

21889

ATIK PEYNİRALTI SUYUNUN BİYOTEKNOLOJİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ VE LAKTİK ASİT ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
(BİYOLOJİ BÖLÜMÜ)
OCAK 1992

Şener TULUMOĞLU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu
onaylarım.



Danışman

Yr. Doç. Dr. Yavuz BEYATLI

Sınav Jürisi

Başkan :

Prof. Dr. Gürrol Ergin

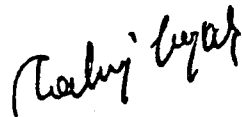
Üye :

Yr. Doç. Dr. Yavuz Beyatlı

Üye :



Bu Tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez
Yazım Esaslarına uygundur.



ATIK PEYNİRALTI SUYUNUN BİYOTEKNOLOJİK OLARAK

DEĞERLENDİRİLMESİ VE LAKTİK ASİT ÜRETİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Şener Tulumoğlu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OCAK 1992

ÖZ

Bu araştırmada atık bir madde olan peyniraltı suyunun laktik asit üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Çalışmada 14 adet laktik asit bakterileri, peyniraltı suyundan hazırlanan 4 farklı besi ortamlarına inököle edilip, oluşturdukları laktik asit üretim miktarları saptanmıştır. Katkı maddeleri ilave oranına göre asit üretimi artış göstermiştir. En yüksek laktik asit üretimi dördüncü besi ortamında Lactobacillus bulgaricus925 ve Lactobacillus leichmannii768 kültürlerinde 10 g/100 ml saptanmıştır. En düşük asit üretimi Streptococcus thermophiluslarda saptanmıştır. Lactobacillus tür ve suşlarının Streptococcuslara kıyasla daha fazla asit ürettikleri gözlenmiştir.

Bilim kodu : Biyoloji (5000001)

Anahtar kelimeler: Peyniraltı suyundan laktik asit üretimi.

Sayfa adedi : 51

Tez yöneticisi : Yr.Doç.Dr. Yavuz BEYATLI

BIOTECHNOLOGICAL UTILIZATION OF WHEY WASTE FOR
LACTIC ACID PRODUCTION

M. Sc. Thesis

Sener TULUMOĞLU

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ABSTRACT

In this research, possibilities of using whey for lactic acid production was investigated. Fourteen lactic acid bacteria were inoculated to four different whey medium and the amount of lactic acid produced in these medium were calculated. Acid production were increased with the increasing additional compounds. Highest acid production were estimated in Lactobacillus bulgaricus925 and Lactobacillus leichmannii768. Both cultures in the medium number 4 were produced 10 g/100 ml lactic acid. Lowest acid production was calculated in Streptococcus thermophilus culutres. Result also showed, that speices and straim of Lactobacillus were higher acid production than the Streptococcus bacteria.

Science code : Biology (5000001)

Key words : The production of Lactic Acid from Whey.

Page number : 51

Adviser : Yavuz BEYATLI

TEŐEKKÖR

Çalıőmanın her aőamasında bilgi ve gÖrüşleri ile beni aydınlatan, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen tez yöneticim sayın hocam Yr. Doç. Dr. Yavuz BEYATLI'ya sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca laboratuvar çalışmalarımnda, yardımlarını esirgemeyen Belma ASLIM'a teşekkürlerimi sunarım.

TABLULARIN LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.Sentetik Besi Ortamının Bileşimi.....	23
Tablo 2.Lactobacillus bulgaricus suşlarının ürettiği laktik asit miktarı.....	28
Tablo 3.Lactobacillus cinsine dahil bazı tür- lerin ürettiği laktik asit miktarı...	29
Tablo 4.Streptococcus thermophilus suşlarının ve Streptococcus lactis türünün, üret- tiği laktik asit miktarı.....	29

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.Laktik Asit izomerleri.....	8
Şekil 2.Homofermantatif Laktik Asit Bakterile- rinin Laktik Asit Metobalizmasının iz- lediği, EMP.Yolu.....	14
Şekil 3.Heterofermantatif Laktik Asit Bakteri- lerinin Laktik Asit Metobalizmasında izlediği, Pentoz Fosfoketolaz Yolu.....	15
Şekil 4.Peyniraltı Suyundan Fermentasyon Yolu ile Laktik Asit Üretimi Metodu.....	27

GRAFİKLERİN LİSTESİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa</u>
Grafik 1.Lactobacillus bulgaricus suşlarının peyniraltı suyunda ürettiği laktik asit miktarı.....	30
Grafik 2.Lactobacillus cinsine dahil bazı türlerin peyniraltı suyunda ürettiği laktik asit miktarı.....	31
Grafik 3.Streptococcus thermophilus suşlarının ve Streptococcus lactis türünün, peyniraltı suyunda ürettiği laktik asit miktarı.....	32

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	II
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
TABLolarIN LiSTESi.....	V
ŞEKİLLERİN LiSTESi.....	VI
GRAFİKLERİN LiSTESi.....	VII
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1.PEYNİRALTı SUYUNUN BİLEŞİMİ.....	3
1.2.LAKTİK ASİT.....	7
1.3.LAKTİK ASİT ÜRETİMİNDE KULLANILAN MADDELER.....	8
1.4.LAKTİK ASİT KULLANIM ALANLARI.....	9
1.5.LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ.....	10
BÖLÜM 2	
MATERYAL VE METOD	
2.1.MATERYAL.....	20
2.1.1.Peyniraltı Suyu.....	20
2.1.2.Bakteri Kültürü.....	20
2.1.3.Araştırmada Kullanılan Bakteri Kültür- leri.....	21
2.1.4.Peyniraltı Suyunun Fermantasyon için Ha- zırlanması.....	22

2.2.METOD.....	23
2.2.1.Bakteri Kùltùrlèrinin Hazırlanması.....	23
2.2.2.Fermantasyon.....	24
2.2.3.Analiz.....	24
BÖLÜM 3	
BULGULAR.....	28
3.1.Laktik Asit Bakterilerinin Ürettiği Laktik Asit Miktarı.....	28
BÖLÜM 4	
SONUÇLAR VE TARTIŞMA	
4.1.SONUÇLAR.....	33
4.2.TARTIŞMA.....	40
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	48

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bütün dünya'da olduğu gibi yurdumuzda da atık maddeler büyük sorunlar yaratmaktadır. Bu atık maddeler toprak, hava ve su kirliliğine neden olmaktadır.

Yüz yıllardan beri tarımsal, şehirselle ve endüstriyel etkinlikler sonucu oluşan atık madde miktarı gittikçe artış göstermektedir. Katı, sıvı ve gaz şeklinde biriken atık maddeler, toprak, su ve hava kirliliğinin başlıca sebebidir. Toprak, hava ve su kirliliği insan ve diğer canlıların geleceğini tehdit etmektedir.

Bu atık maddeler insanlığın kendi yaptığı teknolojik gelişmeler sonucu ortaya çıkmıştır. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak veya en aza indirmek insanlığın sorumluluğundadır.

Kirlenmiş bir çevreyi temizlemek ve kullanılır hale getirmek çok güç ve çok pahalıya mal olmaktadır. Hatta bu atıkların temizlenmesi bazen mümkün olmamaktadır.

Son yıllarda gerek çevre kirliliğinin ortadan kaldırılması, gerekse de canlıların yaşaması için yararlı ürünlerin elde edilmesini sağlayacak yeni gelişmeler sağlanmıştır. 'Biyoteknoloji' denen bu bilim dalında çalışma alanında, mikroorganizmalar yolu ile atık maddelerin parçalanması ve yararlı ürünlerin elde edilmesi esasına dayanır. Yani biyoteknoloji çalışmaları amaca uygun olarak se-

çilen belli metabolik aktivite gösteren mikroorganizmalar seçilerek,yararlı ürünler elde etmektir.Bu alanda mayalar, algler,küfler ve bakteriler kullanılmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde mikroorganizmalar yolu ile atıkların temizlenmesi çalışmaları oldukça geniş uygulama alanı bulmuştur.Şehir kanalizasyon sularının temizlenmesi, gıda sanayii ve petro kimya sanayii atıklarının temizlenmesi,vb.çalışmalar yapılmaktadır.

Amacımız yurdumuzda üretilen yıllık yaklaşık 1.8-2.25 milyon ton peyniraltı suyu'nu,biyoteknolojik yöntemlerle değerlendirilmesi ve laktik asit üretimi gerçekleştirmek. Aynı zaman da çok büyük potansiyel bir kaynak değerlendirilmiş olacak vede çevre'nin korunmasına katkıda bulunulacaktır.

1.1.PEYNİRALTI SUYUNUN BİLEŞİMİ

Peyniraltı suyu:Peynir yapımı sırasında çıkan sarımsı ve yeşil renkte bir sıvıdır. Diğer bir deyimle peynir yapımı sırasında peynir maddesini oluşturan kazeinin ve yağın pıhtı halinde ayrılmasından sonra serbest kalan sıvı peyniraltı suyudur.Yaklaşık 100 kg sütün %20 peynir olarak elde edilirken %80 peyniraltı suyu olarak ayrılmaktadır. Yani 100 kg sütün yaklaşık 20 kg peynir ve 80 kg peyniraltı suyudur.

Peyniraltı suyu çok önemli bileşenler içermektedir. Büyük bir kısmını %93'nü su oluştururken, %6.5-7'sini total kısım oluşturmaktadır (1).

Peyniraltı suyu'nun bileşenleri tam olarak şu şekildedir, %93 su,%4.0-5.0 laktoz, %0.9-1.0 protein,%0.6-0.9 mineral tuzları,%0.3 yağ ve %0.2-0.6 laktik asit içermektedir (2,3).

Kurutularak elde edilen peyniraltı suyu tozu %73 laktoz,%13 protein,%9 mineral tuzları,%1 yağ,%4 den az rutubet ve bir miktar kristal laktik asit içermektedir (4).

