

GRAND NAIN (*MUSA ACUMINATA*) MUZUNUN AROMA VE BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Salih Sönmezdağ¹, Haşim Kelebek², Serkan Selli^{**3}

¹ Gaziantep Üniversitesi, Araban Meslek Yüksekokulu, Gaziantep

² Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksekokulu, Adana

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi / Received: 15.05.2012

Kabul tarihi / Accepted: 06.07.2012

Özet

Bu çalışmada, Grand Nain (*Musa acuminata*) muzunun aroma ve bazı fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Denemelerde muz örneği olarak, ticari renk skalasının 5. sınıf olgunluk aşamasındaki muzlar kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ekstraksiyonunda diklorometan çözgeniyle sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Aroma maddelerinin miktarlarının belirlenmesinde gaz kromatografisi (GC), tanımlamalarında ise GC-kütle spektrometresi (MS) kullanılmıştır. Muz örneğinde toplam 49 adet aroma maddesi belirlenmiştir ve bu bileşiklerin miktarı 42082 µg/kg'dır. Aroma maddelerinin önemli bir kısmını esterler oluşturmuş, bunu alkoller izlemiştir. Muzda şekerlerin analizlerinde yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılmıştır. Sakkaroz en baskın şeker olup, bunu sırasıyla glikoz ve früktoz izlemiştir.

Anahtar kelimeler: Muz, Grand Nain, aroma maddeleri, şekerler

DETERMINATION OF AROMA COMPOUNDS AND SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GRAND NAIN (*MUSA ACUMINATA*) BANANA

Abstract

In this work, the aroma and some physicochemical properties of Grand Naine (*Musa acuminata*) bananas were studied. Stage 5 of bananas was selected from commercial banana peel colour chart to analysis. Liquid-liquid extraction with dichloromethane solvent was used for extraction of banana aroma compounds. GC-FID and GC-MS were used for quantification and identification of aroma compounds, respectively. Totally 49 aroma compounds has been identified and total aroma concentration of sample was found 42082 µg/kg. Esters were the most dominant compounds in banana followed by alcohols. High pressure liquid chromatography (HPLC) was used for sugar analysis of banana samples. Sucrose was the most abundant sugar followed by glucose and fructose.

Keywords: Banana, cv. Grand Naine, aroma compounds, sugars

* Bu makale birinci yazarın Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür (ZF-2008-YL-47). *This paper is a part of first author's MSc thesis*

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author;*

✉ sseli@cu.edu.tr, ☎ (+90) 322 338 6173, 📠 (+90) 322 338 6614

GİRİŞ

Muz gerek sofralık gerekse sanayiye yönelik (pasta, kurutulmuş, dondurma vb.) çok fazla kullanım olanaklarının olması nedeni ile küçük-büyük herkes tarafından sevilerek tüketilen ve son yıllarda milyonlarca insanın diyetine girmiş önemli bir meyve türüdür. Üretim yapıldığı birçok gelişmekte olan ülkelerde ise karbonhidrat içeriğinin yüksek olması nedeniyle Plantain grubunda yer alan muzlar pişirilerek de tüketilmekte ve insan beslenmesine önemli katkı sağlamaktadır (1).

Muz tropik iklim meyvesi olmasına karşın, Fas, Mısır, İspanya, İsrail, Portekiz gibi ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de subtropik iklim koşullarına sahip ve mikroklima özelliği gösteren bazı lokasyonlarda uzun yıllardan bu yana ekonomik olarak yetiştirilmektedir (2). Ülkemizde muz yetiştiriciliği Mersin ve Antalya kıyı şeridinde denize paralel olarak sıralanmış dağların güney bölgelerine kurulmuş olup, soğuk kuzey rüzgârlarından korunan bölgelerde yapılmaktadır. Ülkemizde muz yetiştiricilik alanları ve hektara verim oranı yıldan yıla artmaktadır. 1995 yılında 31.000 ton olan muz üretimimiz, 2010 yılında yaklaşık 7 kat artarak 210.178 tona yükselmiştir (3). Buna rağmen toplam üretimimiz halen toplam tüketimimizi karşılayacak düzeyde bulunmamaktadır. Bu nedenle ülkemizde her yıl deniz aşırı ülkelere muz dış alımı yapılmaktadır. Muz klimakterik bir meyve olduğundan etilene karşı hassas ve olgun muzun depo ömrü oldukça kısadır. Bu nedenle muzun yeşil evrede yani, ticari muz renk skalasının bir numarasındayken (4) paketlenip ihracatçı ülkelere, sıcaklık kontrolü yapılabilen araçlarla gönderilir ve bu sayede tropik bölge muzları hasattan sonraki 1-4 hafta içerisinde Avrupalı tüketiciye ulaşır. Daha sonra bu meyveler etilen uygulamasıyla olgunlaştırılır ve tüketiciye yeşil rengi tam kaybolmamış, uç ile sap kısmı henüz yeşil yani ticari renk skalasının 5. sınıfı olan muzlar satılır.

