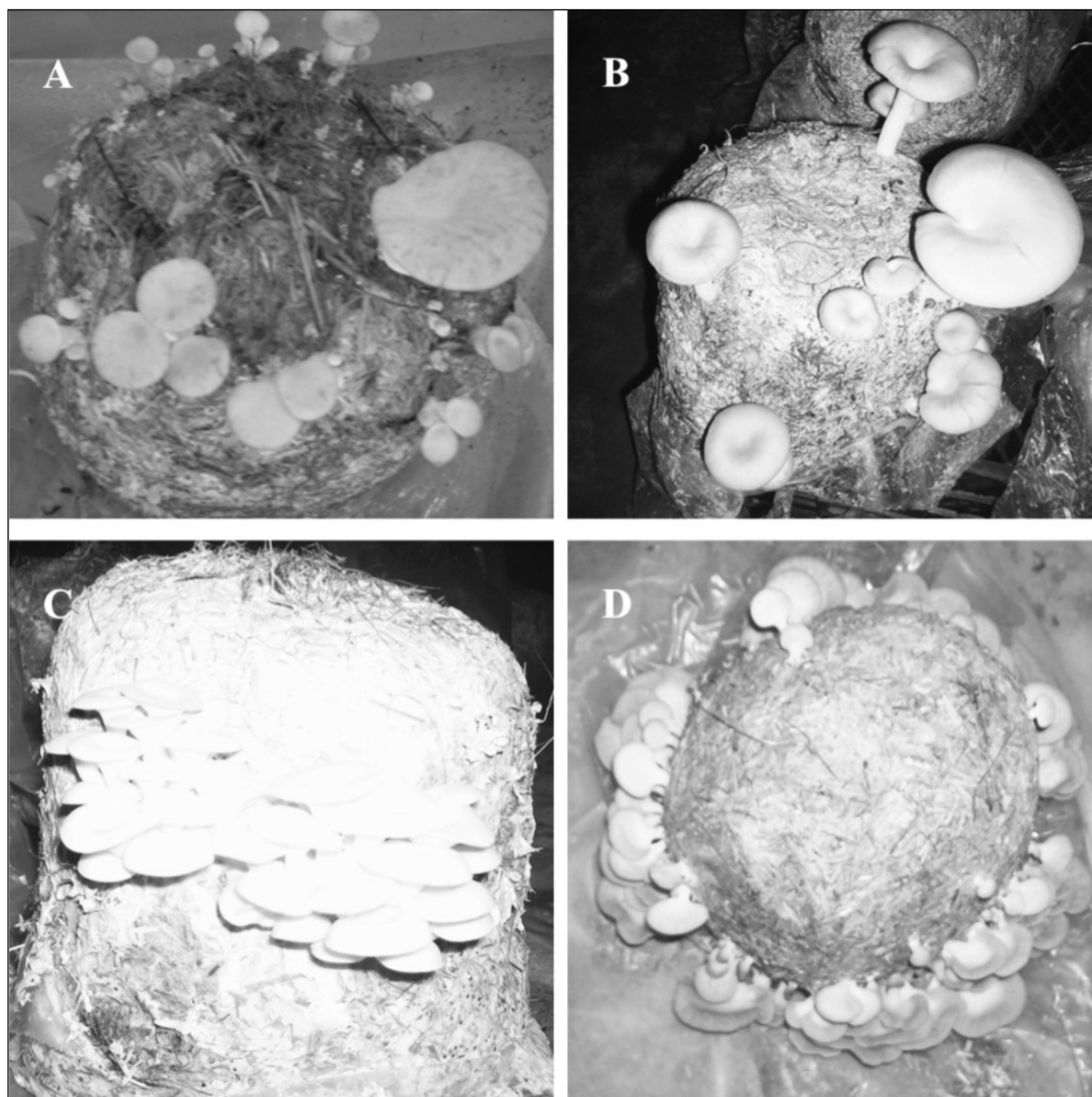


Figure 1. White, grey, yellow and pink oyster mushroom fruiting bodies
Legend: A: *Pleurotus ostreatus* (white), B: *Pleurotus ostreatus* (grey), C: *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus* (yellow) and D: *Pleurotus salmoneostramineus* (pink).

Mineral value of fruiting bodies of *Pleurotus* spp. (Figure 1) was showed in Table 3 and Figure 2. The best significant ($P<0.05$) content of nitrogen was 5.99 g/kg of fruiting of *Pleurotus cornucopiae* which grew on F2 medium, while the low content was 3.72 g/kg in *Pleurotus ostreatus* (grey) which grew on F1 and F3 media. Cobalt content of fruiting bodies was 20.09 mg/kg as a higher content in *Pleurotus salmoneostramineus* which grew on F2 medium significantly ($P<0.05$). F2 medium effect on increasing content of Co in

all mushrooms compared with F1 and F3 media except within *P. ostreatus* (white) at rate 7.25 mg/kg on F2 medium compered as 7.55 mg/kg and 9.60 mg/kg on F3 & F1 media respectively. While the lower content was 6.27 mg/kg by fruiting of *P. cornucopiae* within F1 medium.

Significantly ($P<0.05$), the content of lead was reached to 8.72 mg/kg followed by 7.94 mg/kg with *P. ostreatus* (white) on F2 and F3 respectively. The lesser lead value was 4.02 mg/kg by *P. ostreatus* (grey) on F3 medium. The best value of iron

Table 3. Mineral Value of *Pleurotus* spp. fruits based on dry weight (dw)

E.	<i>P. ostreatus</i> (grey)			<i>P. ostreatus</i> (white)			<i>P. cornucopiae</i> (yellow)			<i>P. salmoneos.</i> (pink)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
N ^a	3.72	3.99	3.72	3.99	3.86	3.99	4.82	5.99	4.66	4.99	4.82	4.99
Co	12.15	13.82	10.98	9.60	7.25	7.55	6.27	12.05	9.60	12.64	20.09	10.29
Pb	5.49	6.47	4.02	6.57	8.72	7.94	4.90	5.59	5.78	7.64	5.39	4.31
Fe	24.60	23.72	26.36	22.34	37.34	29.89	35.87	28.42	33.71	22.93	26.66	26.56
Ni	0.10	9.41	5.29	0.98	2.06	18.03	12.15	34.40	39.69	12.25	2.74	3.04
Cu	6.08	6.08	5.88	11.27	11.37	11.27	7.55	11.86	9.60	6.76	7.35	7.35
Zn	27.54	26.26	25.19	30.38	30.18	30.48	31.16	31.26	34.40	44.10	45.37	43.32
Cd	2.16	1.96	1.96	2.94	3.72	3.43	3.43	2.06	3.33	4.12	4.21	4.41
Mn	2.84	2.84	3.04	3.14	3.43	2.45	3.82	3.82	3.23	4.90	11.47	10.68

Legend: E: mineral elements. (a) g/kg dry weight, (Others) mg/kg dw. F1: Dry fruiting bodies which grown on wheat straw 100% substrate, F2: Dry fruiting bodies which grown on wheat straw 70%, white sawdust 20% and date palm fiber 10% mixture, F3: Dry fruiting bodies which grown on wheat straw 50%, white sawdust 30% and date palm fiber 20% mixture. **LSD** $P < 0.05$, N=0.878, Co=0.547, Pb=0.607, Fe=0.758, Ni=0.467, Cu=0.539, Zn=0.457, Cd=0.372, Mn=0.325.

37.34 mg/kg followed the value 35.87 mg/kg by *P. ostreatus* (white) on F2 medium and *P. cornucopiae* on F1 medium respectively, while the lesser value 22.34 mg/kg by fruiting bodies of *P. ostreatus* (white) on F1. Nickel value was changeable; its value in *P. ostreatus* (grey) on F1

medium was decreased to 0.10 mg/kg compared with higher content 39.69 mg/kg with *P. cornucopiae* on F3 medium. While the copper content was low with *P. ostreatus* (grey) around 6.08-5.88 mg/kg while the higher content 11.86 mg/kg with fruiting bodies of *P. cornucopiae* on F2

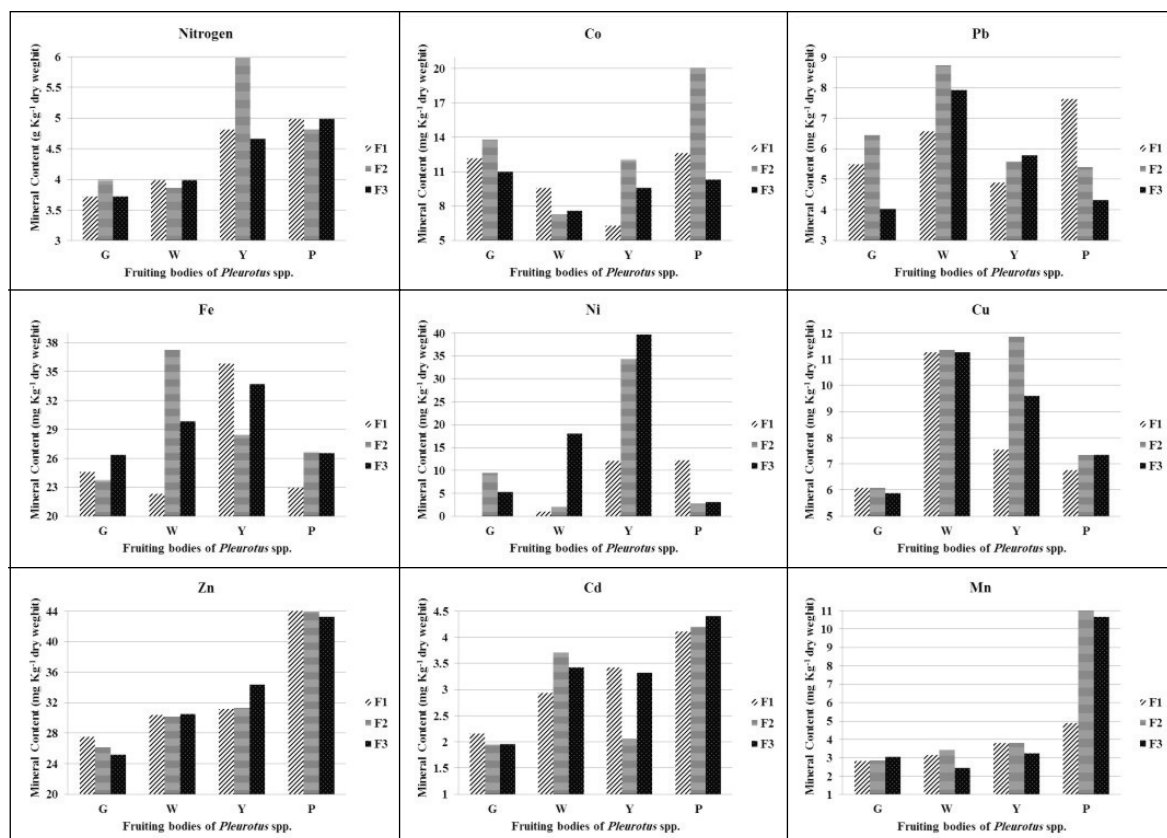


Figure 2. Mineral Value of fruiting bodies of oyster mushrooms (based on dry weight (dw))

Legend: G: Dry fruiting bodies of *P. ostreatus* (grey), W: Dry fruiting bodies of *P. ostreatus* (white), Y: Dry fruiting bodies of *P. cornucopiae*, P: Dry fruiting bodies of *P. salmoneostramineus*, F1: Formula of substrate of wheat straw 100% (Control), F2: Formula of substrate of wheat straw 70%, white sawdust 20% and date palm fiber 10%, F3: Formula of substrate of wheat straw 50%, white sawdust 30% and date palm fiber 20%.

medium, followed by *P. ostreatus* (white) around 11.27-11.37 mg/kg. Zinc levels within fruiting bodies of *P. ostreatus* (grey) firstly, *P. ostreatus* (white), *P. cornucopiae* and *P. salmoneostramineus* were increased respectively. The less value was 25.19 mg/kg of *P. ostreatus* (grey) on F3 and high value was 45.37 mg/kg of *P. salmoneostramineus* on F2 medium. The value of cadmium was 1.96 mg kg⁻¹ as less value with *P. ostreatus* (grey) on F2 & F3 media compared with 2.16 mg/kg on F1 medium, whereas the high content was 4.41 mg/kg on F3 by *P. salmoneostramineus*. Finally, level of manganese reduced to 2.45 mg/kg in *P. ostreatus* (white) and increased to 11.47 mg/kg with *P. salmoneostramineus* on F2 medium.

The kinds of substrates showed clear differences of chemical composition of *Pleurotus* spp. fruiting bodies which due to mineral elements content of each formula/medium (Table 2). The F1 medium (only wheat straw) was poorer in chemical value than others which composed from more than one substrate (F2 & F3) that agreed with Hassan (23). Fruiting bodies of oyster mushroom that grown on F1 medium was poorer in mineral compared when grew on F2 and F3 medium. These results were congruent with results of Ahmed (31), chemically; the agro-substrate that composed from more than one carbon source was richer than the substrate that composed from one. Thus, these results appeared different chemical values according to species of oyster mushroom and type/formula of agricultural substrates.

From fruiting side, when iron, nickel and cadmium elements of substrate were increased, lead is increasing in fruiting bodies of all oyster mushroom species too. Whereas other elements content of fruiting bodies was changeable because of *Pleurotus* spp. ability to bio accumulate these minerals from substrate and ecosystem (32, 33). This matter is meaningful viz. elements levels of mushroom are important because of many of edible mushrooms accumulate high levels of elements such: Cd, Hg, Cu and Pb in their fruits (34). Nonetheless, this paper results were acceptable for consumer.

The accumulation of elements due especially to species of mushroom, partially on ecosystem and influence of eco-factors was determined difficultly

(35), especially pH and organic matters of ecosystem that effect on concentrations of heavy metals in mushrooms' fruits (36). In some methods, the date palm wastes succeed in adsorption about 90% of calcium ion, 57.5% of Cd ion and 37.5% of Zn ion (37), subsequently that may be return to minerals content of date palm fibers (in F2 and F3 media) that influence on accumulation of minerals value in mushroom. But Tuzen (32) find a mushroom is accumulating heavy minerals such Cd, Cu and Zn in higher percentage compared with other minerals: Pb, Co, Cr, Mn, Ni and Fe. The Cd and Mn levels agreed with results of Kalac (38) that range between 0.5-5.0 mg/kg and 60-10 mg/kg based on dried mushroom, respectively. Finally, mineral elements levels of four species of oyster mushrooms were below the safety limits defined by FAO/WHO for weekly Required Dietary Intake (RDI) (39). Also, eating this food can be done without side effects because this food is consuming seasonally, that encourage using this fresh food because its ability to grow with simple methods easily (40).

CONCLUSION

Pleurotus spp. has ecological importance in maintaining balance of chemical elements in the ecosystem. Minerals value (C, N, Co, Pb, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd and Mn) of fruiting bodies of four oyster mushrooms species; *P. ostreatus* (grey), *P. ostreatus* (white), *P. cornucopiae* var. *citrinopileatus* and *P. salmoneostramineus*, were investigated on three mixtures composed from variable ratio of wheat straw, white sawdust and Iraqi date palm fiber "fibrillum" with phosphate rock 5% as supplement. Chemically, the mixture which composed from more one substrate was richer in mineral elements compared with mixtures which composed from one. Also, Fe, Ni and Cd were increased in substrates, also increased in fruiting bodies of oyster mushroom. These mineral levels were below the safety limits defined by FAO/WHO for weekly Required Dietary Intake (RDI).

Acknowledgements

This work was supported by Mr. Ahmed Soubhy, Department of Chemistry, College of Science, University of Anbar, Iraq.

REFERENCES

1. Chang, ST, Miles, PG. 2004. Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact. 2nd ed. CRC Press LLC. USA. p. 381.
2. Owaid, MN. 2013. Testing efficiency of different agriculture media in growth and production of four species of oyster mushroom *Pleurotus* and evaluation the bioactivity of tested species. Ph.D. dissertation, College of Science, University of Anbar, Iraq.
3. Owaid, MN, Abed, AM, Nassar, BM. 2015. Recycling cardboard wastes to produce blue oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Emirates J Food Agr.*, 27(7): 537-541. doi:10.9755/ejfa.2015.04.118
4. Santos-Neves, JC, Pereira, MI, Carbonero, ER, Gracher, AHP, Gorin, PAJ, Sasaki, GL, Iacomini, M. 2008. A gel-forming β -glucan isolated from the fruit bodies of the edible mushroom *Pleurotus florida*. *Carbohydr Res*, 343, 1456-1462.
5. Badu, M, Twumasi, SK, Boadi, NO. 2011. Effects of Lignocellulosic in Wood Used as Substrate on the Quality and Yield of Mushrooms. *Food and Nutr Sci*, 2, 780-784.
6. Jang, J-H, Jeong, S-C, Kim, J-H, Lee, Y-H, Ju, Y-C, Lee, J-S. 2011. Characterisation of a new antihypertensive angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide from *Pleurotus cornucopiae*. *Food Chem*, 127, 412-418.
7. Owaid, MN, Raman, J, Lakshmanan, H, Al-Saeedi, SSS, Sabaratnam, V, Al-Assaffii, IAA. 2015. Mycosynthesis of silver nanoparticles from *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus* and its inhibitory effects against *Candida* sp. *Mater Lett*, 153, 186-190.
8. Khatun, S, Islam, A, Cakilcioglu, U, Chatterjee, NC. 2012. Research on mushroom as a potential source of nutraceuticals: a review on Indian perspective. *Am J Exp Agr*, 2(1), 47-73.
9. Carvalho, MP, Der Sand, STV, Rosa, EAR, Germani, JC, Ishikawa, NK. 2007. Investigation of the antibacterial activity of Basidiomycetes. *Biociencias, Porto Alegre*, 15(2), 173-179.
10. Kim, J-H, Kim, S-J, Park, H-R, Choi, J-I, Ju, Y-C, Nam, K-C, Kim, S-J, Lee, S-C. 2009. The different antioxidant and anticancer activities depending on the color of oyster mushrooms. *J Med Plants Res*, 3(12), 1016-1020.
11. David, OM, Fagbohun, ED, Oluyeye, AO, Adegbuyi, A. 2012. Antimicrobial activity and physicochemical properties of oils from tropical macrofungi. *J Yeast Fungal Res.*, 3(1), 1- 6.
12. Alheeti, MNO, Al-Saeedi, SSS, Al-Assaffii, IA, Sabaratnam, V. 2013. Antifungal activities of mycelia and culture filtrate of four oyster mushroom species (*Pleurotus* spp.) against pathogenic Fungi. The 7th International Medicinal Mushroom Conference, Beijing, China.
13. Owaid MN, Al-Saeedi, SSS, Al-Assaffii, IA. 2015. Antimicrobial activity of mycelia of oyster mushroom species (*Pleurotus* spp.) and their liquid filtrates (*in vitro*). *J Med Bioeng*, 4(5), 376-380.
14. Gregori, G, Svagelj, M, Pohleven, J. 2007. Cultivation techniques and medicinal properties of *Pleurotus* spp. *Food Technol Biotechnol*, 45(3), 236-247.
15. Poppe, J. 2004. Part II. Oyster Mushrooms, Substrate. In: Mushroom Growers Handbook, Oyster Mushroom Cultivation, Vol 1. Mush World, Aloha Medicinals Inc. Korea. pp. 75-85.
16. Ahmed, SA, Kadam, JA, Mane, VP, Patil, SS, Baig, MMV. 2009. Biological efficiency and nutritional contents of *Pleurotus florida* (Mont.) Singer cultivated on different agro-wastes. *Nature and Sci*, 7(1), 44-48.
17. Kabirifard, AM, Fazaeli, H, Kafilzadeh, F. 2012. Comparing the growth rate of four *Pleurotus* fungi on wheat stubble and date palm leaf. *J Res Agr Sci*, 8(1), 35-43.
18. Alheeti, MNO, Al-Saeedi, SSS, Al-Assaffii, IA. 2013. Evaluation of qualification of substrates containing date palm fibers (leaf) and sawdust on quality and productivity of four *Pleurotus* spp. 2nd Conference of Desert Studies, Ramadi, Iraq.
19. Owaid, MN, Abed, IA, Al-Saeedi, SS. 2015. Using of date palm fiber mixed with other lignocelluloses toward *Pleurotus ostreatus* (Higher Basidiomycetes) cultivation. *Emirates J Food and Agr.*, 27(7): 556-561. doi:10.9755/ejfa.184440
20. Owaid, MN, Al-Saeedi, SSS, Al-Assaffii, IA. 2014. Impact palm date fibers (fibrillum) and sawdust extract on mycelial growth rate of four species of *Pleurotus*. 3rd Scientific Conference for Plant Production. *J Tikrit Univ. For Agri. Sci.*, 14 (special issue), 1-7.

21. Kulshreshtha, S, Mathur, N, Bhatnagar, P, Kulshreshtha, S. 2013. Cultivation of *Pleurotus citrinopileatus* on handmade paper and cardboard industrial wastes. *Ind Crops Prod*, 41, 340-346.
22. Owaid, MN, Al-Saeedi, SSS, Sabaratnam, V, Al-Assaffii, IAA, Raman, J. 2015. Growth performance and cultivation of four oyster mushroom species on sawdust and rice bran substrates. *J Adv. Biotech.*, 4, 424-429.
23. Hassan, IA. 2011. Effect of sterilization on the yield and storage life of oyster mushroom cultivated on date palm by products. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq.
24. Owaid, MN, Abed, IA. 2015. Mineral analysis of phosphate rock as Iraqi raw fertilizer. *International Journal of Environment*, 4(2), 413-415.
25. Bhattacharya, S, Das, A, Prashanthi, K, Palaniswamy, M, Angayarkanni, J. 2014. Mycoremediation of Benzolalpyrene by *Pleurotus ostreatus* in the presence of heavy metals and mediators. *3 Biotech*, 4, 205-211.
26. Mohamad, II, Hassan, MF, Mohamad, SN, Tin, LC, Sarmidi, MR. 2008. Production of *Pleurotus sajor-caju* on sawdust of rubber tree and empty palm fruit bunch. *J Chem Nat Resour Eng*, 2, 14-23.
27. Tabi, ANM, Zakil, FA, Fauzai, WNF, Ali, N, Hassan, O. 2008. The usage of empty fruit bunch (EFB) and palm pressed fiber (PPF) as substrates for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Jurnal Teknologi*, 49(F), 189-196.
28. Daneshvar, MH, Heidari, M. 2008. Effects of Wheat Straw, Leaves of Date Palm and Alfalfa on Oyster Mushroom Yield. 3rd National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture.
29. Alananbeh, KM, Bouqellah, NA, Al Kaff, NS. 2014. Cultivation of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* on date-palm leaves mixed with other agro-wastes in Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci.*, 21(6), 616-625.
30. Owaid, MN. 2015. Mineral elements content in two sources of *Agaricus bisporus* in Iraqi market. *J Adv & Appl Sci*, 3(2), 46-50.
31. Ahmed, LAA. 2010. Removal of heavy metals from waste water. *Eng. & Tech. J*, 28(1), 119-125.
32. Tuzen, M. 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. *Microchem J*, 74, 289-297.
33. Mendil, M, Uluozlu, OD, Hasdemir, E, Caglar, A. 2004. Determination of trace elements on some wild edible mushroom samples from Kastamonu, Turkey. *Food Chem*, 88, 281-285.
34. Turkekul, I, Elmastas, M, Tuzen, M. 2004. Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. *Food Chem*, 84, 389-392.
35. Lepsova, A, Mejstrik, V. 1998. Accumulation of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi in Krusne Hory Mountains, Czechoslovakia. *Sci Total Environ*, 76, 117-128.
36. Gast, CH, Jensen, E, Bierling, J, Haanstran, L. 1988. Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics. *Chemosphere*, 17, 789-799.
37. Ahmed, LM. 2010. Studying of effect the substrate in growth and production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). M.Sc. thesis. College of Agriculture, Tishreen University, Syria.
38. Kalac, P. 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: a review for the period 2000–2009. *Food Chem*, 122, 2-15.
39. Anonymous. 2003. Dietary Supplement-Standard 173, Metal Contaminant Acceptance Levels. NSF International. 19 August 2003. pp. 1-22.
40. Owaid, MN, Nassar, BM, Abed, AM and Turki, AM. 2015. Effect of cellulosic matter and container size on cultivation and yield of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine*, Online First: 14 Jul, 2015. doi:10.5455/jmhe.2015-05-01.

KEÇİBOYNUZU MEYVESİNDEN SUDA ÇÖZÜNÜR KURU MADDE ÖZÜTLENMESİ ÜZERİNE MEYVENİN SU TUTMA KAPASİTESİ İLE ÖZÜTLEME KOŞULLARININ ETKİSİ

Serpil Yalım Kaya^{1*}, Yüksel Özdemir²

¹Gıda İşleme Bölümü, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin

²Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin

Geliş tarihi / Received: 13.02.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 14.02.2015

Kabul tarihi / Accepted: 16.03.2015

Özet

Bu çalışmada, kuru madde (%90 KM) içeriği büyük oranda şeker ve liften oluşan keçiboynuzu meyvesinden yüksek verim ve kalitede suda çözünür kuru madde özütlenmesi için meyve tanecik boyutu (X1: 0.30 – 3.67 mm), su –meyve oranı (X2: 2.3- 5.7), özütleme sıcaklığı (X3: 15- 75 °C) ve özütleme süresi (X4: 44- 196 dk) gibi özütlemeye etki eden faktörler Tepki Yüzey Yöntemi (TYE) kullanılarak araştırılmıştır. Bu faktörlerin etkileri, test edilen meyvenin su tutma kapasitesi ile meyve özütünün pH, filtrat verimi, berraklık ve suda çözünür kuru maddesine (%ÇKM) göre incelenmiş olup determinasyon katsayılarının (R^2), pH hariç diğer tüm bağımlı değişkenler için 0.77- 0.97 arasında değiştiği gözlenmiştir. Çalışmada, %ÇKM üzerine faktörlerin etkileşimlerinden en fazla etkiyi sıcaklık-süre etkileşiminin gösterdiği ($P<0.05$); su-meyve oranı ($P<0.001$) ile sıcaklığın ($P<0.01$) ise tek tek etkilerinin önemli olduğu; yüksek %ÇKM için düşük su –meyve oranında, düşük sıcaklıklarda uzun süre veya kısa sürelerde yüksek sıcaklığın gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Keçiboynuzu meyvesi, özütleme, %ÇKM, tepki yüzey yöntemi

EFFECT OF EXTRACTION CONDITIONS AND WATER HOLDING CAPACITY OF FRUIT ON SOLUBLE SOLID EXTRACTION FROM CAROB POD

Abstract

In this study, factors affecting the extraction conditions like particle size of fruit (X1: 0.30 – 3.67 mm), water – fruit ratio (X2: 2.3 - 5.7), extraction temperature (X3: 15- 75 °C) and extraction time (X4: 44 - 196 min) were investigated to obtain soluble solid extract in a high yield and quality from carob bean fruit whose dry matter (90%) contains substantially sugar and fiber, using response surface methodology (RSM). Effects of these factors were investigated with respect to the water holding capacity of testing carob pod and pH, extraction efficiency, clearness and the soluble solids (SS%) of fruit. It was observed that the calculated determination coefficients for all dependent variables except pH were varied between 0.77 and 0.97 values. In the study it was determined that while the interaction between the time-temperature exhibited the most significant effect on SS% ($P<0.05$), the individual effects of water - fruit ratio ($P<0.001$) and the temperature ($P<0.01$) on the SS% was also found significant. The results indicated that high SS% value required the low water with the high temperatures for short time or a long time for low temperatures.

Keywords: Carob pod, extraction, SS%, response surface methodology

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ syalim@mersin.edu.tr, ☎ (+90) 324 361 00 01/6762, 📠 (+90) 324 361 00 41

GİRİŞ

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L*) Akdeniz ikliminde yetişen çok yıllık bir bitki olup yıllık üretimi dünyada 197.5 bin ton, Türkiye'de ise 13.2 bin tondur (1, 2). Meyve eti (%90) ve çekirdekten (%10) oluşan olgun keçiboynuzu meyvesi cins, bölge ve iklime bağlı olarak yüksek oranda kuru madde (%92), şeker (%59), diyet lifi (%11), fenolik madde (%3) ve mineral madde (%3); düşük oranda yağ (%0.2) ve protein (%4.5) içermektedir (3-5). Keçiboynuzu meyvesi çerez olarak doğrudan tüketilebildiği gibi meyvenin etli kısmı keçiboynuzu unu ve pekmezi; çekirdek (tohum) kısmı gam (Locust bean gum, E410) üretiminde kullanılmaktadır (2). Son yıllarda yüksek şeker içeriğine sahip keçiboynuzu meyvesinden şeker şurubu (6-9), sitrik asit (10), laktik asit (11), etil alkol (12, 13) üretimi ve bu üretim için özütleme koşulları araştırılmaktadır. Bu araştırmalarda keçiboynuzu özütü (ekstrakt), doğal haliyle preslenmesi mümkün olmayan oldukça kuru ve sert yapıya sahip keçiboynuzu meyvesi su ile muamele edilerek elde edilmiş olup özütleme koşulları belirlenirken genel olarak özütlenen çözünür kuru madde miktarı dikkate alınmıştır. Araştırmalar göstermiştir ki yüksek miktarda çözünür kuru madde elde etmek, sisteme eklenen çözücü miktarına bağlıdır. Geri alınması ekonomik olması koşuluyla, çözücü miktarını artırmak özütleme verimini yükseltmektedir (3). Özütleme verimini doğrudan etkileyen faktörlerden biri de tanecik boyutudur. Özütlenecek hammaddenin tanecik boyutunun küçültülmesi özütleme süresini kısaltmaktadır. Küçük tanecikler, sıvıyla temas eden katı yüzey alanının artmasına ve çözünebilir bileşenin katı içinde kısa mesafede yüzeye ulaşmasını sağlamaktadır. Ancak, tanecik boyutunun aşırı küçültülmesi, sıvının tanecikler etrafındaki dolaşımını güçleştirmekte ve aşırı öğütme özütlemeye istenmeyen bulanıklığın oluşumuna neden olmaktadır. Özütlemeye yüksek sıcaklığın tercih edilmesi difüzyon hızını artırırken mikrobiyal gelişmeyi engelleyici bir etkiye de sahiptir. Ancak yüksek sıcaklıklarda polifenollerin çözünmesi kolaylaşmakta ve 5-HMF oluşumu da sorun olmaktadır (3, 14).

Önemli oranda lif içeren keçiboynuzu meyvesinin su tutma kapasitesi, özütleme verimini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Su tutma kapasitesi, lifli hidrofilik maddelerin suyla birleşme eğilimi

olarak tanımlanmakta ve lifli maddelerin çözünemeyen kısımları tarafından tutulan suyun ölçülmesiyle belirlenmekte olup bir maddenin kendi ağırlığına oranla absorbladığı su miktarı olarak da ifade edilmektedir (15). Keçiboynuzu meyvesini özütlemek için yapılan çalışmalarda, özütleme koşulları meyve tanecik boyutu, (1 - 20 mm), özütleme sıcaklığı, (20- 100 °C), özütleme süresi, (0.25 – 8 saat), su -meyve oranı (1 - 10) için birbirinden oldukça farklı koşullar önerilmiştir (3- 11).

Tepki yüzey yöntemi (*response surface methodology, TYY*) bir işletim sisteminde problemin analiz edilmesi ve modellenmesi için deneysel faktörlerle bunların ölçülen tepkileri (yanıt, cevap) arasında bağıntılar kuran, bağımsız değişkenlerle (faktör) bunlara bağlı bir ya da birkaç ölçülen bağımlı değişken (tepki) arasındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. TYY uygulanmasının amacı, elde edilecek tepkileri öngörebilecek, uygun bir yaklaşımla fonksiyon bulmak ve optimum işletme koşullarını oluşturmaktır. Tepki yüzey yöntemi, ürün ve proses tasarımında, tanımlanmasında, geliştirilmesinde ve optimizasyonunda, kalitenin iyileştirilmesinde kullanılan ve son yıllarda kimya endüstrisi, fiziki bilimler, mühendislik, sosyal bilimler, biyoteknoloji ve gıda bilimi ve teknolojisini de içeren çeşitli dallarda kullanımı giderek artan bir yöntemdir (16, 17).

Bu çalışmada, önemli miktarda şeker içeren keçiboynuzu meyvesinden şeker şurubu, pekmez ya da biyoteknolojik ürünlerin üretiminde kullanılacak suda çözünür kuru maddenin, yüksek verim ve kalitede özütlenebildiği koşulların belirlenebilmesi amacıyla özütlemeye etki eden faktörlerin tek tek etkileri ve etkileşimlerinin etkisi tepki yüzey yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, Mersin'in Tarsus ilçesinden aynı cins aşılı ağaçlardan toplanan ve TS 2907'ye uygun olarak seçilen keçiboynuzu meyveleri kullanılmıştır (18). Çalışmada kullanılan tüm kimyasal, çözelti ve su kromatografik ve/veya analitik saflıktadır.

