

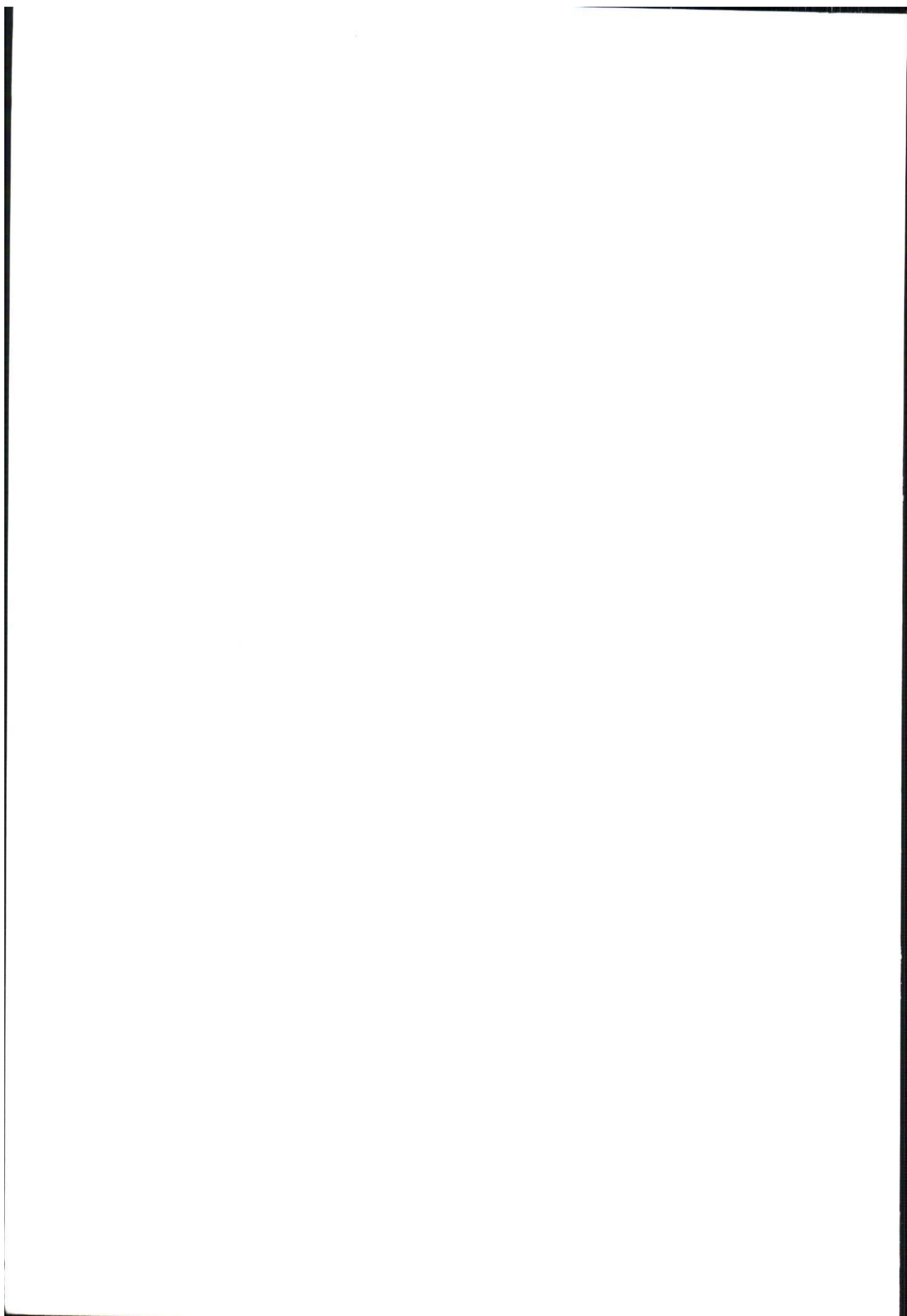
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Eczacılık Fakültesi
Yayın No: 69