Gıdalarda kaliteyi belirleyen ve tüketicinin tercihinde temel rol oynayan en önemli faktör duyuşal özelliklerdir. Duyuşal özellikler içerisinde aromanın önemli bir yeri vardır. Olgunlaşmış muzların sahip olduğu aroma maddeleri, bu meyvelerin yetiştirme ve hasat dönemindeki sahip olduğu aromadan daha farklıdır. Bu meyvelerin

kendine has aroma maddeleri, kısa süreli olgunlaştırmadan kaynaklanmaktadır. Böyle meyvelere klimakterik meyveler denir. Olgunlaştırma döneminde meyvenin kendi oluşturduğu veya dışarıdan uygulanan ve olgunlaştırma hormonu olarak da bilinen etilen, muzun aroma maddelerinin oluşumunda, renginin ve tekstürünün değişmesinde ve diğer bazı biyokimyasal reaksiyonları gerçekleşmesinde etkili olmaktadır (5). Bugüne kadar muz meyvelerinde 150'nin üzerinde aroma maddesi tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin önemli bir kısmını alifatik esterler, alkoller ve karbonil bileşikleri oluşturmaktadır. Muzlardaki aroma maddelerinin oluşumunda amino asitler (valin, lözin, fenilalanin gibi) ve yağ asitleri (C₂-C₁₀) önemli rol oynamaktadır (6).

Ülkemizde muzların aroma maddeleri yok denecek kadar az bilimsel araştırma bulunmamaktadır. Selli ve ark. (7) açıkta ve örtü altında yetiştirilen Dwarf Cavendish (*Musa spp. AAA*) muzlarının aroma maddelerini incelemişlerdir. Literatürde de muz meyvesinin aroma maddeleri konusundaki çalışmalar sınırlı düzeydedir. Bu araştırma, İçel ilinin Anamur ilçesinden alınan Grand Nain (*Musa acuminata*) muzlarının aroma maddeleri, şeker ve bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ele alınmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Denemelerde 2008 yılı Grand Nain çeşidi muzlar (50 kg) İçel ili Anamur ilçesinden sağlanmıştır. Muzların olgunlaştırma işlemi, özel bir şirkete ait modern muz olgunlaştırma odalarında, etilen uygulaması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde Grand Nain muzları yeşil evrede, ticari muz renk skalasının bir numarasındayken paketlenip, soğutmalı araçlarla olgunlaştırma işleminin yapılacağı firmaya getirilmiştir. Depolama işlemi 13 °C sıcaklıktaki soğuk depolarda yapılmıştır. Muzlar olgunlaştırılması 18-20 °C sıcaklıktaki odada ve % 90 nemde, 12 saat aralıklarla 120-130 mg/kg arasında etilen uygulaması ile yapılmıştır. Aroma maddeleri ve fizikokimyasal analizler yeme olgunluğuna gelmiş ve ticari renk skalasındaki 5. sınıf muz örnekleri kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Grand Nain muz örneği
Figure 1. Grand Nain banana sample; Colour scale value

Metot

Muzda Yapılan Fizikokimyasal Analizler

Muzda meyve eti sertliği, pH tayini (8), titre edilebilir asit miktarı, kül tayini, toplam fenol bileşikleri tayini, kuru madde (9) ve nişasta (10) analizleri yapılmıştır.

Muzda şekerlerin analizi Strum ve ark. (11)'na göre yapılmıştır. Analizler için muz örneğinden 100 g alınmış ve mekanik bir parçalayıcı ile parçalandıktan sonra 12000 devir/dakikada 4 °C'de santrifüj edilmiş ve edilen meyve pulpu 1/2 oranında seyreltilerek 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilmiştir. Daha sonra elde edilen ekstrakt doğrudan Shimadzu LC-20AD model SPD-20A UV ve RID 10A refraktif indeks dedektörlü HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Taşıyıcı faz olarak 5 mM'lık sülfürik asit çözeltisi kullanılmış ve akış hızı 1 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Kullanılan kolon Aminex HPX-87H'dir.

Muzda Aroma Maddeleri Analizleri

Muz örneğinin aroma maddelerini ekstraksiyonunda sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Önceki çalışmalarda bu yöntemin muzlarda aroma maddeleri ekstraksiyonunda başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (12, 13).

Aroma maddelerinin ekstraksiyonu için 50 g muz örneği kullanılmıştır. Muzlar kabuklarından soyulduktan sonra 26000 devir/dk hızla çalışan bir mekanik parçalayıcıda homojenize edilmiş ve elde edilen 50 g püre, 30 ml su ilave edilerek 500 ml'lik erlen içerisine alınmıştır. Erlen içeriğine 40 ml yüksek saflıkta diklorometan çözgeni ile iç

standart olarak 40 µg 4-nonanol ilave edilmiştir. Erlendeki karışım azot gazı altında, 4-5 °C'de, manyetik karıştırıcıda 30 dakika karıştırılmış ve bu süre sonunda erlen içeriği 5000 devir/dk hızda 0 °C'de 20 dakika süresince soğutmalı santrifüj cihazı ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda tüplerin alt kısmında ayrılan çözgen fazı sodyum sülfattan geçirilmiş ve "Vigreux" damıtma kolonunda 40 °C'de 0.5 ml kalıncaya kadar konsantre edilmiştir. Konsantre halde elde edilen ekstrakt doğrudan GC-FID ve GC-MS sistemlerine enjekte edilmiş ve aroma maddeleri belirlenmiştir.