Peyniraltı suyundan gelişmiş ülkelerde doğrudan veya dolaylı olarak çok değişik alanlarda yararlanılmaktadır. Bu ülkelerin başında Amerika Birleşik Devletleri,Kanada, Avustralya ve Batı Avrupa ülkelerinin bir çoğu gelmektedir.

Peyniraltı suyu Amerika Birleşik Devletlerinde yıllık 26 milyon ton ve Kanada da 15 milyon ton üretilmektedir (5).

Yurdumuzda 1991 tahminlerine göre yaklaşık 9.5 ile 10 milyon ton süt üretilmektedir, bunun yaklaşık %20-25 peynir yapımında kullanılmaktadır. Bu miktar yaklaşık 2.0 2.5 milyon ton süt'e isabet etmekte, 200-250 bin ton peynir oluşmakta, 1.8-2.25 milyon ton peyniraltı suyu yıllık üretilmektedir.

Bu kadar önemli bir potansiyel'in tamamına yakını hiç bir işlem yapılmadan kanalizasyonlara akıtılmaktadır. Hem çevre kirlenmesine yol açılmaktadır, hemde ekonomik değeri çok yüksek bir madde boşuna heba olmaktadır.

Peyniraltı tozu peynir, tarhana, ekmek yapımında, insan ve hayvan beslenmesinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Peyniraltı suyu, önemli bir alanda kuru toz laktoz elde edilmesinde kullanılmaktadır (6).

Peyniraltı suyundan biyoteknolojik yollarla, mikroorganizmalar kullanılarak fermantasyon sonucu çok değişik ürünler elde edilmektedir.

Fermantasyon yolu ile üretilen bazı ürünler:

Organik asitler: Laktik asit, asetik asit, propionik asit, malik asit, fumarik asit, tartarik asit, itakonik asit, sitrik asit, salisilik asit, süksinik asit, kromonik asit,

pantoik asit, mevalonik asit, izolinoleik asit, hidroksis-tearik asit, dipikolonik asit, gibberellik asit, gentisik asit, bütirik asit vb.

Amino asitler: Alanin, glutamik asit, glutamin, histidin, arjinin, valin, izolösin, lizin, ornitin, fenilalanin, serin, homoserin, treonin, metiyonin, sitrölin, tirozin, prolin, triptofan, aspartik asit.

Nükleik asitler ve türevleri: inosin, guanin, ksantin, inosin monofosfat, guanin monofosfat, nikotinamid adenin dinükleotit, flavin adenin dinükleotit, urasil, sitozin vb.

Karbonhidratlar: D-riboz, glukoz, fruktoz, sellobiyoz, glukan ve mannos.

Alkoller ve Ketonlar: Etil, bütül, izopropil alkoller, gliserin, mannitol, arabitol, ksilol, dihidroksi aseton, tetroksilik laktonlar.

Diğer Maddeler: Metan, hidrolen, ksantan, fenil asetil karbinol ve bazı alkoloitler, enzimler, koenzimler, karotenoidler, vitaminler, antibiyotikler üretilmektedir (7).

Son yıllarda peyniraltı suyunun değerlendirilmesi gittikçe artmaktadır. Sanayi ölçülerinde üretim alanları bulmaya başlamıştır.

Peyniraltı suyu Amerika Birleşik Devletle'rin de alkollü içkilerde, meşrubat sanayi'nde, peynir yapımında katkı maddesi olarak, tek hücre protein üretiminde, etanol ve

laktik asit üretiminde substrat olarak kullanılmakta ve insan ve hayvan beslenmesinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (1).

Son yıllarda, çevre kirlenmesini önlemek ve peyniraltı suyunda bulunan laktozdan yararlanarak anaerob bakterilerce metan gazı üretilmiştir (8).

Peyniraltı suyundan teknik yöntemlerle laktozu, proteinden ayırarak, ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Bu maddeler sanayi ölçülerinde Amerika Birleşik Devletlerinde kullanılmaya başlanmıştır (9).

Peyniraltı suyunda mikroorganizmalar kullanarak fermentasyon sonucu'nda B12 vitamini, gibberlik asit ve etanol üretim çalışmaları yapılmıştır (10).

Son yıllarda yurdumuzda peyniraltı suyunun değerlendirilmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması için bilimsel araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

Peyniraltı tozu beyaz peynir yapımında katkı maddesi olarak kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Peynirin su ve yağ tutma kapasitesi artmıştır (11).

Akbulut ve Kınık 1991'de yapmış oldukları bir araştırmada süt'ün ultrafiltrasyonundan elde edilen filitrat ve doğal yolla elde edilen peyniraltı suyunun alkollü içkiler kullanılmaya olanakları üzerinde durmuşlardır (13).

1.2.LAKTİK ASİT

Laktik asit organik bir asittir. Laktik asit ekşi tat-
ta, kokusuz, renksiz, koyu kıvamlı ve berrak bir sıvıdır. Su,
alkol ve eterle her oranda karışabilir, iyi bir çözücü ve
zayıf bir asittir.

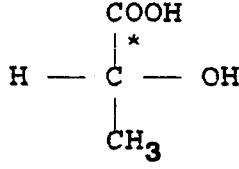
Laktik asit yoğunluğu 1.21, molekül ağırlığı 90.08,
erime noktası 18°C dir. Laktik asit doğada peynir, turşu
ve elma sırasında bulunur. İnsan ve hayvan kaslarının çar-
alışma faaliyeti sonucu kaslarda laktik asit oluşur ve mide-
de az oranda bulunur.

Laktik asit molekülünde bir asimetric karbon atomu
içerir. Bu atom iki optikçe aktif izomeri ile, bu iki izo-
merin inaktif karışımı olan bir rasemik karışım oluşturu-
masını sağlar.

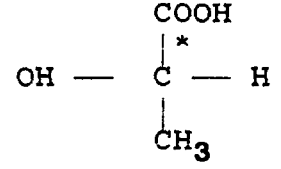
D(-)Laktik asit: D-konfigürasyonun da asimetric kar-
bon atomuna sahip olup Levorotor da denir. D-Laktik asit
polarize ışığı sola çevirir.

L(+)Laktik asit: L-konfigürasyonun da asimetric kar-
bon atomu içerir ve Dekstrotor da denir. L-Laktik asit
polarize ışığı sağa çevirir.

Bu durumlar şekil 1 de görülmektedir.



D(-) Laktik Asit



L(+) Laktik Asit

Şekil 1. Laktik asit izomerleri.

D(-) ve L(+) şekillerin rasemik karışımları optikçe inaktiftir, çünkü polarize ışığı sağa ve sola çeviremezler, birbirini nötralize ederler. Laktik asit tuzları ters optik çevirme özelliğine sahiptir. D(-) laktik asit tuzları dekstrorotor, L(+) laktik asit tuzları ise levorotordur.

L(+) laktik asit hayvan ve insan vücudun'da metabolize olduğu halde, D(-) laktik asit metabolize yapılamaz vücuttan dışarı atılır.

1.3.LAKTİK ASİT ÜRETİMİNDE KULLANILAN MADDELER

Laktik asit üretiminde karbonhidratların alt birimleri olan monosakkaritler ve disakkaritler kullanılmaktadır. Yani bütün fermantasyonlarda olduğu gibi laktik asit üretiminde de şeker içeren maddeler kullanılmaktadır.

Laktik asit üretiminde en fazla kullanılan maddeler şunlardır.

- a. Şeker sanayii atığı, melaslar,
- b. Odun şekeri,
- c. Turuncgillerin suyunun alınması ile atık kalan kabuk ve diğer atık maddeleri,

- d. Nişasta içeren ham maddeler, patates ve tatlılar,
- e. Peyniraltı suyu, laktoz şekeridir (12).

1.4.LAKTİK ASİT KULANIM ALANLARI

Laktik asit kolay polimerleşmesi, erime noktasının düşük olması ve iyi çözünme özelliğinden dolayı geniş kullanım alanı vardır. Besin maddelerinin korunmasında asidite sağlar, polimerik özelliği ile polilaktik asitler çeşitli reçine yapımında kullanılmaktadır.

Koyu ve açık laktik asit ticarete çeşitli şekillerde, değişik tuzlar şeklinde piyasaya sunulur. Ca-laktat, Fe-laktat, Cu-laktat, Al-laktat ve Zn-laktat şeklinde sunulur.

Ca-laktat pasta yapımında kabartma tozu olarak kullanılmaktadır.

Cu-laktat elektrot işlerinde kaplamada kullanılır.

Zn-laktat hekimlikte kullanılır.

Bunların yanısıra laktik asit eczacılıkta, gıda sanayinde, kimya sanayinde, tekstil sanayinde ve deterjan sanayinde kullanılmaktadır (13).

Laktik asit deri ve tekstil sanayilerinde boyamada, gıda sanayinde meşrubat üretiminde, limonata, meyve suyu, şurup ve konservecilikte katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Tıpta bağırsak florasının düzenlenmesinde kullanılmaktadır. Deterjan sanayinde iyi bir çözücü ve viskozite yapıda olmasından dolayı kullanılmaktadır.

Yenilebilen laktik asit renksiz, kokusuz ve sağlığa zararlı maddelerden arındırılmış olarak kullanılmaktadır. Hoşa giden tadı ve konserve edici özelliğinden dolayı gıda sanayinde geniş ölçüde kullanım alanı bulunmaktadır.

1.5.LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ

Laktik asit bakterileri karbonhidratları fermente ederek laktik asit ürettikleri için bu ismi almışlardır. Kok ve çubuk şeklinde morfolojik görünümleri olan mikrobik bakterilerdir.