Keçiboynuzu Meyvesinden Çözünür Kuru Maddenin Suyla Özütlenmesi

Keçiboynuzu meyveleri yıkanıp kurutulduktan sonra kesilerek meyvenin çekirdekleri ayrılmıştır. Meyve eti, değirmende öğütülerek boyutu küçültüldükten sonra farklı gözeneğe açıklığına

sahip eleklerden elenerek tanecik boyutuna göre sınıflandırılmıştır. Tanecik boyutu ayarlanan keçiboynuzu meyve etinden 10 gram alınarak 100 mL'lik erlenlere konulmuş ve üzerlerine meyve ağırlığının 2 – 6 katı olacak şekilde özütleme sıcaklığında saf su eklenmiştir. Erlenlerdeki karışımlar, 500 rpm ayarlı magnetik karıştırıcıda özütleme sıcaklık ve süresince karıştırılmıştır. Süre sonunda karışımlar, 20 °C sıcaklık, 6000 rpm hızla 15 dakika santrifüjlenmiş ve sonra kaba filtre kâğıdından vakum altında süzülerek özüt yani filtrat hacmi (F) ölçülmüştür.

Çözünür Kuru Madde (%ÇKM), Filtrat Verimi (%F), Su Tutma Kapasitesi (STK) Ve pH Tayini

Homojen keçiboynuzu özütlerinin pH'sı pH metre, çözünür kuru maddesi (%ÇKM, Briks) Abbe refraktometresi ile 20 °C'de doğrudan ölçülmüştür. Berraklık değerleri ise 625 ve 660 nm dalga boyunda %Geçirgenlik (%T, Transmittans) olarak spektrofotometrede ölçülmüştür (19). Filtrat miktarının meyveye başlangıçta eklenen suyun miktarına oranından filtrat verimi (%F); filtrat miktarı ile başlangıçta eklenen su miktarı arasındaki farkın meyve ağırlığına olan orandan da su tutma kapasitesi (STK, w/w) hesaplanmıştır (15).

Tepki Yüzey Yöntemi İle Deney Tasarımı Ve İstatistiksel Analiz

Karmaşık proseslerin incelenmesi, geliştirilmesi ve işlem koşullarının optimize edilmesinde matematiksel ve istatistiksel tekniklerden oluşan tepki yüzey yönteminde en çok kullanılan deney tasarımlarından biri olan merkezli bileşik deney tasarımı (Central composite design, CCD), iki veya daha fazla faktörün tepki üzerindeki etkileri aynı anda araştırılabilmekte ve en az sayıdaki deneyden en düşük maliyetle çok sayıda anlamlı veri elde edilebilmekte; ayrıca kritik olduğu düşünülen herhangi bir değişken üzerinde yapılan değişikliklerin etkilerini önceden tahmin etmeye olanak sağlanmaktadır (16, 17).

Bu çalışmada, CCD deney tasarımı 4 faktör ve 5 seviyeli olarak uygulanmış ve faktör kombinasyonları Statistica paket programı (Stat Soft. Inc., 1995) kullanılarak oluşturulmuştur (20). CCD'de her bir faktörün merkez noktası 0, merkezden düşük seviyeler -1 ve -1.68; merkezden yüksek seviyeler ise +1 ve +1.68 olarak kodlanmıştır. Her bir bağımsız değişkenin seviyeleri, ön çalışmalarla belirlenen sınırlar içinde, merkezden eşit uzaklıkta artan ve azalan değerlerde hesaplanmıştır. Deney tasarımında 2'si merkez noktası olmak üzere 18 adet deney noktası olup; deney sırası rasgele seçilmiş ve deneyler iki tekrarlı ve iki paralel olarak yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan faktör (bağımsız değişken) ve seviye aralıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

CCD'ye göre elde edilen özütlerin analiz verilerinin regresyon analizi (b), önem dereceleri (P) ve tepki yüzey izdüşüm grafikleri Statistica paket programı (Stat Soft. Inc., 1995) kullanılarak hazırlanmıştır (20). İzdüşüm grafikleri çizilirken değişkenlerden iki tanesi merkez noktasında sabit tutulup diğer iki değişken çalışılan seviyelerde değiştirilmiştir. Bu yöntemde analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde, TYY problemlerinin çözümünde karmaşık hesaplamalar olmadan en küçük kareler yöntemi kullanılarak katsayı değerlerinin ve optimum noktanın matematiksel olarak kolayca tahminlenebildiği 2. dereceden polinom eşitliği kullanılmıştır (Eşitlik 1) (16, 17).

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i X_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} X_i^2 + \sum_{ij=1}^k b_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Bu eşitlikte Y, ölçülen pH, %F, %ÇKM, STK gibi bağımlı değişken; b_0 kesişim/sabit, b_i doğrusal (1. derece terimlerin katsayısı), b_{ii} kuadratik (2. derece terimlerin katsayısı), b_{ij} etkileşim katsayısı, k bağımsız değişken sayısı, X_i ve X_j bağımsız değişkenlerdir (16, 17).

Çizelge 1 Merkezli bileşik deney tasarımı (CCD) belirlenen bağımsız değişkenler ve seviyeleri
Table 1. Variables and their levels for the central composite design

Simge (Symbol)	Bağımsız değişkenler (Independent Variables)	Birim (Unit)	Kullanılan Seviye ve Değerleri (Coded levels and Factor levels)				
			-1.68	-1	0	1	1.68
X1	Meyve Tanecik Boyutu (Particle Size of Fruit)	mm	0.3	1	2	3	3.7
X2	Su - Meyve Oranı (Water - Fruit Ratio)	w/w	2.3	3	4	5	5.7
X3	Özütleme Sıcaklığı (Extraction Temperature)	°C	15	27	45	63	75
X4	Özütleme Süresi (Extraction Time)	dk. (min)	44	75	120	165	196

SONUÇ VE TARTIŞMA

Tepki yüzey yöntemi CCD kullanılarak, iki tekrar ve iki paralelli yapılan çalışmada, keçiyoynuzu özütlerinin analiz sonuçlarının ortalama değerleri Çizelge 2' de; bağımsız değişkenlerden hangisi veya hangilerininin bağımlı değişkenleri daha çok etkilediğini gösteren F değerleri ve önemlilikleri (P değeri) ile determinasyon katsayılarının (R^2) bulunduğu varyans analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 3'te ve regresyon katsayıları ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çalışmada kullanılan modelin, test edilen her bir bağımlı değişkendeki değişimi açıklamadaki yeterliliğini ifade eden determinasyon katsayılarının, pH hariç diğer tüm bağımlı değişkenler için 0.77 - 0.97 arasında değiştiği; modelin verilere uygun olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). Farklı özütleme koşullarında elde edilen sonuçlara göre keçiyoynuzu özütünün pH değerlerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ($P>0.05$) (Çizelge 2 ve 4). Keçiyoynuzu meyvesinin tamponlayıcı bileşenlere sahip olduğu bilinmektedir (7).

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, %ÇKM üzerine faktörlerin etkileşimlerinden en fazla etkiyi sıcaklık-süre etkileşiminin ($X_3 \times X_4$, $P<0.01$) gösterdiği; su-meyve oranı ve sıcaklığın ise tek tek etkilerinin önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Su-meyve oranı 4, tanecik boyutu 2'de sabit tutulduğunda yüksek %ÇKM

değeri için ya düşük sıcaklıklarda uzun süre ya da kısa süre için yüksek sıcaklığın gerekli olduğu saptanmıştır (Şekil 1a). Şekil 1a'dan 67 °C' de 20 ile 170 dk arasında ulaşılan yüksek %ÇKM değerine, 25 °C' de 170 dakikadan daha uzun bir sürede ulaşıldığı görülmektedir. Regresyon katsayıları incelendiğinde su- meyve oranının %ÇKM üzerine etkisinin negatif yönde olduğu ve su-meyve oranı arttıkça %ÇKM miktarının azaldığı görülmektedir (Şekil 1b, Çizelge 4). Su-meyve oranı arttıkça sıcaklığın etkisinin azaldığı; yüksek %ÇKM değerine su-meyve oranı küçük ($X_2<4$) olduğunda ulaşıldığı görülmektedir (Şekil 1b). Bir çalışmada, özütleme sıcaklık ve süresinin %ÇKM üzerine tek tek ve birlikte etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu sıcaklık arttıkça %ÇKM'nin de arttığı ve en yüksek %ÇKM değerine 85 °C' de ulaşıldığı bildirilmiştir (8). Bir başka çalışmada özütleme sıcaklığı 15 – 30 °C olduğunda maksimum verim elde edilmesine rağmen 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda verimin azaldığı ve 45 °C'nin üzerinde şekerlerde olabilecek bozunmalardan kaçınmak için uygun özütleme sıcaklığının oda sıcaklığı olduğu bildirilmiştir (7).

Meyveden özütün filtre edilebilirliğinin bir ölçüsü olan filtrat veriminin (%F) belirlenmesi, posada kalan çözünür kuru madde derişimi ile filtrasyon için harcanacak zaman ve enerji miktarının tespiti açısından önemlidir. Varyans analizi (Çizelge 3) ve regresyon katsayıları (Çizelge 4) çizelgelerine

Çizelge 2. Merkezi bileşik deney tasarımı ve analiz sonuçları
Table 2. Central composite design matrix with responses

No	X1	X2	X3	X4	pH	%F	STK	% T 625	% T 660	%ÇKM
1	3.0	5.0	63.0	75.0	5.07	64.5	2.10	50.8	57.1	11.5
2	3.0	5.0	27.0	75.0	5.00	66.5	1.98	38.6	42.8	11.0
3	3.0	3.0	63.0	165.0	5.06	33.3	2.37	33.0	39.1	17.6
4	1.0	5.0	27.0	165.0	4.95	67.0	1.95	27.3	31.5	12.0
5	3.0	3.0	27.0	165.0	5.01	49.6	1.79	13.5	16.9	17.5
6	1.0	3.0	63.0	75.0	5.01	41.7	2.07	36.6	43.7	18.0
7	1.0	5.0	63.0	165.0	5.05	71.5	1.69	46.8	53.0	11.0
8	1.0	3.0	27.0	75.0	4.93	49.2	1.81	24.2	29.2	16.1
9	0.3	4.0	45.0	120.0	5.09	65.1	1.65	30.0	36.3	13.8
10	3.7	4.0	45.0	120.0	5.00	65.6	1.63	45.4	50.9	13.9
11	2.0	2.3	45.0	120.0	5.06	27.7	1.97	13.4	17.3	19.8
12	2.0	5.7	45.0	120.0	5.04	75.2	1.67	42.5	47.2	10.3
13	2.0	4.0	15.0	120.0	5.09	66.9	1.57	31.7	35.8	12.4
14	2.0	4.0	75.0	120.0	5.03	50.9	2.32	41.9	49.0	15.0
15	2.0	4.0	45.0	44.0	5.16	59.1	1.94	38.1	44.0	12.6
16	2.0	4.0	45.0	196.0	5.03	59.4	1.92	45.9	51.6	13.4
17	2.0	4.0	45.0	120.0	4.96	65.4	1.64	30.3	35.6	14.1
18	2.0	4.0	45.0	120.0	5.06	68.1	1.51	37.2	42.8	13.9

%F: %Filtrat verimi (extraction efficiency), STK (WHC): su tutma kapasitesi (water holding capacity) (w/w), %T: Berraklık (clearness) (625 ve 660 nm'de %Transmittans)

Çizelge 3. Analiz sonuçlarına göre bağımlı değişkenlere ait varyans analizi (ANOVA)
Table 3. Analysis of variance (ANOVA) for response of dependent variables

Varyasyon Kaynakları (Sources of variations)	Sd (df)	pH		%F		STK		%T 625		%T 660		%ÇKM	
		KO (MS)	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
X1 (L)	1	0.008	1.20	0.25	0.02	0.001	0.02	237.01	4.51*	213.89	3.72	0.01	0.03
X1 (Q)	1	0.003	0.38	6.28	0.42	0.023	0.84	4.36	0.08	7.57	0.13	0.17	0.46
X2 (L)	1	0.001	0.09	2256.43	150.60***	0.088	3.15	844.72	16.07***	891.62	15.50***	90.25	243.39***
X2 (Q)	1	0.001	0.20	687.10	45.86***	0.211	7.60**	208.53	3.97	274.71	4.78*	6.01	16.21***
X3 (L)	1	0.006	0.91	337.28	22.51***	0.563	20.27***	957.88	18.22***	1313.86	22.85***	5.16	13.93**
X3 (Q)	1	0.000	0.03	186.18	12.43**	0.463	16.67***	0.30	0.01	0.37	0.01	0.06	0.17
X4 (L)	1	0.016	2.32	0.10	0.01	0.000	0.01	60.92	1.16	58.29	1.01	0.56	1.52
X4 (Q)	1	0.002	0.24	169.78	11.33**	0.424	15.25***	89.03	1.69	98.86	1.72	1.00	2.70
X1 x X2	1	0.012	1.85	0.14	0.01	0.002	0.06	241.17	4.59*	265.47	4.62*	0.01	0.02
X1 x X3	1	0.001	0.18	58.14	3.88	0.121	4.36*	0.01	0.00	0.07	0.01	0.02	0.06
X1 x X4	1	0.001	0.22	26.91	1.80	0.016	0.56	15.51	0.29	22.83	0.40	0.19	0.51
X2 x X3	1	0.001	0.09	172.27	11.50**	0.246	8.85**	0.03	0.00	0.21	0.01	1.56	4.21
X2 x X4	1	0.018	2.64	28.52	1.90	0.063	2.27	132.25	2.52	137.01	2.38	0.01	0.02
X3 x X4	1	0.000	0.00	1.27	0.08	0.001	0.05	51.09	0.97	56.74	0.99	2.72	7.34*
Hata (Error)	21	0.007		14.98		0.028		52.57		57.51		0.37	
Toplam (Total)	35												
R ²			0.26		0.95		0.77		0.76		0.77		0.97

L: lineer (Linear), Q: kuadratik (Quadratic), X1 x X2: etkileşim (interactions), %F: %filtrat verimi (extraction efficiency), STK(WHC): su tutma kapasitesi (water holding capacity) (w/w), %T: Berraklık (clearness) (625 ve 660 nm'de %Transmittans), R²: Determinasyon katsayısı (Determination coefficients), KO: Kareler ortalaması (MS: mean square), *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

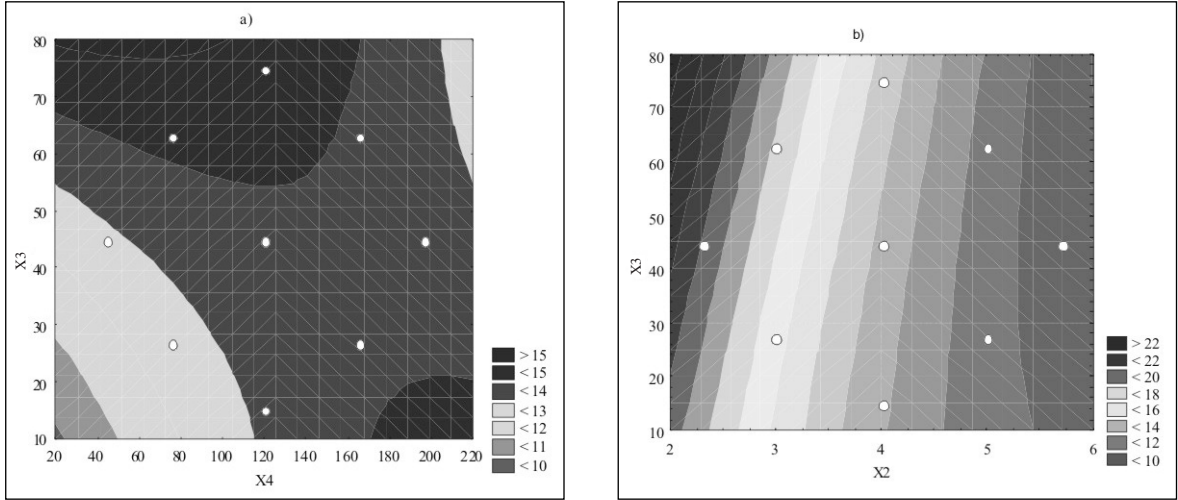
Çizelge 4. Bağımsız değişkenler için regresyon katsayıları (b)
Table 4. Regression coefficients for dependent variables (b)

Varyasyon Kaynakları (Sources of variations)	pH	% F	STK	% T 625	% T 660	%ÇKM
Kesişim/Sabit (Mean /Intercept)	4.11***	-49.42	2.99*	55.43	57.79	25.1291***
X1 (L)	0.25	1.07	-0.29	-25.20	-28.25	-0.8069
X1 (Q)	-0.01	-0.52	0.03	0.43	0.57	0.0858
X2 (L)	0.26	42.48***	-0.29	8.13	11.21	-5.9736***
X2 (Q)	-0.01	5.32***	0.09*	-2.93	-3.36*	0.4974***
X3 (L)	0.13x10 ⁻²	0.12	-0.01	0.05	0.09	0.1444**
X3 (Q)	0.10x10 ⁻⁵	0.01**	0.04 x10 ^{-2***}	0.04 x10 ⁻²	0.41x10 ⁻⁶	0.0002
X4 (L)	0.34x10 ⁻³	0.06	-0.46 x10 ⁻²	-0.74*	-0.78*	0.0476
X4 (Q)	0.40x10 ⁻⁶	0.20x10 ^{-3**}	0.01 x10 ^{-2***}	0.01 x10 ⁻¹	0.10x10 ⁻⁴	-0.0001
X1 x X2	-0.04	0.14	1.60 x10 ⁻²	6.02*	6.31*	0.0345
X1 x X3	-0.48x10 ⁻³	-0.11	0.48 x10 ^{-2*}	-0.02 x10 ⁻¹	0.20x10 ⁻³	-0.0021
X1 x X4	-0.33x10 ⁻³	0.04	-0.11 x10 ⁻²	0.03	0.04	0.0037
X2 x X3	-0.35x10 ⁻⁴	0.18**	-0.69 x10 ^{-2**}	-0.02 x10 ⁻¹	-0.01	-0.0174
X2 x X4	-0.15x10 ⁻²	0.05	-0.22 x10 ⁻²	0.10	0.10	-0.0007
X3 x X4	-0.13x10 ⁻¹⁹	0.31x10 ⁻⁴	-0.01 x10 ⁻³	0.02 x10 ⁻¹	0.60x10 ⁻³	-0.0005*

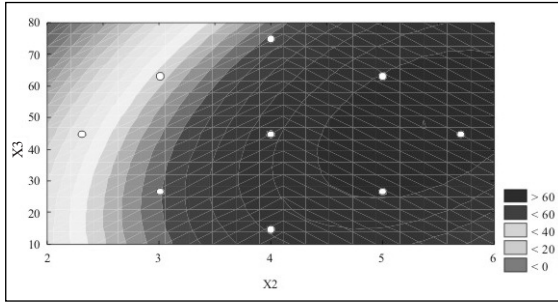
L: lineer (Linear), Q: kuadratik (Quadratic), X1 x X2: etkileşim (interactions), %F: % Filtrat verimi (extraction efficiency), STK(WHC): su tutma kapasitesi (water holding capacity) (w/w), %T: Berraklık (clearness) (625 ve 660 nm'de %Transmittans), *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

göre %F üzerine su-meyve oranı ile özütleme sıcaklığının etkileşimlerinin etkisi (X2xX3, P<0.01) ve tek tek etkileri önemlidir (Çizelge 3). Ancak aynı su-meyve oranı ve özütleme sıcaklığında filtrat veriminin, %ÇKM ile ters yönde davrandığı, meyveye çözücü olarak eklenen su oranı arttıkça özütün filtrat verimi artarken %ÇKM' sinin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). Şekil 2'de özütleme sıcaklığı 45 °C sabit olduğunda su-meyve oranı arttıkça filtrat veriminin arttığı; su-meyve oranı 4 olduğu durumda ise özütleme sıcaklığı 75 °C'

den 45 °C' ye düştüğünde verimin arttığı, 45 °C ile 15 °C arasında değişmediği gözlenmiştir (Şekil 2). Bir araştırmaya göre yüksek miktarda çözünür kuru madde elde etmek, sisteme eklenen çözücü miktarına bağlı olup çözücü miktarını artırmak özütleme verimini yükseltmektedir (3). Ancak, yüksek filtrat verimine sahip düşük %ÇKM' li özütün konsantre edilmesi için gerekli ısı işlem süresi uzun ve enerji miktarı yüksek olacağından ürün kalitesinde istenmeyen değişimlere ve maliyette artışa neden olacaktır.



Şekil 1. Keçiboynuzu özütünün %ÇKM değerine a) özütleme sıcaklığı ile özütleme süresinin ($X_3 \times X_4$) ve b) su-meyve oranı ile özütleme sıcaklığının etkileşiminin ($X_2 \times X_3$) etkileri (diğer faktörler merkez noktada sabit tutulmuştur)
 Figure 1. a) Effect of interaction of extraction temperature with extraction time ($X_3 \times X_4$) and b) Effect of interaction of water - fruit ratio with extraction temperature ($X_2 \times X_3$) on the Soluble solids (SS %) (the other factors were kept constant at center point)



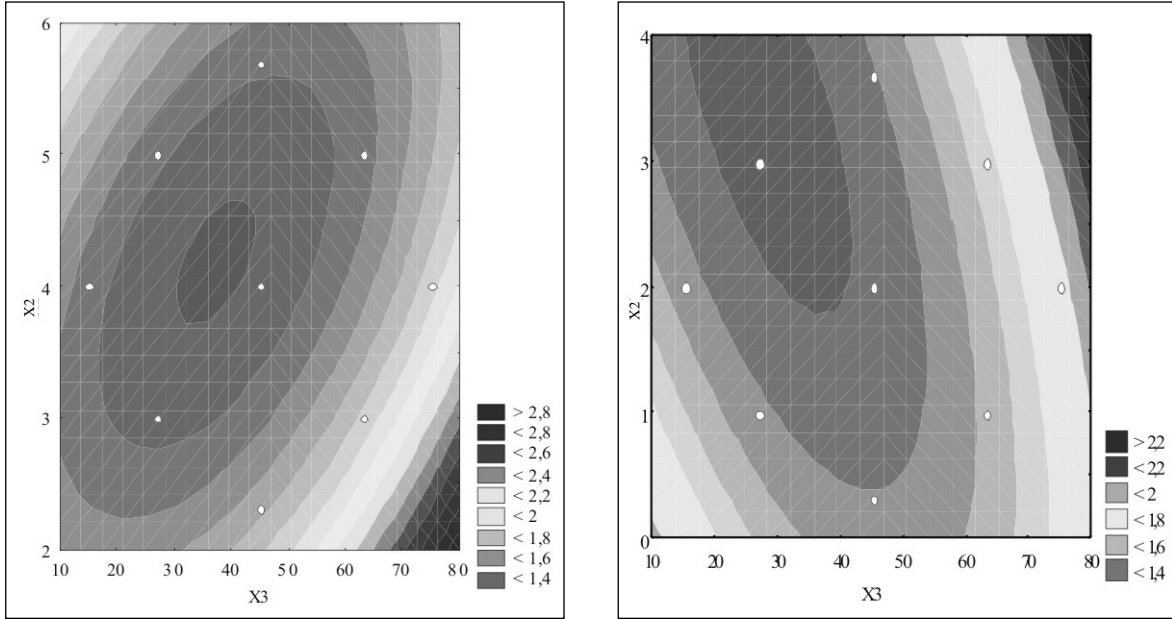
Şekil 2. Keçiboynuzu özütünün sabit tanecik boyutu ($X_1:2$) ve sabit özütleme süresinde ($X_4:120$ dk.) özütleme sıcaklığı (X_3) ile su-meyve oranı (X_2) etkileşiminin % F üzerine etkisi
 Figure 2. Effect of interaction of water - fruit ratio with extraction temperature ($X_2 \times X_3$) on the extraction efficiency (F %) during particle size of fruit and extraction time was kept constant at 2 mm and 120 minutes respectively

Taneciğin çözgenle temas eden yüzey alanı artacağından özütleme hızının dolayısıyla özütün %ÇKM değerinin artacağı düşünülüp yüksek %ÇKM'ye sahip özütün elde edilmesi için meyve tanecik boyutu küçültülerek yapılan çalışmada, tanecik boyutu küçüldükçe, özütün %ÇKM değerinin azaldığı görülmüştür. Buna meyvenin tanecik boyutu küçüldükçe artan su tutma kapasitesinin (STK) neden olduğu tespit edilmiştir. Çünkü meyve tanecik boyutu küçüldükçe, yüzey alanı ve suyla etkileşime giren aktif grup sayısı (iyonik gruplar ve polar yüzeyler) artacağından, küçük tane boyutuna sahip taneciklerin su tutma kapasitesinin arttığı bilinmektedir (15). Lifli hidrofilik maddelerin suyla birleşme eğilimi olarak tanımlanan ve bir gram meyvenin absorbe ettiği

su miktarı olarak hesaplanan STK üzerine özütleme sıcaklığı ile su-meyve oranı ($X_2 \times X_3$, $P < 0.01$) ve meyve tanecik boyutunun ($X_1 \times X_3$, $P < 0.05$) etkileşimlerinin etkisi önemli olup (Çizelge 3) bu etki Şekil 3'te görülmektedir. STK'nin meyve tanecik boyutu küçüldükçe arttığı ve buna bağlı olarak da filtrasyondan sonra posada kalan özüt miktarı artarak filtrat verimi ve özütlenen çözünür kuru maddenin azaldığı saptanmıştır.

Keçiboynuzu özütünün berraklığına (%T) faktörlerin etkileri incelendiğinde; meyve tanecik boyutu ile su-meyve oranı etkileşiminin etkisinin önemli olduğu ($X_1 \times X_2$, $P < 0.05$) ve berraklığa etki eden faktörlerin benzer şekilde %F'e etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4). Özütün berraklığına faktörlerin tek tek etkileri incelendiğinde; özütleme sıcaklığı ve su- meyve oranının etkilerinin önemli olduğu ($P < 0.001$) tespit edilmiştir (Çizelge 3). En berrak özüt X_1 'in en büyük olduğu koşullarda elde edilmiş ve tüm tanecik boyutlarında özütlerin su-meyve oranı (X_2) arttığında berraklık artmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada, meyve tanecik boyutu küçüldükçe berraklığın azaldığı ve keçiboynuzu meyvesinin su tutma kapasitesinin arttığı ve buna bağlı olarak da filtrat veriminin ve %ÇKM' nin azaldığı saptanmıştır. Su-meyve oranı arttıkça özütlenen çözünür kuru madde miktarının azaldığı yüksek %ÇKM için düşük su-meyve oranlarında ya düşük sıcaklıklarda uzun süre ya da kısa sürelerde yüksek sıcaklığın gerekli olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Keçiboynuzu meyvesinin su tutma kapasitesinin (STK) üzerine a) Su-meyve oranı ile özütleme sıcaklığı (X2xX3) etkileşimin etkisi (X1:2 ve X4:120 dk.) b) Özütleme sıcaklığı ile meyve tanecik boyutunun (X1xX3) etkileşimin etkisi (X2:4 ve X4:120 dk.)

Figure 3. a) Effect of interaction of water - fruit ratio with extraction temperature (X2xX3) on the WHC of carob pod (X1:2 and X4:120 min) b) Effect of interaction of particle size of fruit with extraction temperature (X1xX3) on the WHC of carob pod (X2:4 and X4:120 min)

Teşekkür

Bu çalışmayı destekleyen ME. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi'ne ve Gıda Mühendisliği Bölümü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. FAOSTAT. 2015. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (Erişim tarihi 17.02.2015).
2. Turhan İ, Karhan M. 2004. Doğal bir ürün; keçiboynuzu. *GIDA*, 12, 39-42.
3. Karkacier M, Artık N. 1995. Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua L.*) fiziksel özellikleri, kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon koşulları. *GIDA*, 20(3), 131-136.
4. Özcan MM, Arslan D, Gökçalık H. 2007. Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. *Int J Food Sci Nutr*; 58 (8), 652-658.
5. Yousif AK, Alghzawi HM. 2000. Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 69, 283-287.
6. Diaz CS. April 1997. Syrup of natural carob sugars and a process for its production. US Patent 08,412, 761.
7. Petit MD, Pinilla JM. 1995. Production and purification of a sugar syrup from carob pods. *Lebensm Wiss Technol*, 28, 145-152.
8. Turhan İ. 2005. Sürekli sistemde keçiboynuzu ekstraksiyonu üzerine araştırma. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Antalya, Türkiye, 73 s.
9. El Batal H, Hasib A, Bacaoui A, Dehbi F, Ouattmane A, Jaouad A. 2013. Syrup of natural carob sugars and a process for its production using response surface methodology. *Chemical and Process Engineering Research*, 10, 44-50.
10. Roukas T. 1998. Carob pod: a new substrate for citric acid production by *Aspergillus niger Appl Biochem Biotechnol*, 74(1), 43-53.
11. Turhan İ, Bialka KL, Demirci A, Karhan M. 2010. Enhanced lactic acid production from carob extract by *Lactobacillus casei*. *Food Biotechnol* 24, 364-374.

12. Roukas T. 1995. Ethanol production from carob pod extract by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* cells on the mineral kissiris. *Food Biotechnol*, 9(3): 175-188.
13. Turhan İ, Bialka KL, Demirci A, Karhan M. 2010. Ethanol production from carob extract by using *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresource Technol*, 101, 5290-5296.
14. Turhan İ, Tetik N, Karhan M. 2007. Keçiboynuzu pekmezinin bileşimi ve üretim aşamaları Gıda Teknolojisi Elektronik Dergisi, 2(2), 39-44.
15. Fennema OR. (ed). 1996. Food Chemistry. 3rd Edition, Marcel Dekker Inc. New York, USA 1067 s.
16. Myers R, Montgomery DC. 2002. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York, USA, 798 s.
17. Koç B. Kaymak Ertekin F.2010. Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları. *Gıda*, 35(1), 63-70.
18. TSE. 1977. Türk Standartları Enstitüsü. Keçiboynuzu (Harnup), TS 2907, Aralık. Ankara.
19. Cemeroğlu B.1992. *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları*. Biltav Yayınları, Ankara, Türkiye, 380 s.
20. 15. Statsoft. 1995. Statistica for Windows, Release 5.0. Tulsa, OK, USA: Statsoft Inc.

GLUTENSİZ EKMEK KARIŞIMLARIN KALİTE VE BİLEŞENLER YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yusuf Yılmaz, İsmail Sait Doğan*

Hakkâri Üniversitesi, Yüksekova Meslek Yüksek Okulu, Hakkâri
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi / Received: 22.02.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 03.05.2015

Kabul tarihi / Accepted: 05.05.2015

Özet

Bu çalışmada çölyak hastalarının tüketebileceği glutensiz karışımların ekmek kalitesi ekmeklik un şahitliğinde değerlendirilmiştir. Çalışmada karışımların protein miktarlarının şahit una göre düşük, kül değerlerinin ise daha yüksek bulunmuştur. Fazla miktarda mısır unu içeren Karışım-1'de sarılık değeri (b*) şahide göre daha yüksek bulunurken, diğer karışımların renk değerleri ise yakın bulunmuştur. Viskozite değerleri şahit una göre yüksek bulunmuş, pirinç unu kullanılan karışımlarda bu değer diğer karışımlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Glutensiz karışımlarla üretilen ekmekler daha hızlı bayatlamıştır. Karışım-7 ekmeği başlangıçta çok sert, diğerleri ise 24 ve 72 s sonunda şahide göre daha yüksek sertlik değerine ulaşmışlardır. Ekmekler duyu özellikler -özellikle tat ve koku- açısından şahit ekmekten daha az tercih edilmiştir. Tat ve koku dâhil olmak üzere duyu değerlendirilmede tercih edilen ekmek Karışım-1 den üretilmiştir. Glutensiz karışımların ekmekçilik kalitesini artırmak için pirinç unu mutlaka karışımda yer almalıdır. Ayrıca ilave edilecek hidrokolloidlerin miktar ve özellikleri de istenen ekmek içi özellikleri için oldukça önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Çölyak, Ekmek, Gam, Glutensiz, Pirinç Unu

QUALITY AND COMPONENT EVALUATION OF GLUTEN-FREE BREAD MIXTURES

Abstract

In this study, gluten-free bread mixtures, suitable for patients with celiac disease, have been compared for bread-making performance with wheat flour as a control. Ash contents of the mixtures are higher, but protein contents are lower with respect to control flour. Color values were found to be close to those of the control flour, but differed significantly in terms of yellowness (b*) because of the high corn flour presence in the Mixture-1. The viscosity values of all the mixtures have been detected higher than the control flour; which was more significant in the mixture containing rice flour. All the bread made with gluten-free combinations has got stale quickly. The bread made with the Mixture-7 has got stale faster than the control, and the others at the end of 24 and 72 h. All the gluten-free bread has lower scores than the control in terms of sensory attributes, especially taste and smell. The bread of the Mixture-1 has the highest scores in respect of sensory attributes. Rice flour must absolutely be present in the formulation in order to improve the gluten-free bread quality. The study also showed that the amount and compositions of hydrocolloids are also critical to obtain desired crumb attributes.