Aroma maddelerinin miktarı ve tanımlanmasında "Agilent 6890N" marka GC ve buna bağlı "Agilent 5975B" MS kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayırımı DB-Wax kolon (30 m x 0.25mm i.dx 0.5 µm, J&W Scientific-Folsom, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklığı 40 °C'de 10 dakika beklemeden sonra her bir dakikada 4 °C artırılarak 220 °C'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 3 ml/dakika'dır. Piklerin tanısı, standardı bulunan bileşikler için standart madde enjekte edilerek, standardı olmayan bileşikler için kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki kütle spektrumlarıyla (Wiley 7.0, Nist ve Flavor 2L) karşılaştırılarak yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (14, 15).

Aroma maddeleri ekstraksiyon yönteminin güvenilirliğinin temsili (representatif) testle değerlendirilmesi

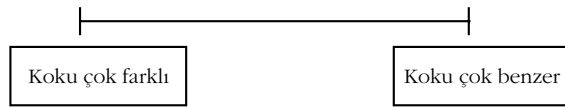
Muz örneğine ait aromatik ekstraktın elde edildiği sıvı-sıvı ekstraksiyon yönteminin güvenilirliği, duyu analizi yöntemi olan temsili (representatif) test kullanılarak yapılmıştır. Muz örneğinin ve aromatik ekstraktının duyu analizi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde 9 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin hazırlanması ve panelistlere sunumu:

100 g muz örneği bir mekanik parçalayıcı ile parçalandıktan sonra elde edilen püreden 2 g alınmış ve 25 ml'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisinde özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. Diklorometan çözgeni ile elde edilen aromatik ekstrakt ise özel kağıt koklama çubuklarına (SARL H.Granger-Veyron, France) absorbe edildikten sonra 30 saniye bekletilerek çözgenlerin uçması sağlanmıştır. Daha sonra bu koklama çubukları da, muz örneği

gibi 25 ml'lik kapaklı kahverengi cam şişe içerisine konularak panelistlere sunulmuştur. Daha sonra panelistlerden benzerlik testi ve aroma yoğunluk testi için muz örneği ve diklorometan çözgeniyle elde edilen aromatik ekstraktı karşılaştırması istenmiştir.

Benzerlik Testi: Panelistlerden bu testte, muz örneği ile bu örneğe ait ekstrakt kokularının birbirine ne kadar benzer olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır (16).



Aroma Yoğunluk Testi: Benzerlik testinde olduğu gibi bu kez panelistlerden muz örneği ile bu örneklerle ait aromatik ekstrakt kokularının yoğunluklarının karşılaştırılması istenmiş ve bu amaçla da aşağıdaki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır.



İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS (versiyon 12.0) istatistik paket programı kullanılmıştır (17).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Muzun Fizikokimyasal Bileşimi

Muz örneğinin fizikokimyasal bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi muz örneğinde kuru madde miktarı 21.3 g/100g, pH'sı 4.85, kül miktarı 14.4 g/kg olarak belirlenmiştir. Cano ve ark. (8) İspanyol ve Latin Amerikan olgun muzlarında kuru madde miktarını 23.95-26.76 g/100g ve pH'nın 4.74-4.91 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Agunbiade ve ark. (18) olgun muzlar üzerinde yaptıkları çalışmada, kül miktarını 13.4 g/kg olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar denemede kullandığımız muzların sonuçları ile uyum içerisindedir. Grand Nain muzlarının toplam asitlik değeri 5.3 g/kg'dır. Cano ve ark. (1996) muzlarda toplam asitliği 3.5-5.0 g/kg, Herdandez ve ark. (19) ise toplam asitliği 4.5-5.7 g/kg arasında belirlemişlerdir. Muz örneğinin doku sertliğinin belirlenmesinde bilgisayar

kontrollü hassas laboratuvar tipi penetrometre (LLWP INSTRUMENTS LRX PLUS-USA) kullanılmış ve doku sertliği 4.62 N/mm olarak bulunmuştur. Önceki çalışmalarda, Cano ve ark. (8) olgun muzlarda doku sertliğini 5.53-6.68 N/mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, Vermeir ve ark. (20) aşırı olgun 7. sınıf (kahverengi benekli) muzlarda doku sertliğini 1.98 N/mm olarak saptamışlardır. Muzda toplam fenol bileşikleri miktarı 24.2 g/kg olarak bulunmuştur. Sun ve ark. (21) olgun muzlarda toplam fenol bileşikleri 29.9 g/kg olarak belirlerken, Luximon-Ramma ve ark. (22) muzlarda bulunan toplam fenol bileşiklerinin 11.8 g/kg olarak bulmuşlardır. Muzların fenol bileşikleri içeriği çeşide ve olgunluğa bağlı olarak değişmektedir.