Laktik asit bakterileri sadece besin fermantasyonunda kullanılan bakteriler olarak bilinir. Yoğurt, peynir, tereyağ, süt ekşimesi, krema yapımında kullanılır. Bunların dışında laktik asit bakterileri, çeşitli ürünler oluştururlar, lahana ve salatalık turşusu, ekmek mayası ve viski için malo-laktik üretimi yaparlar (2).

Bazı küfler de laktik asit üretir, fakat fermantasyonu yavaş ve laktik asit üretim kapasiteleri düşüktür. Bu nedenle laktik asit üretiminde tercih edilmezler. Bu küfler özellikle Rhizopus türlerinden Rhizopus oryzae türü laktik asit üretme özelliğine sahiptir. Küflerin endüstriyel alanda laktik asit üretim alanı bulunmaz.

Laktik asit bakterileri fermentasyonda oluşan ürünlerin cins ve miktarlarına göre sınıflandırılır.

Homofermantatif laktik asit bakterileri fermantasyon sonucu %95-100 oranında laktik asit üretirler. Bunun ya-

nın da az miktarlarda besi ortamının özelliğine göre formik asit,asetik asit ve etanol oluşmaktadır.

Heterofermantatif laktik asit bakterileri fermantasyon sonucu %50 laktik asit üretirken, bunun yanı sıra yüksek oranda etanol, asetik asit, gliserol, mannitol, ve fruktoz oluşturular (2).

Laktik asit üretim kapasiteleri yüksek olduğu için, endüstriyel amaçla laktik asit üretiminde homofermantatif laktik asit bakterileri kullanılmaktadır.

Homofermantatif Laktik Asit Bakterileri

D(-) Laktik asit üretenler, homofermantatif laktik asit bakterileri.

Lactobacillus delbrueckii

Lactobacillus leachmannii

Lactobacillus jensenii

Lactobacillus lactis

Lactobacillus bulgaricus

L(+) Laktik asit üreten, homofermantatif laktik asit bakterileri.

Lactobacillus casei

Lactobacillus xylosus

Lactobacillus salivarius

D(-) ve L(+) Laktik asit üreten homofermantatif laktik asit bakteriler.

Lactobacillus helveticus

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus casei

Lactobacillus plantarum

Lactobacillus curvatus

Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin tamamı fermentasyon sonucunda D(-) ve L(+) laktik asit üretmektedirler.

Laktozu fermente edebilen homofermantatif laktik asit bakterileri.

Lactobacillus leichmannii

Lactobacillus lactis

Lactobacillus bulgaricus

Lactobacillus helveticus

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus saliverius

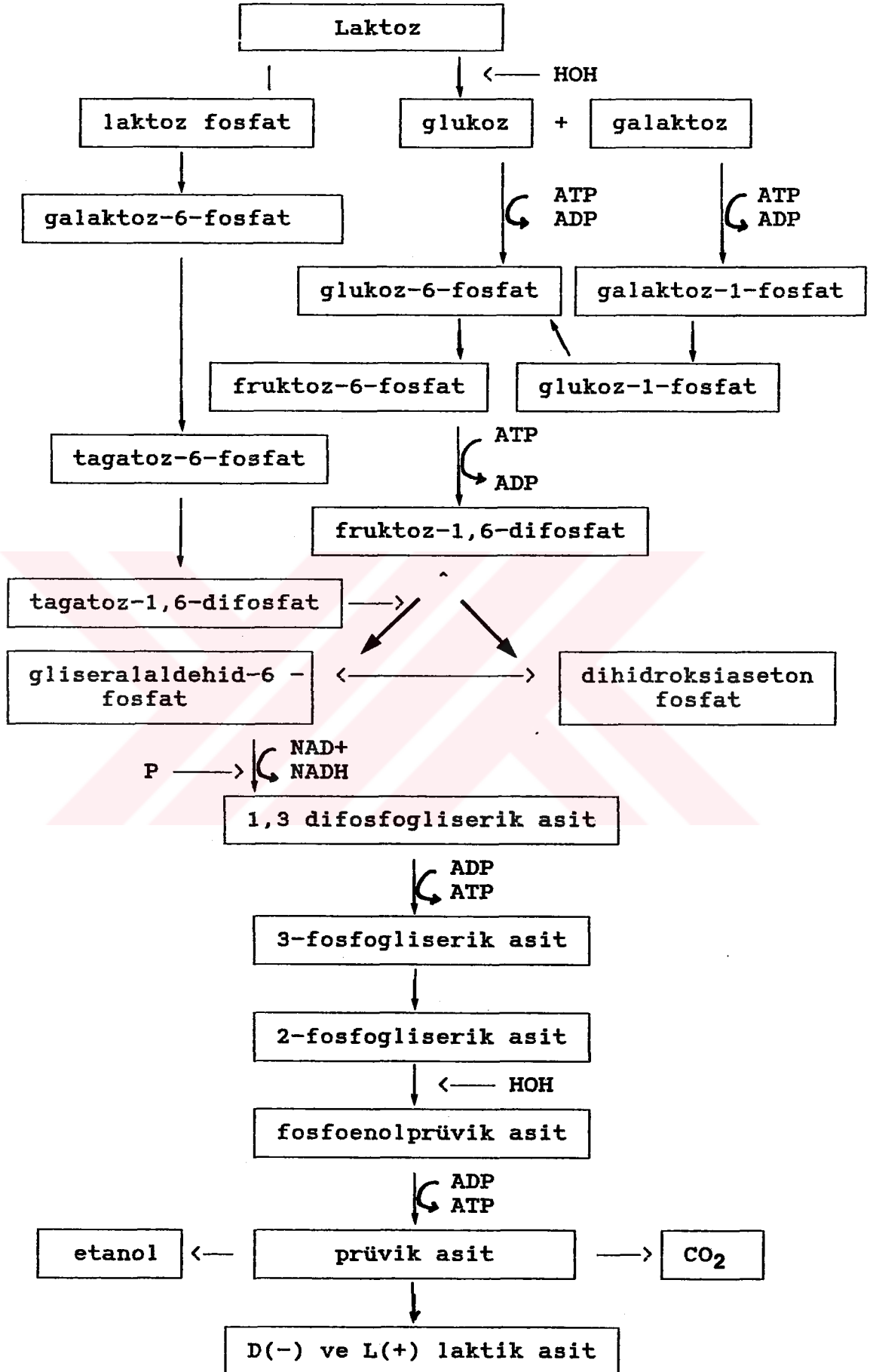
Lactobacillus casei

Lactobacillus plantarum

Laktik asit üretimi için araştırmalarda bazı Streptococcus türleri üzerinde de durulmaktadır. Streptococcus thermophilus, Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris vb.

Yapılan uzun araştırmalar sonucu laktik asit'in bakterilerce nasıl fermentasyon sonucu oluştuğu ortaya çıkarılmıştır. Homofermantatif laktik asit bakterileri, laktik asit fermentasyonu Embden-Mayerhof-Parnas (EMP) yolunu izleyerek üretmektedir.

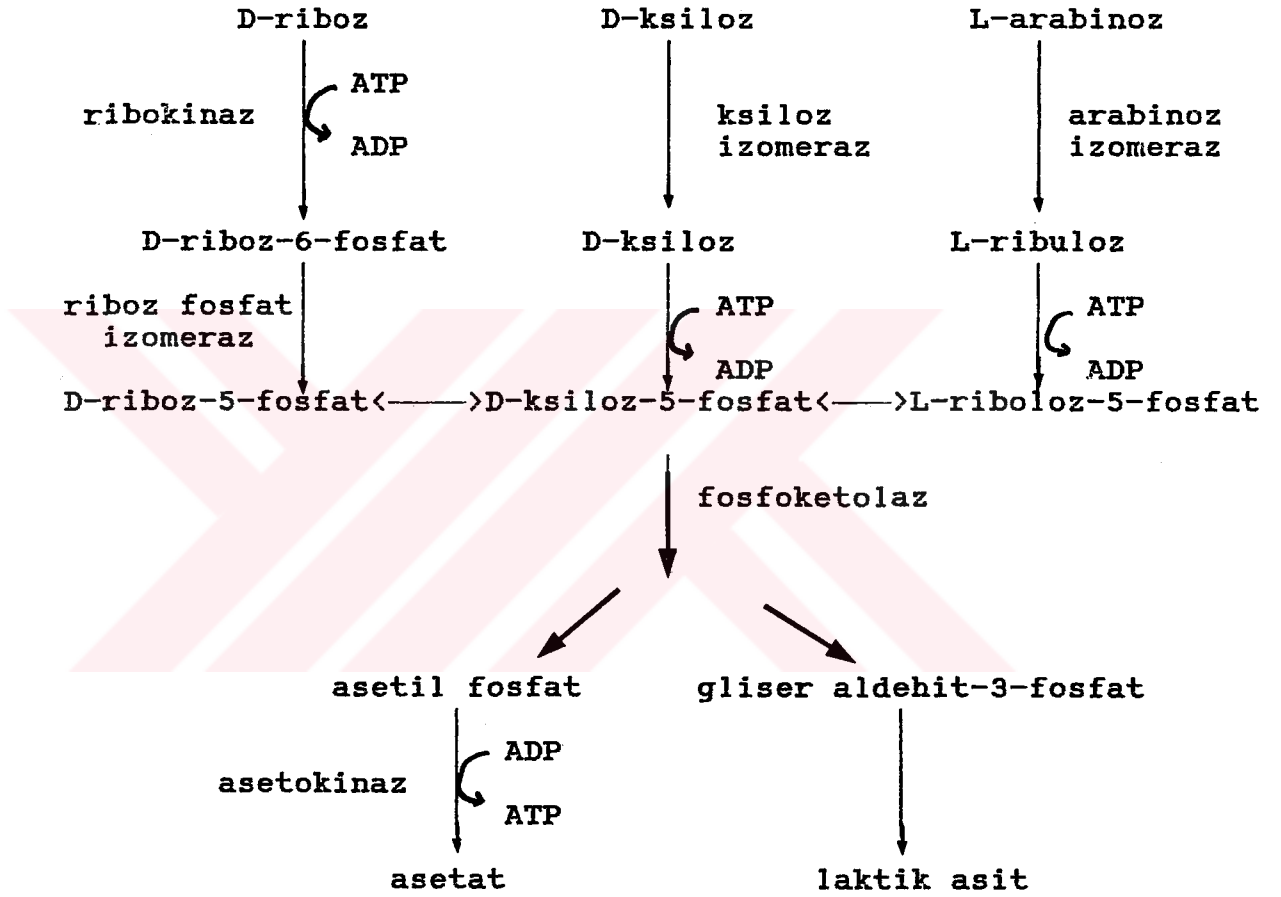
Peyniraltı suyu laktoz içerdii için laktik asit bakterileri, laktozu karbon kaynağı olarak kullanarak EMP yolu ile laktik asit üretmektedir (şekil 2).