Keywords: Celiac disease, Bread, Gum, Gluten-free, Rice flour

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ isdogan@yyu.edu.tr,

☎ (+90) 432 225 1734,

☎ (+90) 432 225 1730

GİRİŞ

Dünyada insan gıdası olarak tüketilen en önemli üç tahıl buğday, mısır ve çeltiktir. Sağlıklı bireyler açısından buğday ve ürünlerinin tüketilmesinin herhangi bir sakıncası bulunmamaktadır. Ancak toplumların yaklaşık % 0.3-0.5'inin çölyak hastası olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu kişilerin beslenme diyetlerinde buğday, arpa, çavdar ve yulaf ürünleri yer almamalıdır.

Çölyak hastalığı dünyanın en yaygın gıda intoleranslarından biridir (1) ve hastalığın gerçek sıklığı tam olarak bilinmemekte ve toplumdan topluma değişmektedir. Önceki yıllara kıyasla hastalığın daha sık rapor edilmesinin, teşhis için kullanılan testlerin yaygınlaşmasıyla bağlantısının olduğu düşünülmektedir. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşayan her 300 bireyden birinin çölyak hastası olduğu belirtilmektedir (2).

İnce bağırsak mukozası ve emiliminin zarar görmesi sonucu meydana gelen bir hastalık olan çölyak, buğday, çavdar, arpa ve yulaf prolamin fraksiyonlarının tolere edilememesi sonucu ortaya çıkar (1). Gluten intoleransı olan bireyler için tüketilen gıdada çok az da olsa gluten varlığı bir risk unsurudur.

Bu çalışmada ülkemizde piyasaya çölyak hastalarına özellikle ekmek yapmak için sunulan ve kullanımı yaygın olan glutensiz un karışımlarının gluten içerip içermediği araştırılmış ve ekmek yapımına uygunluğu ise ekmekçilik kalitesi açısından değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada Türkiye piyasasında satılan 8 farklı tahıl tabanlı glutensiz ekmeklik un karışımı temin edilmiştir. Bu karışımlardan ikisi Polonya, biri İtalya menşeli, kalan beş tanesi ise Türkiye'de üretilmiştir. Şahit un olarak normal ekmeklik un (Selva Gıda Sanayi A.Ş., Konya) kullanılmıştır. Glutensiz karışımların ve şahit unun bileşimleri firmaların beyanına göre Çizelge 1'de verilmiştir.

Yöntem

Karışımlar ve şahit unun nem değerleri AACC (44-15.02) metoduna, kül miktarları AACC (08-01.01) metoduna, toplam azot miktarları

AACC (46-12.01) metoduna (tüm karışımlarda 6.25 faktörü kullanılarak toplam protein miktarı belirlenmiştir), viskozite değerleri ise AACC (76-21.01) metoduna göre belirlenmiştir (3). Karışımlar ve şahit unun renk değerleri "L*" [(0 siyah, (100) beyaz], "a*" [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve "b*" [(+) sarı, (-) mavi] olarak Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı ile iyice karıştırılan glutensiz ekmek karışımlarının 5 ayrı noktasında gerçekleştirilmiştir (4). Karışımların gluten içeriği AOAC (991.19) analiz metodu ile belirlenmiştir (5).

Ekmek Denemeleri

Karışımlardan ekmek pişirilirken 200 g karışım esasına göre; %3 yaş maya, %1.5 tuz, %6 şeker, %2 kabartma tozu ve 5 ml sıvı yağ kullanılarak deneme yapılmıştır. Hamur bileşenlerinin tamamı tek seferde eklenerek akıcı kek hamuru kıvamı elde edene kadar karıştırılmış ve elde edilen hamurlar 30 °C'de %85 nispi nemde 30 dak fermentasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra 255 °C'de (Arçelik ARMD-580, İstanbul, Türkiye) 30 dak süreyle pişirilmiştir (6). Şahit ekmek yapımında AACC (10-10) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır (3).

Ekmeklerin bayatlama dereceleri tekstür analiz cihazı ile (TA.TX2 Stable Micro Systems Ltd., Godalming Surrey, İngiltere) 2, 24, 72 sa sonra AACC 74-09.01 metoduna göre (3), ekmek hacimleri kolza tohumu kullanılarak yer değiştirme metodu ile belirlenmiştir (7). Ekmeklerin duysal değerlendirilmesi ekmekle ilgili terimlere hâkim olan 25 ile 35 yaş arasındaki 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmekler kabuk rengi, iç renk, koku, gözenek homojenliği, gözenekler arası duvar kalınlığı, ayrılma oranı, tat, çiğneme özelliği, şekil simetrisi, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler 9 puanlık hedonik skalaya göre yapılmıştır (8).

Çalışma tam şansa bağlı deneme planına göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics, 2006) istatistik programı kullanılarak veri seti analizine tabi tutulmuştur. Farklı glutensiz unlardan elde edilen ekmekler serbest tipte üretilen şahit ekmekleri ile karşılaştırılmış aralarındaki farkın önemli olup olmadığı LSD çoklu karşılaştırma testi ile $P < 0.05$ seviyesinde belirlenmiştir (9).

Çizelge 1. Karışımlar ve şahit unun içerikleri
Table 1. Contents of mixtures and control flour

Örnek Samples	Ana Bileşen Main Ingredient	Emülgatör/Kıvam Artırıcı Emulsifier/Thickener	Diğer Bileşenler Other constituents
Şahit Control	Buğday unu Wheat flour		L- Askorbik asit L-ascorbic acid
Karışım-1 Mixture-1	Patates nişastası, mısır unu ve nişastası, pirinç unu, karabuğday unu Potato starch, corn flour and starch, rice flour, buckwheat flour	Guar gamı, hidroksi propil metil selüloz Guar gum, hydroxypropyl methyl cellulose	Şeker, tuz, ayçiçek yağı, silisyum dioksit (topaklanmayı önleyici) Sugar, salt, sunflower oil, silicon dioxide (anticaking agent)
Karışım-2 Mixture-2	Mısır nişastası, patates nişastası, pirinç unu, glutensiz buğday nişastası Corn starch, potato starch, rice flour, gluten-free wheat starch	Guar gamı, hidroksi propil metil selüloz Guar gum, hydroxypropyl methyl cellulose	Glikoz, diyet lifi, kabartma tozu, glukano delta laktan (asitlik düzenleyici) Glucose, dietary fiber, baking powder, glucono delta lactone (acidulant)
Karışım-3 Mixture-3	Glutensiz buğday nişastası, mısır nişastası Gluten-free wheat starch, corn starch	Guar gamı, limon pektini Guar gum, lemon pectin	Glukano delta laktan, sodyum bikarbonat Glucono delta lactone, sodium bicarbonate
Karışım-4 Mixture-4	Glutensiz buğday nişastası, mısır nişastası Gluten-free wheat starch, corn starch	Guar gamı, hidroksi propil metil selüloz Guar gum, hydroxypropyl methyl cellulose	Glikoz, diyet lifi, kabartma tozu, glukano delta laktan Glucose, dietary fiber, baking powder, glucono delta lactone
Karışım-5 Mixture-5	Mısır nişastası, pirinç unu Corn starch, rice flour	Hidroksi propil metil selüloz Hydroxypropyl methyl cellulose	Dekstroz, bitkisel protein, bitkisel lif, tuz Dextrose, vegetable protein, dietary fiber, salt
Karışım-6 Mixture-6	Mısır nişastası, pirinç unu Corn starch, rice flour	Ksantan gamı, pektin Xanthan gum, pectin	Toz şeker, sodyum bikarbonat, sodyum asit pirofosfat Sugar, sodium bicarbonate, sodium acid pyrophosphate
Karışım-7 Mixture-7	Pirinç unu, mısır unu ve nişastası, patates unu ve nişastası Rice flour, corn flour and starch, potato flour and starch	Kıvam artırıcı Thickener	Tuz, kabartıcı Salt, baking powder
Karışım-8 Mixture-8	Modifiye mısır nişastası Modified corn starch	Ksantan gamı, pektin, DATEM (Monogliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri) Xanthan gum, pectin, DATEM (Diacyetyl tartaric acids esters of monoglycerides)	Sakkaroz, yemeklik tuz, kabartma tozu, CaCl ₂ , askorbik asit Sugar, salt, baking powder, CaCl ₂ , ascorbic acid

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Glutensiz Un Karışımları ile Şahit Unun Bileşimi ve Kimyasal Özellikleri

Glutensiz karışımlar (GK) içinde yer alan bileşenlerin kaynaklarının farklı olduğu ve karışımlar içerisinde pirinç unu, mısır ve patates nişastasının ağırlıklı olarak bulunduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bununla birlikte çok tavsiye edilemese de iki karışımda glutensiz buğday nişastası kullanılmıştır. Hamur kıvamının artırılması ve fermantasyon sırasında bu kıvamın korunması için hidrokolloid olarak guar gamı, modifiye selüloz ve bir numunede ise emülgatör olarak DATEM kullanılmıştır.

GK ve şahit un (ŞU)'un nem, kül, protein ve renk değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Karışım-1'in kül içeriğinin yüksek çıkmasının muhtemel nedeni,

karışımındaki yüksek kül içerikli tam karabuğday unudur. Karabuğday ununun kül miktarının %1.64 olduğu ifade edilmektedir (10). Karışım-5 bitkisel protein içerdiğinden, protein oranı nispeten yüksek, ŞU ile karşılaştırıldığında ise düşük bulunmuştur (%2.32±0.07). Tüm karışımlarda tahıl unu yerine yüksek oranlarda nişasta kullanılması protein oranını azaltmıştır (Çizelge 2). Glutensiz un karışımlarının gluten içerikleri Karışım-1, 2, 4, 5, 6 ve 8'de 3 mg/kg'ın altında, Karışım-3'te 5.7 mg/kg ve son olarak Karışım-7'de 109.33 mg/kg olarak belirlenmiştir. Karışım-7 hariç diğer karışımların gluten içerikleri "Gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar" tebliğine (TS 13143) uygun olduğu belirlenmiştir. Tebliğe göre "çok düşük glutenli" olarak adlandırılan bir gıdada

gluten miktarı 100 mg/kg, "glutensiz" gıdalarda ise gluten miktarı 20 mg/kg'ı geçmemelidir (11).

Karışımların L* ve a* değerleri birbirine çok yakın olduğundan bu fark ürün kalitesine çok fazla yansımamış, ancak Karışım-1 de bulunan mısır unu b* değerini artırmış ve ürünün rengi daha sarımtırak bulunmuştur. Mısır ununun yüksek karoten içeriği, ürüne sarı renk vermektedir (12).

Pik Viskozitesi (PV)

Nişasta tabanlı GK pik viskozitesi değerleri 1719 Hızlı Viskozite Ünitesi (HVÜ) ile 3613 HVÜ değerleri arasında değişmiş, ŞU'na ait değer 1356 HVÜ bulunmuştur (Çizelge 3). ŞU'a en yakın değer Karışım-6'da tespit edilmiştir. Genel olarak karışımların PV değerlerinin ŞU'na ait değerden yüksek bulunmasında içerdikleri nişasta seviyesinin

Çizelge 2. Karışımlara ait renk değerleri ve kimyasal analiz sonuçları
Table 2. Color values and chemical analysis of the mixtures

Örnek Samples	Nem Moisture (%)	Kül Ash (%)	Protein (%) ²	Renk Değerleri Color values		
				L*	a*	b*
Şahit Control	14.27±0.05 ^a	0.57±0.01 ^e	12.64±0.08 ^{aa}	93.95±0.01 ^h	-0.76±0.01 ^e	9.73±0.02 ^b
Karışım-1 Mixture-1	8.05±0.05 ^f	1.93±0.02 ^a	1.99±0.09 ^{bc}	94.08±0.03 ^g	-2.59±0.02 ^a	18.94±0.03 ^c
Karışım-2 Mixture-2	12.94±0.02 ^b	1.38±0.04 ^f	1.58±0.05 ^{cd}	97.22±0.02 ^e	-0.69±0.01 ^f	3.85±0.03 ^f
Karışım-3 Mixture-3	10.52±0.03 ^d	0.67±0.01 ^e	0.99±0.03 ^{de}	97.94±0.02 ^c	-0.62±0.01 ^g	3.24±0.01 ^g
Karışım-4 Mixture-4	11.77±0.01 ^c	0.44±0.05 ^f	0.67±0.06 ^{de}	98.35±0.01 ^a	-0.31±0.01 ^h	1.69±0.01 ^f
Karışım-5 Mixture-5	10.81±0.04 ^d	1.29±0.03 ^c	2.32±0.07 ^{bb}	96.46±0.02 ^f	1.59±0.02 ^b	8.86±0.02 ^c
Karışım-6 Mixture-6	10.53±0.20 ^d	1.06±0.03 ^d	1.84±0.09 ^{bc}	97.57±0.01 ^d	1.00±0.01 ^d	5.14±0.01 ^e
Karışım-7 Mixture-7	11.49±0.20 ^c	1.71±0.01 ^b	1.79±0.09 ^{bc}	97.59±0.02 ^d	-0.11±0.01 ⁱ	2.91±0.02 ^h
Karışım-8 Mixture-8	9.25±0.12 ^e	1.71±0.02 ^b	1.71±0.02 ^{bb}	98.14±0.03 ^b	1.16±0.02 ^c	5.89±0.02 ^d

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05). ²Same letters indicate no significant difference (P<0.05).
²Tüm karışımlarda 6.25 faktörü kullanılmıştır. ³The factor of 6.25 has been used in all mixtures

Glutensiz Karışımlar (GK) ve Şahit Unun Viskozite Değerleri

Hamur viskozitesinin sağlanması ve fırınlama esnasında yapı sabitleninceye kadar korunması mayalı ürünlerde önemlidir. Özellikle viskoelastik yapının oluşmadığı glutensiz karışımlarda kullanılan un ve nişasta çeşidinin oluşturduğu viskozite son ürün hacmi açısından kritiktir. İstenen viskozitenin sağlanmasında farklı kaynaklı nişasta ile hidrokolloid karışımının kullanımı yaygındır. Nişastanın kaynağı bu ürünlerde belirleyici rol üstlenir. Bu çalışmada hamur kıvamının karakterize edilmesi için karışımların viskoziteleri belirlenmiştir.

fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada unların şişme gücünün nişasta ve protein içeriği ile alakalı olduğu, düşük proteinli ve yüksek nişastalı karışımların daha fazla şiştiğinden yüksek PV değerleri elde edilmiştir (13). En yüksek PV değerleri Karışım-7 ve Karışım-1 'de tespit edilmiştir. Karışımlarda pirinç unlarının daha fazla olduğunu düşündürmektedir. Pirinç unu, karabuğday unu ve buğday nişastası kullanılarak yapılan bir çalışmada pirinç ununun PV değerlerini yükseltici yönde etkide bulunduğu belirtilmiştir (14). Mısır nişastasının pik viskozitesini yükseltici etkisi ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada

Çizelge 3. Karışımlara ve şahit una ait viskozite değerleri
Table 3. Viscosities of the mixtures and control flour

Örnek Samples	PV	OV	BV	FV	SV	PZ
Şahit Control	1356±15.00 ^f	847±15.00 ^a	509±8.00 ^f	1896±10.00 ^b	1049±6.00 ^d	5.66±0.03 ^d
Karışım-1 Mixture-1	3350±8.00 ^b	2050±6.00 ^b	1300±10.00 ^c	3435±15.00 ^b	1385±5.00 ^c	5.00±0.00 ^f
Karışım-2 Mixture-2	3082±10.00 ^c	2312±15.00 ^a	770±8.00 ^e	3745±11.00 ^a	1433±10.00 ^b	6.07±0.00 ^c
Karışım-3 Mixture-3	2641±10.00 ^e	785±15.00 ^b	1856±15.00 ^b	1422±7.00 ^f	637±5.00 ^b	5.45±0.01 ^e
Karışım-4 Mixture-4	2808±15.00 ^d	1665±16.00 ^c	1143±13.00 ^d	2570±8.00 ^e	905±6.00 ^e	6.13±0.00 ^c
Karışım-5 Mixture-5	2128±15.00 ^f	1652±10.00 ^c	476±6.00 ^{gh}	3361±4.00 ^e	1709±10.00 ^a	5.39±0.05 ^e
Karışım-6 Mixture-6	1719±10.00 ^h	1529±10.00 ^e	190±4.00 ^f	2022±12.00 ^f	493±5.00 ^f	6.51±0.03 ^a
Karışım-7 Mixture-7	3613±11.00 ^a	1366±5.00 ^f	2247±8.00 ^a	2834±10.00 ^d	1468±10.00 ^b	4.62±0.02 ^e
Karışım-8 Mixture-8	2028±15.00 ^g	1576±12.00 ^d	452±15.00 ^b	2418±6.00 ^f	842±10.00 ^f	6.35±0.02 ^b

PV: Pik Viskozitesi (Peak viscosity), OV: Oluk Viskozitesi (Through viscosity), BV: Breakdown Viskozitesi (Breakdown viscosity) (PV-OV), FV: Final Viskozitesi (Final viscosity), SV: Setback Viskozitesi (Setback viscosity) (FV-BV), PZ: Pik Zamanı (Peak time) , ÇZ: Çiğlenme Zamanı (Gelatinization temperature) Tüm viskozite birimleri HVÜ olup, 1HVÜ 12 Centipoise'dur (All viscosities are RVU unit, which is equal 12 Centipoise)

dokuz farklı mısır nişastasının PV değerleri 804 ile 1252 HVÜ arasında değiştiği belirlenmiştir (15).

Oluk Viskozitesi (OV)

ŞU'un OV değeri 847 HVÜ olarak tespit edilmiştir. GK'ın OV değerleri ise 785 ile 2312 HVÜ arasında değişmiştir (Çizelge 3). ŞU'a en yakın değer Karışım-3'de tespit edilmiş, genel olarak tüm karışımların OV değerleri ŞU'dan yüksek bulunmuştur. Karışım viskozitelerinin pik değerine ulaşmasının ardından sıcaklığın (95 °C) bir süre sabit tutulmasına bağlı olarak nişastanın parçalanması, çözünen amilozun ortama karışması ve karıştırma yönünde oryantasyonu neticesinde viskozite azalmıştır (13, 16). Karışım-4, 5, 6 ve 8'in OV değerlerinin birbirine yakın olmasında karışımlarda mısır nişastası oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Karışım-8, ana bileşen olarak yalnızca modifiye mısır nişastası içermektedir. Karışım-1 ve 2'nin OV değerlerinin diğer karışımlardan yüksek olarak bulunmasının ise pirinç unu içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pirinç ununun OV, BV, SV ve FV değerlerini artırıcı yönde etki gösterdiği daha önce belirtilmiştir (14).

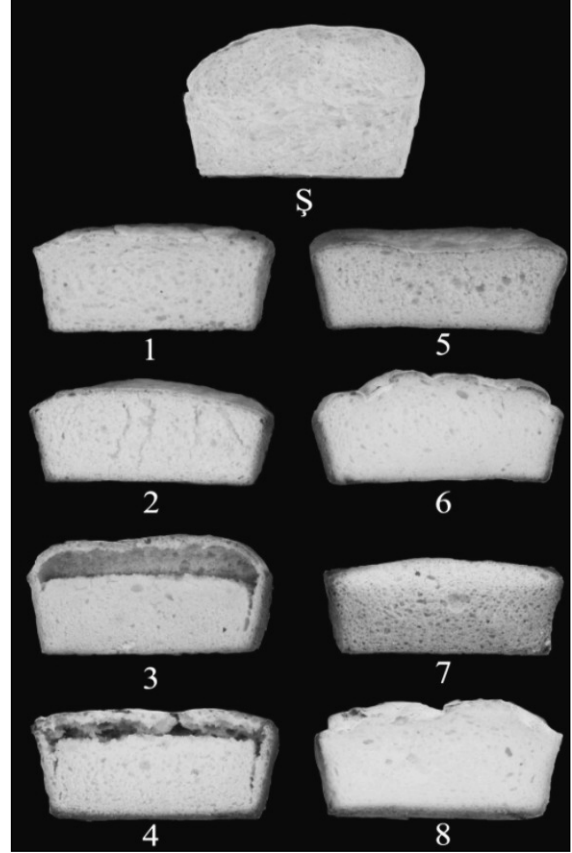
Final Viskozitesi (FV)

ŞU'un FV değeri 1896 HVÜ olarak tespit edilirken, GK'ın FV değerleri 1422 ile 3745 HVÜ arasında değişmiştir. Karışım-6'nın, ŞU'a en yakın FV değerine sahip olduğu tespit edilmiş, en fazla fark ise Karışım-2'de tespit edilmiştir (Çizelge 3). Özellikle Karışım 1 ve 2'de FV değeri diğer karışımlara kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Bir çalışmada pirinç unu, karabuğday unu ve buğday nişastası karşılaştırıldığında, en yüksek FV değerleri pirinç ununda elde edilmiştir (14).

Üretilen Ekmeklerin Hacim, Sertlik ve Renk Değerleri

Karışım-3 ve 4'deki ekmek içi ve ekmek kabuğu arasında oluşan boşluk dikkat çekicidir (Şekil 1). Karışım-3, 4 ve 8'de tahıl unları hiç kullanılmamış, yalnızca nişasta kullanılmıştır. Karışım-3'te kıvam artırıcı olarak pektin ilave edilmiştir. Pektinin su tutma özelliği sonucu yapı ağırlaşmış, kabaran hamur bir süre sonra arzu edilen viskozite sağlanamadığından çökmüştür (Şekil 1). Karışım-4'e de ekmek içeriğini zenginleştirmek için katılan diyet lif yoğunluğu artırdığından yapının çökmesine neden olmuştur. Karışım-8'de ise Karışım-3'te

oluşan olumsuzluk bileşime DATEM eklenmesiyle nispeten ortadan kaldırılmıştır. DATEM düzgün homojen bir hamur elde edilmesine yardımcı olduğu gibi, ekmek içi yumuşaklığı, kabuk gevrekliği ve ekmek hacmini artırmakta ve son olarak ekmekte arzu edilen gözenek yapısının



Şekil 1. Ekmek görüntüleri

Figure 1. Bread images

Ş: Şahit (Control); 1-8: Bknz Çizelge 1 (See Table 1)

teşekkül etmesine katkı sağlamaktadır (8).

Glutensiz ekmek (GE) içi sertlik değerleri 2 sa sonunda 177 g ile 783 g arasında, 24 sa sonunda 629 g ile 5523 g arasında, 72 sa sonunda ise 1011 ile 12215 g arasında değişmiştir. Şahit ekmek (ŞE)'in sertlik değerleri ise sırasıyla 239 g, 623 g ve 787 g olarak belirlenmiştir. Karışım-1 ile yapılan ekmeğin sertlik değeri ŞE'ten daha düşük bulunmuştur. Karışım-3 ve 4'ten yapılan ekmeklerin sertlikleri ŞE'e en yakın olarak belirlenmiştir. Karışım-7 ile yapılan ekmek ise tüm ölçümlerde en yüksek sertlik değerine sahiptir. Glutensiz ekmeklerin bayatlaması şahit ekmeğe göre daha hızlı gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Karışımlardan elde edilen ekmeklere ait hacim, pişme kaybı, sertlik ve renk değerleri¹
 Table 4. Specific volume, bake loss, firmness and color values of breads produced from the mixtures¹

Örnek Samples	Spesifik Hacim Specific volume (g/ml)	Pişme Kaybı Bake Loss (%)	2 sa Sertlik 2 h Firmness (g)	24 sa Sertlik 24 h Firmness (g)	72sa Sertlik 72 h Firmness (g)	Kabuk Rengi Crust Color		İç Renk Crumb Color	
						L*	b*	L*	b*
Şahit									
Control	4.20±0.02 ^a	14.64±0.10 ^d	239 ^e	623 ^d	787 ^e	65.05±0.20 ^a	31.02±0.50 ^a	74.29±0.20 ^{cd}	13.13±0.10 ^f
1	2.82±0.02 ^c	20.97±0.10 ^a	177 ^f	797 ^{bcd}	1133 ^{cd}	45.50±0.90 ^{cd}	9.17±0.20 ^a	71.31±0.30 ^a	18.66±0.10 ^a
2	2.44±0.01 ^e	18.46±0.20 ^c	731 ^b	1125 ^b	2295 ^b	41.03±0.90 ^e	7.60±0.90 ^a	74.72±0.40 ^a	9.00±0.10 ^e
3	2.89±0.01 ^b	17.92±0.10 ^c	363 ^d	629 ^{cd}	1011 ^{de}	54.34±0.90 ^b	13.79±0.20 ^{cd}	71.32±0.30 ^a	14.42±0.20 ^b
4	2.80±0.02 ^c	20.69±0.10 ^a	403 ^d	679 ^{cd}	1288 ^{cd}	47.69±0.09 ^{cd}	12.33±0.20 ^d	72.65±0.20 ^{ab}	10.45±0.10 ^d
5	2.34±0.01 ^f	20.73±0.20 ^a	458 ^c	1155 ^b	1384 ^c	54.85±0.10 ^b	18.44±0.20 ^b	72.05±0.40 ^a	14.33±0.10 ^d
6	2.35±0.01 ^f	18.72±0.10 ^{bc}	260 ^e	956 ^{bcd}	1393 ^c	43.06±0.40 ^{de}	8.57±0.30 ^a	79.85±0.50 ^a	10.86±0.10 ^d
7	2.08±0.01 ^g	18.35±0.10 ^c	783 ^a	5523 ^a	12215 ^a	50.31±0.90 ^{bc}	15.67±0.30 ^{bc}	64.13±0.30 ^f	14.63±0.20 ^b
8	2.69±0.02 ^d	19.55±0.10 ^b	280 ^e	1013 ^{bc}	1456 ^c	50.06±0.60 ^{bc}	8.29±0.30 ^a	76.42±0.40 ^a	6.90±0.10 ^f

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ($P<0.05$).

²Same letters indicate no significant difference ($P<0.05$).

Karışım-5'te bulunan pirinç unu kabuk parlaklığını artırmış gibi görünmektedir. Pirinç unu kullanımının parlaklığı artırdığı, buna karşılık karabuğday kullanımının parlaklığı azalttığı rapor edilmiştir (17). Ekmek kabuğu sarılığı (b^*) ise özellikle Karışım-7 ile yapılan ekmekte, formülde yer alan mısır unu ve patates unu etkisiyle, yüksek olarak tespit edilmiş, a^* değerleri ŞE'ten çok farklı olmadığı gözlenmiştir. Karabuğday ve pirinç unu kullanılarak yapılan bir çalışmada sarılık değeri glutensiz ekmeklerde normal ekmeğe kıyasla daha düşük bulunmuştur (17).

En düşük ekmek içi parlaklığı (L^*) değeri Karışım-7'de belirlenmiştir. Diğer karışımlarda parlaklık değerleri şahit ununa yakın değerlerde tespit edilmiştir. Kırmızılık değeri ise ŞE'den çok önemli sapmalar göstermemiştir. En yüksek ekmek içi sarılık değeri (b^*) Karışım-1'de tespit edilmiştir. Muhtemelen Karışım-1 içerisinde yüksek oranda mısır unu kullanılmıştır. Mısır ununun içerdiği renk pigmentinden (karoten) dolayı ürün üzerinde sarı renk verici etkisinin olduğunu bilinmektedir (12). Genel olarak ekmek içi sarılık değerleri ŞE'den çok fazla bir sapma göstermemiştir (Çizelge 4).

Duyusal Değerlendirme

Ekmekler, kabuk ve iç rengi, tat, koku, gözenek homojenliği, gözenekler arası duvar kalınlığı, çigneme, şekil simetrisi, tekstür ve genel beğeni açısından karşılaştırılmıştır. Kabuk rengi açısından ŞE 8.00 puan almış, buna en yakın puanı Karışım-2 ile yapılan ekmek almıştır. Genel olarak Karışım-7 ile yapılan ekmek hariç diğer ekmek içi renk değerleri beğenilmiştir. İç renk açısından ŞE'e en

yakın değer, kabuk renginde olduğu gibi Karışım-2'de belirlenmiştir. GE koku açısından değerlendirildiğinde 2.90 ile 6.70 arasında değişen değerler elde edilmiştir. Şahit ekmeğe en yakın değer Karışım-1'de elde edilmiş olup, ŞE'in koku değeri 8.10 olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise Karışım-8'de tespit edilmiştir. Karışım-8 ekmeğinde beğenilmeyen kokuya büyük ihtimalle fermantasyon sırasında oluşan bileşiklerin neden olduğu düşünülmektedir. Aroma oluşumunda karışımda kullanılan bileşenlerin, fermantasyon işleminin, pişirmenin, bayatlamının, fırın yakıt maddesinin, ekmek yapma yönteminin ve ekmek şekil ve büyüklüğünün etkili olduğu vurgulanmıştır (18).

GE'in gözenek homojenlik değerleri genel olarak şahit ekmeğe yakın olup 4.70 ile 7.40 arasında değişmiş; Karışım-1 ile yapılan ekmek ŞE'e en yakın değere sahiptir. Buğday ununda bulunan gluten, hamurunun viskoelastik özelliklerinden ve fermantasyon sonucu oluşan gazı tutarak gözenek oluşumundan sorumludur (19). Ancak gluten içermeyen bileşimlerde gözenek oluşumu, gluteni tam taklit edebilecek bir bileşen oluşturulamadığından yeterli seviyede olamamaktadır. Karışım-1 ile yapılan ekmek, duvar kalınlığı değeri şahit ekmeğin değerine en yakın değeri alması bakımından dikkat çekmektedir.

Genel olarak glutensiz ekmekler tat açısından az beğeni toplamıştır. En düşük beğeni 2.15 puan ile Karışım-7 ile yapılan ekmek almıştır. Karışım-7'de kullanılan kıvam artırıcının cinsi bilinmemekle birlikte, söz konusu istenmeyen tadın nedeni olduğu düşünülmektedir. Karışım-7 çigneme açısından da en düşük puanı almıştır. Karışım-7'den ana

bileşen olarak içerisinde tahıl unları bulundurması nedeniyle daha yüksek puanlar alması beklenmekteyken, muhtemelen karışımdaki oranlar iyi ayarlanmadığından düşük beğeni almıştır. Panelistler Karışım-7'yi çığnedikleri esnada ağızlarında mukozamsı kaygan bir his oluştuğunu ifade etmişlerdir. Şekil simetrisi açısından Karışım-1, 2 ve 3 deskriptif olarak daha üstün şekil simetrisine sahip olmuş, Karışım-5 ve 6 daha yetersiz bulunmuştur. Normal fermantasyon sonrası fırında pişirilen ekmeklerde ani ve yüksek sıcaklık nedeniyle fırın sıçraması meydana gelmektedir. Hamurda fırın ortamına girdikten 5-10 dak sonra 1/3 hacim artışı gözlenir. Bu durum hamur içerisinde çözünmüş gazların genleşmesine neden olmaktadır. Bu esnada hamur simetrisinde bozulmalar meydana gelebilmektedir (20). Tekstür açısından da Karışım-7 ile yapılan ekmek en düşük beğeniye toplamış, ŞE'e en yakın beğeniye Karışım-6'dan yapılan ekmek almıştır. Genel olarak tüm ekmekler şahit ekmeğe göre ortalama beğeni alırken, Karışım-1 ve 2'den yapılan ekmekler en yüksek, Karışım-7 ile yapılan ekmek ise en düşük beğeniye almıştır.

SONUÇ

ŞU'a göre Karışım-3 ve 4 hariç tüm karışımlar yüksek kül içeriğine sahip olup bu durum Karışım 1'de karabuğdaydan, diğer karışımlarda ise formüllerde bulunan tuz ve diğer mineral tabanlı topraklanmayı önleyici gibi maddelerden kaynaklanmıştır. Protein içerikleri ise tüm karışımlarda oldukça yetersiz durumdadır. GK'a ait PV değerlerinin tümü şahit undan yüksek değerlerde belirlenmiştir. Tüm karışımlarda nişasta oranının yüksek olması bu duruma neden olmuştur; fakat bu istenilmeyen bir durum değildir. Çünkü glutensiz ürünlerde amaç en yüksek oluk ve final viskozitesi değerlerinin elde edilmesidir. Karışım-1 ve 2'de tespit edilen yüksek pik viskozitesi değerinin bileşimlerinde yüksek oranda bulunan pirinç unundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin spesifik hacim değerleri birbirinden çok farklı olmamakla birlikte, en iyi spesifik hacim değerine Karışım 3 ile yapılan ekmek sahiptir. Ancak yüksek hacmine rağmen bu ekmekte yapıyı taşıyabilecek nitelikte bir karışım oluşturulamamıştır. Karışım-8'de, Karışım-3'te olduğu gibi nişasta ve pektin ile bir yapı kurulmuş, ancak ilave olarak

kullanılan emülgatör (DATEM) olumsuzlukları ortadan kaldırıcı etki göstermiştir. Ekmek raf ömrü bakımından değerlendirildiklerinde, glutensiz ekmekler şahit ekmeğe göre çok hızlı bayatlamışlardır. Özellikle Karışım-7 ile yapılan ekmek 24. ve 72. sa saklama sonunda çok yüksek sertlik değerlerine ulaşmıştır. Duyusal özellikler açısından GE, ŞE'e göre düşük puanlar almışlardır. Karabuğday unu içeren Karışım-1 genel beğeni, gözenek yapısı, tat, koku açısından diğer karışımlara göre daha yüksek puan almıştır. Bu olumlu etkisine rağmen karabuğday unu olumlu etkilerine rağmen yalnızca bir karışımda kullanılmıştır.