Çizelge 1. Grand Nain muzunun fizikokimyasal bileşimi
Table 1. Physicochemical composition of Grand Naine banana

Analizler Analysis	Miktarı Amount
Kuru madde; <i>Extract</i> (g/100g)	21.3±0.9
pH	4.85±0.03
Kül; <i>Ash</i> (g/kg)	14.4±0.19
Toplam asitlik*; <i>Total acidity*</i> (g/kg)	5.3±0.04
Toplam fenol; <i>Total phenolic</i> (g/kg)	24.2±0.6
Sertlik; <i>Firmness</i> (N/mm)	4.62±0.14

*: sitrik asit cinsinden; *as citric acid*

Muzun Şeker Bileşimi

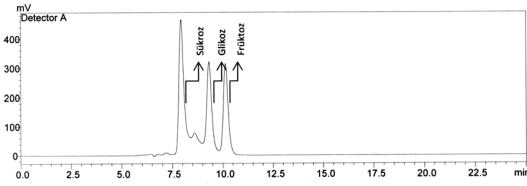
Muz örneğinin şeker içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Muzda nişasta içeriği spektrofotometrik yöntemle belirlenmiş ve % 5.8 olarak bulunmuştur. Happi Emaga ve ark. (10) 5. sınıf muzlarda nişasta içeriğinin % 6.7 ve 7. sınıf muzlarda ise % 0.4 olduğunu bildirmişlerdir. Muzun glikoz, früktoz ve sakkaroz içerikleri HPLC yardımıyla belirlenmiş ve elde edilen kromatogram Şekil 2'de verilmiştir. Bu şekerler içerisinde muzda en fazla sakkaroz bulunmuştur. Bu şekerin miktarı 89.3 g/kg'dır. Muzun glikoz miktarı ise 51.03 g/kg ve früktoz miktarı 42.90 g/kg'dır. Bugaud ve ark. (23) olgun muzlarda sakkarozun 77 ile 101 g/L, glikozun 41 ile 49 g/L ve früktozun 37 ile 48 g/L arasında değiştiğini bildirirken; Vermeir ve ark. (20) 7. sınıf muzlarda, glikozu 42.7, früktozu 47.6, sakkarozu 84.6 g/kg olarak saptamışlardır.

Temsili (Representatif) Test Sonuçları

Muzda aroma maddelerinin ekstraksiyonunda kullanılacak çözgenin değerlendirilmesinde

Çizelge 2. Grand Nain muzunun şeker bileşimi
Table 2. Sugar composition of Grand Naine banana

Şekerler Sugars	Miktarı Amount
Nişasta; <i>Starch</i> (%MA)	5.8±0.1
Sakkaroz; <i>Sucrose</i> (g/kg)	89.3±0.4
Glikoz; <i>Glucose</i> (g/kg)	51.3±0.3
Früktöz; <i>Fructose</i> (g/kg)	42.9±0.2



Şekil 2. Muz örneğindeki şekerlerin HPLC kromatogramı
Figure 2. HPLC chromatogram of sugars in banana sample

aroma benzerliği ve yoğunluğunu içeren temsili test yöntemleri kullanılmıştır. Temsili testler sonucunda hem benzerlik hem de aroma yoğunluk değerleri yüksek puanlar almıştır. Diklorometanla elde edilen aroma ekstraktının muzun kokusuna benzerliği 61.2 gibi oldukça yüksek bir değer alırken, aroma yoğunluğu değeri ise 50.3 olarak bulunmuştur. Bu değerler sonucunda muz örneğinin aroma maddeleri için diklorometanla sıvı-sıvı ekstraksiyonu yönteminin aroma maddeleri analizleri için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Prost ve ark. (24) herhangi bir gıda maddesinin aroma analizlerine başlamadan önce, mutlaka aroma ekstraktlarının temsili testlerle değerlendirilmesinin çalışmanın hassasiyeti açısından oldukça önemli olduğunu vurgulamışlardır. Önceki çalışmalarda, Villiere ve ark. (25) Fransız elma şarabında katı faz mikro ekstraksiyon yöntemiyle elde ettikleri aromatik ekstraktlarda benzerlik oranının 25.0 ile 65.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Rega ve ark. (26) portakal suyu örneğinin aromatik ekstraktlarında benzerlik oranının 51 ile 63 arasında değiştiğini, Selli ve Kelebek (27) kan portakalı suyundan elde ettikleri aromatik ekstraktta ise aroma benzerliğini 60.6 ve yoğunluğunu ise 58.8 olarak saptamışlardır.

Muzun Aroma Maddeleri Bileşimi

Grand Nain muz örneğinin aroma maddeleri ve bu maddelerin alıkonma indisleri Çizelge 3'de verilmiştir. Muz örneğinde toplam 49 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Bu bileşikler, 13 adet ester, 11 adet alkol, 9 adet asit, 7 adet fenol, 5 adet aldehit ve 4 adet keton bileşiği oluşturmuştur.

Aroma maddelerinin toplam miktarı 42082 µg/kg'dır.