Şekil 2. Homofermantatif Laktik Asit Bakterilerinin,

Laktik Asit Metabolizmasının izlediği, EMP Yolu.

Heterofermantatif laktik asit bakterileri vasıtasıyla laktik asit oluşumu fosfoketolaz yolu ile gerçekleşir. *Lactobacillus* türlerinde heksoz fosfoketolaz yolu yoktur. Pentozlar için pentoz fosfoketolaz yolu ile heterofermantatif laktik asit bakterileri, laktik asit üretmektedirler.



Şekil 3. Heterofermantatif Laktik Asit Bakterilerinin, Laktik Asit Metabolizmasının İzlediği, Pentoz Fosfoketolaz Yolu.

Lactobacillus casei'nin peyniraltı suyunda oluşturduğu laktik asit miktarı üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Glukoz'u fermente edebilen, fakat laktozu fermente edemeyen, homofermantatif laktik asit bakterilerinden, laktik asit üretim kapasitesi yüksek olan Lactobacillus delbrueckii dir. Bu bakteri ile çok sayıda araştırma yapılmıştır ve laktik asit üretim kapasitesi ölçülmüştür.

Major ve arkadaşları,1989'da Lactobacillus delbrueckii ile glukozlu besi ortamında laktik asit üretimi gerçekleştirmişlerdir (14).

Hansen ve arkadaşları,1989 da Lactobacillus delbrueckii'nin laktik asit fermantasyon hızını ölçmek için glukozlu-yeast ekstraktlı sentetik besi ortamında yüksek oranda laktik asit miktarı saptamışlardır (15).

Glukozlu ve mineral katkılı besi ortamında Lactobacillus delbrueckii bioreaktör yöntemi ile laktik asit üretimi gerçekleştirilmiştir (16).

Leudeking ve Piret,1959'da %5'lik glukozlu ve azotca zengin besi ortamında optimal laktik asit prodüktivitesini saat'te 6.7 g/L. tespit etmişlerdir (17).

Sürekli tank reaktör ile Vick Roy, 1983 de %2'lik glukozlu besi ortamında, optimal volümetrik laktik asit miktarını 79 g/L. olarak saptamıştır (18).

Stenroos, 1982'de Lactobacillus delbrueckii glukozlu besi ortamında (%4,8 glukoz)'un %97'sini laktik asit'e dönüştürmüştür (19).

Mutagen Lactobacillus delbrueckii ile peyniraltı suyundan laktik asit üretimi gerçekleştirilmiştir (20).

Peyniraltı suyundan endüstriyel amaçla laktik asit üretimi için üzerinde araştırmalar yapılan homofermantatif laktik asit bakterilerinden birisi de Lactobacillus helveticus dur.

Lactobacillus helveticus ile 1986'da Roy ve arkadaşları çeşitli besi ortamlarında araştırma yapmışlardır. Bu besi ortamlarında en fazla laktik asit üretimini %2 laktoz'lu peyniraltı suyunda saptamışlardır (21).

Boyavol ve arkadaşları, 1987 yılın da Lactobacillus helveticus'un günlük taze peyniraltı suyundan yüksek oranda laktik asit ürettiğini saptamışlardır (22).

Roy ve arkadaşları, 1987 yılında yapmış oldukları bir araştırmada, Lactobacillus helveticus peyniraltı suyundan

hazırlanan sentetik besi ortamında, glukozlu sentetik besi ortamına oranla daha yüksek laktik asit ürettiğini saptamışlardır (23).

Lactobacillus bulgaricus endüstriyel amaçla laktik asit üretiminde kullanılan laktik asit bakterisidir. Bir çok araştırmacı tarafından endüstriyel çapta kullanım için önerilmiştir (24,25).

Karışık kültürlerin laktik asit üretim miktarları çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

Rosenau ve arkadaşları, 1982 de Lactobacillus bulgaricus ve Streptococcus thermophilus bakterilerin karışık kültürleriyle, peyniraltı suyundan hazırlanan sentetik besi ortamında, elektrodializ yöntemiyle yapmış oldukları bir çalışmada %5.71 oranında laktik asit miktarı saptamışlardır (26).

Prevost ve arkadaşları 1985 yılında, Lactobacillus bulgaricus ve Streptococcus thermophilus karışık kültürleriyle yaptıkları bir araştırmada günlük laktik asit üretim miktarının tek kullanılan kültürden daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Laktik asit miktarını saatte 9.4 g/L. olarak saptamışlardır (27).

Streptococcus cinsine dahil türler arasında laktik asit üretim yeteneği yüksek olan, Streptococcus lactis dir.

Streptococcus lactis'in değişik suşları ve Streptococcus cremoris ile günlük taze peyniraltı suyunda yapmış oldukları bir araştırmada 48 saat'lik ikübasyon sonucunda 47 g/L.Saat laktik asit miktarı tespit etmişlerdir (28).

Son yıllarda yurdumuzda peyniraltı suyundan laktik asit üretimi ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

Deveci ve arkadaşları,1991 yılında,peyniraltı suyundan Lactobacillus bulgaricus fermentasyon yolu ile laktik asit üretmişlerdir 29).

Güvenç,1991 de peyniraltı suyundan laktik asit üretiminde Lactobacillus bulgaricus1006, Lactobacillus delbrueckii213, Lactobacillus leichmannii 299 ve Lactobacillus casei 856 bakterileri kullanılmış ve en yüksek laktik asit üretimi Lactobacillus bulgaricus 1006 kültüründe elde edilmiştir (20).

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1. MATERYAL

2.1.1 Peyniraltı Suyu:

Araştırmada kullanılan peyniraltı suyu, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümünden günlük taze peynir yapımı sırasında alınmıştır. Gazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü araştırma laboratuvarına getirilip, araştırması yapılmıştır.

2.1.2. Bakteri Kültürü:

Araştırmada laktozu fermente edebilen homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri kullanılmıştır. Bu bakteriler gram pozitif, anaerob veya fakültatif'dir.

Araştırmada toplam 14 adet laktik asit bakteri tür ve suşları kullanılmıştır. Bunlardan 9 adedi *Lactobacillus* diğer 5 adedi ise *Streptococcus* cinsine dahil olan tür ve suşlardır.

2.1.3. Araştırmada Kullanılan Bakteri Kùltùrleri:

Lactobacillus bulgaricus A1

Lactobacillus bulgaricus A2

Lactobacillus bulgaricus 925

Lactobacillus bulgaricus 2

Lactobacillus casei 591

Lactobacillus leichmannii 768

Lactobacillus plantarum 1062

Lactobacillus lactis 498

* Lactobacillus fermentum 3

Streptococcus thermophilus C1

Streptococcus thermophilus C2

Streptococcus thermophilus C3

Streptococcus thermophilus C4

Streptococcus lactis 606

* Heterofermantatif laktik asit bakterisidir.

Diğer tüm bakteriler homofermantatif laktik asit bakterilerdir.

Araştırmada kullanılan kùltùrlerden Lactobacillus bulgaricusA1, Lactobacillus bulgaricusA2, Streptococcus thermophilusC1, Streptococcus thermophilusC2, Streptococcus thermophilusC3 ve Streptococcus thermophilusC4 Gazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakùltesi, Biyoloji Bölümünden temin edilmiştir. Diğer kùltùrler ise Refik Saydam Merkez

Hıfıssıha Enstitüsü Kültür Koleksiyonundan temin edilmiştir.

2.1.4. Peyniraltı Suyunun Fermantasyon için Hazırlanması:

1. Günlük olarak temin edilen taze peyniraltı suyu 1000 ml'lik cam balonlara doldurulup, 121°C de 15 dakika otoklavda sterilizasyon edilmiştir ve soğumaya terkedilmiştir.

2. Peyniraltı suyu kurutma kağıdından süzölmüştür. Bu esnada katı (tortu) kısmın sıvı kısımdan ayrılması sağlanmıştır.

3. Süzölen sıvı peyniraltı suyunu içeren 250 ml'lik erlenlere 4 farklı besi ortamı hazırlanmıştır (Tablo 1). Bu besi ortamının üzerine %2 (w/v) oranında steril CaCO₃ ilave edilmiştir.

4. Besi ortamları 121 °C de 15 dakika otovlavda sterilize edilmiş ve soğumaya bırakılmıştır.

5. Lactobacillus için besi ortamı pH 5.5-6.0, Streptococcuslar için besi ortamı pH 7'ye 0.01 N. H₂SO₄ ve 0.01 N. NaOH ile ayarlanmıştır.