Arzu edilen ekmek içi özelliklerinin sağlanması için ilave edilecek hidrokolloidlerin miktarının ve özelliklerinin önemli rol oynadığı gözlenmiştir. Nişasta içeriği oldukça yüksek olan pirinç unu ürünün başarısını artırmak için mutlaka glutensiz karışımlarda kullanılmalıdır. Glutensiz karışımların protein içerikleri zenginleştirilmesi de glutensiz ürünlerin besleyici değerini artırma açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile piyasadaki glutensiz ekmeklik karışımlarda kullanılan bileşenlerle ilgili daha iyi bir AR-GE çalışması yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma (2013-FBE-YL054) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından mali olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. İşleroğlu H, Dirim SN, Ertekin FK. 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *GIDA*, 34 (1): 29-36.
2. Anon 2008. Gluten enteropatisi (Çölyak hastalığı). <http://www.doktorsitesi.com> (Erişim tarihi 15 Haziran 2011).
3. AACC. 1999. Approved Methods of Analysis. 11th Edition, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, ABD.
4. Oliver JR, Blakeney AB, Allen HM. 1992. Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chem*, 69 (5): 546-551.
5. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, ABD.

6. Yarpuz D. 2011. Glutensiz ekmek üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 104 s.
7. Elgün A, Türker S, Bilgiçli N. 2005. *Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü*. S.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Konya, 112 s.
8. Elgün A, Ertugay Z. 2002. *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üniv Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum, 217 s.
9. StatGraphics, 2006. *StatGraphics Centrium Release 15.1*. Statpoint Inc., Warrenton, Virginia, ABD.
10. Yıldız N, Yalçın E. 2013. Karabuğdayın kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri. *GIDA*, 38 (6): 383-390.
11. Anon 2012. Gluteni Azaltılmış ve Glutensiz Hale Getirilmiş Gıdalar (TS 13143), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
12. Kılınççeker O, Hepsağ F. 2010. Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Tekn Elekt Der*, 5 (2): 20-27.
13. Kaushal P, Kumar V, Sharma HK. 2012. Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT-Food Sci Technol*, 48 (1): 59-68.
14. Yılmaz MT, Yıldız Ö, Yurt B, Toker OS, Karaman S, Bařtürk A. 2015. A mixture design study to determine interaction effect of wheat, buckwheat and rice flours in an aqueous model system. *LWT-Food Sci Technol*, 61 (2): 583-589.
15. Sandhu KS, Singh N. 2007. Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. *Food Chem*, 101 (2007): 1499-1507.
16. Doğan İS. 2000. Gıda sanayinde "Hızlı Viskozite Test (HVT) Cihazı"nın kullanımı. *GIDA*, 25 (6): 429-434.
17. Torbica A, Hadnadev M, Hadnadev, TD. 2012. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Res Int*, 48: 277-283.
18. Karaođlu MM, Kotancılar HG. 2003. Tahıl ürünlerinde aroma maddeleri: I. Ekmek. *Ata Üniv Ziraat Fak Derg* 34 (3): 255-261.
19. Hosoney RC. 1994. Yeast-leavened Products. In: Principles of Cereal Science and Technology, 2nd Ed. AACC, Inc. Chapter 12, St. Paul, MN, ABD, pp 229-274.
20. Elgün A. 1982. Ekmek yapım teknolojileri ve ekmekçiliđimiz. *Ata Üniv Ziraat Fak, Ziraat Derg*, 13(1-2): 153.

VAN OTLU PEYNİRİNİN ÜRETİMİ ve MINERAL MADDE İÇERİĞİ

Elvan Ocak, Şenol Köse*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi / Received: 27.02.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 16.04.2015

Kabul tarihi / Accepted: 14.06.2015

Özet

Otlu peynir; Van, Bitlis, Siirt, Batman, Ağrı ve Diyarbakır illerinde üretilen yarı sert, tuzlu ve yöreye has endemik otları içeren bölgesel bir peynir çeşididir. Otlu peynir, belirtilen bölgenin doğal bitki örtüsü ve su kaynaklarıyla beslenen koyunların sütlerinden elde edilir. Üretilen peynirler genellikle kuru olarak plastik bidonlara hava kalmayacak şekilde sıkıca doldurulur, bidonların ağız kısmı lor veya cacık ile iyice sıvandıktan sonra bir bezle kapatılır ve ters çevrilerek toprağa gömmek suretiyle olgunlaştırılır. Otlu peynirleri toprağa gömerek olgunlaştırmanın yanı sıra, özellikle kısa sürede tüketime sunulacak otlu peynirlerin salamurada olgunlaştırılması da tercih edilmektedir. Geleneksel yöntemle üretilen otlu peynir diğer beyaz peynir çeşitlerinden farklı tat, aroma ve görünüşe sahiptir. Bu çalışmada Van piyasasında satılan 26 adet Otlu peynirin kalsiyum, magnezyum, potasyum, çinko, mangan demir ve bakır içeriği belirlenmiştir. Kuru yakma metodu ile hazırlanan örneklerin mineral içeriği Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılarak tespit edilmiştir. Peynir örneklerindeki Ca, Mg, K, Zn, Mn, Fe ve Cu miktarlarının değişim aralığı sırasıyla 268.7-678.7, 26.3-80.8, 84.6-163.2 mg/100g, 8.13-25.94, 0.38-2.23, 3.14-29.25, 0.29-2.60 mg/kg olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Van otlu peyniri, peynir üretimi, mineral madde

PRODUCTION of VAN HERBY CHEESE and ITS MINERAL CONTENT

Abstract

Herby cheese, a traditional Turkish cheese, is made in Van, Bitlis, Siirt, Batman, Ağrı and Diyarbakır province, is semihard, salty and containing endemic herbs to the region. Herby cheese obtained sheeps' milk that are fed the region's natural vegetation and water sources. Generally, produced cheeses are filled in plastic bins tightly as dry, will not be weather, bins of the mouth closed with a cloth after the plaster thoroughly with lor or cacik and reversed ripening through the landfill. In addition to ripening with landfill, herby cheese will be available for consumption especially in a short time, is preferred to ripening in brine. Herby cheese produced with traditional methods, has different flavor, aroma and appearance from other kinds of white cheeses. In this study, calcium, magnesium, potassium, copper, iron, manganese and zinc content of Herby cheese was determined on 26 samples sold from retail markets in Van. Mineral content of the samples prepared by dry ash method were determined using Atomic Absorption Spectrometry. The concentration ranges in the cheese samples were found to be 268.7-678.7, 26.3-80.8, 84.6-163.2 mg/100g, 8.13-25.94, 0.38-2.23, 3.14-29.25, 0.29-2.60 mg/kg for Ca, Mg, K, Zn, Mn, Fe and Cu, respectively.

Keywords: Van herby cheese, cheese production, mineral content

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ senolkose28@gmail.com,

☎ (+90) 432 225 1701,

☎ (+90) 432 225 1730

GİRİŞ

Otlu peynir, ülkemizin daha çok Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen ve hem üretildiği bölgelerde hem de diğer bölgelerde severek tüketilen bir peynir çeşidimizdir. Fakat daha yoğun bir şekilde Van'da üretilmesi ve yörenin otlu peynire katılan otlar açısından daha zengin olması, dolayısıyla Van'da üretilen otlu peynirin daha aromatik ve hoş giden yanının bulunması, peynirin "Van otlu peyniri" olarak adlandırılmasına neden olmuştur.

Otlu peynir, yöre halkının beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Her gün hatta her öğün sofralardan eksik olmayan otlu peynirin kendine has tat, aroma, yapı, tekstür ve görünüşü vardır. Van yöresinde otlu peynir üretimi, 200 yıldan beridir yapılmakta ve genellikle dağınık aile işletmelerinde imal edildiğinden dolayı üretim miktarı hakkında kesin bir rakam vermek mümkün olmamaktadır (1, 2). Türkiye'de kişi başına peynir tüketimi ortalama olarak 3.2 kg/yıl iken, Van yöresinde yıllık otlu peynir tüketimi kişi başına 14.74 kg olarak saptanmıştır (3).

Geleneksel bir peynir çeşidimiz olan Van otlu peyniri, üretim şekli bakımından beyaz peynire benzemekte fakat katılan endemik otlar açısından farklılık arz etmektedir. Peynire katılan otlar, sadece peynire tat ve aroma kazandırmakla kalmayıp, antibakteriyel ve antioksidan özelliklerinden dolayı ürünün dayanım süresini de uzatmaktadır (4, 5).

Peynir üretimi, yörede hem sütün artmaya başlaması, hem de peynire katılan otların bu aylarda çıkmaya başlamasından dolayı genellikle ilkbahar aylarında yapılır. Otların salamura edilerek muhafazası ile de otlu peynirin üretim periyodu daha sonraki aylara taşınmaktadır (6, 1, 7). Van otlu peyniri yapımında genellikle hammadde olarak koyun sütü kullanılmakta, fakat koyun sütünün yetersiz olduğu zamanlarda bu süte bir

miktar keçi ve inek sütü de karıştırılabilmektedir. Ot olarak yöreden toplanan endemik otlar (Çizelge 1) yıkanıp, doğrandıktan sonra veya bazı otlar ön işlemlerden geçirildikten sonra ilave edilmektedirler (1, 8, 9).

Geleneksel yöntemle üretilen peynirler süt sağıldıktan sonra süzülme ve o sıcaklıkta mayalanmaktadır. Bu sıcaklık yaklaşık $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ kadardır. Maya olarak ya ticari olarak satılan sıvı maya kullanılmakta ya da kişiler tarafından evlerde şirden, şap, karabiber, zencefil, tarçın, karanfil vb malzemelerden özel olarak hazırlanan maya kullanılmaktadır. Maya miktarına bağlı olarak 1-2 saat içerisinde pıhtılaşma gerçekleştikten sonra, pıhtı parçalanmakta ve bez torbalara aktarılmaktadır. Aktarma işleminde bir kat pıhtı ve bir kat da ot ilave edilmektedir. Katılan ot miktarı üreticiye göre değişmektedir. Genellikle otlar süt miktarının yaklaşık % 2'si kadar katılmaktadır. Bu işlem sonucunda torbanın ağzı kapatılarak üzerine ağırlık konulmakta ve süzülme bırakılmaktadır. Süzülme yaklaşık 3-4 saatte tamamlandıktan sonra elde edilen pıhtı el büyüklüğünde parçalar halinde kesilmekte ve tuzlanmaktadır. Tuzlama; salamura tuzlama veya kuru tuzlama şeklinde iki şekilde yapılmaktadır. Salamura tuzlamada, peynirler teneke veya plastik kaplara yerleştirilmekte ve üzerlerine hazırlanan salamura suyu ilave edilerek, serin bir yerde olgunlaştırılmaya bırakılmaktadırlar. Kuru tuzlamada ise, önce dilimler kalın tuz ile tuzlanarak birkaç gün bekletilmekte, daha sonra bir kat peynir, bir kat cacık şeklinde plastik bidon veya toprak küplere yerleştirilmektedirler. Peynirle beraber kaplara yerleştirilen cacık; çökeleğin bez torbada süzülmesi, hafif tuzlanması ve içerisine dere otu, sirmo gibi otlar karıştırılması sonucu elde edilmektedir. Kaplara doldurulurken hiç boşluk kalmaması ve kendine has bir tat vermesi için cacıkla dolmuş tercih edilmektedir. Doldurma işlemi tamamlanınca, kapların ağız kısmına üzüm

Çizelge 1. Van otlu peynirine katılan otların Latince ve yöresel isimleri ile peynirde kullanılan kısımları
Table 1. Components used in cheese with Latin and local names of herbs added to Van herby cheese

Latince adı (Latin names)	Familyası (Family)	Yöresel adı (Local Names)	Kullanılan kısmı (Component of used)
<i>Allium sp.</i>	Liliaceae	Sirmo	Yaprak ve sap (Leaf and stem)
<i>Chaerophyllum macropodium Boiss</i>	Apiaceae	Mendo, Mendi	Yaprak ve sap (Leaf and stem)
<i>Prangos ferulaceae (L.) Lindl.</i>	Apiaceae	Heliz	Yaprak ve sap (Leaf and stem)
<i>Ferula rigidula DC</i>	Apiaceae	Siyabu, Siyabo	Yaprak ve sap (Leaf and stem)
<i>Anethum graveolens L.</i>	Apiaceae	Dere otu (Dill)	Yaprak ve sap (Leaf and stem)
<i>Mentha spicata</i>	Lamiaceae	Nane (mint)	Yaprak (Leaf)
<i>Thymus migricus</i>	Lamiaceae	Kekik (thyme)	Yaprak (Leaf)

yaprağı konmakta ve çamurla sıvanmakta veya bir bez ile kapatılmaktadır. Kabın ağzı aşağıya gelecek şekilde, genellikle kumlu ve rutubetli bir yere gömülmektedir. Bu şekilde muhafaza, peynirde nem kaybını hızlandırmaktadır. Bu şekilde kuru tuzlama yani basma (yöresel tabiriyle "gömme") yöntemiyle hazırlanan peynirler, 2-3 ay olgunlaştırılmaya bırakılmakta ve olgunlaşmasını tamamlandıktan sonra tüketime sunulmaktadır (10-13). Geleneksel Van otlu peynirinin üretim akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.

2606±282 ve 12.70±2.31 mg/100g peynir olarak bulunmuşlardır. Ağır metal miktarı açısından da peynirlerde 41.79±7.72 Fe, 33.99±9.57 Zn, 6.25±1.35 Cu ve 2.05±0.67 Mn mg/kg tespit etmişlerdir. Benzer bir çalışmada ise, Türkiye'nin farklı illerinden toplanan toplam 45 farklı peynir örneğinde mineral madde analizleri yapılmıştır. Bu peynirler içerisinde Van otlu peynirinin mineral madde içeriği 12.5±1.1 Fe, 0.38±0.03 Mn, 10.8±1.0 Zn, 0.13±0.01 Cu, 0.32±0.03 Pb, 0.10±0.01 Cr, 0.22±0.02 Ni, 6229±619 Na, 328±30

Süt → Mayalama (Yaklaşık 30 °C 1-2 saat) → Pıhtının Parçalanması (Yaklaşık 1 cm³lük parçalara ayrılır) → Ot Katımı → Süzme → Baskıya Alma → Kalıplara Ayırma (7 x 7 x 2 cm boyutlarında) → Tuzlama ve Dinlendirme → Ambalajlama → Depolama (Olgunlaştırma) (2-3 ay) *Raw milk → Renneting (approximately 30 °C, coagulation complete in about 1-2 h) → Cutting (the coagulum is cut into cubes and the curds rested) → Herbs added and mixed into cheese curd → Draining → Pressing → Cheeses cut into blocks (7 x 7 x 2 cm dimensions) → Salting and Resting → Packaging → Storage (Ripening) (2-3 months)*

Şekil 1. Geleneksel yöntem ile otlu peynir üretim aşamaları (13)
Figure 1. Herby cheese production process with traditional method

Süt ve ürünlerinde birçok makro ve mikro elementler bulunmaktadır. Bulunan bu mineral maddeler, hem beslenme fizyolojisi açısından hem sütün fiziksel stabilitesi açısından hem de süt ve ürünlerinde yol açtıkları katalitik etkileri açısından oldukça önemlidirler (14).

Sütteki mineral maddeler, hayvanın ırkı, türü, laktasyon periyodu, meme hastalıkları, beslenme ve mevsim değişiklikleri gibi birçok faktörden etkilenmektedir (14, 15). Sütteki bu mineral madde değişimi dolayısıyla peynir üretiminde de fark edilmektedir. Ayrıca peynir yapımı sırasında kullanılan CaCl₂ gibi yardımcı maddeler, kullanılan ekipmanlar ve ilave edilen ot vb. katkı maddeleri de peynir bileşimindeki mineral maddelerde değişiklik yapmaktadır.

Van otlu peyniri üretiminde, üretim tekniği aynı olmakla beraber, peynir içerisine ilave edilen otlar ve miktarları, yapan kişilere ve tüketici isteklerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle standart bir üretim şekli olmadığı için, her peynirin kimyasal ve biyokimyasal özellikleri de değişmektedir. Bu konuda yapılan bazı araştırmalar bulunmasıyla beraber, bunların sayısının, fazla miktarda örnekle artırılması, ürünün mineral madde potansiyelini ortaya koymak açısından oldukça önemlidir.

Otlu peynirin mineral madde içeriği ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Tarakçı ve Küçüköner (16) Van piyasasından topladıkları 10 adet otlu peynir örneğinde Ca, P, Na ve Mg oranlarını sırasıyla 313.7±45.94, 552.6±49.5,

K, 4151±413 Ca ve 56.3±4.9 Mg µg/g olarak belirlenmiştir (17).

Planlanan bu çalışmanın temel amacı, Van otlu peynirinin otlarını ve üretim şeklini belirterek, daha fazla örnek sayısı ile peynirlerdeki mineral madde miktarlarını ortaya koymaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyali olarak Van ili merkezinde satılan 26 adet Van otlu peyniri kullanılmıştır. Peynirler, cam kavanozlara alınarak Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi laboratuvarına getirilmiş ve analiz edilinceye kadar 4±1°C'de bekletilmiştir.

Yöntem

Analiz yöntemi olarak, TS 3606'da belirtilen kuru yakma metodu kullanılmıştır (18). Bunun için porselen krozeeye alınan örnekler öncelikle etüvde kurutulmuş, daha sonra tedrici olarak artan kül fırınında 500-550°C'ye kadar yakılmıştır. Elde edilen küller nitrik asit çözeltisi ile çözündürülmüş ve 1 N nitrik asit çözeltisi ile de 100 ml'lik plastik şişelere kantitatif olarak aktarılmıştır. Bu çözelti stok örnek çözeltisi olarak kullanılmış ve bundan da uygun seyreltmeler yapılarak analiz örnekleri hazırlanmıştır. Ayrıca, hesaplamalarda kullanılmak üzere, bir şahit örnek de hazırlanmıştır.

Örneklerin Ca, Mg, K, Cu, Fe, Zn ve Mn

konsantrasyonları Y.Y.Ü. Merkez Laboratuvarı'ndaki Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı (Thermo Solaar AAS Spectrometry, Type M6 MK2, UK) ile sırasıyla 422.7-285.2-766.5-324.8-248.3-213.9-279.5 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Sulandırma katsayıları göz önünde tutularak hesaplamaları yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde SAS paket programı kullanılarak örneklerin temel istatistiki değerleri (minimum, maksimum, ortalama) belirlenmiştir (19).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Van otlı peynirlerinin mineral madde içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Ca, yaşamın her aşamasında, özellikle çocukluk, hamilelik, emzirme ve yaşlılık dönemlerinde yüksek oranda alınması gerekli bir mineraldir (20). Ayrıca, sütün besin değeri ve metabolik olaylarda oynadığı rolün yanı sıra peynirin

oluşumunda da önemli bir role sahiptir (14). Diğer peynirlerde olduğu gibi Van otlı peynirlerinde de 268.7- 678.7 mg/100 g değeri ile en fazla bulunan mineral maddedir. Bu değer, Tarakçı ve Küçüköner (16)'in otlı peynirler için buldukları değerlerden yüksek, aynı araştırmacıların otlu lorlar için belirledikleri değerlerden düşük ve Mendil (17)'in Van otlı peynirler için tespit ettiği değere de yakın bulunmuştur.

Ortalama 55.4 mg/100 g olarak belirlenen Mg değeri, Ezine peynirlerinde belirlenen değerden (35.03 mg/100) (21) ve otlu lorlarda tespit edilen değerden (38.50 mg/100g) yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, Van Otlı peynirine katılan otlardan kaynaklanmaktadır. Çünkü bilindiği gibi yeşil yapraklı bitkiler Mg yönünden zengindirler (22, 20). Mg mineralinin % 70'i çözünür formda %30'u ise koloidal formda olduğundan, haşlama yöntemi kullanarak elde edilen diğer peynirlerde de bu değer, Van Otlı peynirine göre düşüktür (17, 23).

Van otlı peynirlerinin K miktarları 84.6 ile 163.2 mg/100 g arasında bulunmuştur. Belirlenen bu

Çizelge 2. Van otlı peynirinin mineral madde içeriği
Table 2. Mineral content of Van herby cheese

Örnek	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	K (mg/100g)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)
1	268.7	52.0	143.2	8.13	0.38	10.42	0.92
2	481.4	78.2	163.2	10.64	1.33	13.45	0.82
3	328.1	50.9	129.5	14.97	0.67	14.95	1.42
4	537.1	38.4	111.0	17.45	2.23	10.30	2.26
5	409.7	46.2	130.6	23.64	0.75	5.37	0.66
6	438.7	26.3	121.3	15.98	0.74	10.58	1.56
7	363.3	64.2	112.9	14.92	1.21	12.27	0.81
8	461.4	49.6	119.0	16.95	0.78	11.19	1.25
9	438.9	65.9	109.4	23.49	1.08	9.60	1.05
10	432.0	68.2	105.3	11.62	0.77	6.97	0.69
11	471.7	35.6	118.8	15.46	1.03	13.27	0.93
12	525.2	63.3	100.3	21.66	1.21	9.17	0.91
13	514.0	80.8	137.6	16.94	0.72	12.90	1.31
14	350.7	56.5	107.1	10.28	1.15	8.13	0.72
15	472.3	67.5	153.9	16.87	2.22	9.30	1.31
16	451.5	36.6	98.7	11.79	1.59	29.95	2.60
17	642.9	70.9	84.6	25.94	1.20	5.83	0.42
18	334.1	58.2	128.1	12.20	0.83	14.55	0.68
19	602.3	79.8	105.2	24.01	1.22	8.22	0.62
20	342.5	35.0	107.7	9.97	0.71	17.23	1.44
21	470.5	46.0	97.7	14.19	0.44	3.14	0.35
22	407.9	46.5	101.8	15.29	0.55	9.32	0.60
23	378.6	46.8	100.1	9.91	0.70	8.59	0.29
24	374.4	57.5	97.5	12.88	0.96	8.67	0.89
25	339.3	59.9	117.7	12.55	1.10	14.32	0.65
26	678.7	58.4	116.5	19.20	1.22	13.48	2.44
Ortalama	442.9	55.4	116.1	15.65	1.03	11.20	1.06
Min.	268.7	26.3	84.6	8.13	0.38	3.14	0.29
Mak.	678.7	80.8	163.2	25.94	2.23	29.95	2.60

değer, İtalyan peyniri Crescenza ve Squacquareone peynirlerinin K miktarlarına benzer (23), Beyaz peynir (24), Tokat peyniri, Erzincan Tulum peyniri, Ordu Çerkez peyniri, Çeçil peyniri gibi diğer yöresel peynirlerden de (17) oldukça yüksek bulunmuştur. Bundaki etken; hem yeşil bitkilerin K minerali açısından zenginliği (20), hem de Van otlu peynirinin genellikle ilkbahar ve yaz aylarında üretilmesi ve bu aylarda sütlerdeki K içeriğinin yüksekliğinden (25) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Zn, Mn, Fe ve Cu mineralleri mikroelement olarak süt ve ürünlerinde bulunmalarına rağmen, oldukça önemli fonksiyonlar göstermektedirler. Bu minerallerin süt ve süt ürünlerindeki miktarları toksik seviyenin çok altındadır. Fakat çeşitli çevresel sebeplerle miktarları arttığında toksik etki kaçınılmaz olmaktadır (26). Peynirler arasında bu metaller açısından da oldukça önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Bundaki en önemli etken ise; peynirlere ilave edilen otların bu metaller açısından daha zengin olabileceği ve peynirlere bu otların farklı seviyelerde katılmış olabileceğidir.

Van otlu peynirlerinde ortalama 15.65 mg/kg seviyesinde belirlenen Zn minerali, Kılıçel ve ark. (27)'nin otlu lorlarda belirledikleri değerden, Tarakçı ve Küçüköner (16)'in otlu peynir, otlu lor ve otlu cacıklarda tespit ettikleri değerlerden düşük, Mendil (17)'in Tokat peyniri, Kayseri Çömlek peyniri, Çeçil peynir ve diğer bir grup yöresel peynirlerde belirlediği değerlerden de yüksek bulunmuştur.

Aynı durum, diğer birçok peynir çeşidiyle kıyaslandığında Mn, Fe ve Cu mineralleri için de geçerlidir. Genellikle bu mikroelementler açısından Van otlu peynirleri oldukça zengin görünmektedirler. Bu elementler, süt ve süt ürünlerinde minör düzeyde olmalarına karşın, yeşil yapraklı sebzeler oldukça zengindirler (20, 27, 29). Ayrıca yapılan çalışmalarda, yaz dönemi sütlerinde Fe mineralinin yüksek olabileceği bildirilmektedir (26, 30). Bu durumda, sırasıyla 1.03, 11.20 ve 1.06 mg/kg seviyesinde Mn, Fe ve Cu belirlenen otlu peynirlerin diğer araştırmalardaki değerlerden yüksek bulunuşu normal kabul edilmektedir (17, 21, 31).

Bu çalışmada kullanılan Van otlu peynirlerinin mineral madde içerikleri arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen bu varyasyon, birçok faktörden (beslenme, genetik faktörler, laktasyon periyodu, olgunlaşma düzeyi ve kullanılan

farklı süt oranları) kaynaklanabileceği gibi, temelde kullanılan ot çeşit ve miktarı arasındaki farklılıktan ve üretimde standart bir tekniğin bulunmamasından etkilenmektedir. Bu bakımdan, en kısa sürede Van Otlu peynirinin standart bir üretim şeklinin belirlenmesi zorunluluk olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Coşkun H, Tunçtürk Y. 1998. Geleneksel Süt Ürünleri V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Prod. Merk. No: 621, Ankara, s.20-32.
2. Erkan EM, Çiftçioğlu G, Vural A, Aksu H. 2007. Some microbiological characteristics of herbed cheeses. *Journal of Food Quality*, 30, 228-236.
3. Coşkun H, Öztürk B. 1998. Van Otlu Peynirinin Tüketim Alışkanlıkları Yönünden İncelenmesi. *Y.Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 5(1): 38-46.
4. Yetişmeyen A, Yıldırım M, Yıldırım Z. 1995. Otlu Peynir Üretim Tekniğinin ve Kalite Özelliklerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. TÜBİTAK Proje No: TBGAG-88.
5. Durmaz H, Sağun E, Tarakçı Z, Özgökçe F. 2006. Antibacterial activities of *Allium vineale*, *Chaerophyllum macropodium* and *Prangos ferulacea*. *Afr J Biotechnol*, 5(19), 1795-1798.
6. Akyüz N, Coşkun H. 1996. *Van Otlu Peynirlerinin Üretimi ve Peynire Katılan Otların Peynirin Çeşitli Özellikleri Üzerine Etkileri*. Demirci M (Editör). "Her Yönüyle Peynir" Hasad Yayıncılık, İstanbul. 208-216.
7. Yetişmeyen A. 1997. Otlu peynir üretim tekniğinin ve kalite özelliklerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. *Turk J Agric For*, 21: 237-247.
8. Çoksöyler N, Özgökçe F, Özrenk E, Özkarslı Ş, Öndül E, Akbay M, Gülbay S, Özok G, Çıplak E. 2007. *Van İli Geleneksel Gıdaların Envanteri*. İyi İşler Matbaacılık İstanbul, Türkiye, 92 p.
9. Tunçtürk M, Tunçtürk R, Şekeroğlu N, Ertuğ MM, Özgökçe F. 2011. Lead concentrations of herbs used in Van herby cheese. *Natural Product Communications*. 6:10, 1473-1474.
10. Coşkun H. 1998. Microbiological and biochemical changes in herby cheese during ripening. *Nahrung*, 42: 309-313.
11. Tarakçı Z, Coşkun H, Tunçtürk Y. 2004. Some properties of fresh and ripened herby cheese, a traditional variety produced in turkey. *Food Technol. Biotechnol.*, 42(1): 47-50.

12. Coşkun H, Öztürk B. 2000. Vitamin C contents of some herbs used in Van herby cheese (Van Otlu Peyniri). *Nahrung* 44, 379-380.
13. Coşkun, H. 2005. Otlu Peynir. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:31, Bolu, Türkiye.
14. Metin, M. 1996. *Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:33. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova-İzmir.623 s.
15. Üçüncü, M., 2005. *Süt ve Mamülleri Teknolojisi*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir. ISBN 975-98951-3-7.
16. Tarakçı Z, Küçüköner E. 2008. Comparison of basic nutrients, mineral and heavy metal contents of herby dairy products. *Int J Food Sci Technol.*, 43:216-219.
17. Mendil D. 2006. Mineral and trace metal levels in some cheese collected from Turkey. *Food Chem.*, 96: 532-537.
18. Anon 1995. TS 3606 "Gıdalarda Metal İyonlarının Tayini". Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar, Ankara.
19. SAS/STAT 2006. Software: Changes and Enhancements Through Release 6.12. *SAS Institute Inc*. SAS Campus Drive Cary, NC 27513.
20. Saldamlı İ. 2007. *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara. ISBN:978- 975-491-190-9.
21. İşleten, M., Uysal-Pala, Ç., Karagül-Yüceer, Y., 2007. Ezine Peynirinin Mineral Madde İçeriği. *GIDA* 32 (4): 173-179.
22. Walstra P, Jenness R. 1984. *Dairy Chemistry and Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
23. Lante A, Lomolino G, Cagnin M, Spettoli P. 2006. Content and characterisation of minerals in milk and in Crescenza and Squacquerone Italian fresh cheeses by ICP-OES. *Food Control*, 17: 229-233.
24. Merdivan M, Yılmaz E, Hamamcı C, Aygün RS. 2004. Basic nutrients and element contents of white cheese of Diyarbakır in Turkey. *Food Chem.*, 87, 163-171.
25. Kılıç A, Kılıç S. 1994. *Yem(leme) ve Süt*. Bilgehan Basımevi. Bornova-İzmir. 287 s.
26. Özrenk E. 2002. Van ili ve ilçelerinde üretilen inek sütlerinin ağır metal kirlilik düzeyi ve bazı mineral madde içerikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Van.
27. Kılıçel F, Tarakçı Z, Sancak H, Durmaz H. 2004. Otlu Lorların Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri. *YYÜ Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(1):41-45.
28. Schiele R. 1991. Manganese In: metals and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance, Merian E. (ed). VCH. Vet-lag segsellschaft mbh. Wemheim New York 1035-1044.
29. Miller DD. 1996. Minerals. In: "Food Chemistry". Fennema OR(Ed), 3rd ed., Marcel Dekker Inc., New York, USA. 1069 p.
30. Larsen J, Werner H. 1985. Heavy metals in market milk products. *Beretningfra- Statens-Mejeriforsog*, 32, 262.
31. Suhaj, M., Koreňovska, M. 2008. Correlation and distribution of elemental markers of origin in the production of Bryndza sheep cheese. *Food Chem.*, 107:551-557.