Muz örneğinde aroma maddelerinin % 88.3'lük gibi büyük bir kısmını aldehitler, esterler ve alkoller oluşturmuştur. Benzer sonuçlar, Honduras (28), İspanyol (29) ve ülkemiz muzlarında da (7) bildirilmiştir.

Esterler. Esterler muzların karakteristik kokusunun oluşumundaki en önemli aroma bileşikleridir. Grand Nain muzlarında toplam 13 adet ester bileşiği saptanmıştır. Bu bileşiklerin toplam miktarı 5404 µg/kg'dır. Muzlarda ester bileşiklerinin önemli bir kısmını asetat ve bütanoat esterleri oluşturmuştur. Bu bileşikler içerisinde izoamil asetat (1799 µg/kg), izoamil bütanoat (1598 µg/kg), izoamil bütanoat (666 µg/kg) ve n-bütül asetat (402 µg/kg) miktar olarak en fazla bulunan esterlerdir. Tressl ve Jennings (30) olgun muzlarda asetatların ve bütanoatların iki temel ester grubu olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, muzlarda ester bileşikler olarak n-bütül asetat, izoamil asetat, izobütül asetat, n-propil asetat ve 2-pentanol asetat önemli miktarlarda bulunduğunu ve bunların oluşumunda asetil CoA'nın kilit rol oynadığını açıklamışlardır. Öte yandan, ester bileşikler içerisinde izoamil asetatın muzların karakteristik kokusundan sorumlu temel bir aroma maddesi olduğu ve olgunluğa bağlı olarak bu bileşiğin miktarının artış gösterdiği bildirilmiştir (20,31). Düşük algılanma eşik değerine (30 µg/kg) sahip olan bu ester, Grand Nain muzlarında algılanma eşik değerinin 60 kat üzerinde bulunmuş ve bu muzun karakteristik kokusunun oluşumunda etkili bir aroma maddesi olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde, Boudhrioua ve ark. (4) olfaktometrik analiz sonuçlarına göre muzlarda izoamil asetatın güçlü meyvemsi bir kokuya sahip ester bileşiği olduğunu bildirmişlerdir.

Aldehitler ve ketonlar. Hekzenal, 2-metil-2-pentanal, (Z)-3-hekzenal, (E)-2-hekzenal ve benzaldehit muz örneğinde belirlenen aldehit bileşikler olup, bu bileşiklerin toplam miktarı 26528 µg/kg'dır. Aldehit bileşikler, muzlarda lipoksigenaz enziminin aktivitesi sonucu linolenik ve linoleik yağ asitlerinden sentezlenmekte ve özellikle yeşil aşamadaki muzların kokusundan sorumludurlar. Bu bileşiklerin miktarı olgunlaşmaya paralel olarak azalmaktadır (32). Aldehit bileşiklerinin içerisinde hekzenal ve (E)-2-hekzenal miktar olarak en fazla bulunmuştur. Jordan ve ark. (28) bu iki aldehitin

Çizelge 3. Grand Nain muzunun aroma maddeleri bileşimi
Table 3. Aroma composition of Grand Naine banana

No	LRI	Aroma Maddeleri Aroma Compounds	Konsantrasyon Concentration (µg/kg)	Tanımlama Identification
Esterler Esters				
1	1085	n-Bütül asetat	402	LRI, MS, Std
2	1113	İzobütül izobütanoat	277	LRI, MS, Tent
3	1118	2-Pentanol format	12	LRI, MS, Std
4	1132	İzoamil asetat	1799	LRI, MS, Std
5	1161	İzobütül bütanoat	1598	LRI, MS, Std
6	1310	3-Metil-bütül bütanoat	82	LRI, MS, Std
7	1312	İzoamil izovalerat	666	LRI, MS, Std
8	1348	(Z)-3-Hekzenil asetat	45	LRI, MS, Std
9	1532	2-Bütül etil ester	78	LRI, MS, Tent
10	1553	Hekzil bütanoat	128	LRI, MS, Std
11	1759	Etil izobütanoat	160	LRI, MS, Tent
12	1798	Bütül-3-hidroksi bütanoat	19	LRI, MS, Std
13	1846	Pentil izobütanoat	138	LRI, MS, Std
Toplam Alkoller Total Alcohols			5404	
14	1098	İzobütül alkol	3422	LRI, MS, Std
15	1122	2-Pentanol	349	LRI, MS, Std
16	1151	1-Bütanol	460	LRI, MS, Std
17	1157	1-Penten-3-ol	102	LRI, MS, Std
18	1316	(Z)-2-Penten-1-ol	81	LRI, MS, Std
19	1319	2-Heptanol	108	LRI, MS, Tent
20	1362	1-Hekzanol	258	LRI, MS, Std
21	1379	(E)-2-Hekzen-1-ol	46	LRI, MS, Std
22	1398	(Z)-4-Hekzen-1-ol	220	LRI, MS, Tent
23	1704	2-Metil-3-büten-2-ol	153	LRI, MS, Std
24	1909	2-Fenil etil alkol	43	LRI, MS, Std
Toplam Asitler Total Acids			5242	
25	1551	2-Metil propanoik asit	241	LRI, MS, Tent
26	1642	Bütanoik asit	36	LRI, MS, Std
27	1665	İzovaleik asit	139	LRI, MS, Tent
28	1863	Hekzanoik asit	134	LRI, MS, Std
29	2058	Oktanoik asit	64	LRI, MS, Std
30	2177	Nonanoik asit	43	LRI, MS, Std
31	2517	Dodekanoik asit	53	LRI, MS, Std
32	2733	Tetradekanoik asit	121	LRI, MS, Std
33	2820	Hekzadekanoik asit	1178	LRI, MS, Std
Toplam Aldehitler Total Aldehydes			2009	
34	1091	Hekzenal	6704	LRI, MS, Std
35	1133	2-Metil-2-pentanal	360	LRI, MS, Tent
36	1135	(Z)-3-Hekzenal	236	LRI, MS, Std
37	1192	(E)-2-Hekzenal	19199	LRI, MS, Std
38	1495	Benzaldehit	29	LRI, MS, Std
Toplam Ketonlar Total Ketones			26528	
39	1171	2-Heptanon	321	LRI, MS, Tent
40	1309	3-Hidroksi-2-bütanon	320	LRI, MS, Std
41	1464	4-Hidroksi-2-pentanon	41	LRI, MS, Tent
42	1657	4-Heptanon	78	LRI, MS, Tent
Toplam Uçucu Fenoller Total Volatile phenols			760	
43	2024	p-Metil gaiakol	84	LRI, MS, Std
44	2141	Öjenol	336	LRI, MS, Std
45	2212	4-Vinil gaiakol	40	LRI, MS, Std
46	2264	Elemisin	351	LRI, MS, Std
47	2356	2,4-Ditert bütül fenol	52	LRI, MS, Std
48	2570	Metoksi öjenol	1197	LRI, MS, Tent
49	2640	Asetovanillon	79	LRI, MS, Tent
Toplam Genel Toplam General Total			2139	
			42082	