Tablo 1. Sentetik Besi Ortamının Bileşimi

Maddeler	g/L			
	Besi Ortamı 1	Besi Ortamı 2	Besi Ortamı 3	Besi Ortamı 4
Peyniraltı Suyu	1000 ml	1000 ml	1000 ml	1000 ml
Yağsız Süt Tozu	-	6	10	10
Maya Özü	-	4	4	5
Pepton	-	0.2	0.2	0.2
MgSO ₄	-	0.2	0.2	0.2
MnSO ₄	-	0.05	0.05	0.05

2.2. METOD

2.2.1. Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması:

Lactobacillus cinsine dahil tür ve suşlar MRS sıvı besi ortamında 43 ± 1 °C de 3 kez aktifleştirilmiştir. Bu kültürler +4 °C de MRS yatık agarda buzdolabında muhafazaya alınmıştır. Streptococcus cinsine dahil tür ve suşları %10'luk skim milk besi ortamında, 43 ± 1 °C de 3 kez aktifleştirilmiştir ve +4°C de gliserol+skim milk besi ortamında buzdolabında muhafaza edilmiştir. Sadace Streptococcus lactis 37 ± 1 °C de aktifleştirilmiştir ve ay- nen diğer Streptococcus'lar gibi muhafaza edilmiştir.

Bakteri kùltùrleri ortalama aktifleştirme sùresi 25-30 saat arasında yapılmıştır.

2.2.2.Fermantasyon:

Tablo 1 de gùsterilen 250 ml'lik 4 farklı sentetik besi ortamlarına aktif kùltürden %2 (v/v) oranında ünkülasyon yapılmıştır.

Lactobacillus tür ve suşları $43\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 7 gün süre ile etüvde fermantasyona terk edilmiştir. Streptococcus thermophilus tür ve suşları $43\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 7 gün süre ile fermantasyona terk edilmiştir. Streptococcus lactis türü $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 7 gün süre ile fermantasyona terk edilmiştir.

Besi ortamları her 12 saatta bir çalkalanmıştır, oluşan laktik asit CaCO_3 ile reaksiyona girerek kalsiyum laktat meydana gelmekte, ortamın pH sını, dengede kalmasını sağlamıştır.

2.2.3.Analiz:

A.Çözeltisi: 98.75 gr $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1000 ml destile suda çözünererek hazırlanmıştır.

B.Çözeltisi: 0.66 N NaOH'lik çözeltili hazırlanmıştır.

C.Çözeltisi: 225 gr $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 1000 ml destile suda çözünerek hazırlanmıştır.

D.Çözeltisi: 5 gr $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, 12.5 ml 1. N HCl asitte çözündürülmüştür ve 100 ml ye destile su ile tamamlanmıştır.

Renk Ayracı: D çözeltisi su ile 1/5 oranında hergün denemeden önce hazırlanmıştır.

Analizde Şu yol izlenmiştir:

1. Besi ortamları 7 gün sonunda fermentasyondan alınmıştır ve 100°C de 10 dakika subanyosunda tutulmuştur. Bu işlemden bakterilerin ölmesi sağlanmıştır. Soğumaya terk edilmiştir.

2. Besi ortamları Whatman 42 filtre kağıdından süzölmüştür ve sıvı kısmın tortu kısmından ayrılması sağlanmıştır.

3. Süzölmüş sıvı kısmından 100 ml alınıp üzerine 3 ml, 0.1 N H_2SO_4 ilave edilmiştir ve manyetik karıştırıcıda şittetli bir şekilde karıştırılmıştır. Sülfirik asit kalsiyum laktat'ı parçalayıp laktik asitin serbest hale geçmesini sağlamıştır.

4. Karıştırmadan sonra 25 ml alınıp üzerine 10 ml A

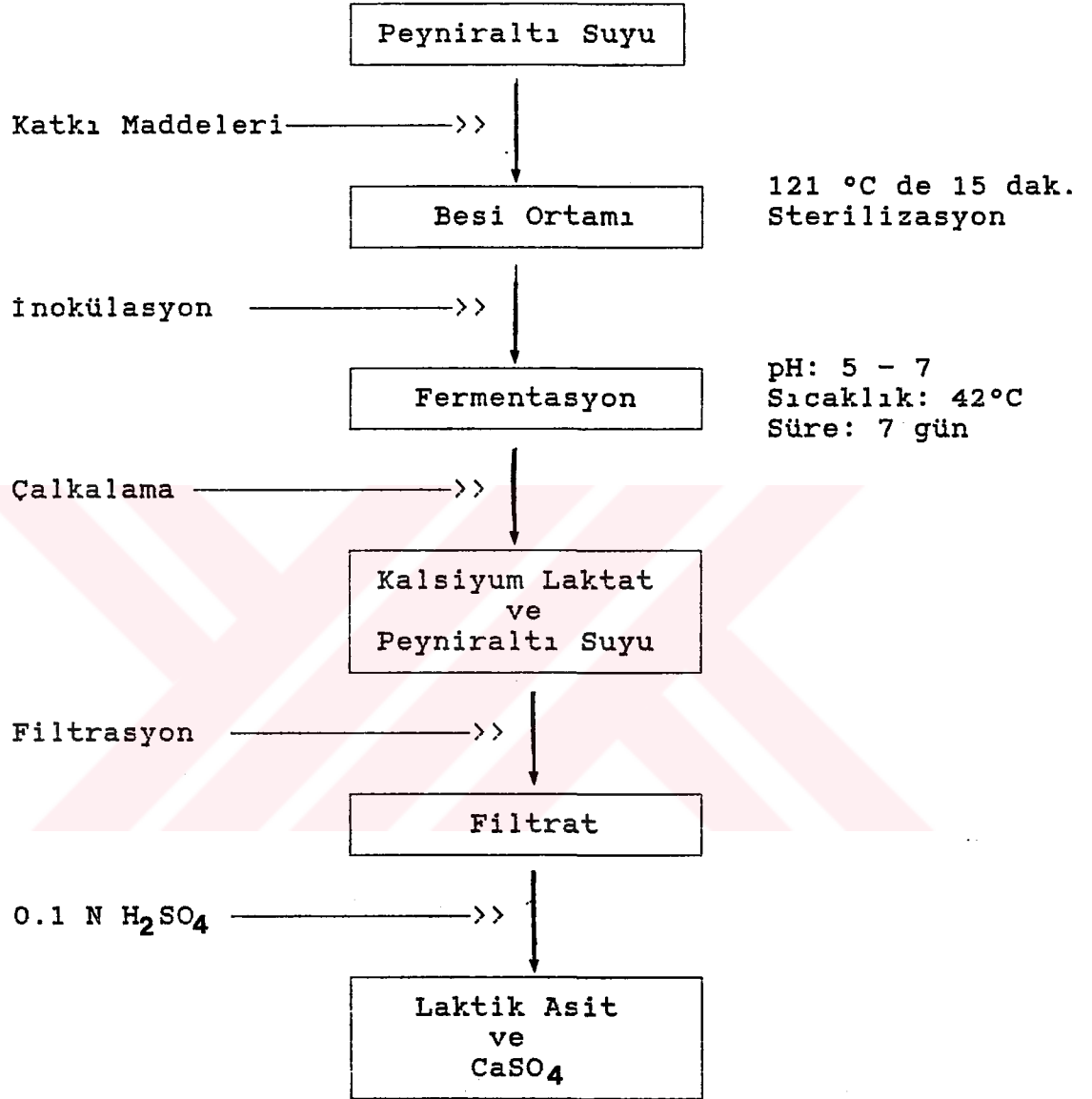
çözeltisi, 10 ml B çözeltisi ve 5 ml C çözeltisi ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcıda şittetli bir şekilde karıştırılmıştır.

5. Karışım Whatman 42 filtre kağıdından süzölmüştür.

6. Süzölen kısımdan 1.5 ml alınıp 100 ml ye destile su ile tamamlanmış ve tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır.

7. 10 ml alınarak üzerine önceden günlük taze olarak hazırlanmış 1/5 oranında sulandırılmış D çözeltisinden 1 ml ilave olunup tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır (30).

8. Karışım 1 cm çapında cam tüpe doldurulup laktik asit miktarı 400 nm de Spektrofotometre LC 20 de ölçüm yapılmıştır (31). Alıman sonuçlar standart kurve ile karşılaştırılarak laktik asit miktarı mg/ml olarak verilmiştir.



Şekil 4. Peyniraltı Suyundan Fermentasyon Yolu ile Laktik Asit Üretim Metodu.

BÖLÜM 3
BULGULAR

3.1. Laktik Asit Bakterilerinin Ürettiği Laktik Asit Miktarı:

Tablo 2. Lactobacillus bulgaricus suşlarının ürettiği laktik asit miktarı.

Kültürler	Laktik Asit g/100 ml			
	Besi Ortamı 1	Besi Ortamı 2	Besi Ortamı 3	Besi Ortamı 4
<u>L.bulgaricus</u> A1	2.50	2.80	3.44	5.26
<u>L.bulgaricus</u> A2	2.25	2.53	2.80	3.44
<u>L.bulgaricus</u> 925	1.70	2.80	7.90	10.00
<u>L.bulgaricus</u> 2	6.34	6.60	6.86	7.64
* Kontrol Değer	1.20	1.20	1.20	1.20

* Kontrol değer: Bu değerler tablo 2, 3 ve 4 de gösterilen değerlerden çıkarılmıştır.

Lactobacillus bulgaricus türüne dahil 4 değişik suşun peyniraltı suyundan hazırlanmış sentetik besi ortamında ürettiği laktik asit miktarı, farklı bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 3. *Lactobacillus* cinsine dahil bazı türlerin ürettiği laktik asit miktarı.