BESİN ANALİZLERİ

Prof. Dr.
Nevin VURAL
Ankara Üniversitesi
Eczacılık Fakültesi

1992

5.9
VUR



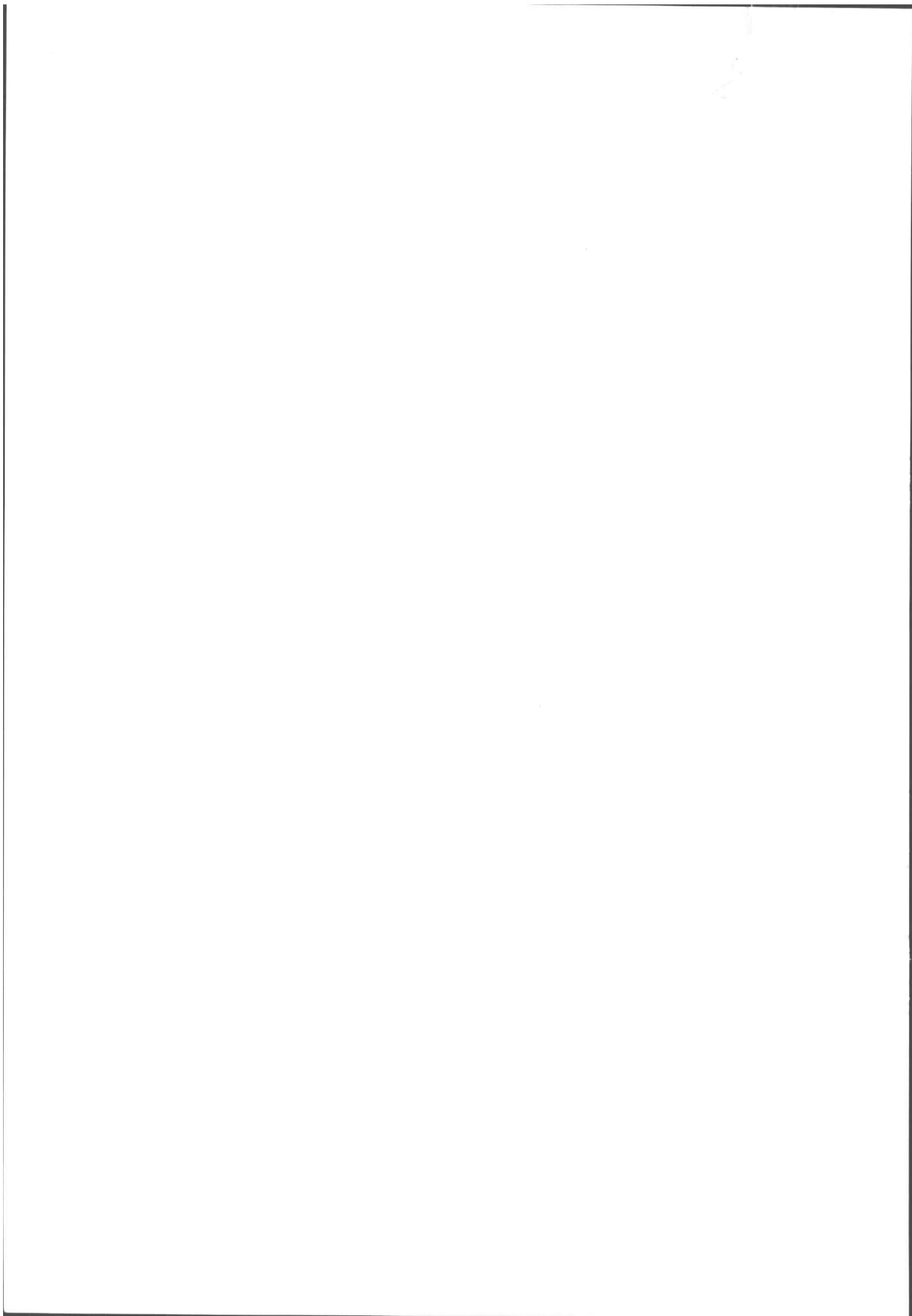
N. ÖZKAL
615.9 VUR

A.Ü.ECZACILIK FAKÜLTESİ
Yayın No: 69

B E S İ N A N A L İ Z L E R İ

Prof.Dr.
Nevin VURAL
Ankara Üniversitesi
Eczacılık Fakültesi

1992



İÇİNDEKİLER

BÖLÜM I BESİ ELEMENTLERİ

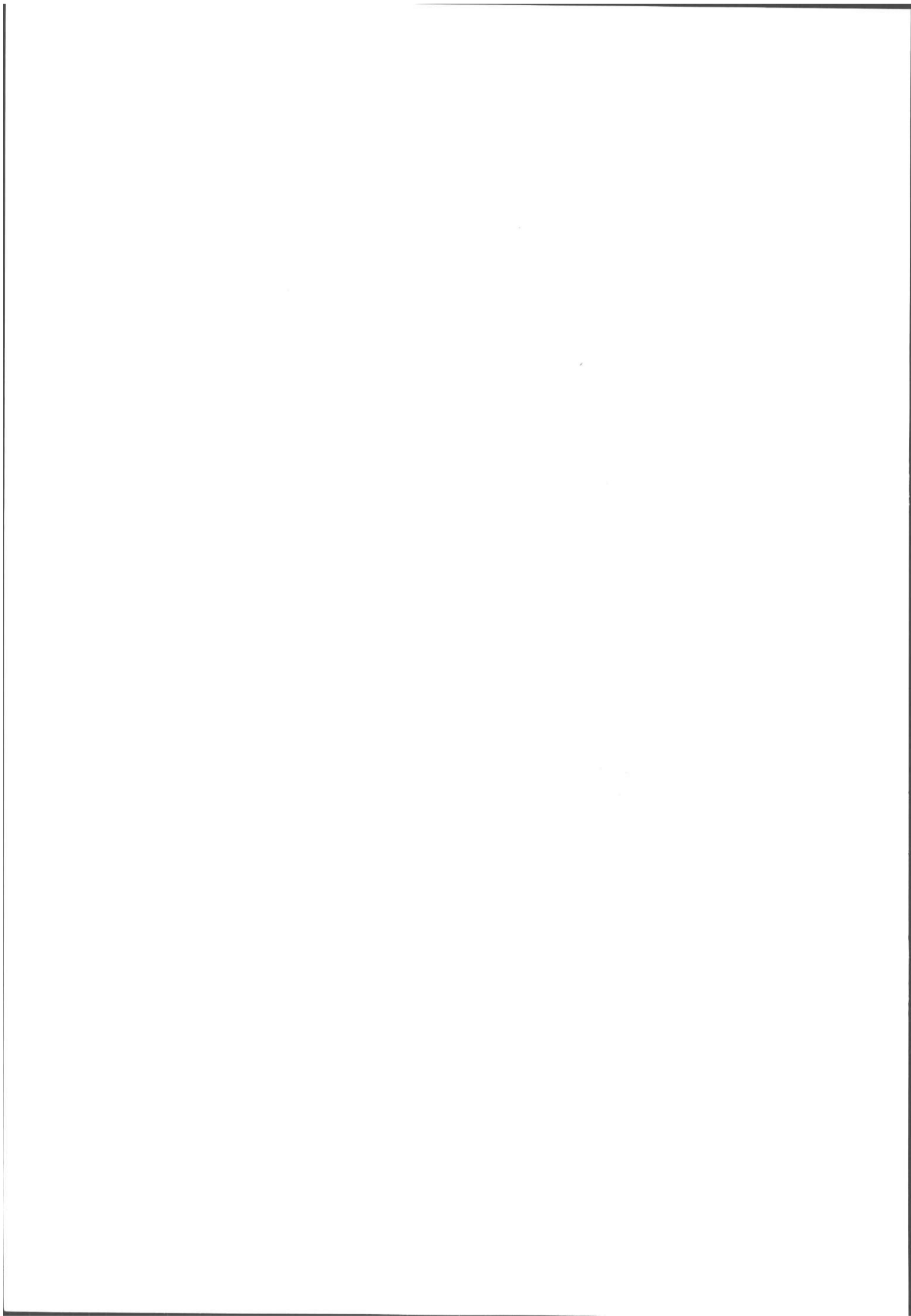
	<u>Sayfa No</u>
1. Lipidler	2
2. Proteinler	11
3. Enzimler	20
4. Karbohidratlar	23

BÖLÜM II

1. Yiyecek ve İçeceklerin Gıda Kontrolü Mevzuatına Göre Analizleri	31
2. İçme ve Kullanma Suları	39
3. Yemeklik Yağlar ve Analizleri	61
4. Süt ve Sütü Maddeler	89
5. Et ve Et Ürünleri, Analizleri	105
6. Yumurta ve Yumurta Konserveleri	118
7. Hububat ve Unlu Besinler	129

BÖLÜM III

1. Besin Zehirlenmeleri	133
2. Besinlerin Saklanma ve Korunma Yöntemleri	142
3. Besin Katkı Maddeleri	146
Kaynaklar	154



BESİN ANALİZLERİNE GİRİŞ

Besinlerimiz gerek doğal halde iken, gerekse işlenmiş halleri ile kompleks karışımlardır. Bu karışımın temel öğelerini oluşturan besin bileşenleri ise birer kimyasal bileşiktir. İşte "besin kimyası" besinlerimizin nitel ve nicel bileşimlerinden, oluşum, üretim, işlenmesi ve sindirilmesi sırasında meydana gelen kimyasal değişimlerden bahseden bir bilim dalıdır. Besin analizleri ise, besin kimyasının bir dalı olarak "besin maddelerinin nitel ve nicel kalite kontrollerinde kullanılan analiz yöntemleri, bu analiz yöntemlerini ilgili kanun, tüzük ve yönetmeliklere göre halk sağlığı açısından değerlendirilmesini inceleyen bir bilim dalı" olarak tanımlanabilir. "Besin kimyası ve analizleri" ülkemizde "Gıda Mühendisliği Fakültelerinde" çok geniş olarak okutulmaktadır. Halk sağlığı açısından ele alınan Besin Analizleri Dersleri ise Kimya, Eczacılık ve Veteriner Fakültelerinde daha da kapsamlı olarak ders programlarında yer almıştır.

Besin analizlerinin konusunu oluşturan "besin" değişik açılardan tanımlanabilir. "Beslenme" açısından besin (veya gıda), insanın büyümesi, yaşamını sürdürmesi ve sağlığını sürdürmesine hizmet eden maddedir. Böylece besinler, vücudun normal fonksiyonları, gelişmesi ve eskiyen dokuların tamiri için kullanılırlar.

"Ekonomik" açıdan besin, insanın biyolojik ihtiyacını karşılayan (tüketilen) bir araç yani "mal" dır. Üretim teknolojisine göre de bir mal endüstride teknolojik bir işleme tabi olmuşsa "mamül madde" (margarin gibi); yalnız biyolojik teknoloji ile elde edilmişse "gayri mamül madde" olarak (balık, et, yumurta gibi) tanımlanır.

"Hukuksal" açıdan besin, "Gıda Maddeleri Mevzuatı kapsamına giren her türlü yiyecek ve içecek maddesi" olarak tanımlanır. Daha ilerde geniş olarak göreceğimiz gibi besin kavramı ve kapsamı hukuksal açıdan her ülkenin gıda maddeleri ile ilgili kanun, tüzük ve yönetmeliklerine göre değişmektedir. Örneğin Türk Gıda Maddeleri Tüzüğüne göre "keyif verici maddeler:kahve, alkollü içkiler gibi" maddelerde de gıda kavramı içindedir; Amerikan Kanununda ise besin "insan ve hayvan yiyecek ve içeceği olarak kullanılan maddeler, çiklet ve bunların üretiminde kullanılan bileşenler" olarak daha geniş kapsamlı olarak tanımlanmıştır.

Yetişkin insan vücudunun ortalama %59'unu su, %18'ini protein, %18'ini lipid, %4.3'ünü mineraller, %0.7'sini ise karbohidratlar oluşturur. Vücudumuzu oluşturan bu organik ve anorganik maddeler besin maddelerinin kullanımı ile ger-

çekleşir. Besinler "besi elementleri" denilen maddelerin karışımıdır. Bu besi maddeleri proteinler, lipidler, karbohidratlar, vitaminler, anorganik tuzlar ve elementler, su oksijen (hava) olmak üzere sınıflandırılabilirler.

Besin analizleri dersinde, önce besinlerimizi oluşturan besi elementlerinin özelliklerine kısaca değinilecektir. Çünkü bu maddelerin gerek kimyasal ve gerekse biyokimyasal özellikleri ve metabolizmaları organik kimya, biyokimya ve farmakognozi gibi derslerde daha ayrıntılı olarak incelenmektedir.

BÖLÜM I- BESİ ELEMENTLERİ

1- LİPİDLER

Lipidler besinler arasında önemli grubu içerirler. Kolayca vücutta sindirilir ve kullanılırlar. Doğal besin maddeleri içinde geniş bir yer alırlar. Lipid kaynağı olarak düşünülmeyen bitkiler (sebze ve meyveler) dahi % 0.1 -% 1 arasında lipid içerirler.

Bazı meyveler yüksek miktarda lipid içerirlerse de, asıl lipid kaynağı, besin olarak alınan hayvansal gıdalardır: et, kümes hayvanları, süt ve süt ürünleri ve yumurta gibi. Yağlar ayrıca hazırlanma sırasında besinleri kızartmak, gevretmek için veya lezzet ve tad açısından zenginleştirmek için kullanılırlar. Lesitin emülsifiyan olarak sıkça kullanılırsa da, daha çok yağlar (fat) lipidler içinde besinlerin hazırlanması sırasında kullanılan önemli katkı maddeleridir.

Besin maddelerinde bulunuşları:Besinlerin içerdiği lipidler, besindeki diğer maddelerden petrol eteri, dietil eter, kloroform veya karbon sülfürle ekstraksiyonla ayırd edilir ve bu ayrılan yağ "eterde çözünen kısım" veya "crude fat: ham yağ" olarak ifade edilir. Aslında bu fraksiyon sadece yağları değil, ayrıca mumları, kompleks lipidleri, fosfolipidleri ve steroller, boya maddeleri (pigmentler), hormonlar ve uçucu yağlar gibi lipid türevlerini de içerir.