HALOFİLİK LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ VE GIDA SANAYİSİNDE KULLANIM ALANLARI

Seda Tahtacı, Gülden Başıyigit Kılıç*

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Burdur

Geliş tarihi / Received: 25.01.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 01.04.2015

Kabul tarihi / Accepted: 06.04.2015

Özet

Halofilik laktik asit bakterileri (HLAB), gelişmeleri için tuza gereksinim duyan, yüksek tuz konsantrasyonunu (>%18) tolere edebilen veya tuz-seven bakteriler olarak tanımlanmaktadır. HLAB, tuz içeriği yüksek fermente gıdalarda görülen baskın mikroorganizmalardır. Özellikle *Tetragenococcus* ve *Pediococcus* türlerinin fermantasyonda önemli rol oynadıkları bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda *Tetragenococcus halophilus*, *Tetragenococcus muriaticus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum* türleri yaygın olarak tespit edilmiştir. HLAB, başlatıcı kültür olabilmeye, aroma bileşenleri ve organik asit üretebilme özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde önemli yere sahiptir. Bu bakteriler tarafından üretilen laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler patojen mikroorganizmaların gelişmesini inhibe ederek üründe bozulmayı azaltır, aynı zamanda lezzet gelişimine katkıda bulunur. Ayrıca bu mikroorganizmalar tarafından üretilen β -karoten, poli- β -hidroksialkonat, ekzopolisakkaritler, enzimler, ektoin ve gliserol gibi belli özel bileşikler endüstride kullanılmaktadır. Bu derleme çalışmasında gıda sanayisinde önemli yere sahip olan HLAB hakkında bilgi verilmiş, bu bakterilerin üretimde kullanılmalarına yönelik yapılmış çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Halofilik laktik asit bakterileri, tuz, ürün geliştirme

HALOPHILIC LACTIC ACID BACTERIA AND THEIR APPLICATION IN THE FOOD INDUSTRY

Abstract

Halophilic lactic acid bacteria (HLAB) are microorganisms that can live in high salt concentrations (>18%) and they are described as salt-loving bacteria. HLAB are dominant bacteria in the fermented foods contain higher salt. Especially *Tetragenococcus* and *Pediococcus* species play important role in the fermentation. *Tetragenococcus halophilus*, *Tetragenococcus muriaticus*, *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus plantarum* species have been commonly determined in previous studies. HLAB are significant in food industry due to produce flavoring components, organic acid and to be starter culture. Organic acids such as lactic acid and acetic acid produced by these bacteria reduce spoilage of products by inhibiting pathogenic microorganisms, and also contribute to development of flavor. In addition to these features, certain specific compounds as β -carotene, poly- β -hydroxyalconate, exopolysaccharides, enzymes, ectoine and glycerol are used in industry. In this review, information is given about HLAB and previous studies in this area were reviewed.

Keywords: Halophilic lactic acid bacteria, salt, product development

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ gkılıç@mehmetakif.edu.tr,

© (+90) 248 213 2724,

☎ (+90) 248 213 2704

GİRİŞ

Laktik asit bakterileri (LAB), gıda fermantasyonlarındaki temel fonksiyonları sebebi ile oldukça önemli yere sahip olan mikroorganizmalardır. LAB, süt ve süt ürünlerinde, bitki ve bitki atıklarında, et ve et ürünlerinde, sıcakkanlı canlıların sindirim sisteminde bulunmaktadır (1, 2).

Halofilik laktik asit bakterileri (HLAB) gelişmeleri için tuza gereksinim duyan ve yüksek tuz konsantrasyonunu (>%18) tolere edebilen bakteriler olarak tanımlanmaktadır. Halofilik mikroorganizmalar tuz-seven olarak da tanımlanmaktadır. Halofilik mikroorganizmaların tuz gereksinimleri ve tuz toleransları türlere göre farklılık göstermektedir. Larsen (1962), <%2 NaCl konsantrasyonunda gelişen bakterileri halofilik olmayan, %2-5 NaCl konsantrasyonunda gelişenleri hafif halofilik, %5-20 NaCl konsantrasyonunda gelişenleri orta halofilik ve %20-30 NaCl konsantrasyonunda gelişenleri ise aşırı halofilik mikroorganizmalar olarak tanımlamıştır (3).

Yapılan bu derleme çalışmasında özellikle Uzak Doğu ülkelerinde tuzlu fermente gıdalardan izole edilen HLAB hakkında bilgi verilmiş, bu bakterilerin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılmış çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

HALOFİLİK LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ

HLAB, Uzak Doğu mutfağında önemli yer tutan soya sosu, kimçi, fermente siyah fasulye, hardal, ançüez gibi geleneksel fermente tuzlu gıdaların üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca bu mikroorganizmalar tarafından üretilen β -karoten, poli- β -hidroksialkonat, ekzopolisakkaritler, yüksek tuzlu ortamlarda ürettikleri enzimler, ektoin ve gliserol gibi belli özel bileşikler endüstride kullanılmaktadır (4, 5). HLAB tarafından üretilen β -karoten güçlü bir antioksidan olup gıdalarda, poli- β -hidroksialkonat dönüştürebilir plastik üretiminde, ekzopolisakkaritler ise yapıştırıcı ve ilaç sanayisinde kaplama materyali olarak, ayrıca tekstil, kozmetik sanayisinde kullanılmaktadır. Bu mikroorganizmalar tarafından yüksek tuzlu ortamlarda üretilen enzimler ve ektoin, yaşlanmayı yavaşlatıcı etkisi, kuru ve yıpranmış ciltleri onarma özelliği ile cilt bakım ürünlerinde, gliserol ise ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır (4, 6-9). Fermente ürünlerden izole edilen HLAB arasında *Tetragenococcus* ve *Pediococcus* türlerinin baskın florayı oluşturdukları belirtilmektedir (10). Yapılan çalışmalarda *T. halophilus*, *T. muriaticus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum* türleri fermantasyonda yaygın olarak tespit edilmiştir. 2012 yılına kadar *T. halophilus*, *T. muriaticus*, *T. solitarius*, *T. koreensis* olmak üzere 4 tür olarak bilinen *Tetragenococcus* cinsine *T. osmosphilius* beşinci tür olarak eklenmiştir (11).

Pediococcus ve *Tetragenococcus* cinsleri Gram pozitif, katalaz ve oksidaz negatif, mikroaerofilik olan tipik LAB cinsleridir. Bu bakteriler homofermentatif olup, laktik asit üretirler, fakat glukozdan CO₂ üretmez ve nitratı indirgemezler. L (+) laktik asit üreten *Pediococcus clausenii* dışında bütün pediyokoklar glukoz fermantasyonu sonunda ana ürün olarak DL laktik asit üretirken, tetragenokoklar L (+) laktik asit üretmektedir. Bu bakterilerin sahip oldukları peptidoglukan yapıları benzerdir. Hücreleri oval veya ince uzun olmayıp, tetrat şekilleri ile diğer LAB'tan ayrılmaktadır (12-14). Tetragenokoklar pediyokoklardan yüksek tuz konsantrasyonlarına toleransları (>%18 NaCl) ve pH 5.0-9.0 arasında gelişebilme özellikleri ile ayrılmaktadır. Pediyokoklar pH 5.0'da gelişme gösteren asidurik mikroorganizmalardır. Pediyokoklar fenotipik ve genotipik olarak *Lactobacillus casei/paracasei*'ye daha çok benzerlik gösterirken *Tetragenococcus* cinsine uzak akrabadır (12). Halofilik tür olan *Pediococcus halophilus*'un *Enterococci* ve *Carnobacteria*'ya diğer pediyokoklardan daha fazla benzerlik gösterdiği belirlenmiş ve bu türün üyelerinin *T. halophilus* olarak isimlendirilmesi önerilmiştir (12, 15). Dobson ve ark. (16) pediyokoklar arasındaki filogenetik ilişkiyi araştırmak için 16S rRNA gen analizleri ve HSP60 proteini araştırmaları yapmıştır ve bu çalışma ile de *T. halophilus*'un diğer pediyokok türlerine filogenetik açıdan benzerlik göstermediği bir kez daha tespit edilmiştir.

Halotolerant veya halofilik mikroorganizmaların yüksek tuz konsantrasyonlarına hızlı bir şekilde adapte olabilme yetenekleri, bakterilerin canlılıklarını devam ettirebilmeleri için sahip olmaları gereken önemli bir özelliktir (17). Mikroorganizmaların hücre dışında artan NaCl konsantrasyonlarına karşı sağladıkları adaptasyon, hücre sitoplazmalarında çeşitli küçük molekülleri biriktirmeleri ile dışarıda artan ozmotik basınca karşı koyma şeklinde gerçekleşmektedir. Tuz stresine diğer adıyla ozmolitlere karşı mikroorganizmaların verdiği yanıt olarak organik çözünenlerin biriktirilmesi mikroorganizmaların sahip oldukları ilginç mekanizmalar olarak belirtilmektedir. Ozmotik basıncın dengelenmesinde inorganik katyonlar (K⁺ ve bazı hücrelerde Na⁺) önemli rol oynamaktadır. Ozmolitler hücre tarafından sentezlenebilir ya da besi ortamından hücre içine taşınabilirler (18-20).

HLAB'IN İZOLASYONU VE TANIMLANMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Uzak Doğu mutfağının vazgeçilmez lezzeti olan soya sosu, Korelilerin tüm dünyaya tanıttıkları kimçi, fermente balık ile hazırlanan Japon yemeği izushi, Tayvan'a özgü siyah fasulye ve hardal gibi farklı fermente gıdalardan HLAB izolasyonuna yönelik pek çok araştırma bulunmaktadır. Satomi

ve ark. (21) tarafından Japonya'da yapılan bir araştırmada, kalamar karaciğer sosundan izole edilmiş olan 11 adet orta halofilik bakterinin fenotipik, genotipik ve filogenotipik özellikleri araştırılmıştır. Suşların fiziksel, morfolojik ve kemotaksonomik karakterlerine göre *Tetragenococcus* türüne ait oldukları belirlenmiştir. DNA-DNA hibridizasyon çalışmaları, izolatların *T. muriaticus* olarak önerilen yeni bir *Tetragenococcus* türünü temsil ettiğini göstermiştir. Tayvan'a özgü geleneksel fermente hardalda (suan-tsai) bulunan LAB'ın izolasyonu, tanımlanması ve karakterize edilmesi için yapılan bir çalışmada ise fenotipik ve biyokimyasal özellikler 2 farklı bakteri grubunu tanımlamıştır. Elde edilen sonuçlar *P. pentosaceus*'un fermantasyonun başlangıcında baskın olduğunu ancak fermantasyonun ileri aşamasında tuzla daha fazla toleranslı olan *T. halophilus*'un, *P. pentosaceus*'un yerini aldığı ortaya koymuştur. Bütün izolatların %6 NaCl konsantrasyonu içeren sıvı besiyerinde geliştiği belirtilirken, sadece *T. halophilus*'un %10 NaCl konsantrasyonunda canlılığını sürdürdüğü tespit edilmiştir (22). Yapılan başka bir araştırmada 3 farklı üreticiden, 30 adet geleneksel Tayvan yemeği olan fermente siyah fasulye (dochi) toplanmıştır. Örneklerden 52 adet LAB izolatu elde edilmiş ve bakteriler fenotipik ve genotipik olarak sınıflandırılmıştır. Fermente siyah fasulyeden izole edilen LAB arasında en çok bulunan tür *Enterococcus faecium* olmuştur. Bütün izolatlar %6 NaCl içeren besiyerinde gelişirken *Enterococcus*, *Pediococcus* ve *Tetragenococcus* türleri, %10 NaCl içeren besiyerinde gelişme göstermiştir (23). Chao ve ark. (24) Asya bölgesinde çok popüler bir atıştırmalık yiyecek olmasına rağmen, mikrobiyel çeşitliliği ve özellikle LAB florası araştırmaları zayıf kalmış olan tofu üzerine çalışmıştır. Yapılan çalışmada klasik tofunun tuzlu fermente suyundan, sert soya peyniri suyu ve yumuşak soya peyniri suyundan 168 adet bakteri izole edilmiştir. RAPD analizleri ve 16S rDNA sekans analizleri ile incelenen bakteriler arasında 2 adet *Enterococcus*, 14 adet *Lactobacillus*, 3 adet *Lactococcus*, 6 adet *Leuconostoc*, 1 adet *Pediococcus*, 2 adet *Streptococcus* ve 4 adet *Weissella* türü olduğu belirlenmiştir. Chao ve ark. (25) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise Tayvan'ın geleneksel hardal ürünlerinden olan suan-tsai ve fu-tsai örneklerindeki LAB çeşitliliği ve suşların farklı tuz konsantrasyonlarına dayanıklılıkları belirlenmiştir. 16S rRNA sekans analizleri ile LAB'ın mikrobiyel çeşitliliğinin belirlenmesi için bu ürünlerin 5 farklı üretim basamağından izolasyon yapılmıştır. 500 adet LAB izolatu içerisinde tanımlanan 119 adet bakterinin *Enterococcus* (1 tür), *Lactobacillus* (11 tür), *Leuconostoc* (3 tür), *Pediococcus* (1 tür) ve *Weissella* (2 tür) olmak üzere 5 cins ve 18 türe ait olduğu saptanmıştır. Araştırılan 119 adet suşun yaklaşık %94.9'u %8 NaCl konsantrasyonundaki ortamda canlılığını sürdürebilmiştir. *Lactobacillus brevis*,

L. plantarum, *Leuconostoc pseudomesenteroides* ve *P. pentosaceus*'e ait olan 6 suş ise %8 NaCl konsantrasyonunda canlılığını sürdürememiştir. Cui ve ark. (26)'nın yaptığı bir çalışmada *T. halophilus*'un soya fasulyesi ezmesinde baskın olarak bulunduğu saptanmıştır. Güney Doğu Hindistan'a ait geleneksel fermente soya fasulyesinin fizyokimyasal analizi ve LAB'ın moleküler karakterizasyonu amacıyla yapılan başka bir çalışmada, mikrobiyolojik analizler örneklerin yüksek sayıda aerobik mezofilik bakteri ve düşük sayıda maya ve küf içerdiğini göstermiştir. Bütün ürünlerdeki baskın bakterilerin LAB, *Bacillus* ve *Staphylococcus* türlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Örneklerdeki LAB'ın *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* türlerine ait olduğu belirlenmiştir (27). Kim ve ark. (28) tarafından yapılan bir çalışmada Kore'ye ait, tuz ile hazırlanmış geleneksel fermente bir deniz ürünü olan Jeotgal'in mikrobiyel çeşitliliği incelenmiştir. %26 ve %30 arasında NaCl içeriğine sahip iki üründe yapılan incelemede, her iki üründe de mikrobiyel çeşitlilikte fark saptanmamıştır. 16S rDNA gen dizi analizleri ile baskın olarak bulunan HLAB'ın *T. halophilus* ve *T. muriaticus* olduğu belirlenmiştir. *T. halophilus* ve *T. muriaticus* Endonezya soya ezmesi, Japon soya sosu, tuzlu ançüez, fermente kara bezelye, hardal ve Endonezya karides ezmesi (terasi) gibi gıdalardan da izole edilmiştir (22, 23, 29).

Tahtacı (2014) tarafından Burdur ve yöresindeki sofralık zeytinlerle yapılan çalışmada, 135 adet zeytin örneği incelenmiştir. Örneklerden %7 NaCl konsantrasyonunda de Man, Rogosa, Sharpe (MRS) katı besiyerine yayma yöntemi ile ekim yapılmış, morfolojik özellikleri birbirinden farklı, çubuk ve kok şekilli 105 adet Gram pozitif, katalaz negatif HLAB izole edilmiştir (Tahtacı, 2014, Basılmamış veri).

HLAB'IN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Fermantasyon süresince gıdalarda birçok kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler meydana gelmekte ve sonuç olarak ürünün karakteristik tat, koku, aroma, tekstür ve renk gelişimleri gerçekleşmektedir. Her zaman aynı tat ve aromada, aynı yapı ve görünüşte kısacası standart kalitede ürünlerin üretimi ancak başlatıcı kültürlerle sağlanabilmektedir (30). Yapılan çalışmalarda gıda endüstrisinde kullanılan HLAB'ın, ürünlerin teknolojik özelliklerinin gelişmesi üzerine pek çok olumlu özelliği tespit edilmiştir. HLAB proteaz ve peptidaz enzimleri sayesinde sütteki proteinleri hidrolize etmekte ve aminopeptidaz enzimleri ile aminoasitlerin salınımında önemli rol oynamaktadır (31). Sakagucki (32) tarafından 1970'lerde soya sosu püresinden izole edilen halotolerant *T. halophilus* NBRC 12172'nin pH düşüşünde önemli olduğu ve modern soya sosu

fermantasyonunda tat oluşumuna ve ürün kalitesinin geliştirilmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu suşun tuza olan yüksek direnci ve yüksek miktarda enzim üretim özelliği ile endüstriyel uygulamalar için önemli bir kaynak olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Sofralık yeşil zeytinlerin fermentasyonunda uygun şartları belirlemek amacıyla Quintana ve ark. (33) tarafından yapılan çalışmada, zeytinlerin salamura suyundan 4 adet *L. plantarum* izole edilmiştir. İzolatların MRS sıvı besiyerinde gelişme hızları ve asit oluşturma yetenekleri, yeşil zeytin salamurasında 4.5 ve 5.0 pH değerleri, %3, %4 ve %5 NaCl konsantrasyonu ve 9, 12, 15 °C'de gelişme özellikleri araştırılmıştır. MRS sıvı besiyerinde asidifikasyonu etkileyen en önemli parametrenin sıcaklık olduğu saptanmıştır. Maksimum asidifikasyon 13 °C'de yaklaşık %3.3 NaCl konsantrasyonunda sağlanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde uygun başlatıcı kültür kullanımı ile %3 NaCl konsantrasyonu ve pH 5.0'da, düşük sıcaklıkta normal yeşil zeytin fermentasyonunun gerçekleşebileceği belirtilmiştir. Korukluoğlu ve ark. (34)'nin taze zeytin mikroflorasında bulunan LAB'ın belirlenmesi üzerine yaptığı bir başka çalışmada, incelenen 18 örneğin yalnızca 12'sinden LAB izole edilebilmiştir. Bakterilerin 15 °C'de ve %10 tuzda gelişme yeteneğinde olması, fazla sayıda karbon kaynağından yararlanması ve homofermentatif olup, gazlı bozulmalar yönünden tehlike oluşturmamaları nedeniyle *L. plantarum* ve *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* türlerinin doğal veya aşılmalı zeytin fermentasyonunda başlatıcı kültür olarak kullanımının uygun olabileceği belirtilmiştir.

Hypophthalmichthys molitrix (Gümüş Sazanı)'den elde edilen balık sosu fermentasyonunda soya sosu (koji) ve *T. halophilus*'un etkisinin incelendiği bir çalışmada, koji ve LAB olmadan hazırlanan balık sosunda düşük seviyede organik asit, toplam azot ve organik materyal belirlenmiştir. Soya sosunun kullanılması bu kalite parametrelerinde artışa ve balık sosundaki aminoasit miktarının artmasına sebep olmuştur. Soya sosu içeren balık sosuna *T. halophilus* eklenmesi ise, fermentasyon başlangıcındaki pH seviyesini düşürmüştür. Yapılan çalışmada *T. halophilus*'un Gümüş Sazanı balık sosu fermentasyonunda önemli rol oynadığı belirtilmiştir (35). Bir başka çalışmada ise, geleneksel Kore yemeği olan kimçiden izole edilen LAB'ın tanımlanması ve fermente sucuk üretiminde başlatıcı kültür olarak kullanılması üzerine çalışılmıştır. Bunun için tuzlu çin lahanası, pırasa, kırmızı biber tozu, sarımsak, zencefil ve şekerden oluşan baechu-kimchi tarifine göre hazırlanmış olan kimçiden toplam 31 adet *Lactobacillus* suşu izole edilmiştir. İzolatlar, *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sake* ve *Leu. mes. mes. /dent* olarak tanımlanmıştır. Bu izolatlar arasında *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum* ve

L. sake'nin fermente sucuğa özgü şartlarla modifiye edilmiş sıvı besiyerindeki metabolik özellikleri ve gelişme profili incelenmiştir. Sonuçlara göre *L. curvatus* özel çevre şartlarına uyum sağlayamamış, *L. brevis* 8.18 KOB/ml, *L. plantarum* 8.51 KOB/ml ve *L. sake* ise 8.17 KOB/ml gelişme göstermiştir. *L. curvatus*, *L. plantarum* ve *L. sake* yüksek derecede asitlik meydana getirirken, *L. brevis*'in pH değerini çok az düşürdüğü gözlenmiştir. Glukoz fermentasyonu sonucuna göre ise yalnızca *L. plantarum* homofermentatif özellik göstermiştir. Kimçiden izole edilen izolatlar arasında sadece *L. plantarum*'un fermente sucuğun kompleks yapısına uyum sağlama yeteneğinde olduğu belirtilmiştir (36). Udomsil ve ark. (31)'nin yaptığı bir çalışmada ise, balık sosu fermentasyonunda *T. halophilus*'un %26-30 NaCl içeren ortamda balık proteinlerini hidrolize edebildiği ve başlatıcı kültür olma özelliği taşıyabileceği belirlenmiştir.

HLAB'ın ürettiği laktik asit, asetik asit gibi organik maddelerin bazı patojen bakteriler üzerinde antimikrobiyel etki gösterip, bu bakterileri inhibe ettiği de yapılan bazı araştırmalar ile ortaya konmuştur. Japon fermente deniz ürünlerinden izole edilen antibakteriyel metabolit üreten *P. pentosaceus* Iz3.13 suşunun deniz ürünlerinde salgınlara sebep olan *Listeria* ve *Clostridium botulinum* bakterilerinin gelişmelerini inhibe ettiği belirlenmiştir. 100 °C'de 15 dakika ve pH 2-8 aralığında aktif olan bakteriyosinin *Listeria monocytogenes*'e karşı bakterisidal ve bakteriyolitik etki gösterdiği tespit edilmiştir (37). Morales ve ark. (38)'nin Meksika'ya ait geleneksel Cotija ve doble crema peynirlerinden izole edilen halotolerant veya halofilik LAB'ı tanımladığı bir çalışmada, en yüksek proteolitik aktivite *T. halophilus* ve *L. plantarum* suşlarında tespit edilmiştir. En yüksek asit oluşturan mikroorganizma *L. pentosus* ve *L. plantarum* iken, *T. halophilus*'un asit oluşturma özelliğinin yavaş olduğu saptanmıştır.

Gıda endüstrisinde HLAB'ın sağladığı bir başka olumlu özellik, mikroorganizmaların aroma maddesi üretme yetenekleridir. Aroma bileşenleri ürünlerin karakteristik tat ve kokusunun oluşmasında önemlidir (39). HLAB glutamik asit, aspartik asit, lizin, alanin, glisin ve triptofan içeren çok sayıda peptid ve aminoasitleri üretmek için protein yapıları ile reaksiyona girecek enzimleri üretir. Bu protein yapıları son ürünün lezzet oluşumuna katkıda bulunmaktadır (26). HLAB tarafından üretilen aminoasitler, peptidleri ve/veya oligopeptidleri lezzet oluşumu için öncü madde olan aminoasitlere dönüştürmede rol oynarlar (31). Bu bakteriler tarafından üretilen laktik asit ve asetik asit lezzet gelişimine katkıda bulunur (26). Balık sosundan izole edilen *T. halophilus* ile yapılan pek çok çalışmada fermentasyon süresince bu bakterinin kalite artırıcı özellikleri belirlenmiştir (32, 40, 41). *T. halophilus*'un asit üretiminde,

ürünlerin parlak renginin sürdürülmesinde, maya gelişmesinin indüklenmesinde, arzu edilen lezzetin geliştirilip, istenmeyen kokuların maskelenmesinde önemli olduğu ortaya konmuştur (42). Cui ve ark. (26)'nın yaptığı bir çalışmada *T. halophilus* T5, *Zygosaccharomyces* ve *Torulopsis candida* ile fermente edilmiş soya fasulyesinde 25 adet uçucu bileşik tespit edilirken, kontrol soya fasulyesi ezmesinde ise 13 adet uçucu bileşik belirlenmiştir. Karışık mikroorganizma içeren fermente soya fasulyesi ezmesi, kontrol soya fasulyesi ezmesi ile kıyaslandığında daha yüksek konsantrasyonda laktik asit içerdiği de tespit edilmiştir. *T. halophilus* T5 yüksek tuz konsantrasyonunda kuvvetli fermantasyon ve hızlı asidifikasyon özelliği gösterdiği için farklı yan ürünler oluşturmuştur. Soya fasulyesi ezmesinde fermantasyonun son aşamasında *T. halophilus*'un baskın olarak bulunduğu belirlenmiştir. Aroma maddesi üretimiyle ilgili yapılan başka bir çalışmada ise, yumuşak ve yarı-sert peynirlerden izole edilen 9 adet halofilik ve alkalofilik bakterinin genel olarak format, asetat, etanol ve laktat oluşturdukları tespit edilmiştir (43). Lee ve ark. (39) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, soya sosundan izole edilen *T. halophilus*'un ürettiği 107 adet uçucu madde tanımlanmıştır. *T. halophilus* ile işlenmiş soya sosu örneklerindeki en önemli uçucu maddelerin asetik asit, formik asit, benzaldehit, metil asetat, etil 2-hidroksiopronat, 2-hidroksi-3-metil-2-siklopenten-1-on ve 4-hidroksi 3-metioksibenzaldehit olduğu tespit edilmiştir.

HLAB'ın gıda endüstrisinde kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli özelliklerinden bir tanesi bu bakterilerin biyojen amin üretme yetenekleridir. Biyojen aminler, aminoasitlerin dekarboksilasyonu ya da aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyonu ile oluşan temel azotlu bileşikler olarak tanımlanmaktadır (44-45). Biyojen aminler temelde gıdalardaki aminoasitlerin, mikroorganizmaların dekarboksilaz enzimleriyle dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadır. Biyojen aminler büyük ölçüde proteince zengin gıdalar ve fermente gıdalarda oluşmaktadır (46). Biyojen aminler genellikle gıdalarda önemli seviyelerde bulunduğunda, insanlar için ciddi bir sağlık tehlikesi olarak kabul edilmektedir (47). Birçok çalışmada farklı bakteri suşlarının biyojen amin ya da amin dekarboksilaz enzimi ürettiği ortaya konmuştur. Gıdalarda önemli olan biyojen aminler; dopamin, feniletamin, histamin, kadaverin, oktopamin, putresin, serotonin, spermidin, spermin, tiramin ve triptamindir (48).

Kimura ve ark. (49) tarafından yapılan bir çalışmada balık sosundan izole edilen HLAB olan *T. muriaticus*'un histamin oluşturması incelenmiştir. Histamin varlığı balığın bakteriyolojik bozulmasına işaret eden kimyasal bir indeks olarak kabul edilmektedir (50). Araştırmada histamin oluşumu %3-20 NaCl konsantrasyonunda gözlenmiştir.

Optimum histamin oluşumu %3-7 NaCl konsantrasyonunda meydana gelirken, %20 NaCl konsantrasyonunda bile histamin oluşumunun önlenemediği tespit edilmiştir.

Tsai ve ark. (51)'ı Tayvan'da marketlerde ve perakende olarak satılan 33 adet tuzlu uskumruda histamin ve histamin üreten bakterilerin varlığını incelemiştir. Bütün örneklerdeki 9 biyojen aminin her biri 30 ppm'den az olmasına rağmen Kuzey Tayvan'dan toplanan 18 örnekte 2'sinin 70.1 ve 120.2 ppm seviyelerinde FDA'nın önerdiği limit olan 50 ppm'den daha fazla histamin içerdiği tespit edilmiştir. Seçici besiyerinden izole edilmiş 40 adet histamin üreticisi bakteriden 4 adet suşun %2 L-histidin ilaveli CASO sıvı besiyerinde 18.3 ppm'den 21.0 ppm'e değişen oranda histamin ürettiği belirlenmiştir. Histamin üreten bakterilerin 2 adedi *Pantoea* spp., 1 adedi *Pantoea agglomerans* ve 1 adedi ise *Enterobacter cloacae* olarak tanımlanmıştır. HLAB'ın yaygın olarak izole edildiği tuzlanmış balıklarda, kötü kaliteli hammadde, yetersiz işleme ve depolamaya bağlı olarak yüksek miktarlarda histamin oluştuğu ve bunun da histamin zehirlenmesine neden olduğu bildirilmektedir (32).

Udomsil ve ark. (31) tarafından yapılan bir çalışmada balık sosu fermantasyonu boyunca *T. halophilus*'un tiramin ve histamin birikiminde etkisi incelenmiştir. Balık sosundan izole edilen *T. halophilus* %10 NaCl ve histidin içeren ortamda, düşük olduğu varsayılan 44.6 ppm histamin üretmiştir. %25'lik yüksek tuz konsantrasyonunda ise histamin üretimi gerçekleşmemiştir. *Tetragenococcus* spp.'nin histamin birikimini baskılayıcı etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, pirinç kepeği ile yapılmış geleneksel tuzlu fermente Japon yemeği Fish-nukazukeden izole edilmiş 200 izolattan, 130 adet suş histamin üretmezken, 13 suşun %0.5 histidin içeren ortamda 200 ppm'den fazla histamin ürettiği tespit edilmiştir (52). Biyojen amin üretimi üzerine Satomi ve ark. (41)'nin yaptığı başka bir çalışmada ise; *Tetragenococcus* spp.'den histamin üreten bakterilerde bulunan pürüvol bağımlı histidin dekarboksilaz geni (*hdca*) kodlayan plazmidlerin tam dizisi saptanmıştır. *hdca* geni varlığı, gene özgü primerler ile polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) kullanılarak saptanmıştır. Histamin üreten izolatların *hdca* genine sahip olduğu jel elektroforezi ile görüntülenmiş ve uygun bantların gözlenmesi ile karar verilmiştir. Çalışma sonucunda fenotipik ve 16S rRNA gen sekans analizleri sonucunda bütün izolatlar balık sosu fermantasyonu sırasında ağırlıklı olarak histamin üreten bakteri olan *T. halophilus* olarak tanımlanmıştır.

Kore mutfağına özgü tuzlu fermente balık olarak tüketilen Myeolchi-jeot yemeğindeki biyojen amin miktarının azaltılması amacıyla yapılan bir çalışmada ise çeşitli gıda katkı maddelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkisi yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespit

edilmiştir. Biyojen amin üretimi üzerinde en büyük engelleyici faktörün glisin ile muamele edilmiş kültürlerde olduğu tespit edilmiştir. Kültür ortamına sodyum klorür, sükröz, glukoz, D-sorbitol, laktik asit, sitrik asit ve sorbik asit ilavesinin ise biyojen amin üretimi üzerinde önemli bir engelleyici etki meydana getirmediği belirlenmiştir (53). *T. halophilus* tarafından histaminden daha az üretildiği düşünülen diğer bir biyojen amin ise tiramindir. Yapılan bir çalışmada balık sosu fermentasyonunda *P. pentosaceus*'un ve *Enterococcus* spp.'nin de 79.6–81.0 ppm ve 32.0–201.0 ppm arasında tiramin ürettiği saptanmıştır (32).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda fermente gıdaların fibrinolitik enzimlerin kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Fibrinolitik enzimler fibrini parçalama yeteneğine sahip olan proteolitik enzimlerin alt sınıfı olarak bilinmektedir. Geçmiş yıllarda bu enzimler kertenkele, solucan ve yılan gibi bazı hayvanlardan da izole edilirken son yıllarda bazı bakteriler ve fungusların da bu enzimi üretme yeteneğine sahip oldukları tespit edilmiştir (54). Soya fasulyesinden yapılan geleneksel Japon yemeği Natto, deniz canlılarından yapılan geleneksel Japon yemeği skipjack shiokara, bal mantarı olarak bilinen *Armillariella mellea* ve kimçi gibi birkaç fermente üründe varolan mikroorganizmalarda fibrinolitik enzimler bulunmuştur (55-57).

Prihanto ve ark. (58)'in iki fermente ürünündeki HLAB'ın proteolitik ve fibrinolitik enzim aktivitelerini incelediği çalışmada 70 adet izolat elde edilmiştir. İzolatlardan 25 adedi proteaz aktivitesi gösterirken, sadece 4 adedi fibrinolitik enzim üretmiştir. En yüksek proteolitik ve fibrinolitik enzim aktivitesi gösteren suş ise *Bacillus coagulans* TB1 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde son yıllarda yapılan araştırmalarda HLAB'ın metiyonin sentaz ve ribonükleotid redüktaz aktivitesinde kofaktör görevi gören B12 vitaminini biriktirme yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada Watanabe ve ark. (59) fermente orkinostan izole edilen *T. halophilus* IAC-ks6 suşunun B12 vitamini biriktirme yeteneğinde olduğunu tespit etmiştir. Ancak bu konuda yapılan çalışmalar henüz çok sınırlıdır.