Kültürler	Laktik Asit g/100 ml			
	Besi Ortamı 1	Besi Ortamı 2	Besi Ortamı 3	Besi Ortamı 4
<u>L.casei</u> 591	3.26	6.26	6.82	6.90
<u>L.leichmannii</u> 768	1.25	4.26	7.62	10.00
<u>L.plantarum</u> 1062	1.30	1.55	2.53	3.55
<u>L.lactis</u> 498	1.16	1.30	1.80	2.05
<u>L.fermantum</u> 3	2.26	2.62	4.44	6.26
*Kontrol Değeri	1.20	1.20	1.20	1.20

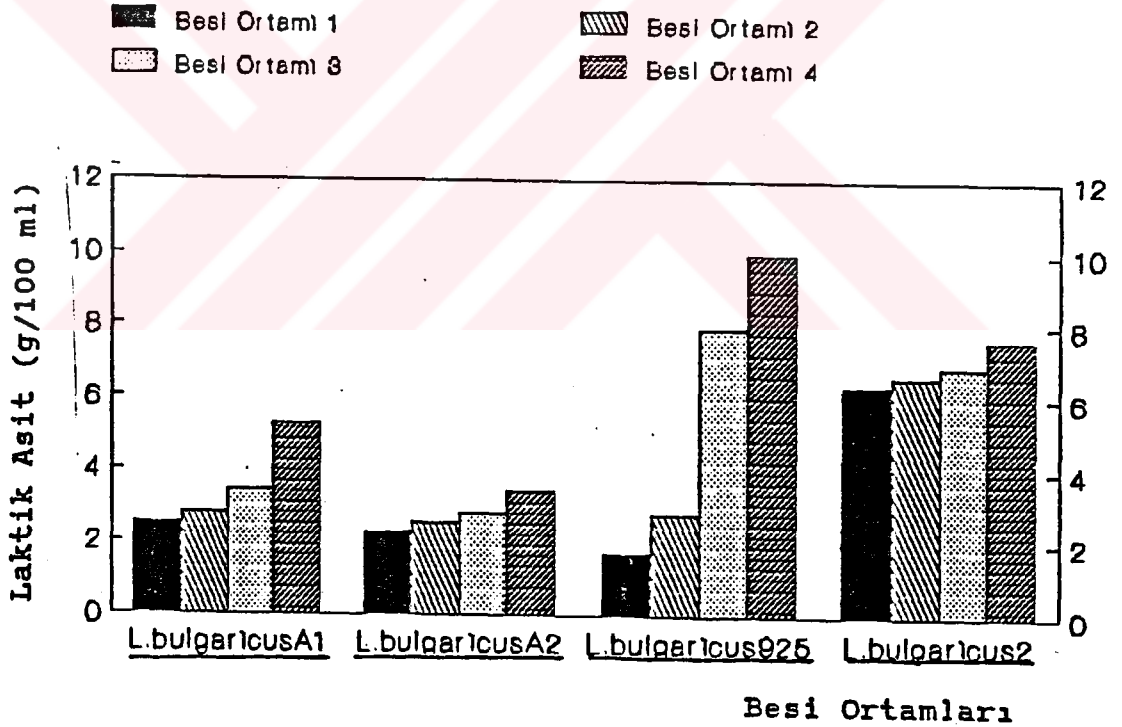
Lactobacillus cinsine dahil türler arasında, peyniraltı suyundan hazırlanan sentetik besi ortamında, üretilen laktik asit miktarı farklı bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 4. *Streptococcus thermophilus* suşlarının ve *Streptococcus lactis* türü'nün, ürettiği laktik asit miktarı.

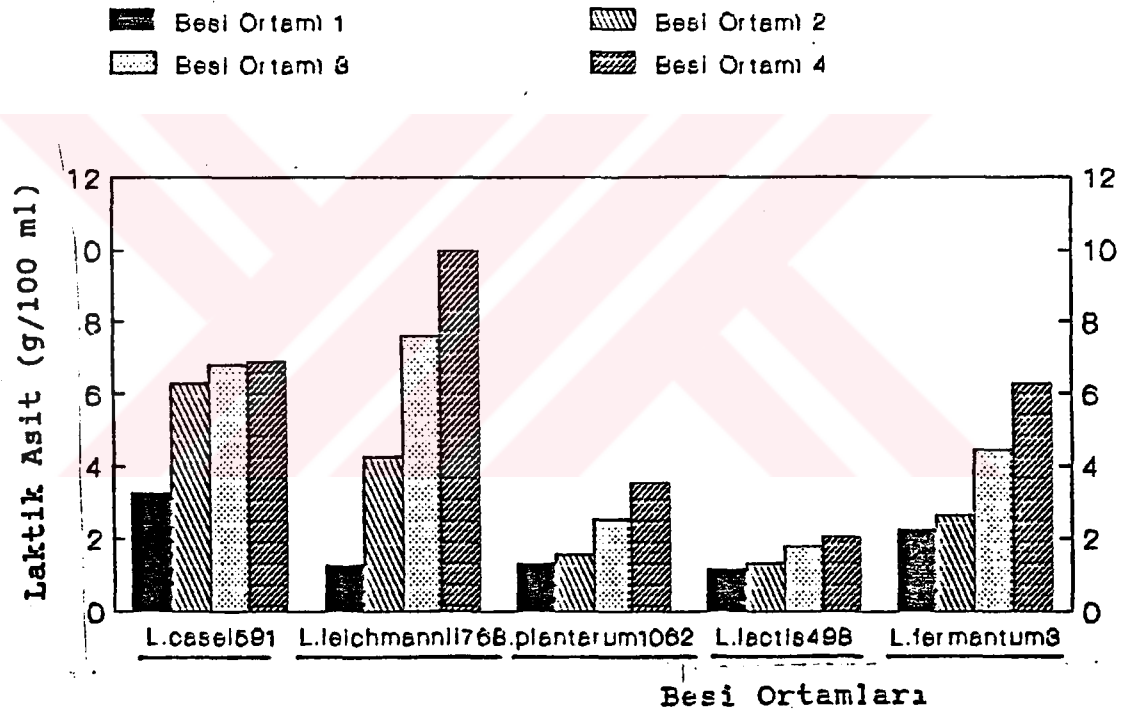
Kültürler	Laktik Asit g/100 ml			
	Besi Ortamı 1	Besi Ortamı 2	Besi Ortamı 3	Besi Ortamı 4
<u>S.thermophilus</u> C1	1.60	2.25	2.51	3.71
<u>S.thermophilus</u> C2	1.80	2.25	3.25	3.53
<u>S.thermophilus</u> C3	1.53	1.86	2.16	3.71
<u>S.thermophilus</u> C4	1.00	1.98	2.62	3.25
<u>S.lactis</u> 605	3.35	3.70	4.62	6.62
*Kontrol Değer	1.20	1.20	1.20	1.20

Streptococcus thermophilus suşları ve Streptococcus lactis'in peyniraltı suyundan hazırlanan sentetik besi ortamında, ürettiği laktik asit miktarı farklı bulunmuştur (Tablo 4).

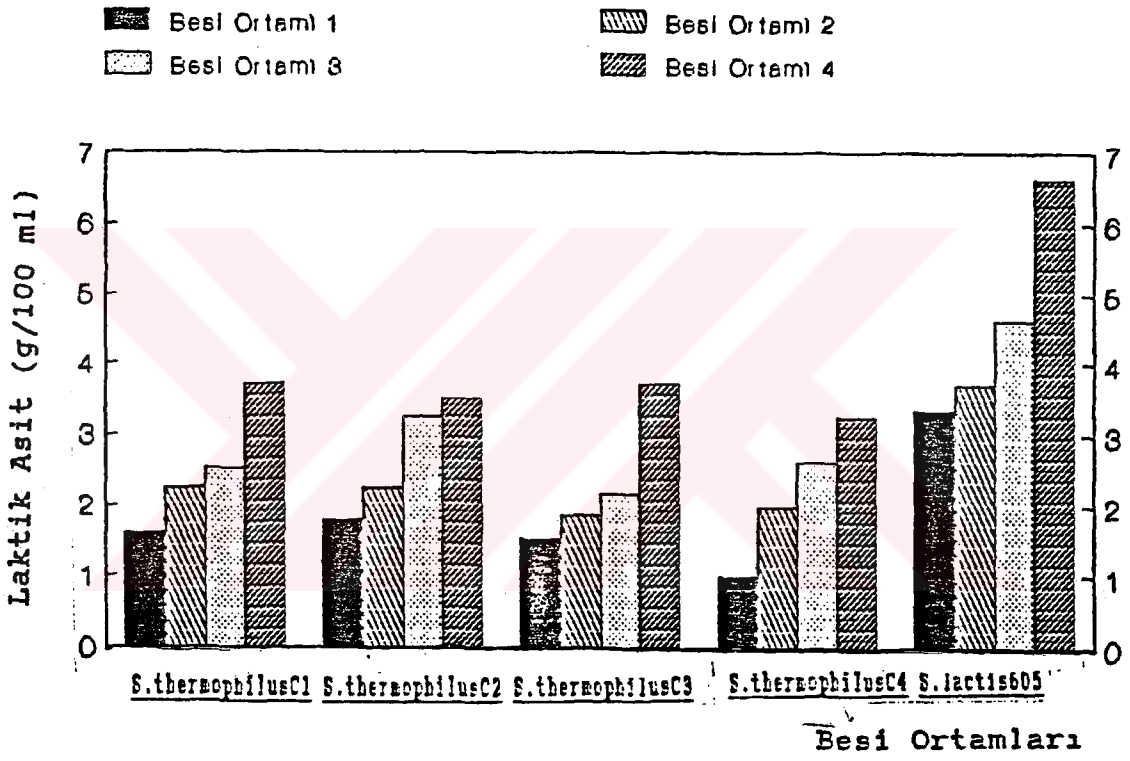
Aynı zamanda 1, 2, 3 ve 4 nolu besi ortamlarında sırasıyla bir artış gözlenmektedir. Bu artış besi ortamına katılan katkı maddelerinden ileri gelmektedir (Tablo 2, 3, 4).



Grafik 1. Lactobacillus bulgaricus suşlarının peyniraltı suyunda ürettiği laktik asit miktarı.