"Ham, kaba yağın" sabunlaştırılması ile gerçek yağlar ayrılabilir: Numune, NaOH gibi bir alkali ile sabunlaştırılırsa, yağlar, mumlar, lipid bileşikler ve serbest yağ asitleri sabun oluştururlar. Bunlar su fazında dağılırlar, gliserin ve fosfatlar suda çözünürler, fakat steroller, pigmentler ve hidrokarbonlar v.b. çözünmezler. Böylece sabunlaşan kısım sadece lipidlerden oluşmuştur:

Ham yağ

1. Yağlar (trigliseritler) + NaOH \longrightarrow yağ asitleri tuzu (sabun) + gliserin
2. Mumlar + NaOH \longrightarrow yağ asitleri tuzu (sabun) + alkol
3. Fosfolipidler + NaOH \longrightarrow yağ asitleri tuzu (sabun) + Na₃ PO₄ + amin
4. a. Steroller
b. Hidrokarbonlar
c. Pigmentler } + NaOH \longrightarrow Reaksiyon vermezler (sabunlaşmazlar)

Lipidlerin kimyasal yapılarına göre en çok rastlanan sınıflandırılmaları şu şekildedir:

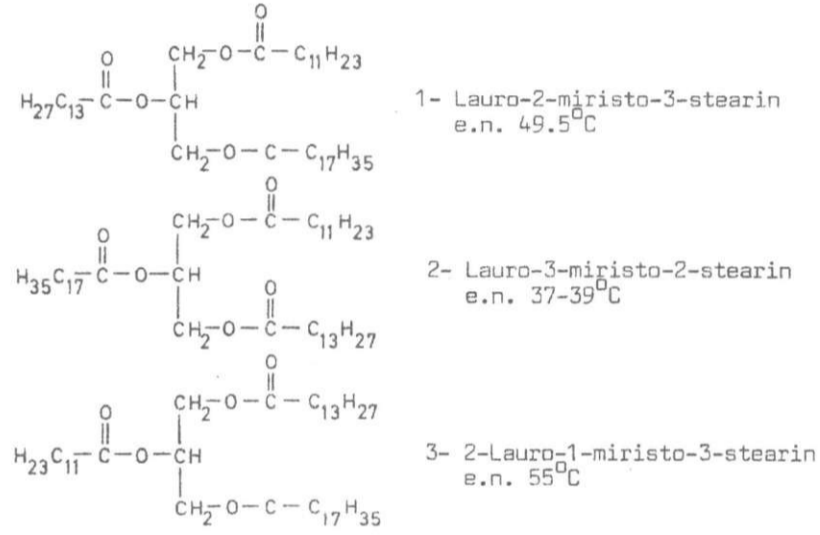
- I- Basit lipidler (yağ asitlerinin alkollerle verdikleri esterler)
 - a) Yağlar (trigliseridler)
 - b) Mumlar (gerçek mumlar, kolesterol esterleri, A ve D vitaminleri esterleri, renkli mumlar).
- II- Bileşik veya konjuge lipidler
 1. Fosfolipidler veya fosfatidler
 - a) Gliserinli olanlar (gliserofosfatidler): lesitin, fosfatidil-etanolamin, fosfatidilinozit, fosfatidilgliserin, plazmalogenler.
 - b) Gliserinsiz olanlar: Fosfatlı sfingolipidlerden sfingomiyelinler.
 2. Fosfatsız sfingolipidler: Seramidler, glikosfingolipidler, serebsozidler, sülfatidler, gangliyozidler, seramid oligosakkaridler.
- III- Lipid bileşenleri:
 1. Yağ asitleri
 2. Mum alkolleri: Yüksek alifatik alkoller, steroller, karotenoid alkoller.
 3. Hidrokarbonlar: Skualen, alifatik ve karotenoid hidrokarbonlar
 4. Lipokromlar: Karotenoidler, klorofil
 5. Lipovitaminler: A,D,E,K vitaminleri
 6. Gliserin eterleri
 7. Antioksidanlar: Tokoferoller, sesamol, sesamolin, sesamin, gossipol.

Yağlar:

Katı ve sıvı yağlar, çift karbon sayılı (4-24 karbonlu) doymuş ve doymamış yağ asitlerinin trigliseridlerinden oluşurlar. Gliserinin her üç alkol grubu da aynı esit ile esterleşmişse "basit trigliserid" adını alır ve yağ asidine göre isimlendirilir: Tripalmitin, tristearin, triclein gibi. Doğal yağlarda basit trigliseridler

çok az olduğu halde, daha çok gliserinin alkol grubunun farklı yağ asitleri ile esterleşmesinden oluşan "karma trigliseridler" bulunurlar. Bu trigliseridlerin birçok izomerleri mevcuttur. Karma trigliseridler yalnızca, gliserinle esterleşen yağ asidine göre değil, ayrıca moleküldeki bağlanma yerine göre 3 yapısal izomeri gösterirler.

Gliserindeki (OH-) gruplarının yeri (1,2,3) veya (α , β , γ) olarak ifade edilir. Örneğin (α -lauro-, β -miristo-, γ -stearin) veya (1-lauro-2-miristo-3-stearin) isimli karma trigliseritin 2 izomeri daha bulunmaktadır. Bu izomerlerin erime noktaları da birbirinden farklıdır:



Gliserinin 1 ve 3 hidroksil yerinde farklı yağ asit ile esterleşme sonucunda oluşan karma trigliseridler stereoizomeri gösterirler ve bu nedenle de az da olsa optikçe aktiftirler.

Gliserinin bir veya iki hidroksil grubunun esterleşmesi ile "mono"- veya digliseridler oluşurlar. Daha çok sentez yolu ile hazırlanan bu bileşikler doğal yağlarda %0.1 - %0.4 gibi çok düşük miktarlarda bulunurlar. Emülsifiyan olarak kullanılırlar.

Yağ asitleri: Yağ asitleri, alifatik monokarboksilli asitlerin büyük bir grubunu oluştururlar. Bu asitler yağlar, mumlar ve esans yağları gibi doğal ürünlerin başlıca bileşenleridir.

Doğada bulunan yağ asitleri, birkaçı dışında, dallanmamış düz zincirli, çift karbon sayılı, substitüe olmamış asitlerdir.

Doymuş yağ asitlerinin genel formülleri $C_nH_{2n+1}COOH$ olup, $C_1 - C_{38}$ 'e kadar olanların, C_{31} üstündeki 2 ve 3 tek karbonlular dışında hepsi bilinmektedir. $n=3$ olan ve "bütirik asit" adı ile bilinen yağ asiti başlıca tereyağda bulunur. En çok bilinen palmitik asit ($n=15$) bütün bitkisel ve hayvansal yağlarda, stearik asit ise ($n=17$) daha az fakat daha yaygın olmak üzere en çok bitkisel yağlarda bulunur.

Doymamış yağ asitleri, mono ve polietilenik (birden fazla çift bağ içeren) asitler geniş oranda bitki, deniz ve kara hayvanları yağlarında bulunurlar. Doğada en çok bulunan doymamış yağ asiti oleik asittir. Oleik asidin, trans izomeri olan elaidik asit katıdır ve e.n. 45° dir. Doğada bulunmaz ve oleik asidin HNO_2 ile muamelesinden elde edilir.

Besin maddesi olarak katı ve sıvı yağlar: Burada yenilebilen yağlardan bahsedilecektir. Saf katı veya sıvı yağ olarak satılan bu besinlerin özelliklerinin belirlenmesi, piyasada ucuz ve düşük kaliteli bir yağı daha kaliteli ve pahalı bir yağdan farklıdırabilmek için gereklidir. Bu amaçla birçok araştırmalar yapılmaktadır.

Doğal yağlar, yağ asitlerinin gliserinle oluşturduğu trigliseridlerinin bir karışımıdır. Bu trigliseridlerin çözünürlükleri birbirine çok yakın olduğu için birbirlerinden ayırmak ve ayrı ayrı moleküler özelliklerini belirlemek çok zordur. Bu nedenle yağların özellikleri daha çok, doğal yağların hidrolizi sonucu ayrıışan yağ asitlerinin analizlerine dayanmaktadır.

Örneğin laurik asit üstünde ($C_{11}H_{23}COOH$) hiçbir yağ asiti $100^{\circ}C$ de bile suda çözünmez. Bütirik (C_4), kaproik (C_6), kaprilik (C_8) ve kaprik (C_{10}) asitler su buharı ile uçarlar, laurik (C_{12}) ve miristik (C_{14}) asitler ise daha az uçucudurlar.

Ayrıca bu yağ asitlerinin metil ve etil esterleri oluşturularak gaz kromatografisi ile ayrılmaları, infrared spektroskopisi ile hem kendileri ve esterlerinin spektroskopik özellikleri incelenmiştir. Bu şekilde trans izomerlerinin yapıları ve çift bağın yeri belirlenmiştir.

Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri aslında sınırlı sayıdadırlar. Düşük moleküllü yağ asitleri dışında, önemli bir kısmı düz zincirli ve çift karbon sayılıdır. Doymamış yağ asitleri cis veya trans izomerisi gösterebilirler, ancak doğada yalnızca cis izomerleri bulunur. Ancak trans izomerleri yağların yüksek ısıda ısıtılmaları sırasında oluşabileceği için, yağların hidrojenasyonu sırasında ve katalizörlerle temaslarından dolayı birçok katı ve sıvı yağlar trans izomerleri içerirler.