SONUÇ

HLAB ile ilgili yapılan araştırmalar, bu bakterilerin bazı teknolojik özellikleri sayesinde gıda endüstrisinde önemli olduklarını ortaya koymuştur. Gıdaların doğal florasında bulunan HLAB'ın, tuz içeriği yüksek fermente gıdalarda görülen baskın mikroorganizmalar oldukları için, aroma ve lezzet gelişiminde başlatıcı kültür olarak rol oynayabilecekleri düşünülmektedir. HLAB ile yapılmış çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların çok yeni olduğu tespit edilmiş ve ülkemizde bu konu ile ilgili yapılmış kapsamlı bir araştırmaya

rastlanmamıştır. HLAB ile ilgili yapılan araştırmaların sayısının artması ve bu bakterilerin farklı teknolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması ile gıda endüstrisinde sağlık açısından risk taşımayacak tuz oranı içeren yeni fermente ürünlerin geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Başığit Kılıç G, Kuleaşan H, Eralp İ, Karahan AG. 2009. Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *LTW-Food Sci Technol*, 42, 1003-1008.
2. Sağdıç O, Öztürk İ, Cankurt H, Tornuk F. 2011. Interaction between some phenolic compounds and probiotic bacterium in functional ice cream production. *Food Bioprocess Tech*, DOI 10.1007/s11947-011-0611-x.
3. Larsen H. 1962. *The Bacteria: a Treatise on Structure and Function*, Akademik baskı, I.C. Gunsalus, R.Y. Stainer (editörler), Newyork, 297-342.
4. Oren A. 2010. Industrial and environmental applications of halophilic microorganisms, *Environ Technol*, 31, 8-9, 825-834.
5. Rattanachaikunsopon P, Phumkhachorn P. 2010. Lactic acid bacteria: Their antimicrobial compounds and their uses in food production, *Annals of Biological Research*, 1 (4), 218-228.
6. Yılmaz M, Yuvalı Çelik G. 2007. Bakteriyel Ekstraselüler Polisakkaritler (EPS), *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 05, 2, 7-13.
7. Mueller L, Boehm V. 2011. Antioxidant activity of β -carotene compounds in different in vitro assays. *Molecules*, 16, 1055-1069; doi:10.3390/molecules1602105.
8. Nwodo U.U, Green E, Okoh A.I. 2012. Bacterial exopolysaccharides: Functionality and prospects, *Int. J. Mol. Sci.*, 13, 14002-14015; doi:10.3390/ijms131114002. Review
9. Kunte H.J, G Lentzen, Galinski E.A. 2014. Industrial production of the cell protectant ectoine: Protection mechanisms, processes, and products, *Current Biotechnology*, 3, 1, 10-25(16).
10. Uchida M, Miyoshi T, Yoshida G, Niwa K, Mori M., Wakabayashi H. 2014. Isolation and characterization of halophilic lactic acid bacteria acting as a başlatıcı culture for sauce fermentation of the red alga Nori (*Porphyra yezoensis*), *J Appl Microbiol*, ISSN 1364-5072.
11. Justé A, Van Trappen S, Verreth C, Cleenwerck I, De Vos P, Lievens B, Willems K.A. 2012. Characterization of *Tetragenococcus* strains from sugar thick juice reveals a novel species, *Tetragenococcus osmophilus* sp. nov., and divides *Tetragenococcus halophilus* into two subspecies, *T. halophilus* subsp. *halophilus* subsp. nov. and *T. halophilus* subsp. *flandriensis* subsp. nov., *Int J Syst Evol Microbiol.*, 62(1):129-37. doi: 10.1099/ij.s.0.029157-0.

12. Holzapfel W.H, Franz C.M.A.P, Ludwig W, Back W, Dicks L.M.T. 2006. The genera *Pediococcus* and *Tetragenococcus*, *The Prokaryotes*, 229-266.
13. Lahtinen S (ed), Ouwehand A.C (ed), Salminen S (ed), Wright von A (ed). 2011. *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*, CRC Press, s. 98-99.
14. Justé A, Lievens B, Rediers H, Willems K.A. 2014. Genus *Tetragenococcus*, Chapter 16.
15. Vos P, Garrity G, Jones D, Krieg N.R, Ludwig W, Rainey F.A, Schleifer K.-H, Whitman W.B. 2011. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume 3: The Firmicutes. New York*, s. 611-616.
16. Dobson C.M, Deneer H, Lee S, Hemmingsen S, Glaze S, Ziola B. 2002. Phylogenetic analysis of the genus *Pediococcus*, including *Pediococcus clausenii* sp. nov., a novel lactic acid bacterium isolated from beer, *Int J Syst Evol Microbiol.* 52:2003-2010.
17. Zajc J, Kogej T, Galinski E.A, Ramos J, Cimerman N.G. 2014. Osmoadaptation strategy of the most halophilic fungus, *Wallemia ichthyophaga*, growing optimally at salinities above 15% NaCl, *Appl Environ Microbiol.*, 80, 1, 247-256.
18. Reshetnikov A.S, Khmelena V.N, Mustahimov I.I, Klayuzhnaya M, Lidstrom M. Trotsenko Y.A. 2011. Diversity and phylogeny of the ectoine biosynthesis genes in aerobic, moderately halophilic methylotrophic bacteria. *Extremophiles*, 15, 6, 653-663.
19. Shivan P, Mugeraya G. 2011. Halophilic bacteria and their compatible solutes— osmoregulation and potential applications, *Curr Sci.*, 100, 10.
20. Lopez-Pérez M, Ghai R, Leon M.J, Olmos-Rodríguez C, Copa-Patiño J.L, Soliveri J, Sanchez-Porro C, Ventosa A, Rodriguez-Valera F. 2013. Genomes of "*Spiribacter*", a streamlined, successful halophilic bacterium. *BMC Genomics*, 14:787.
21. Satomi M, Kimufu B, Mizoi M, Sato T, Fujii T. 1997. *Tetragenococcus muriaticus* sp. nov., a new moderately halophilic lactic acid bacterium isolated from fermented squid liver sauce, *International Journal Of Systematic Bacteriology*, 47, 3, 832-836.
22. Chen Y.-S, Yanagida F, Hsu J.-S. 2006a. Isolation and characterization of lactic acid bacteria from suan-tsai (fermented mustard), a traditional fermented food in Taiwan, *J Appl Microbiol.*, 101, 125-130, doi:10.1111/j.1365-2672.2006.02900.x
23. Chen Y.-S, Yanagida F, Hsu J.-S. 2006b. Isolation and characterization of lactic acid bacteria from *dochi* (fermented black beans), a traditional fermented food in Taiwan, *Lett Appl Microbiol.*, 43, 2, 229-235.
24. Chao S.-H, Tomii Y, Watanabe K, Tsai Y.-C. 2008. Diversity of lactic acid bacteria in fermented brines used to make stinky tofu, *Int J Food Microbiol.*, 123, 134-141.
25. Chao S.-H, Wu R.-J, Watanabe K, Tsai Y.-C. 2009. Diversity of lactic acid bacteria in suan-tsai and fu-tsai, traditional fermented mustard products of Taiwan, *Int J Food Microbiol.*, 135, 203-210.
26. Cui Y, Qu X, Li H, He S, Liang H, Zhang H. 2012. Isolation of halophilic lactic acid bacteria from traditional Chinese fermented soybean paste and assessment of the isolates for industrial potential, *Eur Food Res Technol*, 234:797-806.
27. Thokchom S, Joshi S.R. 2013. Physicochemical analysis of ethnically fermented soybean products of North-East India and molecular characterization of associated lactic acid bacteria, *Proc Natl Acad Sci India Sect B Biol Sci.*, DOI 10.1007/s40011-013-0199-1.
28. Kim M.-S, Park E.-Jin. 2014. Bacterial communities of traditional salted and fermented seafoods from Jeju Island of Korea using 16S rRNA gene clone library analysis, *J Food Sci.*, 79, 5.
29. Fukui Y, Yoshida M, Shozen K-I, Funatsu Y, Takana T, Oikawa H, Yano Y, Satomi M. 2012. Bacterial communities in fish sauce mash using culture-dependent and -independent methods, *J Gen Appl Microbiol.*, 58, 273-281.
30. Bonomo M.G, Ricciardi A, Salzano. 2011. Influence of autochthonous starter cultures on microbial dynamics and chemical-physical features of traditional fermented sausages of Basilicata region, *World J Microbiol Biotechnol.*, 27, 1, 137-146.
31. Udomsil N, Rodtong S, Tanasupawat S, Yongsawatdigul J. 2010. Proteinase-producing halophilic lactic acid bacteria isolated from fish sauce fermentation and their ability to produce volatile compounds, *Int J Food Microbiol.*, 141, 186-194.
32. Sakaguchi K. *Tetragenococcus halophilus* NBRC 12172. <http://www.bio.nite.go.jp/ngac/e/th1-e.html> (Erişim Tarihi: 21 Ocak 2015)
33. Quintana M.C, Garcia P.G, Fernandez A.G. 1999. Establishment of conditions for green table olive fermentation at low temperature, *Int J Food Microbiol.*, 51, 133-143.
34. Korukluoğlu M, Gürbüz O, Şahin İ. 2002. Taze zeytin mikroflorasında bulunan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 8 (2) 109-113.
35. Uchida M, Uchida M, Ou J, Chen B.-W, Yuan C.-H, Zhang X.-H, Chen S.-S, Funatsu Y, Kawasaki K.-I, Satomi M, Fukuda Y. 2005. Effects of soy sauce koji and lactic acid bacteria on the fermentation of fish sauce from freshwater silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*, *Fish Sci.*, 71, 422-430.
36. Lee J.-Y, Kim C.-J, Kunz B. 2006. Identification of lactic acid bacteria isolated from kimchi and studies on their suitability for application as starter culture in the production of fermented sausages, *Meat Sci.*, 72, 437-445.

37. Bagenda D.K, Hayashi K, Yamazaki K, Kawai Y. 2008. Characterization of an antibacterial substance produced by *Pediococcus pentosaceus* Iz3.13 isolated from Japanese fermented marine food, *Fish Sci.*, 74, 2, 439-448.
38. Morales F, Morales I.J, Hernandez C.H. 2011. Isolation and partial characterization of halotolerant lactic acid bacteria from two Mexican cheeses. *Appl Biochem Biotechnol.*, 164:889-905.
39. Lee K.E, Lee S.M, Choi Y.H, Hurh B.S, Kim Y.-S. 2013. Comparative volatile profiles in soy sauce according to inoculated microorganisms, *Biosci, Biotechnol, Biochem*, 77(11), 2192-2200.
40. Gildberg A, Thongthai C. 2008. The effect of reduced salt content and addition of halophilic lactic acid bacteria on quality and composition of fish sauce made from sprat, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 10:1, 77-88.
41. Satomi M, Furushita M, Oikawa H, Yano Y. 2011. Diversity of plasmids encoding histidine decarboxylase gene in *Tetragenococcus* spp. isolated from Japanese fish sauce, *Int J Food Microbiol.*, 148, 60-5.
42. Onda T, Yanagida F, Uchimura T, Tsuji M, Ogino S, Shinohara T, Yokotsuka K. 2003. Analysis of lactic acid bacterial flora during miso fermentation, *Food Sci Technol Res.*, 9 (1), 17-24.
43. Ishikawa M, Yamasato K, Kodama K, Yasuda H, Matsuyama M, Okamoto Kainuma A, Koizumi Y, Yasuda H, Matsuyama M. 2013. Alkalibacterium gilvum sp. nov., slightly halophilic and alkaliphilic lactic acid bacterium isolated from soft and semi-hard cheeses, *Int J Syst Evol Microbiol.*, 63, 1471-1478, doi: 10.1099/ij.s.0.042556-0.
44. Naila A, Flint S, Fletcher G, Bremer P, Meerdink G. 2010. Control of biogenic amines in food existing and emerging approaches, *J Food Sci.*, 75, 7.
45. Stadnik J, Dolatowski Z.J. 2010. Biogenic amines in meat and fermented meat products, *Acta Sci Pol Technol Aliment.*, 9(3), 251-263.
46. Visciano P, Schirone M, Tofalo R, Suzzi G. 2012. Biogenic amines in raw and processed seafood. Review Article. doi: 10.3389/fmicb.2012.00188.
47. Collins J.D, Noerrung B, Budka H, Andreoletti O, Buncic S, Griffin J, Hald T, Havelaar A, Hope J, Klein G, Koutsoumanis K, McLauchlin J, Müller-Graf C, Nguyen-The C, Peixe L, Maradona M.P, Ricci A, Sofos J, Threlfall J, Vågsholm I, Vanopdenbosch E. 2011. Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods, *EFSA Journal*, 9(10), 2393.
48. Spano G, Russo P, Lonvaud-Funel A, Lucas P, Alexandre H, Grandvalet C, Coton E, Coton M, Barnovon L, Bach B, Rattray F, Bunte A, Magni C, Ladero V, Alvarez M, Fernandez M, Lopez P, Palencia de P.F, Corbi A, Trip H, Lolkema J.S. 2010. Biogenic amines in fermented foods. *Eur J Clin Nutr.*, 64, 95-100.
49. Kimura B, Konagaya Y, Fujii T. 2001. Histamine formation by *Tetragenococcus muriaticus*, a halophilic lactic acid bacterium isolated from fish sauce, *Int J Food Microbiol.*, 70,1-2, 71-77
50. Françoise L. 2010. Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products, *Int J Syst Evol Microbiol.*, 27, 6, 698-709, doi: 10.1016/j.fm.2010.05.016.
51. Tsai Y.-H, Lin C.-Y, Chang S.-C, Chen H.-C., Kung H.-F, Wei C.-I, Hwang D.-F. 2005. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan, *Food Microbiol.*, 22, 461-467
52. Kuda T, Izowa Y, Ishii S, Takahashi H, Torido Y, Kimura B. 2012. Suppressive effect of *Tetragenococcus halophilus*, isolated from fish-nukazuke, on histamine accumulation in salted and fermented fish, *Food Chem*, 130, 3, 569-574.
53. Mah J.-H., Hwang H.-J. 2009. Effects of food additives on biogenic amine formation in Myeolchi-jeot, a salted and fermented anchovy (*Engraulis japonicus*), *Food Chem.*, 114, 1, 168-173.
54. Dubey R, Kumar K, Agrawala D, Char T, Pusp P. 2011. Isolation, production, purification, assay and characterization of fibrinolytic enzymes (Nattokinase, Streptokinase and Urokinase) from bacterial sources, *Afr J Biotechnol.*, 10(8), 1408-1420.
55. Borah D, Yadav R.N.S, Sangra A, Shahin L, Chaubey A.K. 2012. Production, purification and characterization of nattokinase from *Bacillus subtilis*, isolated from tea garden soil samples of Dibrugarh, Assam, *Asian J of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5,3.
56. Lu C.-L, Chen S.-N. 2012. Fibrinolytic enzymes from medicinal mushrooms. Protein Structure, Eshel Faraggi E. (baş editör), InTech, s. 337-362.
57. Aradhya P.K, Chavan M.D. 2014. Production and characterization of fibrinolytic enzyme from *Aspergillus niger*, *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3,9, 843-851.
58. Prihanto A, Darius Firdaus M. 2013. Proteolytic and fibrinolytic activities of halophilus lactic acid bacteria from two Indonesian fermented foods, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2 (5) 2291-2293.
59. Watanabe F, Miyamoto E, Tanioka Y, Enomoto T, Kuda T, Nakano Y. 2006. TLC analysis of corrinoid compounds in the halophilic lactic acid bacterium *Tetragenococcus halophilus*, *J Liq Chromatogr Relat Technol.*, 29:14, 2153-2158.

TAHILLARDA ARABİNOKSİLANLAR

Hüseyin Boz*

Atatürk Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Erzurum

Geliş tarihi / *Received*: 30.01.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 06.05.2015

Kabul tarihi / *Accepted*: 19.05.2015

Özet

Arabinoksilanlar tahılların aleuron ve endosperm hücre duvarlarının majör nişasta içermeyen polisakkaritleridir. Onlar tahıl tanelerinde diyet lifinin ana bileşenleridir ve suda-çözünebilen arabinoksilanlar ve suda-çözünmeyen arabinoksilanlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Suda-çözünebilir arabinoksilanlar solüsyonlarda viskoz yapı oluşturabilme kabiliyetlerinin yanı sıra oksidatif ajanlarla muamele edildiklerinde jel oluşturabilme kapasiteleri de mevcuttur. Onlar yüksek düzeydeki su bağlama kapasiteleriyle ekmek yapım kalitesi, nişasta retrogradasyonu ve hamur reolojik özelliklerinde önemli rol oynarlar. Ayrıca arabinoksilanlar gastrointestinal sistemdeki mikroorganizmalar için prebiyotik olarak görev yaparlar.

Anahtar kelimeler: Nişasta içermeyen polisakkarit, arabinoksilan, diyet lifi, prebiyotik

ARABINOXYLANS IN CEREALS

Abstract

Arabinoxylans are the major non-starch polysaccharides of the aleurone and starchy endosperm cell walls of cereals. They are further categorized into water-soluble arabinoxylan, and water-unsoluble arabinoxylan and are the major component of the dietary fiber fraction of cereal grains. Water soluble arabinoxylans are known not only for their ability to form viscous solutions, but also their gelling capacity when treated with an oxidizing agent. Due to their high water binding capacity water soluble arabinoxylans are known to play an important role in rheological properties of dough, retrogradation of starch and breadmaking quality. Additionally, they act as prebiotics for microorganisms in the gastrointestinal tract.

Keywords: Non-starch polysaccharide, arabinoxylan, dietary fiber, prebiotic

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ huseyinboz@atauni.edu.tr,

☎ (+90) 442 231 5042,

☎ (+90) 442 231 5348

GİRİŞ

Arabinoksilanlar nişasta içermeyen polisakkaritlerin bir grubudurlar ve pentozan olarak da bilinen arabinoksilanlar tahıl hücre duvarı polisakkaritlerinin temelidirler (1-9). Arabinoksilanlar ticari olarak üretimi yapılan buğday, çavdar, arpa, yulaf ve sorgum gibi tahılların majör diyet lifi bileşenlerinden biridir (1, 10-13). Bu polisakkaritler, tüm tahıl tanelerinde minör bileşenler olarak bulunsalar da bitki hücre duvarlarının önemli unsurlarıdır (1). Endosperm hücre duvarlarının buğdayda yaklaşık %72 (w/w)'si, arpada ise %20 (w/w)'si arabinoksilandan ibarettir (14, 15).

Arabinoksilanlar tahıllarda bulunan majör diyet lifidirler (16, 17) ve fizikokimyasal özellikleri nedeniyle yiyeceklerin fonksiyonlarını da etkileyebilirler (18). Çünkü pentozanlar ve proteinlerin gıdalarda dokusal ve fonksiyonel özellikleri etkileyen önemli bileşenler olduğu belirtilmektedir (6, 19).

Gerek suda çözünebilir arabinoksilanlar gerekse suda çözünmeyen arabinoksilanların su tutma kapasitelerinin oldukça yüksek olduğu belirtilmektedir. Özellikle suda çözünmeyen arabinoksilanların kendi ağırlıklarının yaklaşık 6.7-9.9 katı suyu tutabildikleri ifade edilmektedir. Suda çözünebilir arabinoksilanların çözünmeyenlere kıyasla su tutma kapasitelerinin biraz düşük olmakla birlikte kendi ağırlıklarının yaklaşık 3.5-6.9 katı suyu tutabildikleri (20) ve çok iyi bir fekal kitle artırıcı oldukları belirtilmektedir (4, 21, 22).

BAZI TAHILLARIN ARABİNOKSİLAN İÇERİĞİ

Yaygın olarak tüketilen tahılların arabinoksilan içeriğinin tahıl fraksiyonlarında farklılık gösterdiği belirtilmektedir. Buğday kepeğinde arabinoksilanlar nişasta içermeyen polisakkaritlerin yaklaşık %60-69'nu temsil ederken buğday endosperminde bu oranın %88 olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca tanenin faklı kısımlarından elde edilen arabinoksilanların farklı kimyasal özelliklere sahip oldukları da vurgulanmaktadır (23). Örneğin buğday endosperminden elde edilen arabinoksilanların suda daha fazla oranda çözüldüğü ve nötral özellikte olduğu oysa buğday kepeği arabinoksilanlarının büyük çoğunluğunun suda çözünmediği ve asidik özellik gösterdiği aktarılmaktadır (23, 24). Arpa, buğday ve yulafın hemen hemen eşit düzeyde arabinoksilan içerdiği belirtilirken en yüksek arabinoksilan içeriğine

çavdar, en düşük arabinoksilan içeriğine ise sorgumun sahip olduğu aktarılmaktadır (Çizelge 1) (25). Ayrıca arabinoksilanların tahıl tanelerinin dış tabakalarında daha yüksek düzeyde bulunduğu belirtilmektedir (26).

Çizelge 1: Bazı tahılların arabinoksilan içeriği (25).

Tahıllar	Arabinoksilan (%)
Buğday	6.6
Arpa	6.6
Yulaf	5.8
Çavdar	6.5-12.2
Mısır	4.3
Sorgum	2.8

ARABİNOKSİLANLARIN HAMUR VE EKMEK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Yüksek su tutma kapasiteleriyle suda çözünebilir arabinoksilanların hamur reolojik özelliklerinde, nişastanın retrogradasyonunda ve ekmek yapım kalitesinde önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (27). Suda çözünen arabinoksilanların kullanıldığı bir çalışmada 5g/kg konsantrasyonda arabinoksilanın una ilavesinde gluten kalitesini negatif olarak etkilediği ancak ekmek hacmini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada suda çözünen arabinoksilan ilavesinin ekmeğin tekstürünü pozitif olarak etkilediği, ekmek rengi ve aromasında önemli düzeyde bir değişiklik oluşturmadığı gözlemlenmiştir (28). Hamur yapısını geliştirdikleri ve sertliğini düşürdükleri için yoğurma süresini düşürdükleri ifade edilen arabinoksilanların (3, 29) bazı fenolik asitlerle de bağlantı oluşturabildikleri ve özellikle arabinoksilanlarla bağlı halde bulunan ferulik asidin gluten kalitesini düşürdüğü vurgulanmaktadır. Ancak arabinoksilanlardan kaynaklanan ve arzu edilmeyen bu olumsuz etkinin yoğurma öncesinde formülasyona ksilanaz ilave edilerek veya yoğurmada kullanılacak su miktarının artırılmasıyla düzeltilebileceği belirtilmektedir (3). Suda çözünebilir arabinoksilanların çavdar hamurunun işleme özelliklerini pozitif etkilediği, hamur viskozitesini ve ekmek hacmini artırdığı bildirilmektedir (30-32).

Fırın ürünlerinde nişasta retrogradasyonu ve bayatlama üzerine arabinoksilanların etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda yedi günlük depolama süresinde hem bayatlamanın hem de ekmek içi yapısının çok fazla değişmediği, kontrol ekmeklere kıyasla bayatlamanın sınırlı düzeyde kaldığı belirlenmiştir (1, 31, 33). Diğer

tarafından Courtin and Delcour (20) arabinoksilanların fırın ürünlerinin bayatlamasına depolamanın birinci gününde herhangi bir pozitif etkilerinin olmadığını ancak sonraki günlerde önemli düzeyde stabilite sağlayarak bayatlamayı geciktirdiğini belirtmişlerdir.

Arabinoksilanların ekmek içi tekstüründe pozitif bir etki oluşturduğu bu etkinin bünyelerinde çok iyi su tutmalarından kaynaklandığı, arabinoksilanlar sayesinde ekmek içi nem kaybının sınırlı düzeyde kaldığı vurgulanmaktadır (1). Arabinoksilanların bir başka fonksiyonel özelliği de hamurda gaz tutma kabiliyetleri olarak belirtilmektedir (18). Özellikle termal yıkıma karşı proteinleri koruyucu etki gösterdiği ayrıca nişasta-gluten filmlerinin etrafını sararak pişirme sırasında CO₂ difüzyon oranını düşürdüğü üzerinde durulmaktadır (1). Yine pişirme sırasında arabinoksilanlarda gerçekleşen enzimatik hidroliz ve fiziksel değişimlerin hamurda yumuşamaya neden olduğu bildirilmektedir (32, 34).

ARABİNOKSİLANLARIN YAPISI

Arabinoksilan bir ksiloz gövdesi ve arabinoz yan zincirlerinden oluşan nişasta içermeyen polisakkarittir (23, 35). Arabinoksilanlar genel olarak suda çözünebilir arabinoksilanlar ve suda çözünmeyen arabinoksilanlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Arabinoksilanların tanede buldukları fraksiyonlar da farklıdır. Suda çözünebilir arabinoksilanların hücre duvarının dışında, suda çözünmeyen arabinoksilanların ise hücre duvarı içerisinde lokalize oldukları belirtilmektedir (36).

Yapılarında arabinoz ve ksilozdan başka glukuronik asit ve galaktoz gibi monosakkaritler ve çoğunlukla ferulik asit olmak üzere değişen oranlarda fenolik asitleri de içerebilirler (37, 38). Arabinoksilan yapısında ferulik asit küçük miktarlarda bulunsa da onların fonksiyonlarını önemli düzeyde etkileyebilirler. Arabinoksilan ile çapraz bağlantılı ferulik asit dimer ve polimerleri çoğunlukla hücre duvarlarında bulunmakta ve suda çözünmeyen arabinoksilanların en önemli çözünmeme nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. (39). Suda çözünebilir arabinoksilanlar çözeltilerin viskozitesini artırabilme kabiliyetlerine ilaveten oksidatif ajanlarla muamele edildiklerinde çok iyi jel oluşturabildikleri belirtilmektedir (38, 40).

PREBİYOTİK OLARAK ARABİNOKSİLANLAR

Tahıl kaynaklı diyet lifin önemli bir kısmını oluşturan arabinoksilanların potansiyel prebiyotik oldukları aktarılmaktadır (4, 41, 42). Diyet lifinin insan sağlığına birçok faydası olan bir bileşen olduğu bilinmektedir. Sağlığa faydalı bu etkilerin çoğu diyet lifin bağırsaklardaki fermantasyonuyla ilişkilendirilmektedir (4, 43). Kolondaki mevcut mikroorganizmaların baskın bir grubu olan bifidobakterlerin kolonda mevcut mikarorganizmaların yaklaşık %25'ini oluşturdukları belirtilmektedir (4, 44). Bifidobakterlerin bağırsakta fermantasyon sırasında diyet liflerinden kısa zincirli yağ asitleri oluşturarak bağırsak ortamının pH'sını düşürdüğü ve pH'daki bu düşüşün de ortamdaki patojen mikroorganizmaların faaliyetlerini olumsuz etkilediği bildirilmektedir (45). Molist ve ark. (46) yaptıkları çalışmada on iki gün boyunca düzenli olarak buğday kepeği verilen domuzların kısa zincirli yağ asidi, propiyonat ve bütirat fekal konsantrasyonlarının kontrole kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeğinin bu pozitif etkisinin önemli bir kısmı arabinoksilanlara atfedilebilir. Çünkü arabinoksilanlar buğday kepeğindeki nişasta içermeyen polisakkaritlerin en büyük kısmını temsil eder (47). Ayrıca bifidobakterlerin kolesterol düşürücü, bağırsaktan transit geçiş süresini geciktirici etkilerinin yanı sıra vitamin üretme gibi insan sağlığına faydaları olduğu vurgulanmaktadır (4). İnsan sağlığına çok önemli faydaları olan bifidobakterlerin bağırsak florasındaki sayısını artırmanın en kolay ve sağlıklı yolu diyetle birlikte prebiyotik tüketiminden geçmektedir. Arabinoksilanlar ve onların hidroliz ürünleri olan arabino-ksilo oligosakkaritlerin laktobasiller ve bifidobakterler gibi probiyotikler için prebiyotik etkiye sahip oldukları ifade edilmektedir (9, 48-52). Arabinoksilanların ince bağırsağa geçiş sırasında mikrobiyal degradasyona karşı β-glukana kıyasla daha dirençli olduğu ve su tutma kapasitelerinin yüksekliği nedeniyle bağırsak viskozitesini artırdığı ifade edilmektedir (47, 53).

SONUÇ

İnsan beslenmesinde diyet lifi ve prebiyotiklerin büyük öneme sahip olduğu yıllardır yapılan oldukça pahalı ve kapsamlı araştırmalarla gösterilmiş ve gıda ürünlerinin bu bileşenler

bakımından zenginleştirilmesi önerilmiştir. Oldukça geniş bir popülasyona hitap eden fırın ürünlerinin diyet lifi bakımından zenginleştirilmesinde aynı kaynaktan bir bileşen olan arabinoksilanların kullanılabilmesi yâda bu ürünlerin üretiminde rafine beyaz un yerine tam tahıl unlarının kullanılmasının beslenme açısından daha faydalı olabileceği bir kez daha anlaşılmıştır. Ayrıca yüksek su tutma kapasiteleri ve viskozite artırma kabiliyetleri olduğu anlaşılan arabinoksilanların fırın ürünlerine ilaveten et ürünleri ve özellikle diyabetik ürünlerde kullanılabilirliklerinin araştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Izydorczyk MS, Biliaderi CG. 1995. Cereal arabinoxylans: Advances in structure and physicochemical properties. *Carbohydr Polym*, 28, 33-48.
2. Vries DJW, Prosky L, Li B, Cho S. 1999. A historical perspective on defining dietary fiber. *Cereal Foods World*, 44, 367-369.
3. Saeed F, Pasha I, Anjum FM, Sultan MT. 2011. Arabinoxylans and Arabinogalactans: A comprehensive treatise. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 51(5), 467-476.
4. Mendis M, and Simsek S. 2014. Arabinoxylans and human health. *Food Hydrocoll*, 42, 239-243.
5. Buksa K, Zioboro R, Nowotna A, Adamczyk G, Sikora M, Zylewski M. 2014. Water binding capacity of rye flours with the addition of native and modified arabinoxylan preparations. *J Agric Sci Technol*, 16, 1083-1095.
6. Reanappa SB, Salimath NPV. 2015. Structural variations of arabinoxylans extracted from different wheat (*Triticum aestivum*) cultivars in relation to chapati-quality. *Food Hydrocoll*, 43, 736-742.
7. Ying R, Saulnier L, Rondeau-Mouro C. 2011. Films of arabinoxylans and β -glucans extracted from cereal grains: Molecular motions by TD-NMR. *Carbohydr Polym*, 86, 812-822.
8. Revanappa SB, Nandini CD, Salimath PV. 2015. Structural variations of arabinoxylans extracted from different wheat (*Triticum aestivum*) cultivars in relation to chapatti-quality. *Food Hydrocoll*, 43, 736-742.
9. Ayala-Soto F, Serna-Saldívar SO, Pérez-Carrillo E, García-Lara S. 2014. Relationship between hydroxycinnamic profile with gelation capacity and rheological properties of arabinoxylans extracted from different maize fiber sources. *Food Hydrocoll*, 39, 280-285.
10. Fincher GB, Stone BA. 1986. Cell walls and their components in cereal grain technology. *Advances Cereal Chem*, 8, 207-295.
11. Stone B, Morell M. K. 2009. Carbohydrates. In K. Khan, and P. R. Shewry (Eds.), *Wheat chemistry and technology* (4th ed.). (pp. 299-362) Minnesota: AACC International.
12. Zhou S, Liu X, Guo Y, Wang Q, Peng D, Cao L. 2010. Comparison of the immunological activities of arabinoxylans from wheat bran with alkali and xylanase-aided extraction. *Carbohydr Polym*, 81(4), 784-789.
13. Broekaert WF, Courtin CM, Verbeke K, Van de Wiele T, Verstraete W, Delcour JA. 2011. Prebiotic and other health-related effects of cereal-derived arabinoxylans, arabinoxylan-oligosaccharides, and xylooligosaccharides. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 51(2), 178-194.
14. Basic A, Stone BA. 1980. A (1-3)- and (1-4)-Linked β -D-glucan the endosperm cell walls of wheat. *Carbohydr Res*, 82, 372-377.
15. Pastell H, Virkki L, Harju E, Tuomainen P, Tenkanen M. 2009. Presence of 1-3-linked 2-O- β -D-xylopyranosyl- α -L-arabinofuranosyl side chains in cereal arabinoxylans. *Carbohydr Res*, 344, 2480-2488.
16. Saulnier L., Robert, P., Grintchenko, M., Jamme, F., Bouchet, B., Guillon, F. 2009. Wheat endosperm cell walls: spatial heterogeneity of polysaccharide structure and composition using micro-scale enzymatic fingerprinting and FT-IR microspectroscopy. *J Cereal Sci*, 50, 312-317.
17. Li W, Zhang S, Smith C. 2015. The molecular structure features-immune stimulatory activity of arabinoxylans derived from the pentosan fraction of wheat flour. *J Cereal Sci*, 62, 81-85.
18. Foschia M, Peressini D, Sensidoni A, Brennan CS. 2013. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *J Cereal Sci*, 58, 216-227.