Grafik 2. Lactobacillus cinsine dahil bazı türlerin peyniraltı suyunda ürettiği laktik asit miktarı.



Grafik 3. Streptococcus thermophilus suşlarının ve Streptococcus lactis türünün peyniraltı suyunda ürettiği laktik asit miktarı.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1.SONUÇLAR

Araştırmada laktozu fermente eden, homofermantatif laktik asit bakterileri ile bir adet heterofermantatif laktik asit bakterisi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları tablo 2, 3 ve 4 de görülmektedir.

Aynı cinse dahil olan bakteri türlerinin laktik asit üretim kapasiteleri birbirinden farklı bulunmuştur. Bu durum *Lactobacillus* ve *Streptococcus* türleri arasında saptanmıştır.

Birinci katkısız besi ortamında en yüksek laktik asit üreten bakteriler, *Lactobacillus bulgaricus* 2, 6.34 g/100 ml ve *Streptococcus lactis* 605, 3.35 g/100 ml tespit edilmiştir.En düşük laktik asit üreten bakteriler, *Streptococcus thermophilus*C4, 1.0 g/100 ml *Streptococcus thermophilus* C1,1.60g/100 ml ve *Lactobacillus lactis*498, suşu'nda 1.16 g/100 ml laktik asit tespit edilmiştir(Tablo 1,2,3).

İkinci katkılı besi ortamında, üretilen laktik asit miktarı, birinci besi ortamında üretilen laktik asit

miktarından yüksektir. İkinci besi ortamında en yüksek laktik asi üretimi, Lactobacillus bulgaricus 2, Lactobacillus casei591 ve Lactobacillus leichmannii 768 bakterilerinde tespit edilmiştir. Laktik asit üretimi sırası ile 6.60, 6.26 ve 4.26 g/100 ml dir (Tablo 2,3). Bu besi ortamında en düşük laktik asit üretimi Lactobacillus lactis 498 ve Lactobacillus plantarum 1062, sırasıyla 1.30 ve 1.55 g/100 ml laktik asit miktarı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Üçüncü besi ortamında, üretilen laktik asit birinci ve ikinci besi ortamlarında, üretilen laktik asit'e oranla daha yüksek saptanmıştır. En yüksek laktik asit üretimi Lactobacillus bulgaricus 925 ve Lactobacillus leichmannii 768 bakterilerinde tespit edilmiştir. Bu iki bakterinin laktik asit üretimi sırasıyla 7.90 ve 7.62 g/100 ml bulunmuştur (Tablo 2, 3). En düşük laktik asit üretimi Lactobacillus lactis 498, 1.80 g/100 ml tespit edilmiştir (Tablo 3).

Bakteri türleri arasında en yüksek laktik asit üretimi dördüncü besi ortamında saptanmıştır. Bu besi ortamında en yüksek laktik asit üretimi, Lactobacillus bulgaricus 925 ve Lactobacillus leichmannii 768 kültürleri üretmiştir, her iki kültürde 10 g/100 ml laktik asit saptanmıştır (Tablo 1,2). Lactobacillus lactis 498 kültürü en

düşük laktik asit üretimi gerçekleştirmiş ve 2.05 g/100 ml laktik asit miktarı saptanmıştır (Tablo 3).

Besi ortamlarında laktik asit üretiminde birinciden dördüncüye doğru belirgin biçimde laktik asit üretiminde artış gözlenmiştir. Bu artışın sebebi besi ortamlarıma ilave edilen katkı maddelerinden ileri gelmektedir.

Streptococcus cinsine dahil olan 2 tür arasında en yüksek laktik asit miktarı, dördüncü besi ortamında Streptococcus lactis 605 kültüründe 6.62 g/100 ml saptanmıştır. En düşük laktik asit üretimi ise Streptococcus thermophilus C4 kültüründe 3.25 g/100 ml tespit edilmiştir (Tablo 4).

Aynı cinse dahil farklı türler arasında laktik asit üretim aktivitesinin farklı olduğu bir çok araştırmacı tarafından gösterilmiştir.

Sanchez ve arkadaşları, 1990 yılında peyniraltı suyu tozundan hazırlamış oldukları sentetik besi ortamında Lactobacillus bulgaricus en yüksek laktik asit miktarı 5.26 g/L. saptamışlardır (4).

Lactobacillus delbrueckii NRRL-B445 kültürü ile glu-

kozlu besi ortamında maksimum volumetrik laktik asit miktarı 8.93 g/L. saptanmıştır (15).

%2 Laktoz katkılı peyniraltı suyundan hazırlanmış sentetik besi ortamında Lactobacillus helveticus ile yapılan bir araştırmada maksimum laktik asit miktarı 40.2 g/L saptanmıştır (22).

Prevost ve Divies 1989 da taze peyniraltı suyundan hazırlanmış oldukları besi ortamın da Streptococcus lactis ve Streptococcus cremoris karışık kültüründe 48 saat'lik inkübasyon sonucunda 47 g/L.laktik asit saptamışlardır (30).

Aynı cinsin değişik türleri arasında laktik asit üretim miktarı farklı olduğu gibi, aynı türün değişik suşları arasında da laktik asit üretim miktarı farklı bulunmuştur.

Araştırmamızda 4 adet Lactobacillus bulgaricus ve 4 adet Streptococcus thermophilus suşları kullanılmıştır.

Tablo 1 de görüldüğü gibi Lactobacillus bulgaricus suşlarının ürettiği laktik asit miktarı birbirinden farklıdır.

Katkısız birinci besi ortamında en düşük laktik asit miktarı Lactobacillus bulgaricus 925 suşunda 1.70 g/100 ml dir (Grafik 1).

Buna karşın en yüksek laktik asit üretimi Lactobacillus bulgaricus 2 suşunda 6.34 g/100 ml dir (Grafik 1).

İkinci besi ortamında en düşük laktik asit miktarı Lactobacillus bulgaricus A2 suşunda 2.53 g/100 ml tespit edilmiştir. En yüksek laktik asit miktarı Lactobacillus bulgaricus 2 suşun'da 6.69 g/100 ml dir (Grafik 1).

Üçüncü besi ortamında en düşük laktik asit miktarı Lactobacillus bulgaricus A2 suşu'nda tespit edilmiş ve 2.80 g/100 ml dir (Grafik 1). En yüksek laktik asit miktarı Lactobacillus bulgaricus 925 suşu'nda 7.90 g/100 ml saptanmıştır (Grafik 1).

Dördüncü besi ortamında suşlar en yüksek düzeyde laktik asit üretmişlerdir. Lactobacillus bulgaricus 925 suşu 10 g/100 ml, Lactobacillus bulgaricus 2 suşu 7.64 g/100 ml ve Lactobacillus bulgaricus A2 suşu 3.44 g/100 ml laktik asit miktarı üretmişlerdir (Grafik 1).

Bu durum Streptococcus thermophilus suşları için de aynen geçerlidir. Birinci besi ortamından dördüncü besi ortamına doğru suşların laktik asit üretiminde bir artış gözlenmektedir (Grafik 3). Aynı besi ortamında suşlar arasında laktik asit üretimi farklı bulunmuştur. Bu durum tablo 2, 3 ve 4 de gözlenmektedir.

Laktik asit bakterileri içinde homofermentatif Lactobacillus'lar Streptococcus'lardan daha yüksek laktik asit üretmişlerdir. Bu durum tablo 2, 3 ve 4 de gözlenmektedir.

Aynı türün değişik suşlarının ürettikleri laktik asit miktarının birbirinden farklı olması, başka araştırmacılar tarafından da saptanmıştır.

Mohamed, A. Munir, 1986'da peyniraltı suyu tozu (%4.6 laktoz) besi ortamında Lactobacillus bulgaricus 2217 suşu maksimum 4.39 g/100 ml laktik asit ürettiğini bulmuştur (32).

Reddy ve arkadaşları, 1976 da, Lactobacillus bulgaricus 2217 suşu peyniraltı suyu CSL (50g Glikoz/L) besi ortamında 6 g/100 ml laktik asit miktarı tespit etmişlerdir (33).

Bu araştırmamızda kullandığımız bazı Lactobacillus bulgaricus bakteri suşlarının ürettiği laktik asit miktarı diğer araştırmacıların bulgularından daha yüksek oranda bulunmuştur. Grafik 1 de görüldüğü gibi Lactobacillus bulgaricus 925 ve Lactobacillus bulgaricus 2 suşları, sırası ile 10 ve 7.64 g/100 ml laktik asit üretmişlerdir.

Amita ve arkadaşları 1985, yaptıkları araştırmada Lactobacillus casei bakterisinin ultrafiltrasyon yolu ile elde edilen permeate besi ortamında oluşturduğu laktik asit miktarı maksimum 3.54 g/100 ml olarak saptamışlardır (13). Bu araştırmada kullandığımız Lactobacillus casei 591 suşu dördüncü besi ortamında daha fazla laktik asit üretmiş ve 6.90 g/100 ml laktik asit tespit edilmiştir (Grafik 2).

Genelde laktik asit bakterileri 60 g/L laktik asit miktarına kadar dayanabilmektedir. Bunun üzerindeki laktik asit miktarı, bakterilerin ölüme neden olmaktadır. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için besi ortamına CaCO_3 ilave edilmektedir. CaCO_3 ortamın pH'sının bakteri üremesi için dengede kalmasını sağlamaktadır. Kalsiyum karbonat üretilen laktik asitle reaksiyona girerek kalsiyum laktat oluşturmakta ve ortamın pH'sının düşmesini engellemektedir.

4.2.TARTIŞMA

Lactobacillus ve *Streptococcus* cinslerine dahil olan tür ve suşlar arasında laktik asit üretim kapasitelerinin farklı olduğu saptanmıştır.