Tek çift bağ (mono) veya birden fazla çift bağ (polietilenik) içeren yağ asitleri doğadaki bitkisel ve hayvansal yağlarda bulunurlar. Doğadaki monoetilenik yağ asitleri genellikle 9.karbon (C_9) üstünde çift bağ içerir. Örneğin bitkisel ve hay-

Tablo 1- Doğal yağlarda bulunan doymuş yağ asitleri

Yağ Asidi	Sistemik İsmi	Formül	Başlıca Kaynağı
Butirik Asit (C ₄)	n-Butanoik Asit	C ₃ H ₇ COOH	Süt yağı
Kaproik Asit (C ₆)	n-Heksanoik Asit	C ₅ H ₁₁ COOH	Süt yağı, hindistan cevizi ve hurma yağları (% 0.5)
Kaprilik Asit (C ₈)	n-Oktanoik Asit	C ₇ H ₁₅ COOH	Süt yağı, hindistan cevizi (% 8), hurma ve tohum yağları
Kaprik Asit (C ₁₀)	n-Dekanoik Asit	C ₉ H ₁₉ COOH	Süt yağı, hindistan cevizi yağı (% 7)
Laurik Asit (C ₁₂)	n-Dodekanoik Asit	C ₁₁ H ₂₃ COOH	Defne çekirdeği yağı, tarçın yağı (% 95), hurma yağı (% 50)
Miristik Asit (C ₁₄)	n-Tetradekanoik Asit	C ₁₃ H ₂₇ COOH	Küçük hindistan cevizi yağı (% 76) hindistan cevizi yağı (% 17)
Palmitik Asit (C ₁₆)	n-Hekzadekanoik Asit	C ₁₅ H ₃₁ COOH	İç yağları, hurma yağı (% 42)
Stearik Asit (C ₁₈)	n-Oktadekanoik Asit	C ₁₇ H ₃₅ COOH	Kakao yağı (% 37), iç yağları
Arahidik Asit (C ₂₀)	n-Eikosanoik Asit	C ₁₉ H ₃₉ COOH	Araşit yağı (% 4)
Behenik Asit (C ₂₂)	n-Dokosanoik Asit	C ₂₁ H ₄₃ COOH	Bayır turpu yağı, araşit yağı, kolza yağı hardal yağı
Lignoserik Asit (C ₂₄)	n-Tetrakosanoik Asit	C ₂₃ H ₄₇ COOH	Araşit yağı

Tablo 2- Doğal Yağlarda Bulunan Önemli Doymamış Yağ Asitleri

Yağ asiti	Sistemik Adı	Formülü	Buldukları yağlar
<u>1. Tek çift bağ içerenler</u>			
Palmitoleik asit	9-Heksaesenoik asit	$C_{15}H_{29}COOH$	Süt yağ, balık yağları yağların çoğunda , araşit yağı (% 91)
Oleik asit	9-Oktadesenoik asit (Cis)	$C_{17}H_{33}COOH$	Çay tohumu yağ (% 83)
Elaidik asit	9-Oktadesenoik asit(trans)	$C_{17}H_{33}COOH$	
Erusik asit	13-Dokosenoik asit (cis)	$C_{21}H_{41}COOH$	Kolza ve hardal yağlarında
<u>2. Birden çok çift bağ içerenler</u>			
Linoleik asit	9,12-Oktadekadienoik asit (cis)	$C_{17}H_{31}COOH$	Safran, soya, ayçiçeği, pamuk tohumu yağlarında
Linolenik asit	9,12,15-Oktadeka trienoik asit (cis)	$C_{17}H_{29}COOH$	Keten yağ (% 50)
Arahidonik asit	5,8,11,14-Fikosatetraenoik asit	$C_{19}H_{31}COOH$	Yer fıstığı yağ, karaciğer, beyin ve yumurta lipidlerinde
Klupadonoik asit	4,8,12,15,21-Dokosapentaenoik asit	$C_{19}H_{29}COOH$	Balık yağlarında
Nisinik asit	3,8,12,15,18,21-Tetrakosaheksaenoik asit	$C_{23}H_{35}COOH$	Balık yağlarında

vansal yağlarda çok yaygın olan oleik asit 18 karbonlu olup, çift bağ C₉ ile C₁₀ arasındadır. Kara, bitki ve hayvan yağları en çok C₁₆ ve C₁₈'lu, deniz hayvansal yağları ise en çok C₂₀ ve C₂₂'lu doymamış yağ asitlerini içerirler.

Polietilenik yağ asitlerden konjuge olanlar (çift bağlar bir CH₂ ile ayrılıyorsa) bitkisel yağlarda, konjuge olmayanlar ise hem bitkisel ve hem de hayvansal yağlarda bulunurlar. Konjuge olan linoleik ve linolenik asitler doğada bitkisel ve hayvansal yağlarda yaygın olarak bulunurlar. Konjugasyon birkaç doymamış yağda görülmez. Kuruyan yağlar buna örnektir. Kuruyan yağlara örnek olarak bezir, kendir, ceviz, haşhaş ve ayçiçeği yağları gösterilebilir. Kuruyan yağların iyot indisi genelde 130 üstündedir. Tablo 1 ve 2 de yağlardaki önemli yağ asitleri görülmektedir.

Yağların birbirinden ayrılmasında ve kalite sepanmasında erime noktaları, refraksiyon, iyot, sabunlaşma ve yağ asitleri ile ilgili indisleri (indeks) tayin edilir. Kullanılan yöntemler analizler kısmında incelenecektir.

Diğer lipid ve benzeri maddeler: Ham besinsel yağlarda, trigliseridlerden başka önemli miktarlarda lesitinler, sefalinler, steroller, hidrokarbonlar, mumlar ve bazı serbest yağ asitleri bulunur. Taze olarak ekstrakte edilmiş mısır veya soya yağında fosfolipidler (lesitin ve sefalin) % 2-3 oranında bulunabilirler. Lesitinler gıda endüstrisinde ve farmasötikte katkı maddesi olarak kullanılırlar. Ürneğin yumurtadan izole edilen lesitin (yumurta lesitini) farmasötikte emülsifiyan olarak kullanılmaktadır. Soya fasulyesi lesitini ise şekerlemelere özel koku ve lezzet veren uçucu maddeleri bağlayıcı olarak kullanılır. Ayrıca çikolatacılıkta istenen nemde tutmak için % 1'den az oranda, makarna ve yufkaya katılır.

Mumlar ve bazı serbest yağ alkolleri çok az miktarlarda katı ve sıvı yağlarda bulunurlar. Mısır yağından izole edilen bir mumun -mirisil izobehenat ve lignoserat-karışımı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca setil alkol esteri olarak da izole edilmiştir. Balmumu ise palmitik asit (CH₃(CH₂)₁₄COOH) ile mirisil alkolün (CH₃(CH₂)₂₈CH₂OH) esteridir. Mumlar trigliseridlere göre çok daha yavaş ve zor sabunlaşır. Yüksek karbonlu ve suda çözünmeyen alkol kısımları sabunlaşmayan kısmında kalır.

Steroller doğada çok yaygın olup, bütün yağlarda bulunurlar. Temel kimyasal yapıları 3-hidroksil steran olan steroller hayvansal ve bitkisel kaynaklı olmalarına göre zoosteroller ve fitosteroller olarak ikiye ayrılırlar. Ham yağların alkali ile sabunlaşmayan kısmında toplanırlar.

Hayvansal kaynaklı bir sterol olan "kolesterol", erişkin bir insanda günde 6-8 gram sentezlenir. Besinlerden, yumurta sarısı % 1,5, tereyağı % 0,24, yağlı etler % 0,1 civarında, balık yağı ise % 0,6 civarında kolesterol içerir. Se-

rumda yüksek konsantrasyondaki kolesterolün "arteriosklerozis" ile ilgili olduğu görüşleri kuvvetlidir.

Steroller yağlarda serbest veya ester şeklinde bulunurlar. Bitkisel yağlarda sterol miktarı % 0.1-1 arasındadır. Bitki sterollerini rezorbe olmadıkları için, beslenmede bitkisel yağlar tercih edilmelidir.