19. Manu B T, Prasada Rao, UJS. 2008. Influence of size distribution of proteins, thiol and disulfide content in whole wheat flour on rheological and chapati texture of Indian wheat varieties. *Food Chem*, 110, 88-95.
20. Courtin CM, Delcour JA. 2002. Arabinoxylans and endoxylanases in wheat flour bread-making. *J Cereal Sci*, 35, 225-243.
21. Wang J, Smits E, Boom RM, Schutyse MAI. 2015. Arabinoxylans concentrates from wheat bran by electrostatic separation. *J Food Eng*, 155, 29-36.
22. Cao L, Liu X, Qian T, Sun G, Guo Y, Chang F, Zhou S, Sun X. 2011. Antitumor and immunomodulatory activity of arabinoxylans: a major constituent of wheat bran. *Int J Biol Macromol*, 48 (1), 160-164.
23. Lu ZX, Gibson PR, Muir JG, Fielding M, O'Dea K. 2000. Arabinoxylan fiber from a by-product of wheat flour processing behaves physiologically like a soluble, fermentable fiber in the large bowel of rats. *J Nutr*, 130, 1984-1990.
24. Ring SR, Selvendran RR. 1980. Isolation and analysis of cell wall material from beeswing wheat bran (*Triticum aestivum*). *Phytochemistry*, 19, 1723-1730.
25. Hübner F, Elke K, Arendt EK. 2013. Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 53(8), 853-861.
26. Kale MS, Yadav Mp, Hicks KB, Hanah K. 2015. Concentration and shear rate dependence of solution viscosity for arabinoxylans from different sources. *Food Hydrocoll*, 47, 178-183.
27. Hemalatha MS, Manohar RS, Salimath PV, Prasad Rao UJS. 2013. Effect of added arabinoxylans isolated from good and poor chapati making wheat varieties on rheological properties of dough and chapati making quality. *Food and Nutr Sci*, 4, 884-892.
28. Saeed F, Pasha I, Anjum FM, Sultan JI. 2011. Water-extractable arabinoxylan content in milling fractions of spring wheats. *CyTA - J Food*, 9, No. 1, May 2011, 43-48.
29. Jelaca SL, Hlynca I. 1972. Effect of wheat-flour pentosans in dough, gluten and bread. *Cereal Chem*, 49, 489-495.
30. Vinkx CJ, Delcour JA. 1996. Rye (*Secale cereale* L.) arabinoxylans: A critical review. *J Cereal Sci*, 24, 1-14.
31. Rasmussen CV, Hansen, HB, Hansen A, Larsen LM. 2001. pH, temperature and time-dependent activities of endogenous endo- β -D-Xylanase, β -D-Xylosidase and α -L Arabinofuranosidase in extracts from ungerminated rye (*Secale cereale* L.) grain. *J Cereal Sci*, 34, 49-60.
32. Banu I, Vasilean I, Constantin OE, Aprodu I. 2011. Prediction of rye dough behaviour and bread quality using response surface methodology. *Irish J Agr Food Res*, 50, 239-247.
33. Biliaderis CG, Izydorczyk MS, Rattan O. 1995. Effect of arabinoxylans on bread-making quality of wheat flours. *Food Chem*, 5, 165-171.
34. Autio K, Flander L, Heinonen R, Kinnunen A. 1999. Comparison of small and large deformation measurements of whole meal rye doughs. *Cereal Chem*, 76, 912-914.
35. Zhang Z, Smith C, Li W. 2014. Extraction and modification technology of arabinoxylans from cereal by-products: A critical review. *Food Res Int*, 65, 423-436.
36. Finnie SM, Bettge AD, Norris CF. 2006. Influence of cultivar and environment on water-soluble and water-insoluble arabinoxylans in soft wheat. *Cereal Chem*, 83(6), 617-623.
37. Yadav MP, Nunez A, Hicks K B. 2011. Isolation, purification, and identification of protein associated with corn fiber gum. *J Agr Food Chem*, 59, 13289-13294.
38. Kale MS, Hamaker BR, Campanella OH. 2013. Alkaline extraction conditions determine gelling properties of corn bran arabinoxylans. *Food Hydrocoll*, 31, 121-126.
39. Geissman T, Neukom H. 1973. On the composition of the water soluble wheat flour pentosans and their oxidative gelation. *Lebensm -Wiss Technol*, 6, 59-62.
40. Vansteenkiste E, Babot C, Rouau X, Micard V. 2004. Oxidative gelation of feruloylated arabinoxylan as affected by protein. Influence on protein enzymatic hydrolysis. *Food Hydrocoll*, 18, 557-564.
41. Hughes SA, Shewry PR, Li L, Gibson GR, Sanz ML, Rastall RA. 2007. In vitro fermentation by human fecal microflora of wheat arabinoxylans. *J Agr Food Chem*, 55, 4589-4595.

42. Damen B, Verspreet J, Pollet A, Broekaert WF, Delcour JA, Courtin C.M. 2011. Prebiotic effects and intestinal fermentation of cereal arabinoxylans and arabinoxylan oligosaccharides in rats depend strongly on their structural properties and joint presence. *Mol Nutr Food Res*, 55, 1862-1874.
43. Wang J, Sun B, Cao Y, Wang C. 2010. In vitro fermentation of xylooligosaccharides from wheat bran insoluble dietary fiber by Bifidobacteria. *Carbohydr Polym*, 82, 419-423.
44. Pedreschi R, Campos D, Noratto G, Chirinos R, Cisneros-Zevallos L. 2003. Andean yacon root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of prebiotics. *J Agr Food Chem*, 51, 5278-5284.
45. Van der Meulen R, Avonts L, De Vuyst L. 2004. Short fractions of oligofructose are preferentially metabolized by Bifidobacterium animalis DN-173 010. *Appl Environ Microbiol*, 70, 1923-1930.
46. Molist F, Hermes RG, deSegura AG, Mart n-Or e SM, Gasa J, Manzanilla EG, Pérez JF. 2011. Effect and interaction between wheat bran and zinc oxide on productive performance and intestinal health in post-weaning piglets. *Br J Nutr*, 105, 1592-1600.
47. Aumiller T, Mosenthin R, Weiss E. 2014. Potential of cereal grains and grain legumes in modulating pigs' intestinal microbiota - A review. *Livest Sci*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.11.016>
48. Grootaert C, Van den Abbeele P, Marzorati M, Broekaert WF, Courtin CM, Delcour JA, Verstraete W, Van de Wiele T. 2009. Comparison of prebiotic effects of arabinoxylan oligosaccharides and insulin in a simulator of the human intestinal microbial ecosystem. *Fems Microbiol Ecol*, 69, 231-242.
49. Fernando WMADB, Brennan CS, Flint S, Ranaweera KKDS, Bamunuarachchi A, Morton H. 2010. Enhancement of short chain fatty acid formation by pure cultures of probiotics on rice fibre. *Int J Food Sci Technol*, 45, 690-696.
50. Dodevska MS, Djordjevic BI, Sobajic SS, Miletic ID, Djordjevic PB, Dimitrijevic-Sreckovic VS. 2013. Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet. *Food Chem*, 141, 1624-1629.
51. Neyrinck AM, Van Hee VF, Piront N, De Backer F, Toussaint O, Cani PD, Delzenne NM. 2012. Wheat-derived arabinoxylan oligosaccharides with prebiotic effect increase satietogenic gut peptides and reduce metabolic endotoxemia in diet-induced obese mice. *Nutr Diabet*, 2, e28.
52. Costa MJ, Cerqueira MA, Ruiz HA, Fougnes C, Richel A, Vicente AA, Teixeira JA, Aguedo M. 2015. Use of wheat bran arabinoxylans in chitosan-based films: Effect on physicochemical properties. *Ind Crop Prod*, 66, 305-311.
53. Kasprzak MM, L rke HN, Knudsen KEB. 2012. Effects of isolated and complex dietary fiber matrices in breads on carbohydrate digestibility and physicochemical properties of ileal effluent from pigs. *J Agr Food Chem*, 60, 12469-12476.

KEÇİ VE KOYUN SÜTLERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ

Zerrin Yüksel Önür*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bayramiç Meslek Yüksekokulu,
Gıda İşleme Bölümü, Bayramiç, Çanakkale

Geliş tarihi / *Received*: 26.03.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 22.04.2015

Kabul tarihi / *Accepted*: 25.06.2015

Özet

Keçi ve koyun sütünün bileşimlerinin hayvanın ırkı, coğrafya, beslenme, yaş ve mevsimsel faktörlere bağlı olarak geniş bir aralıkta değişim gösterdiği bilinmektedir. Koyun sütü, keçi ve inek sütüne kıyasla daha yüksek kuru madde içeriğine sahiptir. Keçi, koyun ve inek sütünde bulunan kazein fraksiyonları aynıdır. Ancak keçi ve koyun sütü kazein misellerinin ortalama çapları, hidrasyon ve mineralizasyon düzeyleri inek sütündekinden farklılıklar göstermektedir. Keçi ve koyun sütleri, inek sütünde olduğu gibi, basit ve kompleks lipitler ile yağda çözünen bileşenleri bulundurmaktadır. En küçük yağ globül çapına sahip süt koyun sütüdür ve bunu keçi ve inek sütleri izlemektedir. Keçi sütünün protein olmayan azot miktarı, inek sütüne kıyasla, daha yüksektir. İnek sütü ile karşılaştırıldığında, özellikle koyun sütleri üzerine yapılan araştırmaların ve literatür bilgisinin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu derlemede, keçi ve koyun sütünün kimyasal karakteristikleri ve bileşimi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Keçi sütü, koyun sütü, kimyasal bileşim, proteinler, lipitler

CHEMICAL COMPOSITION OF GOAT AND SHEEP MILK

Abstract

It is known that the compositions of goat and sheep milk vary depending on factors such as animal breed, location, and way of nutrition, age and seasonal changes. Sheep milk contains higher levels of total solids than goat and cow milk. Casein fractions in goat, sheep and cow milk are same. However, casein micelles in goat and sheep milk differ in average diameter, hydration and mineralization from those of cow milk. As is the case with cow's milk, goat and sheep milk have simple and complex lipids, and liposoluble compounds. The average fat globule size is smallest in sheep milk followed by goat and cow milk. Non-protein nitrogen contents of goat milk are higher compared to cow milk. It has been found out that the researches and published articles on especially sheep milk, when compared to cow milk, are less limited. In this review, information related chemical characteristics and composition of goat and sheep milk is given.

Keywords: Goat milk, sheep milk, chemical composition, proteins, lipids

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

zyuksel@comu.edu.tr, (+90) 286 773 2512, (+90) 286 773 2513

GİRİŞ

Keçi ve koyun sütlerinin üretiminin, özellikle Akdeniz ve Ortadoğu'da yer alan birçok ülkenin ulusal ekonomilerinin önemli bir bölümünü oluşturduğu ve üretimin genel olarak Fransa, İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi ülkelerde iyi organize edildiği bildirilmektedir (1, 2). Literatürde keçi ve koyun sütüne ilişkin yer alan çalışmaların, çoğunlukla belirtilen ülkelerdeki ırklara ait sütlerin özelliklerinin belirlenmesi üzerine olduğu görülmektedir.

İnek sütü, güçlü ticari öneminden dolayı, keçi ve koyun sütünden daha yoğun çalışılan bir hammadde olmuştur. Ancak son zamanlarda, keçi ve koyun sütlerinden üretilen süt ürünlerinde artan katma değer ve talep, bu hammaddeleri daha iyi tanıma gerekliliğini de beraberinde getirmiştir (3).

Keçi ve koyun sütlerindeki protein kompozisyonu ve fraksiyonları üzerinde yapılan çalışmalarda, iki tür arasındaki farklılıklar ile her tür içindeki farklı ırkların genetikleri, laktasyon periyodunun etkileri, beslenme ve iklimden kaynaklanan büyük değişimler sergiledikleri gösterilmiştir (4). Keçi ve koyun sütlerinin karakteristiklerinin de ırk, genetik, fizyoloji, beslenme, çevre ve teknoloji gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir (5).

Keçi ve koyun sütlerinin bileşim ve özellikleri ile ilgili bilgiler, bu sütlerden üretilen ürünlerin pazarlanmasının yanı sıra keçi ve koyun sütü endüstrisinin sağlıklı gelişimi açısından da oldukça önemlidir. Keçi, koyun ve inek sütlerinin kimyasal özellikleri arasında belirgin farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (1, 3, 5). Literatürde inek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi ve koyun sütleri üzerine yapılan çalışmaların daha az olduğu görülmektedir. Bu derlemenin amacı, inek sütü ile karşılaştırmalı olarak, keçi ve koyun sütlerinin bileşimi ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi vermektir.

KEÇİ VE KOYUN SÜTÜNÜN BİLEŞİMİ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

İnek sütünde olduğu gibi, keçi ve koyun sütlerinin bileşimleri de beslenme, mevsimsel değişimler, hayvanın ırkı, çevresel faktörler, laktasyon periyodu ve hayvanın sağlık durumu gibi parametrelere bağlı olarak değişmektedir (5-7). İnek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi ve koyun sütlerinin fizikokimyasal ve reolojik özelliklerinin,

Çizelge 1. Keçi, koyun ve inek sütlerinin ortalama bileşimi [Park et al., 2007 (1) verilerinden yararlanılmıştır].

Bileşim (%)	Keçi Sütü	Koyun Sütü	İnek Sütü
Yağ	3.8	7.9	3.6
Yağsız KM	8.9	12	9
Laktoz	4.1	4.9	4.7
Protein	3.4	6.2	3.2
Kazein	2.4	4.2	2.6
Kül	0.8	0.9	0.7

KM: Kuru Madde

bileşimlerindeki değişkenliğe bağlı olarak, farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir (5). Sözü edilen farklılıkların, bu sütler kullanılarak üretilen süt ürünlerinin özellikleri üzerinde belirgin etkisi olduğu ileri sürülmektedir (5, 8-10). Genel olarak anılan bu üç süt karşılaştırıldığında, en yüksek toplam kuru madde içeriğine sahip süt koyun sütüdür ve diğer süt bileşenleri de, keçi ve inek sütüne kıyasla, daha yüksek oranda bulunmaktadır (1, 11) (Çizelge 1).

Farklı türler ve ırklara ait sütlerin bileşimlerinin farklı olduğu bilinmektedir. Ayrıca farklı coğrafyalarda yetişen aynı tür ve ırka ait sütlerin bileşimlerinde de farklılıklar bulunmaktadır. Çizelge 2'de ırk ve ülkelere göre keçi sütlerinin bileşimleri verilmiştir (5, 9, 12, 13).

Ülkemizde Kaz dağları bölgesinde, keçi, koyun ve inek sütleri, coğrafi işaret belgesine sahip olan Ezine Peynirinin üretiminde kullanılmaktadır. Ezine, Ayvacık ve Bayramiç ilçeleri Ezine Peynirinin üretim alanlarıdır (14). Bölgede, yaygın olarak Sakız ve Kıvrıcık ırklarına ait koyun sütleri, Saanen ve Kılkeçisi ırklarına ait keçi sütleri ile Holstein ırkına ait inek sütü üretilmektedir (13).

Yapılan çalışmada laktasyon periyodu boyunca Ezine, Ayvacık ve Bayramiç ilçelerinden toplanan süt örneklerinin ortalama kuru madde değerlerinin (%) inek sütü için 11.44 ile 13.72; koyun sütü için 18.14 ile 19.74 ve keçi sütü için 11.96 ile 14.96 arasında değiştiği saptanmıştır. Protein içeriklerinin (%) inek sütü için 2.35 ile 3.50; koyun sütü için 5.75 ile 6.42 ve keçi sütü için 2.70 ile 3.64 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yağ içeriklerinin (%) ise inek sütü için 3.94 ile 5.02; koyun sütü için 6.84 ile 7.73 ve keçi sütü için 3.71 ile 6.17 arasında değiştiği ortaya konulmuştur (13).

Çizelge 2. Bazı ırk ve ülkelere göre keçi sütünün kompozisyonu (5, 9, 12, 13).

Ülke	İrk	TKM (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Laktoz (%)	Kül (%)
İngiltere	British Saanen	11.6	3.48	2.61	4.3	0.8
Fransa	Alpine Saanen	-	3.6	3.2	-	-
İtalya	Sardinian	-	5.1	3.9	-	0.71
Yunanistan	Lokal	14.8	5.63	3.77	4.76	0.73
Türkiye	Kaz dağları Saanen	13	4.33	3.02	-	-
Türkiye	Kaz dağları Saanen	14.4	5.45	3.5	-	-

TKM: Toplam Kuru Madde

Keçi, koyun ve inek sütlerinin fizikokimyasal özellikleri arasındaki farklılıklar Çizelge 3'te görülmektedir. Keçi sütünün yoğunluğu, inek sütünün yoğunluğuna yakındır (1). İnek ve keçi sütleri ile karşılaştırıldığında, koyun sütünün yoğunluğunun, viskozitesinin ve asitliğinin daha yüksek olduğu; refraktif indeks ve donma noktasının daha düşük olduğu görülmektedir (1, 11). Keçi sütünün yüzey gerilimi, inek sütü ile aynı aralıklar içindedir. Ancak inek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi sütünün viskozitesi biraz daha yüksek iken koyun sütünün viskozitesinin belirgin bir şekilde daha yüksek olduğu görülmektedir (1) (Çizelge 3).

KEÇİ VE KOYUN SÜTÜ PROTEİNLERİ

Koyun sütünün ortalama protein içeriği (% 5.8, w/w), keçi (% 4.6, w/w) ve inek sütünden (% 3.3, w/w) daha fazladır. Keçi ve koyun sütündeki temel proteinler, inek sütündeki ile neredeyse aynıdır. Keçi sütü, koyun ve inek sütüne kıyasla, daha yüksek oranda protein olmayan azot ve daha az oranda kazein azotu içermektedir. Bu durum keçi sütünden üretilen yoğurt yapısı ve tekstürünün zayıf ve peynir veriminin de düşük olmasını beraberinde getirmektedir (1). Ayrıca keçi ve koyun sütleri, inek sütüne kıyasla daha düşük koloidal kararlılığa sahip olmalarıyla karakterize edilmektedirler (15).

Genel olarak keçi sütü daha az oranda kazein ve daha yüksek oranda serum proteini içermektedir (9, 16). Bu keçi sütü proteinlerinin, inek sütü proteinlerine kıyasla, daha yüksek oranda sindirilebilir olduğunu açıklamaktadır (16, 17). Ayrıca keçi sütü protein fraksiyonlarında, inek sütüne kıyasla, on temel aminoasitten altısının daha yüksek oranda bulunduğu bildirilmektedir (17). Çocuklarda görülen gıda alerjilerinden biri, özellikle doğumdan bir yıl sonra ortaya çıkan, inek sütü alerjisidir (18-20). İnek sütü alerjisini karakterize etmek için yapılan birçok araştırmada, α_{s1} -kazein ve β -laktoglobulin iki temel alergen olarak tanımlanmıştır (18, 19, 21). Buna ek olarak, diğer birçok süt proteini de antijeniktir ve bağışıklık sistemine etki etmektedir. (18). Keçi sütü alerjik özellikleri bakımından da inek sütünden farklıdır.

Diğer tür süt proteinleri ile karşılaştırıldığında, keçi sütü proteinlerinin aminoasit kompozisyonunda önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Keçi sütü alerjik etkiye sahip olan α_{s1} -kazeini iz miktarda içermektedir. Keçi sütü proteinlerinin daha düşük pıhtı gerilimi ve yağının farklı bileşimi dolayısıyla özellikle bebeklerin keçi sütünü daha iyi sindirebileceği düşünülmektedir. Ayrıca inek sütü alerjisi olan çocuklarda, keçi sütünün inek sütü yerine kullanılabilmesi ön görülmektedir. İnek sütü alerjisine sahip birçok çocuğun keçi sütünü tolere edebildiği bildirilmiştir (19).

Yağ globül membranında yer alan proteinler üzerine yapılan bir çalışmada, inek sütü yağ globül membranında kazein bulunmazken, keçi sütü yağ globül membranında kazeinlerin bulunduğu belirlenmiştir (22).

Kazeinler

Keçi Sütü Kazeinleri

Keçi sütü kazeinleri, inek ve koyun sütü ile aynı olup, bunlar; α_{s1} -kazein, α_{s2} -kazein, β -kazein ve κ -kazeindir. Keçi, koyun ve inek sütündeki kazeinlerin kompozisyonları genetik polimorfizmden etkilenmektedir (1, 4, 18, 23). Keçi ve koyun sütlerindeki α_{s1} -kazein'in polimorfizmi, üzerinde yoğun olarak çalışılan konulardan biridir (1, 5). Brezilya'nın kuzey doğusunda üretilen Alpine ve Saanen keçi ırklarına ait sütlerin kazein kompozisyonunda α_{s1} -kazein olmadığı bildirilmektedir. Bu ırklara ait sütlerin hipoaerjik protein kaynakları açısından potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (17).

Kazein misellerinin organizasyonu ve mineralizasyon düzeyi, küçükbaş hayvanların sütlerinde farklılıklar sergilemektedir. Hem keçi hem de koyun sütü kazein miselleri daha yüksek oranda mineralize olup, keçi sütü misel boyutu, koyun ve inek sütlerine kıyasla, belirgin bir şekilde daha büyüktür (5). Keçi sütü, inek sütüne kıyasla, daha düşük kazein içeriğine sahiptir. Ayrıca bu iki tür arasında kazein misel kompozisyonu ve hidrasyonu açısından da farklılıklar bulunmaktadır. İnek sütü ile karşılaştırıldığında keçi sütünün daha az oranda ve sayıda kazein içermesi, peynir veriminin azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca keçi peynirinin

Çizelge 3. Keçi, koyun ve inek sütlerinin bazı fizikokimyasal özellikleri (1).

Özellik	Keçi Sütü	Koyun Sütü	İnek Sütü
Yoğunluk	1.029-1.039	1.0347-1.0384	1.0231-1.0398
Viskozite, C_p	2.12	2.86-3.93	2
Yüzey gerilimi (Dyn/cm)	52	44.94-48.7	42.3-52.1
İletkenlik ($\Omega^{-1}cm^{-1}$)	0.0043-0.0139	0.0038	0.0040-0.0055
Refraktif indeks	1.450±0.39	1.3492-1.3497	1.451±0.35
Donma noktası (- °C)	0.540-0.573	0.57	0.53-0.57
Laktik asit (%)	0.14-0.23	0.22-0.25	0.15-0.18
pH	6.5-6.8	6.51-6.85	6.65-6.71

tekstür ve reolojisine de etki etmektedir (24). β -kazein, nicelik olarak keçi sütünün temel protein bileşenidir. Koyun sütü kazeinleri ile karşılaştırıldığında, keçi sütü kazeinleri daha az oranda α_s -kazeinleri ve daha fazla oranda β -kazein ve κ -kazeini içermektedir. (15, 23, 25). Keçi sütünde κ -kazeinin 7 genetik variantı (A-G) olduğu belirlenmiştir (23).

Genel olarak keçi sütü kazein miselleri, çözünürlüklerinin daha az, sedimantasyon hızının daha düşük, β -kazeinin soğukta çözünürlüğünün daha fazla, misel boyutunun daha küçük, kalsiyum ve fosfor düzeyinin daha fazla ve ısı kararlılığının daha düşük olmasıyla inek sütünden oldukça farklıdır (4).

Koyun Sütü Kazeinleri

Koyun sütü kazein misel yapısı, ortalama çapları, hidrasyon ve mineralizasyon düzeyleri açısından inek sütünden farklılıklar göstermektedir. İnek sütüne kıyasla, koyun sütünde misellerin mineralizasyon düzeyi daha yüksek, hidrasyon düzeyi daha düşüktür (1).

Koyun sütü protein içeriğinin, inek ve keçi sütünden daha fazla olması, peynir veriminin de bu sütlere kıyasla belirgin bir şekilde daha fazla olmasını beraberinde getirmektedir. Koyun sütünde pıhtı oluşum hızının daha yüksek olması ise daha yüksek kazein ve koloidal kalsiyum içeriği ile ilişkilendirilmektedir (24). Ayrıca daha yüksek oranda kazeinleri ve mineralleri içermesi nedeniyle koyun sütü, inek ve keçi sütlerine kıyasla, düşük bir pH'a sahiptir (15).

Kaz dağları bölgesindeki keçi, koyun ve inek sütlerinin protein yüzey hidrofobisitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, koyun sütü kazein yapısının daha kompakt olduğu ve misel yüzeyindeki hidrofobik kısımların sayısının belirgin bir şekilde daha az olduğu belirlenmiştir (13).

Serum Proteinleri

Koyun sütü asal serum proteinleri, β -laktoglobulin ve α -laktalbumindir. İmmunoglobulinler, serum albümin ve proteoz-peptonlar da daha düşük derişimlerde bulunmaktadır. Bir diğer serum proteini, antibakteriyel etkiye sahip olan, laktoferrindir (1, 26) ve farklı türlere ait keçi sütlerinin laktoferrin derişimlerinin değiştiği saptanmıştır (27).

Koyun sütünün temel serum proteini olan β -laktoglobulin, 162 adet aminoasit içeren bir polipeptit zincirinden oluşmaktadır (1, 26, 28). β -laktoglobulin'in üç genetik variantı (A-C) tanımlanmıştır (1, 26). Buna karşın, yapılan bir çalışmada, koyun ve inek sütlerinde β -laktoglobulin'in iki (A ve B), keçi sütünde ise bir genetik variantı olduğu belirlenmiştir (28). Ancak İspanya ve Fransa Saanen ırkına ait keçi sütlerinde β -laktoglobulin'in iki genetik variantı olduğu bildirilmiştir (1). En yüksek β -laktoglobulin

derişiminin koyun sütünde olduğu ve inek ve keçi sütlerindeki yaklaşığ 2.5 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (28). Ayrıca keçi sütünden elde edilen asit peynir altı suyunda bulunan β -laktoglobulin yüzdesinin, koyun ve inek sütündekinden daha düşük olduğu bildirilmektedir (1). Buna karşın, koyun sütü asit peynir altı suyunda β -laktoglobulin/ α -laktalbumin oranının belirgin bir şekilde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Koyun sütünde bu oran ortalama 8.0 iken bunu keçi (2.3) ve inek sütü (2.0) izlemektedir (28).

Koyun ve keçi sütlerindeki α -laktalbumin, inek sütündekinin homologudur. α -laktalbumin'in iki genetik variantı olduğu saptanmıştır (1).

Koyun ve keçi sütlerindeki β -laktoglobulinin, inek sütündekine kıyasla, ısı işlemlere karşı daha fazla duyarlı olduğu bulunmuştur. β -laktoglobulinin ısı işlemlere karşı duyarlılığının en fazla koyun sütünde olduğu ve bunu keçi ve inek sütlerinin izlediği ortaya konulmuştur. α -laktalbumininin ısı işlemlere karşı en dirençli serum proteini olduğu bilinmektedir. 80°C'nin altındaki sıcaklıklarda, α -laktalbumininin ısı işlemlere karşı duyarlılığının en fazla koyun sütünde olduğu ve sırasıyla inek ve keçi sütlerinde azaldığı saptanmıştır. Buna karşın, 90°C'de ise aynı sıralama keçi sütü, koyun sütü, inek sütü şeklindedir. Bu sonuçlar, α -laktalbuminin denatürasyonu üzerine sıcaklığın etkisinin en fazla keçi sütünde olduğunu göstermektedir (28).

β -laktoglobulin insan sütünde bulunmamaktadır. Yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, β -laktoglobulin ve kazeinlerin alerjeniteleri arasında belirgin bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur (4). Bebeklerin yaklaşık % 2'sinin inek sütüne karşı alerjisinin geliştiği bildirilmektedir. β -laktoglobulin sütteki en yaygın alerji ajanı olarak kabul edildiğinden keçi sütünün, inek sütü yerine kullanılmasının bazı alerjik reaksiyonları azaltmadığı düşüncesi ön plana çıkmaktadır (29). Süt proteinlerinin etki ettiği ve teknolojik açıdan önemli olan özelliklerin başında "rennetleme özelliği" ve "ısı kararlılık" gelmektedir.

Rennetleme Özellikleri

Keçi, koyun ve inek sütlerinin protein dağılımları ve genetik polimorflarının geniş bir aralıkta farklılık göstermesi, bu sütlerin rennetleme özellikleri ile üretilen peynirlerin reolojik özelliklerindeki farklılığı da beraberinde getirmektedir (24). Kazein misellerinin yapısında bulunan koloidal mineraller ile çözünür mineraller arasındaki dengenin, sütün rennet koagülasyon özellikleri ile pıhtının fiziksel karakteristiklerine etki eden önemli bir parametre olduğu bildirilmektedir (30).

İnek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi ve koyun sütlerinin, bileşimlerindeki değışkenliğe bağılı olarak, fizikokimyasal ve reolojik özelliklerinde

ortaya çıkan farklılıkların, bu sütler kullanılarak üretilen süt ürünlerinin özellikleri üzerinde belirgin etkisi olduğu ileri sürülmektedir (5, 8, 9). Süt bileşimindeki herhangi bir değişimin, koagülasyon özellikleri ile peynir yapımındaki proses basamaklarına belirgin bir şekilde etki ettiği bildirilmektedir (31).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda keçi sütü için 6 farklı α_{s1} -kazein genetik variantı bulunmuştur. Bu farklılık, keçi sütü ürünlerinin tat-koku, peynir yapım özellikleri ve sindirilebilirliğindeki farklılıkları da beraberinde getirmektedir (4).

Koyun sütü kazeinlerinin, inek sütüne kıyasla, daha fazla kalsiyum içeren misellerden oluştuğu; daha yüksek β -kazein/ α_s -kazein oranından dolayı rennet enzimine karşı daha duyarlı olduğu ve koagülasyonun inek sütünden daha kısa sürede tamamlandığı bildirilmektedir (24). Koyun sütünde pıhtı oluşumu daha hızlı olmasına rağmen sineresiz daha fazla zaman almaktadır (26).

Peynir üretiminde, sütün rennetleme sürecinin enzimatik fazında kazein misellerindeki κ -kazeinlerin para- κ -kazein ve kazeinomakropeptide (KMP) hidrolize olduğu bilinmektedir (32). Bu bağlamda inek ve keçi sütündeki KMP'ler arasındaki aminoasit dizilimlerinde önemli farklılıklar olduğu ileri sürülmektedir (4). Buna karşın keçi, koyun ve inek sütlerinden elde edilen KMP'lerin aminoasit kompozisyonunun oldukça benzer olduğu ancak KMP'nin peptit olmayan fraksiyonunda belirgin farklar olduğu belirtilmektedir (33).

Isıl kararlılık

Sütün ısıl kararlılığı, sterilizasyon sıcaklığında sütün koagülasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır (34). Sütün ısıl kararlılığına etki eden parametreler arasında, pH, tuz dengesi ve kazein miselleri ile serum proteinleri arasındaki etkileşimler yer almaktadır (35). Keçi ve koyun sütleri, inek sütüne kıyasla, ısıl işlemlere karşı daha düşük kolloidal kararlılık ile karakterize edilirler (15). Keçi sütünün UHT işlemine karşı duyarlı olmasında pH, kazein misellerinin hidrasyon düzeyi, α_{s1} -kazeinin genetik polimorfizmi, protein olmayan azot, tuz dengesi ve iyonik kalsiyum oranı gibi parametreler yer almaktadır (35, 36). Yapılan araştırmalarda, doğal pH'sında keçi sütünün inek sütünden daha düşük bir ısıl kararlılığa sahip olduğu gösterilmiştir. Keçi sütünün ısıl kararlılığının pH ile ilişkisinin, inek sütünden farklı olduğu belirlenmiştir (37, 38). Isıl kararlılık açısından iki farklı tip keçi sütü olduğu saptanmıştır. Isıl kararlılık, 120 ile 150°C arasında 1 dakika ısıl işlem uygulaması sonucu koagülasyon oluşumu temel alınarak belirlenmiştir. Buna göre ısıl kararlılığı 125°C ve altında olan keçi sütleri "ısıl kararlılığı olmayan", ısıl kararlılığı 140°C ve üzerinde olan keçi sütleri de "ısıl kararlılığı olan" sütler olarak tanımlanmıştır.

Bu iki tip keçi sütü arasındaki belirgin değişimlerin ise pH, çözünür protein derişimi, fosfor ve çözünür kalsiyum içeriklerinde olduğu ortaya konulmuştur (35). Koyun sütü için maksimum ısıl kararlılığın olduğu pH aralığı 6.73 ile 6.84 iken, keçi sütü için bunun pH 6.9 gibi daha yüksek bir değer olduğu bildirilmektedir (15).

Süt enzimlerinin ısıl işlem ile inaktif hale geldiği ve pastörizasyonun kontrolü amacıyla, alkali fosfataz aktivite testi yapıldığı bilinmektedir. Buna karşın, türler ve aynı türler içinde farklı ırklar arasında alkali fosfataz derişimlerinin dağılımında önemli farklılıklar bulunduğu saptanmıştır (15, 39).

KEÇİ VE KOYUN SÜTÜ KARBOHİDRATLARI

Laktoz sütün asal karbohidratıdır ve koyun sütünde ortalama % 4.9; keçi sütünde ortalama % 4.2 oranında bulunmaktadır (1, 5). Keçi sütünün laktoz içeriği, inek sütünden yaklaşık % 0.2-0.5 oranında daha azdır (23). İnek sütü ile karşılaştırıldığında, koyun sütünün yağ ve protein içeriği daha yüksek iken, laktoz miktarı neredeyse aynı seviyededir. Bunun sonucu olarak, koyun sütünün toplam kuru maddesindeki laktoz oranı (%22-27), inek sütündeki orana (%33-40) kıyasla, daha düşüktür (1). Laktoz dışında, keçi ve koyun sütlerinde az miktarlarda da olsa oligosakkaritler, glikopeptidler, glikoproteinler ve nükleotid şekeri de bulunmaktadır (1, 23). Keçi sütünde bulunan oligosakkaritlerin çeşitliliğinin önemli olduğu bildirilmiştir (23). Yapılan bir çalışmada Murciano-Granadina ırkına ait keçi sütünde 25 farklı oligosakkarit olduğu belirlenmiştir (5). Keçi sütündeki sialik asit derişiminin (yaklaşık 230 mg/kg süt), inek sütündekinden (yaklaşık 60 mg/kg süt) 4 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (5, 23).