Besi ortamına ilave edilen katkı maddeleri laktik asit üretimini artırmıştır.

Peyniraltı suyundan hazırlanan sentetik besi ortamının laktik asit üretimi için uygunluğu saptanmıştır. Bu durum çeşitli araştırmacılar tarafından da önerilmektedir (13,22).

Homofermentatif *Lactobacillus* türlerinin genelde diğer laktik asit üreten bakterilerden yüksek oranda laktik asit ürettiği bilinmektedir.

Endüstriyel amaçla laktik asit üretiminde, laktik asit üretim kapasitesi yüksek tür ve suşlar seçilmelidir. *Lactobacillus bulgaricus* 925 ve *Lactobacillus leichmannii* 768 bakteri kültürleri kullanılına bilinir. Her iki bakteri peyniraltı suyunda, en yüksek laktik asit üretimini gerçekleştirmişlerdir.

Endüstriyel laktik asit üretimi için besi ortamına katkı maddelerin ilavesi gereklidir.

Lactobacillus casei ve Streptococcus lactis peyniraltı suyunda orta derecede laktik asit üretmiştir.

Streptococcus thermophilus tür ve değişik suşları ile Lactobacillus plantarum ve Lactobacillus lactis peyniraltı suyunda az miktarda laktik asit üretmişlerdir.

Lactobacillus fermentum bakteri kültürü, heterofermantatif laktik asit bakterisi olmasına rağmen, peyniraltı suyunda orta derecede laktik asit üretmiştir.

Yaptığımız araştırmada Türkiyede laktik asit üretilmediğini saptadık.Laktik asit ihtiyacı ithal yolla karşılanmaktadır.

Türkiyede özellikle tekstil sanayiinde geniş kullanım alanı olmasına rağmen,laktik asit yerine değişik asitler kullanılmaktadır.Bu asitler ürünün kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

1991 yılı tahminlerine göre Türkiye'de yaklaşık 1.8 2.25 milyon ton peyniraltı suyu üretilmektedir.Bupeyniraltı suyu'nun tamamı, laktik asit üretiminde değerlendirilecek olursa yıllık (1991) 1.5-2.0 trilyon Türk Lirası gelir sağlanmış olunacaktır. Bu yolla atık bir madde değerlendirilmiş olunacak ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunulmuş olunacaktır.

Peyniraltı suyu uygun teknolojiler kullanılarak yur-
dumuz da çeşitli alanlar da değerlendirmek mümkündür. Bu
alanların başı'nda kuru toz laktoz elde edilmesi, etanol,
bütanol, çeşitli vitaminler ve tek hücre proteini vb. ü-
rünlerin üretiminde, insan ve hayvan beslenmesin de katkı
maddesi olarak kullanılabilir.



KAYNAKLAR

1. Rory, A. M. D., "Recent Developments In The Utilization Of Whey", *Cultured Dairy Products Journal*, 16, 2, 11, (1981).
2. Prescott, C.S. and Dunn, G.C., *Industrial Microbiology* Published on Distributors, Delhi, India. 883 p. (1987).
3. Yang, T. S. and Guo, M., "A Kinetic Model For Methanogenesis from Whey Permeate in a Packed Bed Immobilized Cell Bioreactor" *Biotech. Bioeng.*, 37, 375-382, (1991).
4. Sanchez, P. A., Furia, M. L., Jerke, P. R., Souza Neto, C. A. C., Passos, R. F., Souza, O. and Borzani, W., "Semicontinuous Lactic Acid Fermentation Of Whey by *Lb. bulgaricus*," *Biotechnol. Letters*, 5, 531-534, (1990).
5. Yang, S.T., "Pollution prevention and waste minimization in the dairy industry through novel uses of whey permeate," *AIChE. Pollution Prevention Conference, Washington, DC.* (1989).
6. Zerfyrides, G., "In Seminar on the milk industry" *Dairy Sci. Abst.*, 59, 11: 6803. (1984).
7. Çetin, E.T., "Endüstriyel Mikrobiyoloji," *İstanbul Üniv. Tıp Fak. Vakfı-BAYDA Yayını*, 418 s, (1983).

- 8.Boening, P. H. and Larsen, V. F.,*Biotechnol. Bioneng.*,
24, 2537, (1982).
- 9.Marhawa, S.S., Sethi, R. P., Kennedy, J. F. and Kumar,
R., *Enzyme Microb. Technol.*, 5, 449-453, (1983).
- 10.Uraz, T., Yetişmeyen, A. ve Atamar, M., " Kurutulmuş
Peyniraltı Suyunun Beyaz Peynir Yapımında Kullanılma
Olanakları Üzerinde Bir Araştırma'' *Gıda* 15, 137-143
(1990).
- 11.Akbulut, N. ve Kınık, Ö,: 'Sütün Ultrafiltrasyonunda El-
de Edilen Filtratın ve Peynir Suyunun Alkollü içki Üre-
timinde Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma.'*KÜKEM Dergisi*,
7.*KÜKEM Kongeresi Özel Sayısı*, 14, 2: 72, (1991).
- 12.Şahin, İ.: ''Biyoteknoloji Ders Notları,' '19 Mayıs Üniv.
Ziraat Fak. T.Ü.T. Böl.,200 s, (1988)
13. Amita, T., Sethi, R.P., Khanna, P. K. and Marwaha,
S. S., '' Lactic Acid Prduction from Whey Permeata by
Immobilized *Lactobacillus casei* ''*Enzyme Microbiol.*
Technol. 7, 164-168, (1985).
- 14.Major, N. C. and Bull, A. T., '' Lactic Acid Producti-
vity of A Continuous Culture of *Lactobacillus delbre-*
uckii '' *Biotechnol. Letters.*, 6, 401-405, (1989).

15. Hansen, T. A. and Tsao, G. T., ' ' Kinetic Student of Lactic Acid Fermentetion in Batch and Continuous Culture ' ' Biotechnol. Bioeng.,14, 233-252, (1972).
16. Ohleyer, E., Blanch, H. W. and Wilke, C. R., ' 'Continuous Production of Lactic Acid in a Cell Recycle Reactor ' ' Appl. Biochem. and Biotechnol., 11, 317-332 (1985).
17. Leudeking, R. and Piret, E. L., Biochem. Microb. Tech. Eng., 1, 431-459, (1959).
18. Vick Roy, T. B., Mandel, D. K., Dea, D. K., Blanch, H. W. and Wilke, C. R., Biotech. Letters, 5, 665-670 (1983).
19. Stenroos, S. S., Linko, Y. Y. and Linko, P., Biotechnol. Letters, 4, 159-164, (1982).
20. Güvenç, U., ' 'Peyniraltı Suyundan Laktik Asit Üretimi' ' KÜKEM Dergisi, 7. KÜKEM Kongresi Özel Sayısı,14, 2: 146-147 (1991).
21. Roy, D., Goulet, J. and LeDuy, A., ' 'Batch Fermentation of Ultrafiltrate by Lactobacillus helveticus for Lactic Acid Production ' ' Appl. Microb. Biotechnol, 24, 206-213, (1986).

22. Boyaval, D., Corre, C. and Terre, S., 'Continuous Lactic Acid Fermentation with Concentrated Product Recovery By Ultrafiltration and Electrodialysis,' *Biotecnol. Letters*, 9, 3: 207-212, (1987).
23. Roy, D., LeDuy, A. and Goulet, J., 'Kinetic of Growth and Lactic Acid Production from Whey Permeata by *Lactobacillus helveticus*,' *The Canadian J. Chem. Eng.*, 15, 597, (1987).
24. Pekin, B. *Biyokimya Mühendisliği (Biyoteknoloji) Ege. Üniv. Kimya Fak. Yayınları No: 3, 409 s. (1983).*
25. Pepler, H. and Relman, J. D., *Microbial Tech. Academic Press, New York, London, 552 p. (1979).*
26. Rosenau, J. R., Colon, G. and Wang, T. C., 'Lactic Acid Production from Whey Via Electrodialysis' *Department of Food Eng. Univ. of Massachusetts, Amherst Massachusetts, U.S.A., 245-250, (1989).*
27. Prevost, H., Divies, C. and Rousseau, E., 'Continuous Yoghurt Production With *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* Entrapped in Ca-Alginate,' *Biotechnol. Letters*, 7, 4: 247-252, (1985)

28. Prevost, H. and Divies, C., '' Fresh Fermented Cheese Production Whith Continuous Pre Fermented Milk by A Mixed Culture of Mesophilic Lactic Streptococci Entrapped in Ca-Alginate ''Biotechnol. Letters,15, 789-797 (1989).
- 29.Deveci, N., Pasin, Ş. ve Akar, E., '' Peyniraltı Suyunun Fermentasyon Yolu ile Değerlendirilmesi ''KÜKEM Dergisi, 7.KÜKEM Kongresi Özel Sayısı, 14,2,144 (1991).
- 30.Harrigan, W. F. and Mc Conce, M.,:Laboratory Method in Microbiology. Acedemic Press London and New York, 362p (1966).
- 31.Steinholzf, K. and Calbert, H. E., '' A rapid Colorimetric Metod for The Determination of Lactic Acid in Milk Products,'' Milchwissenschaft, 15, 5-11, (1960).
- 32.Mehdia, A. M., '' Lactic Acid from Whey Permeate in Recycle Bioreactor,'' Enzyme Microb. Tech. 8, 289-292 (1986).
33. Reddy, C. A., Henderson, H. E. and Erdman, M. D., '' Bacterial Fermentation of Cheese Whey for Production of A Ruminant Feed Supplement Rich Curd Protein''Appl. Environ Microbiol., 32, 769-776, (1976).

ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında Çankırı'da doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Çankırı'da tamamladı. Girmiş olduğu Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünden 1989 yılında mezun oldu. G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalına 1989 yılında girdi.