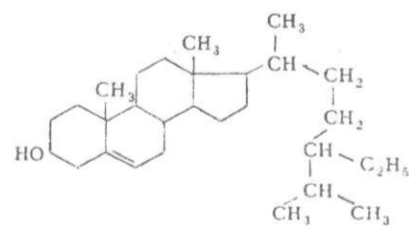
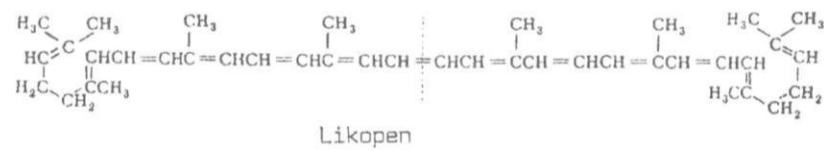
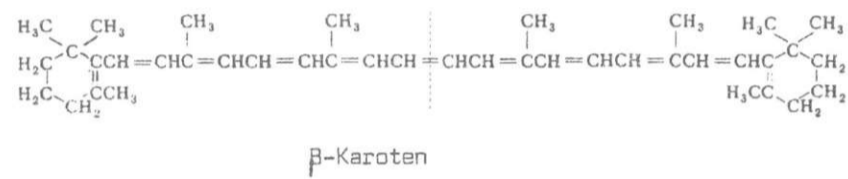
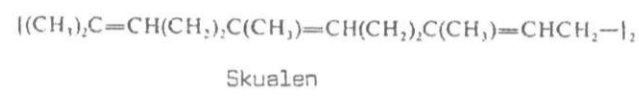
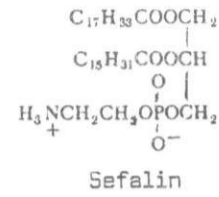
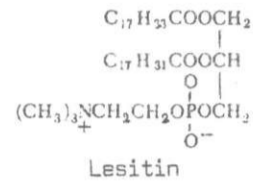
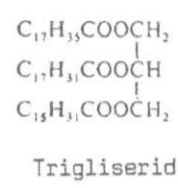
Hidrokarbonlar da doğal katı ve sıvı yağlarda bulunurlar. Skualen, $C_{30}H_{50}$, altı doymamış karbon bağı (C=C) taşıyan triterpen yapısında bir hidrokarbon olup balıkların karaciğer yağlarında, az miktarda zeytinyağı ve buğday embriyon yağının sabunlaşmayan kısmında bulunur. Gadusen, $C_{18}H_{32}$, ilk kez balina (Gradus) yağından izole edilmiştir. Ayrıca soya yağında bulunur. Arahiden $C_{19}H_{36}$ ise zeytinyağı ve araşit yağında bulunur. Bu hidrokarbonlar yağların özel koku ve tatlarından sorumludurlar. Otooksidasyon ürünleri yağlara çoğunlukla hoş gitmeyen tat ve koku verirler.

Yağların sarı kırmızı rengi ise yağlarda çözünen karotenoidlerle ilgilidir. Karotenoidler (karotenler) polietilenik (doymamış) hidrokarbonlardır. Sıvı yağların hidrojenasyonu sırasında bu pigmentlerin de hidrojenasyonu nedeni ile yağın rengi açılır. Karotenler ısıya dayanıksızdırlar, ayrıca oksidasyonla da uzaklaştırılmazlar, çünkü bu durumda yağ acır. Karotenler yeşil yapraklarda, havuç, kayısı gibi meyvelerde bulunurlar. Bunlardan en önemlisi beta (β)-karotendir. Çünkü bir A provitaminidir. Teknik olarak hurma yağı, yonca unu veya havuçtan elde edilir. Kendisi kırmızı, çözeltileri sarı renktedir. Sentetik olarak ta hazırlanır. β -karoten kuvvetli boyama özelliğine sahiptir. Bu nedenle besin maddelerini boyamakta kullanılır. Örneğin 3 gram saf β -karoten kristalleri yarım ton margarini sarı renge boyamağa yeterlidir.

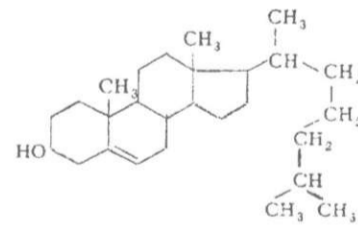
Likopen de bir karotendir, ancak yapısında kapalı halka yoktur. Domates, karpuz, kayısı ve benzeri birçok meyvelerde bulunur.

Yağlarda ayrıca antioksidan etki gösteren Vitamin E (tokoferoller) de az miktarda bulunur. Doğal fenollü antioksidanlardandır. Antioksidanlar ayrıca incelenmektedir.

Bazı yağlarda görülen renk koyulaşması (kararması) tokoferollerin sınırlı oksidasyonu ile ilgilidir. Tokoferoller yağlarda değişik miktarlarda bulunurlar. Örneğin 100 gram ham mısır ve pamuk tohumu yağında 110 mg; zeytinyağında % 3-30 mg tokoferol bulunur. Rafinasyon sırasında bu miktar düşer. Yeşil bitkilerden elde edilen yağlar klorofilin kısmen geçmesi nedeni ile yeşil renk alabilir. Bu istenmeyen rengin uzaklaştırılması çok zordur. Aşırı olgunlaşmış ve bozulmuş bitkilerden elde edilen yağlar ise protein ve karbohidrat moleküllerinin parçalanması nedeni ile kahverengi olur. (Şekil 1'de çeşitli lipid ve benzeri maddelerin açık formülleri görülmektedir).



Sitosterol



Kolesterol



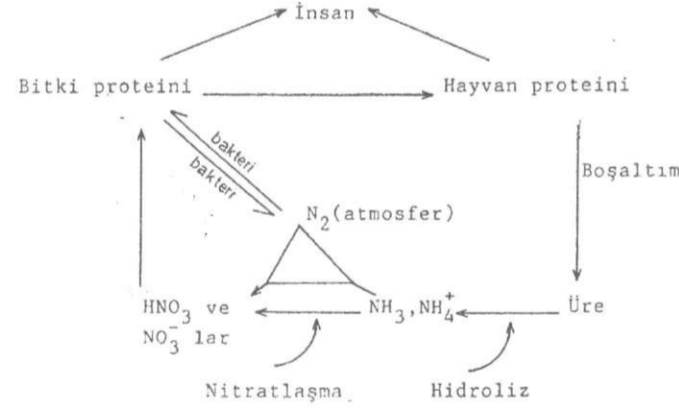
Balmumu

Şekil 1- Lipid ve benzeri maddelerin açık formülleri

O halde yağlar diye sınıflandırdığımız besi komponentleri de aslında bir karışımdır. Gerçek yağlar (trigliseridler) yanında gerek "ham yağ" ve gerekse saflandırılmış rafine yağlar daha az olmak üzere; 1) kompleks lipidler (lesitinler, sefalinler, diğer sefalinler, diğer fosfatidler ve glikolipidler), 2) steroller serbest veya yağ asitleri ile mum oluşturarak, 3) serbest yağ asitleri, 4) mumlar, 5) yağda çözünen pigmentler, 6) hidrokarbonları içerirler.

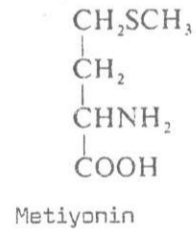
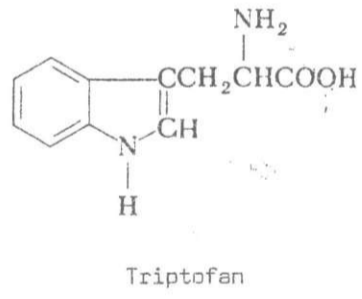
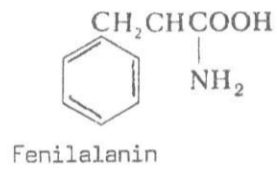
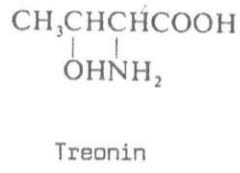
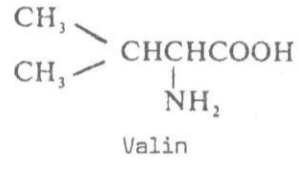
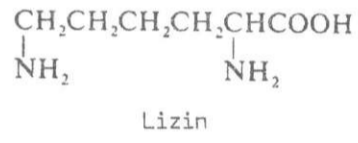
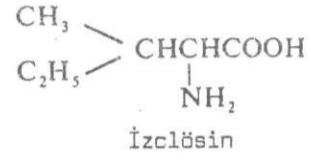
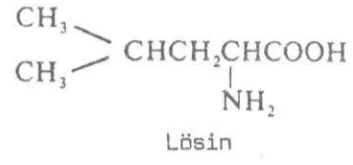
PROTEİNLER

Bitkiler, amonyak, nitrat, nitrit gibi anorganik azot kaynaklarını kullanabildikleri halde, insan ve yüksek sınıftaki hayvanlar vücut proteinlerini yapmak için amino asitlerin çoğuna gereksinim duyarlar. Bazı bakteriler hava azotunu kullanabilirlerse de, yüksek hayvanlar, besinlerinde doğrudan veya dolaylı olarak bitki proteinlerine dayanırlar. Bitki proteini bir hayvan tarafından tüketildikten sonra, sindirilir ve hayvana özgü protein şekline dönüştürülür. Bu değişim (metabolizma olayı) aynı şekilde bitkisel veya hayvansal besinlerle geçinen hayvanlar için de geçerlidir. Böylece besin zincirinin en ucundaki insana kadar ulaşır. Aynı şekilde büyük bir balık, besin zincirinde en başta bitki ile geçinen en küçük deniz hayvanlarına dayandığı için protein kaynağı yine bitki olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2- Doğadaki Azot Devri

Her canlı hücre protein içerir. Yunanca "protein" "ilk" veya "birinci derecede önemli" anlamına gelen "proteios" kelimesinden gelmiştir. İnsanlarda protein sentezi için, amino asitlerin alınması gerekir. Vücut proteinlerinin yapısına yaklaşık 20 amino asit girer. İnsan bu amino asitlerinden 8'i dışındaki (lözin, izolözin, lizin, valin, treonin, triptofan, fenilalanin ve metionin: esansiyel amino asitler)



Şekil 3- Esansiyel aminoasitler

tüm amino asitleri sentez edebilir. Ancak "amino" şeklinde azota ihtiyaç vardır. Amino grupları ise insandaki "azot havuz" undaki diğer amino asitlerden sağlanır. Amino asitlerin ve proteinlerin yapı ve metabolizmaları ile ilgili daha geniş ve ayrıntılı bilgiler biyokimya derslerinin içinde olduğu için burada bahsedilmeyecektir. Şekil 3`de esansiyel aminoasitler görülmektedir.