LRI: Linear alıkonma indeksi DB-WAX kapilar kolon üzerinde hesaplanmıştır; Konsantrasyon: µg/kg olarak 3 farklı injeksiyon sonuçları ortalamasıdır; Tanımlama: LRI (Linear alıkonma indeksi), MS (Kütle spektrometresi kütüphanesi), Std (Standart kimyasal madde), MS tent.(MS ile tentatif tanımlama); Aroma maddelerinin standart sapma değerleri % 10'un altındadır.

LRI, linear retention index calculated on a DB-Wax capillary column; Results are the means of three repetitions in µg/kg. Methods of identification: LRI (linear retention index), MS (Mass spectrometry library), Std (chemical standard), MS tent. (tentatively identified by MS). Standard deviation value of aroma compounds are under 10 %.

muzların en önemli aldehit bileşikleridir. Bu bileşiklerden heksenal muzlara yeşil-çimen kokusu ve (E)-2-heksenal ise meyvemsi, yaprağımsı kokular kazanmaktadır (20, 32).

Muz örneğinde 4 adet keton bileşiği (2-heptanon, 3-hidroksi-2-bütanon, 4-hidroksi-2-bütanon ve 4-heptanon) saptanmıştır. Bu bileşiklerin toplam miktarı 760 µg/kg'dır. Ketonlar içerisinde miktar olarak en fazla 2-heptanon (321 µg/kg) bulunmuş ve bunu 3-hidroksi-2-bütanon (320 µg/kg) izlemiştir. Mayr ve ark. (32) muzlarda 3-hidroksi-2-bütanon'un önemli bir aroma maddesi olduğunu belirtmişlerdir. Önceki çalışmalarda, ketonlar ve alkollerin muzlarda yeşil bitki kokularından sorumlu bileşikler oldukları bildirilmiştir (20).

Alkoller. Muzda toplam 11 adet uçucu alkol bileşiği tanımlanmış ve bu bileşiklerin toplam miktarı 5242 µg/kg'dır. Alkoller içerisinde izobütül alkol (3422 µg/kg) muzlarda en fazla bulunmuş ve toplam alkollerin % 65,2'sini oluşturmuştur. Benzer şekilde, Mayr ve ark (32) muzlarda alkollerin, esterlerden sonra en önemli 2. grup aroma bileşikler olduklarını ve izobütül alkolün en fazla bulunan alkol bileşiklerinden biri olduğunu bildirmişlerdir. Bu bileşiklerin miktarları olgunluğa bağlı olarak yükselmekte ve aşırı olgunluğa doğru artışın durduğu bildirilmektedir (33). Alkol bileşikler içerisinde 2-pentanol'ün muzların karakteristik kokusunun oluşumunda rol oynadığı bildirilmiştir (20, 28). Bu alkol bileşiği Grand Nain muz örneğimizde de belirlenmiş ve miktarı 349 µg/kg'dır (Çizelge 3). Öte yandan, muzda alkol bileşikler içerisinde aromatik alkol olan 2-fenil etil alkol'de saptanmıştır. Perez ve ark. (34) Valery ve Pequena muzlarında glikozidik olarak bağlı yapıda önemli miktarda 2-fenil etil alkol bulunduğunu bildirmişlerdir.