Sütteki nükleotid şekerleri, süt ve memeli salgı bezlerindeki glikozil transferaz için glikozil donörüdür ve glikoproteinler, glikolipitler ve oligosakkaritlerin sütteki biyosentezinde öncü göreve sahiptirler. Keçi sütünün belirgin bir şekilde yüksek nükleotid içeriğine sahip olduğu (154 μ mol/100 ml), bunu koyun sütü (93 μ mol/ml) ve inek sütünün (68 μ mol/100 ml) izlediği bildirilmektedir (1, 23).

KEÇİ VE KOYUN SÜTÜ LİPİTLERİ

Yağ sütün en değişken bileşeni olup, laktasyon periyodu, ırk, genotip ve beslenme gibi faktörlerden etkilenmektedir (4, 40). Süt lipitlerinin en büyük kısmını (yaklaşık %98) yağ asitlerinin esterleri olan trigliseritler oluşturmaktadır. İnek sütünde olduğu gibi, keçi ve koyun sütlerinin lipit kompozisyonunda, trigliseritlerin yanı sıra, diğer basit lipitler (monogliseritler, digliseritler, kolesterol esterleri), kompleks lipitler (fosfolipitler) ve yağda çözünen bileşenler (steroller, kolesterol esterleri, hidrokarbonlar) yer almaktadır (1, 29).

Küçükbaş hayvan sütlerindeki yağın karakteristiklerinden biri de onların globül çaplarıdır. Küçükbaş hayvan sütlerindeki küçük yağ globüllerinin oranının, inek sütü ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar ile en küçük ortalama yağ globül çapına sahip sütün koyun sütü olduğu ve bunu keçi sütünün izlediği saptanmıştır. Bu da, inek sütü yağı ile karşılaştırıldığında, daha etkin bir lipit metabolizması ile sindirilebilirlik açısından avantaj oluşturmaktadır (1, 5).

Keçi ve koyun sütü yağ asitlerinin, bu sütlerden üretilen peynirlerin tat-koku karakteristiklerinin oluşumunda etkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu yağ asitleri farklı türlerden elde edilen süt karışımlarını saptamak amacıyla kullanılmaktadır (23, 26). Keçi ve koyun sütlerindeki toplam yağ asitlerinin %75'inden fazlasını beş yağ asidi (C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 ve C18:1) oluşturmaktadır (1, 11, 26). Keçi ve koyun sütlerindeki metabolik olarak önemli olan kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin düzeyleri [kaproik (C6:0), kaprilik (C8:0), kaprik (C10:0) ve laurik (C12:0)] inek sütüne kıyasla belirgin bir şekilde daha fazladır (1, 26). Keçi sütünde bulunan yağ asitleri, toplam yağ asitlerinin % 15-18'ini oluştururken, inek sütünde bu oran % 5-9 dolayındadır (23). İnek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi sütündeki bütirik (C4:0), miristik (C14:0), palmitik (C16:0) ve linoleik (C18:2) asit miktarlarının da daha yüksek olduğu ancak stearik (C18:0) ve oleik asit (C18:1) içeriklerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir (4, 41). Buna karşın, literatürde keçi ve koyun sütü yağlarının düşük oranda bütirik asit ancak yüksek oranda kaproik, kaprilik ve kaprik asit içerdiği bilgisi de yer almaktadır (29). Koyun sütündeki tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri ile omega 3 ve omega 6 yağ asitlerinin, keçi sütündekinden daha fazla olduğu bildirilmektedir (11).

Keçi sütünde bulunan yağ asitleri profili açısından bir diğer önemli konu ise, keçi sütünün, inek sütünde bulunmayan ve keçi sütü ürünlerine karakteristik tat-kokuyu veren, 11 karbon atomundan daha az karbon atomu içeren dallanmış yapıdaki serbest yağ asitlerini içermesidir. Küçükbaş hayvan sütlerinin yağlarının konjuge linoleik asitleri (CLA) içerdiği bildirilmiştir. Konjuge çift bağ içeren bu yağ asitleri, linoleik asidin geometrik izomerleridir. Temel bir CLA olan cis-9 trans-11 C18:2'in, antiaterojenik etkisinin yanı sıra antikanserijen özelliklerden de sorumlu bir yağ asidi olduğu düşünülmektedir (23).

Keçi-benzeri aroma olarak tanımlanan tat-kokudan sorumlu yağ asitlerinden bir diğeri 4-etilositanoik asittir. Monometil dallanmaların olduğu C4 ve C6 yağ asitleri ise sadece keçi sütünde bulunurken, inek sütünde bu yağ asitlerine rastlanmamıştır. Keçi sütünde fazla sayıda minör dallanmış yağ

asitleri bulunmaktadır ve keçi sütündeki *trans*-C18:1 yağ asidi miktarı, inek sütündekinden, belirgin bir şekilde daha düşük düzeydedir. Bu durumun, keçi sütünü koroner kalp hastalıkları riskleri açısından daha avantajlı hale getirdiği düşünülmektedir (4).

KEÇİ VE KOYUN SÜTÜ MİNERALLERİ

Keçi ve koyun sütlerinin mineral içerikleri genel olarak insan sütündekinden daha fazladır. Keçi sütü, inek sütünden daha yüksek oranda Ca, P, K, Mg ve Cl; daha az oranda da Na ve S içermektedir (1, 23). Keçi sütü yüksek Cl ve P içeriği ile diğer sütlerden ayırt edilmektedir. Sütün çözünür ve kolloidal fazlardaki kalsiyum, fosfor ve magnezyum dağılımları, inek ve keçi sütleri için benzer olsa da koyun sütü daha düşük çözünürlüğe sahip olmasıyla bu sütlerden farklılık göstermektedir (5, 23). Keçi sütü ve diğer tür sütlerin laktöz içerikleri ile Na ve K minerallerinin molar toplamları arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Klor, K ile pozitif olarak korelasyon gösterirken laktöz ile negatif korelasyon sergilemektedir. Keçi sütü asal mineralleri, Na minerali hariç, laktasyon periyodundan etkilenmemektedir (1).

Keçi sütünde bulunan iz minerallerden Mn, Cu, Fe ve Zn'un derişimleri sırasıyla 0.032, 0.05, 0.07, 0.56 mg/100 g'dır (1, 23). Ancak Anglo-Nubian keçi sütünün, Fransa Alp keçi sütlerinden, belirgin bir şekilde daha yüksek oranda Cu ve Zn içerdiği saptanmıştır (1). İz mineraller içinde, en yüksek miktarda bulunan mineral Zn'dur (23). Keçi ve koyun sütlerindeki Zn miktarı insan sütünden daha fazla iken, Fe miktarı belirgin bir şekilde daha azdır (1). Ancak keçi ve inek sütlerindeki Fe miktarı benzer iken koyun sütünde daha yüksek oranda Fe bulunmaktadır (5). Keçi ve inek sütleri, insan sütünden belirgin bir şekilde daha fazla iyot içermektedir. Keçi ve insan sütleri, inek sütünden daha fazla Se içermektedir (1).

Demirin biyoyararlanımının ise keçi sütünde, inek sütü ile karşılaştırıldığında, daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun bağırsaklarda daha iyi adsorpsiyonu sağlayan daha yüksek nükleotid miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (5). Çinkonun biyoyararlanımının, keçi ve inek sütleri için aynı olduğu, koyun sütü için daha düşük, insan sütü için daha yüksek olduğu saptanmıştır. Koyun sütünde daha düşük olsa da selenyumun biyoyararlanımının keçi ve insan sütlerinde benzer olduğu gösterilmiştir. Bakırın biyoyararlanımının ise keçi sütünde, inek sütüne kıyasla, daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çinko ve selenyum için de aynı sonuçlar bulunmuştur. Genel olarak bu minerallerin (Fe, Zn ve Cu) insan sütündeki biyoyararlanımlarının daha yüksek olmasının nedeni, bu minerallerin küçükbaş hayvan sütlerinde kazein ile assosiyeye olmaları ile açıklanabilmektedir (5).

KEÇİ VE KOYUN SÜTÜ VİTAMİNLERİ

Keçi ve koyun sütleri, inek sütünden daha fazla oranda A vitamini içermektedir. Keçi sütündeki β -karotenin tamamı A vitaminine dönüştüğünden, keçi sütü inek sütünden daha beyaz algılanır (1, 23, 29). Keçi ve koyun sütlerinde yüksek oranda B vitaminleri bulunduğu özellikle niasin oranının yüksek olduğu bildirilmiştir (5). Bebekler için keçi sütü uygun miktarda A vitamini ile niasin ve fazla miktarda da tiamin, riboflavin ve pantotenat içermektedir (1). Ancak keçi sütü, folik asit ve E vitamini bakımından fakirdir (5, 23).

Inek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi sütünde folik asit ve B12 vitaminin oldukça yetersiz düzeyde oluşu "keçi sütü anemisine" neden olmaktadır. Inek sütündeki folat ve B12 vitamini düzeyleri, keçi sütünden beş kat daha fazladır ve folatın hemoglobinin sentezi için gerekli olduğu bilinmektedir. Keçi ve inek sütlerinin her ikisi de pridoksin (B6), C ve D vitaminleri açısından fakirdir (1). Keçi sütünde ısıtma işlem uygulamaları üzerine yapılan bir çalışmada, sütün raf ömrünü uzatmanın yanı sıra, vitaminleri korumak için en uygun prosesin HTST pastörizasyonu olduğu ortaya konulmuştur (42).

SONUÇ

Dünyada keçi ve koyun sütü ürünlerinin artan bir şekilde tüketilmeye başlandığı bildirilmektedir. Bu bağlamda, bu sütlerin bileşimi, teknolojik özellikleri ve besinsel nitelikleri ile ilgili bilgiler, daha yüksek kalitede ürünlerin üretimi için oldukça önemlidir. Ayrıca keçi ve koyun sütlerinin kimyasal özellikleri ile ilgili bilgiler, süt teknolojisi ve gıda teknolojisi, beslenme bilimleri ile gıda analizleri alanlarında da büyük öneme sahiptir. Keçi ve koyun sütü ile ilgili araştırmaların, inek sütüne kıyasla sınırlı da olsa, çoğunlukla bu sütlerin yoğun olarak üretildiği ülkelerde yürütüldüğü görülmektedir. Koyun ve keçi yetiştiriciliğinin ülkemiz ekonomisinde de et, süt ve deri üretimleri ile ilişkili olarak önemli bir yeri olduğu bildirilmektedir. Ülkemizde keçi, koyun ve inek sütleri karışımı kullanılarak üretilen ve katma değeri yüksek süt ürünlerinin başında Ezine Peyniri gelmektedir.

Keçi ve koyun sütleri üzerinde yürütülecek çalışmaların, bu sütlerden üretilen ürünlerin pazarlanmasının yanı sıra keçi ve koyun sütü endüstrisinin sağlıklı gelişimi açısından da oldukça önemli olduğu ortadadır.

KAYNAKLAR

1. Park YW, Juarez M, Ranos M, Haenlein GFW, 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin Res*, 68: 88-113.

2. Riberio AC, Riberio SDA, 2010. Specialty products made from goat milk, *Small Rumin Res*, 89(2): 225-233.

3. Eleya OMM, Banon SD, Hardy J, 1995. A comparative study of pH and temperature effects on the acidic coagulation of milks from cows, goats and sheep. *J Dairy Sci*, 78: 2675-2682.

4. Haenlein GFW, 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin Res*, 51: 155-163.

5. Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y, 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rumin Res*, 79: 57-72.

6. Mestawet TA, Girma A, Adnoy T, Devold TG, Narvhus JA, Vegarud GE, 2012. Milk production, composition and variation of different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia, *Small Rumin Res*, 105: 176-181.

7. Goetsch AL, Zeng SS, Gipson TA, 2011. Factor affecting goat milk production and quality, *Small Rumin Res*, 101: 55-63.

8. Raynal-Ljutovac K, Gaborit P, Lauret A, 2005. The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rumin Res*, 60: 167-177.

9. Albenzio M, Caroprese M, Marino R, Muscio A, Santillo A, Sevi A, 2006. Characteristics of Garganica goat milk and Caciocotta cheese. *Small Rumin Res*, 64: 35-44.

10. Hayaloğlu AA, Karagül-Yüceer Y, 2011. Utilization and characterization of small ruminants' milk and milk products in Turkey: Current status and new perspectives. *Small Rumin Res*, 101: 73-83.

11. Hilali M, El-Mayda E, Rischkowsky B, 2011. Characterization and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. *Small Rumin Res*, 101: 92-101.

12. Pirisi A, Pinna G, Addis M, Piredda G, Mauriello R, De Pascale S, Caira S, Mamone G, Ferranti P, Addeo F, Chianese L, 2007. Relationship between the enzymatic composition of lamb rennet paste and proteolytic, lipolytic pattern and texture of PDO Fiore Sardo ovine cheese. *Int Dairy J*, 17: 143-156.

13. Yuksel Z, Avcı E, Uymaz B, Erdem YK, 2012. General composition and protein surface hydrophobicity of goat, sheep and cow milk in the region of Mount Ida. *Small Rumin Res*, 106: 137-144.

14. Anonim 2006. T.C. Türk Patent Enstitüsü Coğrafi İşaret Tescil Belgesi, Ezine Peyniri, Tescil no:86.

15. Raynal-Ljutovac K, Park YV, Gaucheron F, Bouhallab S, 2007. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. *Small Rumin Res*, 68: 207-220.

16. Ceballos LS, Morales ER, Adarve GT, Castro JD, Martinez LP, Sampelayo MRS, 2009. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *J Food Compos Anal*, 22(4): 322-329.

17. Costa WKA, Souza EL, Beltrao-Filho EM, Vasconcelos GKV, Santi-Gadelha T, Gadelha CAA, Franco OL, Queiroga RCRE, Magnani M, 2014. Comparative protein composition analysis of goat milk produced by the Alpine and Saanen breeds in Northeastern Brazil and related antibacterial activities. *PLoS One*, 9(3): 1-8.
18. Bartowska J, Szwajkowska M, Litwinczuk Z, Krol J, 2011. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Compr Rev Food Sci F*, 10: 291-302.
19. Monaci L, Tregoeat V, vanHengel AJ, Anklam E, 2006. Milk allergens, their characteristics and their detection in food: A review. *Eur Food Res Technol*, 223: 149-179.
20. del Rio PR, Sanchez-Garcia S, Escudero C, Pastor-Vargas C, Hernandez JJS, Perez-Rangel I, Ibanez MD, 2012. Allergy to goat's and sheep's milk in a population of cow's milk-allergic children treated with oral immunotherapy. *Pediatr Allergy Immu*, 23: 128-132.
21. Ballabio C, Chessa S, Rignanese D, Gigliotti C, Pagnacco G, Terracciano L, Fiocchi A, Restani P, Caroli AM, 2011. Goat milk allergenicity as a function of α_{s1} casein genetic polymorphism. *J Dairy Sci*, 94 (2): 998-1004.
22. Cebo C, Caillat H, Bouvier F, Martin P, 2010. Major proteins of the goat milk fat globule membrane. *J Dairy Sci*, 93 (3): 868-876.
23. Amigo L, Fontecha J, 2011. *Goat Milk*. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Fuquay JW (chief ed), Second Edition, Academic Press, UK, pp.484-493.
24. Park YW, 2007. Rheological characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin Res*, 68: 78-87.
25. Clark S, Sherbon JW, 2000. Alphas1-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. *Small Rumin Res*, 38: 123-134.
26. Ramos M, Juarez M, 2011. *Sheep Milk*. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Fuquay JW (chiefed), Second Edition, Academic Press, UK, pp.494-502.
27. Rachman AB, Maheswari RRA, Bachroem MS, 2015. Composition and isolation of lactoferrin from colostrums and milk of various goat breeds. *Procedia Food Sci*, 3:200-210.
28. Dumitraşcu L, Moschopoulou E, Aprodu I, Stanciu S, Rapeanu G, Stanciu N, 2013. Assessing the heat induced changes in major cow and non-cow whey proteins conformation on kinetic and thermodynamic basis. *Small Rumin Res*, 111: 129-138.
29. Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ, 2006. *Dairy Science and Technology*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 763p.
30. Fuente MA, Requena T, Jurez M, 1997. Salt balance in ewes and goats milk during storage at chilling and freezing temperatures. *J Agr Food Chem*, 45: 82-88.
31. Thomann S, Brechenmacher A, Hinrichs J, 2008. Strategy to evaluate cheesemaking properties of milk from different goat breeds. *Small Rumin Res*, 74: 172-178.
32. Fox PF, Mc Sweeney PLH, 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Chapman and Hall, London, UK, 478p.
33. Martin-Diana AB, Fraga MJ, Fontecha J, 2002. Isolation and characterization of caseinomacropptide from bovine, ovine and caprine cheese whey. *Eur Food Res Technol*, 214: 282-286.
34. O'Sullivan MM, Lorenzen PC, O'Connell JE, Kelly AL, Schlimme E, Fox PF, 2001. Short Communication: Influence of Transglutaminase on the Heat Stability of Milk. *J Dairy Sci*, 84: 1331-1334.
35. Morgan F, Jacquet F, Micault S, Bonnin V, Jaubert A, 2000. Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high-temperature processing. *Int Dairy J*, 10: 113-117.
36. Chen BY, Grandison AS, Lewis MJ, 2012. Comparison of heat stability of goat milk subjected to ultra-high temperature and in-container sterilization, *J Dairy Sci*, 95: 1057-1063.
37. Anema SG, Stanley DJ, 1998. Heat-induced, pH-Dependent Behaviour of Protein in Caprine Milk. *Int Dairy J*, 8: 917-923.
38. O'Connell JE, Fox PF, 2011. *Heat Stability of Milk*. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Fuquay JW (chief ed), Volume 2, Academic Press, UK, pp. 744-749.
39. Lorenzen PC, Martin D, Clawin-Radecker I, Barth K, Knappstein K, 2010. Activities of alkaline phosphatase, γ -glutamyltransferase and lactoperoxidase in cow, sheep and goat's milk in relation to heat treatment. *Small Rumin Res*, 89: 18-23.
40. Kondyli E, Svarnas C, Samelis J, Katsiari MC, 2012. Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds, *Small Rumin Res*, 103: 194-199.
41. Sumarmono J, Sulistyowati M, Soenardo, 2015. Fatty acids profiles of fresh milk, yogurt and concentrated yogurt from Peranakan Etawah goat milk, *Procedia Food Sci*, 3: 216-222.
42. Lavigne C, Zee JA, Simard, R.E., Beliveau, B., 1989. Effect of processing and storage conditions on the fate of Vitamin B1, B2 and C and on the shelf-life of goat's milk. *J Food Sci*, 54: 30-34.

GIDA



Author Instructions

GIDA (2009) 34 (1): 59-63

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Author Instructions

Manuscript Submission and Copyright Release Form

GIDA (2009) 34 (1): 67

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Manuscript Submission and Copyright Release Form

Final Check List

GIDA (2009) 34 (1): 68

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Final Check List

can be reached from those addresses. Authors must read carefully the author instructions and prepare the manuscript accordingly.

GIDA TEKNOLOJİSİ DERNEĞİ TÜZÜĞÜ

MADDE 1: Derneğin adı, "Gıda Teknolojisi Derneği"dir. Şubesi açılmayacaktır. Derneğin merkezi: Ankara'dır.

MADDE 2: Derneğin Amaç ve Görevi: Derneğin amacı; Gıda Bilimi, Gıda Teknolojisi, Gıda Mühendisliği, Gıda Sanayisi, Gıda Güvenliği vb. gıda ile ilgili bütün konuları incelemek ve değerlendirmektir. Bu amaca uygun yayınlar yapar, seminerler, konferanslar, kurslar, yarışmalar, sergi ve geziler düzenler, ilgili ulusal ve uluslararası kuruluşlar ile birlikte çalışır. Dernek, kâr amacı gütmeyiz.

MADDE 3: Üyeler: Derneğin, iki çeşit üyesi vardır: a) Asıl üyeler b) Onursal Üyeler.

T.C. Dernekler Kanunu'na göre bir dernekte üye olmak hakkına sahip ve aşağıdaki koşullara uygun olan kişiler bu derneğe üye olabilir.

a) Asıl Üyelik Koşulları:

1) Üniversitelerin, gıda ile ilgili eğitim yapan her hangi bir bölümünden/ programından mezun olmuş olmak,

2) Birinci koşulda belirtilen yerlerde uzmanlık, yüksek lisans, doktora ve doktora üstü unvanlar kazanmış olmak, öğretim üyesi veya yardımcısı olarak çalışmış ya da çalışıyor olmak,

b) Onursal Üyelik Koşulları:

Asıl üyelik koşullarına uygun yabancı uyruklulara ve/veya dernek amacına uygun olarak kamu ya da özel sektörde çalışmalar yapanlara Yönetim Kurulu kararı ile "Onursal Üyelik" verilebilir.

MADDE 4: Derneğe üyelik için bireysel başvuru yeterlidir. Üyelik başvurusu, Yönetim Kurulu tarafından görüşülür ve en geç 30 gün içinde karara bağlanır.

MADDE 5: Ödenti ve Üyeliliğin Sona Ermesi:

Derneğe üye olmak için giriş ödentisi 10 TL, yıllık üye ödentisi ise 10 TL'dir. Ödenti miktarları genel kurul kararı ile değiştirilebilir.

Üyeliliğin sona ermesi aşağıdaki koşullarda gerçekleşir:

Kendiliğinden: Üyelik için kanunda ve tüzükte aranan nitelikleri sonradan kaybedenlerin Dernek üyeliği kendiliğinden sona erer.

Çıkma ile: Hiç kimse Dernekte üye kalmaya zorlanamaz. Her üye yazılı olarak bildirmek kaydıyla, Dernekten çıkma hakkına sahiptir.

Üyenin istifa dilekçesi yönetim kuruluna ulaştığı anda çıkış işlemleri sonuçlanmış sayılır. Üyelikten ayrılma, üyenin Derneğe olan birikmiş borçlarını sona erdirmeyiz.

Çıkarılma ile: Dernek üyeliğinden çıkarılma sebepleri aşağıda gösterilmiştir:

a) Dernek tüzüğüne aykırı davranışlarda bulunmak,

b) Verilen görevlerden sürekli kaçınmak,

c) Yazılı uyarıya gerek kalmadan, yıllık üyelik ödentisini üst üste 3 yıl ödememek,

d) Dernek organlarıncı verilen kararlara uymamak,

e) Yüz kızartıcı bir suçtan hüküm giymiş olmak.

Yukarıda sayılan durumlardan herhangi birinin tespiti halinde üye, Yönetim Kurulu kararı ile üyelikten çıkarılabilir.

MADDE 6: Derneğin organları şunlardır:

a) Genel Kurul

b) Yönetim Kurulu

c) Denetleme Kurulu

MADDE 7: Genel Kurul, her 3 yılda 1 olmak üzere Mayıs ayında Yönetim Kurulunun davetiyle olağan toplantısını yapar.

Yönetim Kurulu, Dernek Tüzüğüne göre Genel Kurula katılma hakkı bulunan üyelerin listesini düzenler. Genel Kurula katılma hakkı bulunan üyeler, en az 15 gün önceden, günü, saati, yeri ve gündemi bir gazetede ilan edilmek veya yazılı ya da elektronik posta ile bildirilmek suretiyle toplantıya çağılır. Genel Kurul çağrısı, Derneğin web sayfasında da duyurulur. Bu çağrıda, çoğunluk sağlanamaması nedeniyle toplantı yapılamazsa, ikinci toplantının hangi gün, saat ve yerde yapılacağı da belirtilir. İlk toplantı ile ikinci toplantı arasındaki süre 7 günden az, 60 günden fazla olamaz.

Toplantı, çoğunluk sağlanamaması sebebinin dışında başka bir nedenle geri bırakılırsa, bu durum, geri bırakma sebepleri de belirtilmek suretiyle, ilk toplantı için yapılan çağrı usulüne uygun olarak üyelere duyurulur. İkinci toplantının geri bırakma tarihinden itibaren en geç altı ay içinde yapılması zorunludur. Üyeler, ikinci toplantıya yukarıdaki paragrafta belirtilen esaslara göre yeniden çağılır.

MADDE 8: Genel Kurulun görev ve yetkileri şunlardır:

a) Önceki Yönetim ve Denetleme Kurullarının raporlarını, hesaplarını, yeni dönem bütçe öngörüsünü inceleyerek bunları bir bütün olarak kabul veya reddetmek,

b) Yeni dönem Yönetim ve Denetleme Kurullarının üyelerini seçmek,

c) Dernek Tüzüğünü değiştirmek,

d) Derneğin feshini ve tasfiyesini kararlaştırmak.

MADDE 9: Genel Kurul:

a) Asıl üyelerin en az 1/5'inin,

b) Yönetim Kurulunun ve

c) Denetçilerin istek ve davetleri ile olağanüstü toplantıya çağırılır.

MADDE 10: Genel Kurul, üyelerinin yarıdan bir fazlası ile toplanır ve kararları, katılan üyelerin yarıdan bir fazlası ile verir. Ancak ilk toplantıda gereken bu çoğunluk sağlanamazsa, ikinci toplantıya katılan üye sayısı, Dernek Yönetim ve Denetleme Kurulları üye tam sayıları toplamının iki katından az olamaz. 8. Maddenin c ve d fıkralarına ilişkin bir karar için ilk toplantıda üyelerin üçte ikisinin mevcudiyeti ve kararın, Dernek toplam üye sayısının üçte ikisi ile alınması şarttır. Ancak ilk toplantıda gereken bu çoğunluk sağlanamazsa, ikinci toplantıda katılan üye sayısının üçte ikisinin kararı gerekir.

Genel Kurul, bir Başkan, bir Başkan Yardımcısı ve bir Yazman seçerek çalışmalarına başlar.

MADDE 11: Genel Kurul, Yönetim Kurulu için 7 asıl ve 7 yedek, Denetleme Kurulu için 3 asıl ve 3 yedek üye seçer. Seçimler gizli oy, açık tasnif ile yapılır.

MADDE 12: Genel Kurul, aldığı kararları, Dernek internet sayfasında duyurur.

MADDE 13: Yönetim Kurulu görev paylaşımı şöyledir:

Başkan: Yönetim Kuruluna başkanlık eder, görevlerin yürütülmesini sağlar ve Derneğin yetkili tek temsilcisidir.

II. Başkan: Başkanın yardımcısıdır ve yokluğunda onu temsil eder.
Sekreter: Üyelerle ilişkileri ve yazışmaları düzenler, yasalarda tutulması gereken defterleri tutar.
Eğitim ve Tanıtma Yönetmeni: Seminer, kurs ve konferanslar gibi çalışmalarını düzenler.
Sayman: Derneğin bütçesi ve ödentileriyle ilgilenir, gelir-gider defterlerini tutar.
Yayın Yönetmeni: Derneğin yayın organının çıkarılması işlerini düzenler.
Dış İlişkiler Temsilcisi: Derneğin uluslararası kuruluşlarla ilgili çalışmalarını düzenler.

MADDE 14: Yönetim Kurulunun Görev ve Yetkileri şunlardır:

- Derneğin bütçesini Genel Kurula sunmak üzere hazırlamak ve harcamalarını Genel Kurulca onaylanmış bütçeye göre yapmak,
- Dernek amaçlarını gerçekleştirecek çalışmalar yapmak.

MADDE 15: Yönetim Kurulu, yılda en az iki defa olmak üzere Yönetim Kurulu Başkanı tarafından toplanır ve kararlar oy çokluğuyla alınır.

MADDE 16: Özürsüz olarak üst üste üç defa Yönetim Kurulu toplantısına katılmayan üyenin, Yönetim Kurulu üyeliği düşer ve yerine sıradaki yedek üye alınır.

MADDE 17: Dernek Denetleme Kurulunun Görev ve Yetkileri şunlardır:

- Denetleme Kurulu, Derneğin iç denetiminden sorumludur.
- Derneğin hesaplarını ve buna ilişkin bütün işlemlerini yılda en az 1 kez denetime tabi tutarak düzenleyeceği raporun bir kopyasını dosyasında saklamak, bir diğerini ise bilgi edinilmesi için imza karşılığında Yönetim Kuruluna vermek,
- Derneğin hesap işleri ile Yönetim Kurulunun hazırladığı bütçe hakkındaki raporu Genel Kurula sunmak üzere hazırlamak.

MADDE 18: Derneğin Gelirleri:

- Asil üyelerin ödentileri,
- Derneğin yayınlanmasını sağlayacağı yayınlardan ve derneğin aracılık edeceği, tüzüğe uygun başka işlerden elde edeceği kazançlar,
- Dernek yayınlarından ve kongre vb. diğer çalışmalardan elde edilecek gelirler,
- Gerçek ve tüzel kişilerin yapacakları bağış ve yardımlar.

MADDE 19: Yönetim Kurulu, Dernekler Yönetmeliğinin 32. Maddesinde belirtilen yasal defterleri tutar.

MADDE 20: Derneğin Borçlanma Usulleri: Dernek, amacını gerçekleştirmek ve faaliyetlerini yürütmek için hiçbir koşulda borçlanma yapamaz.

MADDE 21: Derneğin feshi halinde bütün mallar ve paranın nereye kalacağına Tasfiye Kurulu karar verir.

MADDE 22: Tüzük boşlukları ve ihtilaflar halinde Dernekler Kanununun ve Dernekler Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uygulanır.

MADDE 23: Derneğin Kurucu Heyeti aşağıdaki T.C. vatandaşlarından oluşmuştur: Adı ve Soyadı; Mesleği ve İş Adresi; İkametgâh Adresi; Doğum Yeri ve Yılı

- Arif Akman; Prof. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Hemşeri sok. 37 Gaziosmanpasa-Ankara; Elazığ 1903
- Turgut Yazıcıoğlu; Prof. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Tunus Cad. 89/12 Kavaklıdere-Ankara; İstanbul 1912
- M. Hilmi Pamir; Prof. Dr.; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Bardacık sok. 96/6 Küçüksat-Ankara; Kastamonu 1924
- İsmet Türker; Prof. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Bestekâr sok. 62/13 Kavaklıdere-Ankara; İstanbul 1924
- Ömer Gürses; Asist. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Ataç sok. 65/2 Yenisehir-Ankara; Ankara 1943
- R. Kemal Gökçe; Prof. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; K.Sami paşa Cad. 11 Subayevleri-Ankara ; Erzincan 1913
- Zühtü Yöney; Prof. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Ataç Sok. 33/15 Yenisehir-Ankara; Çorum 1920
- Tunay Durgun; Asist. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; 31. Sok. 26/5 Bahçelievler-Ankara; Alpullu 1945
- Mustafa Metin; Doç. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Meşrutiyet Cad. 29/17 Yenisehir-Ankara; Nizip 1940
- İşıl Fidan; Doç. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Ziraat Mah. İrfan Baştuğ Cad. 26/2 Dışkapı-Ankara; Ordu 1938
- Muazzez Eralp; Prof. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Yeşiltepe Koop. 7/41; Emek-Ankara; Konya 1913
- Nesrin Kaptan; Doç. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Sümer sok. 34/15 Demirtepe-Ankara; Elazığ 1933
- Mustafa Üçüncü; Asist. Dr; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; İlk sok. 11/6 Ziraat mah. Dışkapı-Ankara; Taşköprü 1945
- Mehmet Aydın; Tarım Bak. Gıda İşleri Genel Müdürü; Güven sok. 28/7; Aşağı Ayrancı-Ankara; Samsun 1928
- Lütfü Çakmakçı; Asist. Mütahassis; Ank. Üniv. Ziraat Fak.; Tarsus sok. Mutlu Ap. 10 Bankaevleri-Ankara; Muğla 1947

**Gıda Teknolojisi Derneği Tüzük Değişikliğini Hazırlayan 21. Dönem
ve Onaylayan 22. Dönem Yönetim Kurulu Üyeleri**

Adı, Soyadı	21. Dönem Görevi	22. Dönem Görevi	İMZA
Prof. Dr. Abdulkadir Halkman	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Prof. Dr. Celalettin Koçak	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Prof. Dr. Atıla Yetişemiyen	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Prof. Dr. Ender S. Poyrazoğlu	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Yrd. Doç. Dr. İbrahim Çakır	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Yrd. Doç. Dr. Birce Taban	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Araş. Gör. Onur Ketenoğlu	-- --	Yönetim Kurulu Asil Üye	
Araş. Gör. İlker T. Akoğlu	Yönetim Kurulu Asil Üye	Yönetim Kurulu Yedek Üye	
Prof. Dr. Aziz Tekin	Yönetim Kurulu Asil Üye	Denetleme Kurulu Asil Üye	