İnsanın amino asit ve protein ihtiyacını sağladığı kaynak yaşadığı bölgelere göre değişmektedir. Tropik bölgelerde daha çok insanlar protein ihtiyacını hububat gibi bitkisel kaynaklardan sağlarken birçok yerlerde ise et, balık, yumurta ve süt de mümkün olduğunda bunlara eklenir.

Bitki dokularında bulunan proteinler çoğu kez bir veya birkaç amino esitten yoksundur veya miktarı azdır. Örneğin mısır proteinlerinden biri olan zein, lizin ve triptofandan yoksun olduğu halde, bir buğday proteini olan gliadin, lizince fakirdir. Ancak buğday ve mısırdaki bu amino asitleri içeren başka proteinler de vardır. Buğday veya mısır proteini lizince zenginleştirildiğinde insanın amino asit ihtiyacı yeterli hale gelir. Birçok yerlerde yalnızca bitkisel proteinle beslenme, protein eksikliğine yol açar. "Kwashiorkor" Afrika ve Latin Amerika`da proteince yetersiz veya eksik beslenme sonucu çocuklarda görülen bir hastalıktır. Afrika`da bu hastalığın görüldüğü yerlerde beslenme başlıca, o bölgede görülen bir cins tatlı patates (yani yer elması), Latin Amerika`da ise mısırla olmaktadır.

Kutuplarda yaşayan Eskimolar`ın başlıca beslenme kaynaklarını hayvanlar oluşturur. Sadece balık ve etle değil ayrıca tüm hayvanı da çoğunlukla pişirmeden yerler. Besinleri normal üstünde proteince zengin olduğu için, bu proteinlerdeki amino asitler insandaki protein sentezi için yeterlidirler.

İnsanların hem bitkisel ve hem de hayvansal proteinlerle beslendiği bölgelerde ise amino asitlerin dağılımı besinlerde dengelidir. Ancak ekonomik nedenlerle veya yanlış beslenme sonucu protein eksikliği görülür.

Proteinlerin sınıflandırılmaları: Kimyasal yapılarına göre proteinler "basit proteinler" ve "konjuge: bileşik proteinler" olmak üzere ikiye ayrılabilir.

I. Basit Proteinler: Çözünürlüklerine göre 6 sınıfa ayrılırlar. Bu özelliklerinden yararlanarak besinlerdeki bazı proteinleri ayırtmak ve tayin etmek (gluten gibi) mümkün olmaktadır. Basit proteinler çoğunlukla yapılarında L- α -amino asitleri içerirler. Ancak bazılarının yapısında karbohidrat (albumin, globulin gibi) veya fosfor (ovalbumin) gibi değişik maddeler de bulunur. Çözünürlüklerine göre bu sınıflandırma aşağıda verilmiştir:

1. Albuminler: Suda, seyreltik tuz çözeltilerinde, seyreltik asit ve alkali-lerde çözümlenirler. Isı ile koagüle olurlar. Çözeltilerinden "katı: sulp" amonyum sülfat ile doyurularak çökeltilirler. Sütteki laktalbumin, kandaki serum albumini, yumurtadaki ovalbumin örnek verilebilir.

2. Globulinler: Seyreltik tuz çözeltilerinde çözümlenirler. Çoğu suda çözünmez. Asit karakterde olduklarından hepsi alkalilerde çözümlenirler. Isı ile koagüle olurlar, asitlerle çökerler. Çözeltilerinden katı NaCl veya MgSO₄ ile doyurularak veya amonyum sülfat ile yarı doyurularak çökeltilirler. Sütteki laktoglobulin, yumurtadaki ovoglobulin, serum globulini örnek verilebilir. Bitkisel globulinler de bu gruptandır.

3. Glutelinler: Seyreltik asit ve alkalilerde kolay çözümlenirler. Su ve tuz çözeltilerinde çözünmezler. Isı ile koagüle olurlar. Bitkisel kaynaklıdır. Glutelin (buğdayda), orizenin (pirinçte), hordein (arpada) örnek verilebilir.

4. Prolaminler: % 70-80`lik alkolde çözümlenirler. Mutlak alkolde, su ve diğer nötral çözeltilerde çözünmezler. Mısırdaki zein, buğdaydaki gliadin prolaminlere örnektir.

5. Protaminler: En basit doğal proteinlerdir. Bazik amino asitler örneğin arginin içerdiklerinden bazik özellik gösterirler. Su veya seyreltik asitlerde çözümlenirler. Isı ile koagüle olurlar, diğer proteinleri çöktürürler. Başlıca, yumurta hücrelerinde bulunurlar. Som balığında salmin, ringa balığındaki klupein örnek verilebilir.

6. Histonlar: Suda ve seyreltik asitlerde çözümlenirler. Çok seyreltik amonyum hidroksitte çözünmezler, ısı ile koagüle olmazlar. Arginin, histidin gibi bazik amino asitleri fazlaca içerdiklerinden bazik özellik gösterirler. Bazı hayvansal dokularda örneğin kanda (hemoglobindeki globin), lökositlerdeki histonlar, balık spermasındaki histonlar bu sınıf proteinlerdir.

Çözünmeyen basit proteinler: Albuminoidler adı verilen bazı basit proteinler kimyasal reaktiflere karşı dayanıklı olup, su, asit ve alkalilerde çözünmezler. Bitkilerde bulunmazlar. Hayvanların destek dokularında yer alırlar (Saç, tırnak, boy-nuz, yün, ipek proteinleri, kollagen, keratin, fibroin, elastin) örnek verilebilir. Bu nedenle besin değerleri pek azdır.

II. Konjuge (Bileşik) proteinler (Proteidler): Bir protein molekülünün başka bir moleküle (prostetik gruba) bağlanması ile oluşmuşlardır. Bu gruplara göre bileşik proteinler: 1. Fosfoproteinler 2. Glikoproteinler 3. Nükleoproteinler

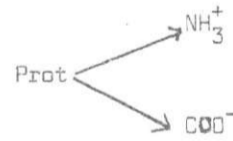
4. Kromoproteinler 5. Metalloproteinler olmak üzere alt sınıflara ayrılırlar. Yumurtadaki ovomukoid (glikoprotein) ve vitellin (fosfoprotein), sütteki kazein (fosfoprotein) örnek verilebilir.

Proteinlerin özellikleri: Proteinler yüksek molekül ağırlıklı maddeler olup, hidrolizleri ile başlıca amino asitleri verirler. Proteinler aktif karboksil ve amino gruplarını içeren büyük moleküller olduğundan suda gerçek çözelti vermezler ancak "disperse" olurlar. Bu nedenle "sudaki protein çözeltisi" denildiğinde daha doğru olarak kolloidal özellik gösteren bir dağılım anlaşılmalıdır. Proteinlerin oluşturduğu kolloidal çözeltiler, ortamın pH ve elektrolitleri ile etkileşir, ayrıca hem protein molekülleri arasında ve hem de küçük moleküllerle proteinler arasında çoğu kez sıkı bir bağ oluşur. Molekül yüzeyinde adsorbsiyon olduğu için proteinlerin saflandırılmaları son derece güçtür. Ayrıca proteinler birçok reaktiflere duyarlıdır ve değişik koşullarda yapılarında bazı değişimler olur.

Proteinlerin molekül şekilleri de değişiktir. Bazıları lif şeklinde, bazıları globüler ve bazıları da bu iki şekil arasında bir molekül yapısı gösterirler.

Proteinlerin molekül ağırlıkları çok büyüktür. Bu nedenle, molekül ağırlıklarının tayini için elektroforez ve sedimentasyon gibi yöntemler geliştirilmiştir. Ayrıca osmotik basınç ve bir dereceye kadar da ışık yayma özelliklerinden yararlanılır. Bu yöntemlerle proteinlerin homojenliği hakkında da bilgi edinilir. Proteinlerin saflıkları erime noktalarına (e.n.) göre anlaşılabilir. Çünkü proteinler erimez ve ısıtıldıklarında bozunmağa uğrarlar.

Proteinler amfoter özellik gösterirler. Alkali ortamda asit gibi davranırlar ve negatif yüklenirler. Asit ortamda ise, amino grupları hidrojen iyonları ile reaksiyona girerler, molekül pozitif yük gösterirler. Bu nedenle proteinler, yüksek pH'da negatif, düşük pH'da ise pozitif yük gösterirler. Ancak ara bir pH vardır ki, bu pH'da proteinin total elektrik yükü sıfıra yakındır, işte bu pH'ya "izoelektrik nokta" denir. Bu noktadaki protein yapısı :



şeklinde gösterilir (zwitterion). Elektrik alanı

uygulandığında, izoelektrik noktada, proteinler hareket etmezler, ancak yüksek pH'da anoda, düşük pH'da ise katoda hareket ederler. İşte belirli bir pH'da, elektrik alanındaki göç "elektroforez" olarak tanımlanır ve proteinlerin molekül ağırlıklarının tayininde, karışımlarının ayrılmasında ve saflandırılmasında kullanılan önemli bir yöntemdir. Bu amaçla çeşitli teknikler (kağıt elektroforezi, ince tabaka elektroforezi gibi) geliştirilmiştir.