Uçucu fenol bileşikler. Muz örneğinde fenol bileşikler olarak p-metil gaiakol, öjenol, 4-vinil gaiakol, 2,4-ditert bütül fenol, metoksiöjenol, asetovanillon ve elemisin belirlenmiştir. Fenol bileşiklerinin miktarı 2139 µg/kg'dır. Tressl ve Drawert (6) fenol bileşiklerinden elemisin ve öjenol'ün fenil analinden sentezlendiğini bildirirken, Nougéria ve ark. (29) bu iki uçucu fenol bileşiğinin muzlarda düşük miktarlarda bulunduğunu (<1 mg/kg) ve muzlara ekzotik çiçek kokuları kazandırdığını bildirmişlerdir. Denemelerde kullanılan Grand Nain muzlarında da bu iki

bileşiğin miktarı 1 mg/kg'ın altında bulunmuştur. Ayrıca, Perez ve ark. (34) uçucu fenol bileşikleri içerisinde öjenol ve elemisin muzlarda bağlı yapıda bulduklarını ve muzlara olgun muz kokusu kazandırdıklarını açıklamışlardır. Grand Nain muzunda öjenol önemli miktarda (336 µg/kg) bulunmuştur. Oldukça düşük algılanma değerine sahip (6-30 µg/kg) bu bileşik, p-kumarik ve ferulik asitlerden enzimatik veya termal dekarboksilasyon sonucu oluşturmakta ve gıdalara karanfil baharatının kokusunu kazandırmaktadır (35). Öjenol, Maderia adasının 4 farklı muz örneklerinde 100-200 µg/kg arasında bulunmuştur. Öte yandan öjenol Kosta Rika'nın Valery ve Kanarya adalarının Pequena Enana muzlarında ise sadece bağlı yapıda bulunduğu bildirilmiştir (34).

Uçucu asitler. Muzda toplam 9 adet uçucu asit belirlenmiştir. Bu bileşikler içerisinde en baskın heksadekanoik asit (1178 µg/kg) olup, bunu 2-metil bütanoik asit (241 µg/kg) ve izovalerik asit (139 µg/kg) izlemiştir. Oliveira ve ark (13) asit bileşiklerinin miktarının olgunlaşma sırasında alkali hidrolizasyonu sonucu arttığını ve heksadekanoik asitle birlikte tetradekanoik asidin önemli asitler olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, Mayr ve ark (32) muzların asitler bakımından zengin bir meyve olduğunu ve bugüne kadar muzlarda 2 karbon atomludan, 8 karbon atomluya kadar farklı karbon sayısı içeren 35 adet uçucu asit belirlendiğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bu araştırma, İçel ilinin Anamur ilçesinde yetiştirilen Grand Nain muzlarının aroma maddeleri ve diğer bazı fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmeler sonucunda, muzda aroma maddeleri analizlerinde sıvı-sıvı ekstraksiyon yönteminin uygun olduğu belirlenmiştir. Muz örneğinde toplam 49 adet aroma maddesi belirlenmiş ve bu bileşiklerin önemli bir kısmını esterler, alkoller ve asitler oluşturmuştur. Grand Nain muzunda esterler içerisinde izoamil asetat karakteristik muz kokusunun oluşumunda öne çıkan aroma maddesi olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Gübbük H, Pekmezci M, Selli S, Erkan M, Kafkas E, Pınar H, Güven, DY, Güneş E. 2010. Değişik lokasyonlarda açıkta ve örtüaltında yetiştirilen 'Dwarf Cavendish' muz çeşidinde verim, bazı kalite kriterleri ve aroma maddeleri ile meyvelerin derim sonrası özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar, TÜBİTAK, Proje No: 107O156, Ankara.
2. Gübbük H. 1990. Cam serada yetiştirilen Cavendish ve Basrai muz klonlarının beslenmesi, muhafazası ve olgunlaştırılması üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 1990. Adana.
3. FAO, 2012. FAO Statistical Database (<http://www.faostat.fao.org>).
4. Boudhrioua N, Giampaoli P, Bonazzi C. 2003. Changes in aromatic components of banana during ripening and air-drying. *Food Sci Technol*, 36, 633-642.
5. Wick EL, Mccarthy AI, Myers M, Murray E, Nursten H, Issenberg P. 1966. Flavor and biochemistry of volatile banana components. *Advances in Chemistry Series*, 56, 241-250.
6. Tressl R, Drawert F. 1973. Biogenesis of banana volatiles. *J Agric Food Chem* 21, 560-565.
7. Selli S, Gubbuk H, Kafkas E, Gunes E. 2012. Comparison of aroma compounds in Dwarf Cavendish banana (*Musa spp. AAA*) grown from open-field and protected cultivation area. *Sci Hortic*, 141, 76-82.
8. Cano MP, Begona A, Cruz, MM, Montaria C, Guillermo R, Javier, T, 1997. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. *Food Chem*, 59, 411-419.
9. Ough CS, Amerine MA, 1988. *Methods for Analysis of musts and wines*, John Wiley and Sons, USA, p: 377.
10. Happi Emaga T, Herinavalona AR, Wathélet B, Tchango J, Paquot M, 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chem*, 103, 2, 590-600.
11. Sturm R. 2003. Increases in clinically severe obesity in the United States, 1986-2000. *Arc Int Med*, 163, 2146-2148.