Proteinler su ile hidratlar oluşturur, bu reaksiyon besin kimyası için önemlidir. Protein molekülleri birçok oksijen ve azot atomları içerirler. Bu atomların ortaklaşmış elektronları hidrojen bağı oluşturma özelliğindedirler. Peptit zincirindeki azot, serbest amino grubundaki azot gibi elektronegatif su molekülünün hidrojenini çekerek bağ oluşturabilir. Aynı şekilde proteinlerdeki karboksil gruplarının oksijeni daha kuvvetli olarak H₂O molekülleri ile hidrojen bağı oluşturur.

Proteinler izoelektrik noktalarının üstünde ve altındaki pH'da iyonize şekilde oldukları için su moleküllerine büyük bir affinite göstererek hidrat oluştururlar. Ayrıca su molekülleri de birbiriyle hidrojen bağı oluşturdıklarından protein, molekülünün her polar grubu etrafında "su agregatları" bulunur. Besin kimyasında çok rastlanan bir durum, su ile hidrojen bağı veren ve hidrat oluşturan moleküllerin (elektrolitler, şekerler, alkoller gibi) proteinle yarışmalarıdır. Böylece bu moleküller proteinle yarışmalı olarak su molekülleri ile hidrat oluştururlar. Sonuç olarak, bir protein dispersiyonunun hidrat oluşturma kapasitesi protein konsantrasyonu, pH, ortamda su ile birleşen diğer maddeler ve sıcaklığa bağlı olarak değişir.

Proteinleri molekül ağırlıklarına göre farklandırmak mümkün olduğu halde, kimyasal yollarla birçok proteinleri ayırarak mümkün değildir. Metalloproteinler, içerdikleri metallere tanınabilir (örneğin hemoglobin). Ancak birçok proteinler molekül ağırlığı ve amino asit kompozisyonu bakımından birbirine çok benzemelerine karşın, yapıca farklılık gösterirler. Bu durumda en önemli yol, biyolojik reaksiyon olmaktadır. Eğer yabancı bir protein (antijen), bir hayvanın kanına enjekte edilirse bu proteini çöktüren bir madde (antikor) oluşur. Bu antijen-antikor reaksiyonları çok spesifiktir. Örneğin yumurta albuminine çok duyarlı olan tavşan kanı, diğer başka bir albuminle çökelti vermez (tavşana yumurta albumini verilirse antikor teşekkül eder, eser miktardaki yumurta albumini bu antikorla çökelek şeklinde ayrılacaktır, fakat başka albumin ise çökmeyecektir). Bu yumurta albumininin, molekül ağırlıkları, kimyasal ve fiziksel özellikleri aynı olan diğer albuminlerden bile yapısal olarak farklılığını gösterir.

Doğal ve denature proteinler: Bitki ve hayvan dokusundaki proteinler doğal (tabii) proteinlerdir. Ancak bu büyük moleküller dayanıksızdırlar ve bazı etkenlerle yapılarında değişiklik olur. Böylece "denatüre" proteinler oluşur. Genellikle denatürasyon irreversibl bir olaydır. Denatüre olan proteinler çökerek agregatlar oluştururlar.

Asitler, alkaliler, alkaloidler, ağır metal tuzları, üre ve etanol gibi maddelerle denatürasyon oluşur. Ancak bu etkenlerin çoğu gıda kimyası için önemli değildir. İyodür, bromür ve klorür iyonları, düşük konsantrasyonlarda sentetik deterjanlar da denatürasyona neden olurlar.

Besinlerdeki protein denatürasyonu genellikle sıcaklık yükselmesi ile ilgilidir, bazen de mekanik işlemler sonucu oluşabilir. Yumurtanın aşırı karıştırılması ile oluşan beyaz köpük bazen denatürasyona yol açabilir ve denatürasyon sonucu çöken proteinle birlikte köpük te söner. Ultraviyole ışınları (U.V), yüksek basınç, ultrasonik titreşimler hep denatürasyon etkenleridir. Protein tabakalarının yayılması ara yüzeylerde denatürasyonla sonuçlanır. Eğer denatürasyona neden olan etken hemen uzaklaştırılır ve ortamın pH'sı da izoelektrik noktadan farklı ise denatürasyon reversiblidir. Yani protein doğal durumuna, özelliklerine ve biyolojik aktivitesine döner.

Doğal ve denatüre proteinler birçok bakımlardan birbirlerine benzerler. Ancak biyolojik aktivite bakımından farklılık gösterirler. Genellikle denatüre proteinler proteolitik enzimlerden daha kolay etkilenirler. Eğer denatüre olan protein bir enzim veya antikor ise bu durumda denatürasyonla birlikte aktivitesi de kaybolur.

Jel oluşumu: Besin kimyasında önemli bir olaydır. Bitkisel ve hayvansal canlı hücrelerde olduğu gibi, besin hazırlanması sırasında da jel oluşması görülür, et ve unlu besinlerin hazırlanmasında pektin ve nişasta jelleri, birçok bitki özlerinin yüksek viskozitesi, yumurtalı besinlerde görülen değişmeler jel oluşmasına dayanmaktadır.

Jel, bir çözeltilerdeki çözünen maddelerin, bazen oldukça düşük konsantrasyonlarda sertleşmesi olayıdır ve çoğu kez çözücünün özelliğini gösterirler. Örneğin birçok jeller sulu çözeltilerde suya yakın buhar basıncı ve elektrik iletkenliği gösterirler. Jelatinin sudaki % 1'lik dispersiyonlarında ve fibrinojenin plazmada, % 0.04 konsantrasyonunda jel görülür.

Oldukça büyük moleküllerin kolloidal çözeltileri soğutulduğunda viskozite yükselerek katılaşma olur. Bu noktaya "jel noktası" denir. Birçok jeller bekletildiğinde çözücü uzaklaşır ve jel titreşim gösterir, bu olaya "syneresis veya weeping: jelin çözülmesi" denir.

Proteinlerden jelatin ve fibrin jel oluşumunda dikkati çekerler. Jelatin kısmen bozulmuş proteindir. Deri, ligament veya kemik kollageninden seyreltik asit hidrolizi ile hazırlanır. Jelatin jeli oluşumu üzerinde besin endüstrisinde geniş çalışmalar vardır.

Besinlerde protein tayini: Besinlerde, kompleks karışımlarda kesin protein tayini zor bir iştir. Yöntemler çoğunlukla spesifik bir proteinden çok besindeki total protein tayinine dayanmaktadır. Bazı spesifik proteinlerin (örneğin etlerde kollagen, hububatta gluten) tayini mümkündür.

Proteinlerin hepsi karbon, hidrojen, oksijen, azot bir çoğu da fosfor ve kükürt içerirler. Bu elementlerin protein molekülü içindeki yüzdeleri dar bir sınırdır.

içinde değişir. Örneğin azot miktarı genelde % 15-17 arasında değişir ve ortalama % 16 kabul edilir. Protein molekülünün en önemli özelliği azot içermesidir. Bu özellikten yararlanarak besin maddelerindeki protein miktarı, azot üzerinden, tayin edilir. Bu amaçla Kjeldahl yöntemi kullanılır. Bu yöntemle besin maddesindeki tüm azot miktarı bulunur. Ancak besinlerde protein dışında serbest amino asitler, bazı lipidler, üre, kreatin, kreatinin, tiamin gibi azot içeren diğer bileşikler de vardır. Bu nedenle Kjeldahl yöntemi ile tayin edilen azot miktarı, (100:16) oranından elde edilen 6.25 faktörü ile çarpıldığında besin maddesindeki "kaba (ham) protein" veya "azotlu maddeler" bulunmuş olur.

Besindeki saf protein miktarını belirlemek için, önce protein bakır tuzu, trikloroasetik asit, metafosforik asit veya alkol ile çöktürülerek diğer azotlu bileşiklerden ayrılır. Bundan sonra azot tayini yapılır. Bazı proteinlerde azot miktarı daha değişiktir ve bu nedenle farklı faktörler kullanılır. Örneğin: azotça zengin jelatin için 5.55, buğday ve un için 5.70, süt ve sütlü ürünler için 6.38, yumurta sarısı için 6.67 faktörü uygulanır.

Kjeldahl yöntemi: Besinlerdeki azot tayini için en çok kullanılan bir yöntemdir. Yöntem çabuk sonuç alma ve kesin analizler açısından geliştirilmiştir. Bu yöntemde organik maddeler konsantre H_2SO_4 ile katalizör karşısında karbon ve hidrojen CO_2 ve H_2O 'ya yükseltgenir, amonyak azotuna indirgenir ve $(NH_4)_2SO_4$ şekline dönüşür:



Burada su, CO_2 ve SO_2 buharlaşarak uçar. NH_3 ise amonyum sülfat halinde çözeltide kalır. Burada numunenin amonyum sülfata dönüştürülmesi (dijestiyonu) işlemin en zor kısmıdır. Katalizör, ısı, indirgen ve yükseltgen maddelerin etkisi önemlidir.