12. Salmon B, Martin GJ, Remaud G, Fourel F. 1996. Compositional and isotopic studies of fruit flavours. Part I. The banana aroma. *Flav Fragr J*, 11, 353-359.
13. Oliveira L, Freire CSR, Silvestre, AJD, Cordeiro N. 2008. Lipophilic extracts from banana fruit residues: a source of valuable phytosterols. *J Agric Food Chem*, 56, 9520-9524.
14. Schneider R, Rauzungles A, Augier C, Baumes, R. 2001. Monoterpenic and norisoprenoid glycoconjugates of *Vitis vinifera* L. cv. Melon B. as precursors of odorants in Muscadet wines, *J Chromatogr A*, 936, 145-157.
15. Selli S, Bagatar B, Sen K, Kelebek H. 2011. Evaluation of aroma differences between free run and pressed grape juices from *Vitis vinifera* L. cv. Emir. *Chem Biodiv*, 8, 1776-1782.
16. Van Ruth SM, Roozen JP, Posthumus MA. 1995. Instrumental and sensory evaluation of the flavour of dried french beans (*Phaseolus vulgaris*) influenced by storage conditions. *J Agric Food Chem*, 69, 1909-1914.
17. Özdamar K. 1999. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 535.
18. Agunbiade SO, Olanlokun JO, Olaofe, OA. 2006. Quality of chips produced from rehydrated dehydrated plantain and banana. *Pak J Nutr*, 5, 471-473.
19. Hernandez Y, Gloria Lobo M, Gonzalez M. 2004. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food Chem*, 96, 454-464.
20. Vermeir S, Hertog TM, Vankerschaver K, Swennen R, Nicolay BM. 2009. Instrumental based flavour characterisation of banana fruit. *Food Sci Technol*, 1-7.
21. Sun J, Chu Y, Wu X, Liu R. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *J Agric Food Chem*, 50, 7449-7454.
22. Luximon-Ramma A, Bahorun T, Crozier A. 2003. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. *J Sci Food Agric*, 83, 496-502.
23. Budaud, C, Daribo, MO, Beaute MP, Telle N, Dubois, C. 2009. Relative importance of location and period of banana bunch growth in carbohydrate content and mineral composition of fruit. *Fruits*, 64, 63-74.
24. Prost C, Serot T, Demaimay M. 1998. Identification of the most potent odorants in wild and farmed cooked turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *J Agric Food Chem*, 46: 3214-3219.
25. Villière A, Arvisenet G, Lethuaut L, Prost C, Sérot T. 2012. Selection of a representative extraction method for the analysis of odourant volatile composition of French cider by GC-MS-O and GC x GC-TOF-MS. *Food Chem*, 131, 1561-1568.
26. Rega B, Fournier N, Guichard E. 2003. Solid phase microextraction (SPME) of orange juice flavor: Odor representativeness by direct gas chromatography olfactometry. *J Agric Food Chem*, 51, 7092-7099.
27. Selli S, Kelebek H. 2011. Aromatic profile and odour-activity value of blood orange juices obtained from Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Ind Crops Prod*, 33, 727-733.
28. Jordan MJ, Goodner KL, Shaw PE, 2001. Volatile components in banana (*Musa acuminata* Colla cv. Cavendish) and yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. Flavicarpa Degner) as determined by GS-MS and GS-Olfactometry. *Proc Flo Sta Hort Soc*, 114, 153-157.
29. Nogueira JMF, Fernande PJP, Nascimento AMD 2003. Composition of volatiles of banana cultivars from Madeira Island. *Phytochem Anal*, 14, 87-90.
30. Tressl R, Jennings WG. 1972. Production of volatile compounds in the ripening banana. *J Agric Food Chem*, 20, 189-192.
31. Ibanez E, Lopez-Sebastian S, Ramos E, Reglero G. 1998. Analysis of volatile fruits components by headspace solid-phase microextraction. *Food Chem*, 63, 281-286.
32. Mayr E, Saskina SM, Mark TD. 2003. Evaluation of the influence of mastication on temporal aroma release of ripe and unripe bananas, using a model mouth system and gas chromatography-olfactometry, *Eur Food Res Technol*, 217, 291-295.
33. Macku C, Jennings, WG. 1987. Production of volatiles by ripening bananas. *J Agric Food Chem*, 35, 845-848.
34. Perez, AG, Ana C., Jose JR, Jose MO. 1997. Free and glycosidically bound volatile compounds from two banana cultivars: Valery and Pequena Enana. *J Agric Food Chem*, 45, 4393-4397.
35. Fan G, Xu X, Qian Y, Xu Y, Zhang Y, Li L, Pan S. 2009. Volatiles of orange Juice and orange wines using spontaneous and inoculated fermentations. *Eur Food Res Technol*, 228, 849-856.