Bakır sülfat, metalik cıva, cıva -2-oksit, seleniyöz asit bozunmayı hızlandırmak için katalizör olarak kullanılırlar. Cıva iyi sonuç vermekle beraber, amonyakla kompleks oluşturduğundan, NH_3 oluşumundan önce çöktürülmelidir. Seleniyöz asit en etkin katalizördür. Bu katalizörlerin kombine kullanılmaları ise deha iyi sonuç vermektedir. Bu şekilde Cu-Hg-Se veya Cu-Se veya Hg-Se kombinasyonları kullanılabilir.

Dijestiyonun son periyotunda, yükseltgenmeyi tamamlamak için birçok yükseltgenler kullanılabilir. $KMnO_4$ ilk önce kullanılanlar arasındadır. Daha sonraları persülfatlar, perkloratlar ve hidrojen peroksit (H_2O_2) de kullanılmaya başlanmıştır. H_2O_2 dışında, diğer yükseltgenlerle azot kısmen amin veya serbest azot şeklinde kaybolabilir.

Dijestiyonda, azotun kimyasal şekli önemlidir. Örneğin terminal amino asit lizin olduğunda, aynı şekilde triptofan ve hiñtidinin imidazol azotunu serbest hale

geçirmekte zordur. Bunun için gerekli zamanı ayarlamak gerekir. K_2SO_4 veya Na_2SO_4 gibi tuzlar dijestiyon karışımının kaynama noktasını yükseltmek ve süreyi azaltmak için kullanılır.

Dijestiyon sonucu oluşan amonyak çeşitli yöntemlerle tayin edilebilir:

a) Amonyak, aşırı alkali ilavesinden sonra, standard asit çözeltisi içine distile edilerek tutulur. Asit geri titre edilerek amonyak miktarı hesaplanır (indirekt yöntem).

b) Serbest hale geçirilen amonyak son yıllarda geliştirilen direkt yöntemle de titre edilebilir. Bunun için amonyak borik asit çözeltisi içinde tutulur ve doğrudan standard asit çözeltisi ile titre edilir.

c) Amonyak doğrudan Nessler reaktifi ile verdiği turuncu renkli Nessler tuzunun oluşmasına dayanarak kolorimetrik olarak tayin edilebilir.



Ancak Nessler tuzu kolloidal bir dağılım gösterir veya yüksek konsantrasyonda çöker.

d) Diğer bir yöntem de, amonyağın hipobromit ile yükseltgenmesi ve iyot ile geri titre edilmesine dayanır.



Kjeldahl yönteminin uygulama şekli analizler kısmında açıklanacaktır.

Amino asitlerin tayini: Amino asitlerin protein içindeki miktarı önemli olduğu için çoğu kez besinlerde amino asit miktarı da tayin edilir. Özellikle bu proteinin besin değeri açısından önem taşır. Bu amaçla başlıca kromatografik ve mikrobiyolojik yöntemlerden yararlanır.

Amino asitlerin tad özellikleri: Bazı amino asitlerin verdikleri tad duygularından besin teknolojisinde yararlanılmaktadır. Örneğin glisin, alanin, pirolin, serin ve treonin tatlı; lösin, fenilalanin, triptofan acı; aspartik asit acı ve birazcık et suyu tadında; sistin lastik tadında; tirozin hemen hemen tatsızdır.

Glutamik asit (α -glutarik asit) ise birazcık et suyu tadındadır. Bu amino asitin monosodyum tuzu (nötral karakterde), monosodyum glutamat (MSG) besinlerde tad ve koku vererek, tazelik getirdiği için besin katkı maddesi olarak kullanılır. Süt, buğday, mısır, soya unu proteinlerinde, asit olarak önemli miktarda bulunurlar. Endüstride şeker pancarından elde edilir. Çocuk mamaları, çorba, salça ve soslara genel olarak % 0.3 oranında katılabilir.

3- ENZİMLER

Canlıların yaşamları için gereken besinlerin organizmadaki kimyasal dönüşümlerini (metabolizma reaksiyonlarını) katalizleyen protein yapısındaki maddelere -enzim- denir. Enzimler canlı hücrelerden yapılırlar, hücre canlılığını kaybettikten sonra da uzun süre aktivitelerini sürdürürler. Yani aktiviteleri canlı hücreye bağlı değildir. Bu nedenle enzim aktivitesini yok eden bir ortam yoksa, besin maddelerinde enzimlerin etkileri devam eder. Gerek besinlerdeki ve gerekse besinlere karışan mikroorganizmalardaki enzimler besin kalitesini düşürebileceği gibi, ayrıca besinlerin bozunmasına da neden olarak zehirlenmelere yol açabilirler. Diğer taraftan enzimler, besin maddesi (ürün) alındıktan sonra veya üretildikten sonra besinin olgunlaşması için gerekiyorsa bu takdirde enzim etkinliğinin artması gerekmektedir. Besin analizlerinde ise enzimler, besin maddesinin kalite ve sağlık açısından kontrolü amacıyla ile araştırılmaları gerekmektedir.

Enzimlerin sınıflandırılmaları: Enzimler katalizledikleri reaksiyon tipine göre 5 sınıfta toplanırlar.

1. Hidrolazlar: Hidroliz reaksiyonlarında katalitik etki gösteren bu enzimler, substratın yapısına göre esterazlar, glikozidazlar ve peptidazlar olmak üzere alt gruplara ayrılırlar. Sırası ile bunlara fosfataz, amilaz ve pepsin örnek verilebilir.

2. Liaz ve ligazlar (Sentetazlar): İki molekülün (S_1 ve S_2), ATP (Adenozin trifosfat) bölünmesi ile birlikte, bağlanmasını (Ü) ve tersi olan reaksiyonu katalizlerler.



Liazlar sola, ligazlar ise sağa doğru olan reaksiyonları katalizlerler. Liazlara piruvat-dekarboksilaz ve fumaraz; ligazlara karboksilazlar ve peptidsentetazlar örnek verilebilir.

3. Transferazlar: Bu enzimler bir substrattaki grubu, diğer substrata aktarırlar. Bu aktarılan gruba göre de transfosfatazlar (kinazlar), trans açılazlar, trans aminazlar, transmetilazlar şeklinde isimlendirilirler. Besin kimyasında ve teknolojisinde mayalanma, tad ve koku meydana gelmesinde, meyvelerin olgunlaşmasında kullanılırlar. Hekzokinaz, kolinasetilaz, alanin-okzalasetat transaminaz örnek verilebilir.

4. İzomerazlar: Molekül içi değişimleri katalizlerler. Razemazlar, cis-trans izomerazlar gibi. Örneğin hekzofosfat izomeraz glukoz-6-fosfatı, fruktoz-6-fosfata dönüştürür. Besin teknolojisinde alkollü mayalanmada rol oynar.

5. Oksidoredüktazlar: Hidrojen ve elektronları bir substrattan diğerine taşıyan enzimlerdir. Dehidrogenaz oksidaz ve peroksidazlar olmak üzere ayrılırlar. Sırası ile alkoldehidrogenaz, ksantin oksidaz ve aminoasit oksidaz örnek verilebilir.

Besin Teknolojisinde Kullanılan Önemli Enzimler:

Besin teknolojisinde besinler üzerinde istenilen değişiklikler enzimlerle gerçekleştirilir. Bu nedenle enzimler biracılıkta, peynircilikte, mısır şurupları üretiminde, etin olgunlaştırılmasında, şarapçılıkta ve meyve sularında kullanılırlar. Aşağıda bazı önemli enzimlerden bahsedilmiştir.

Amilazlar: Amilazlar başlıca bakterilerden elde edilirler. Amilazlardan α -amilaz olarak bilinene α -1,4 glukoz 4-glukozhidrolaz ve β -amilaz ise α -1,4 glukoz maltohidrolaz denilmektedir. Oldukça saf β -amilaz çimlenmiş soya fasulyesinden yapılabilir. Amilazlar nişastanın maltoz, dekstrin ve az miktarda glukoz hidrolizini sağlarlar.

Besin endüstrisinde amilazlar bira, şarap ve meyve sularındaki nişasta bulanıklığının giderilmesinde; kakao şurubunun dayanıklı kılınmasında ve ekmekçilikte nişastayı dekstrin ve şekerlere çevirmek için (malt şeklinde ilave edilir) kullanılır.

İnvertaz: Sakkarozun hidrolizini sağlayan (invert şekere çeviren) bir enzimdir. Başlıca mayadan (*Saccharomyces cerevisiae*) elde edilir. İnvertaz, şekerçilikte, sakkaroz çözeltilerinin kristallenmemesi ve evirtik şurupları imalinde kullanılır.

Rennin (Lobaoenzim, rennet): Rennet, memeden kesilmemiş genç buzağının dördüncü midesinden ekstraksiyon ile elde edilir. Rennin süttten: Kazeyin (çözünür) $\xrightarrow{\text{rennin}}$ parakazeyin (çözünür) $\xrightarrow{\text{Ca}^{++}}$ parakazeinatın ayrılmasında ve böylece peynir üretiminde kullanılır. Ayrıca pudinglik toz ve tabletler üretiminde de kullanılır:

Papain: Bir cins hurma ağacı *Carica papaya* bitkisinin olgunlaşmış meyvelerinin kurutulmuş tozuna papain denir. Papain prolamin yapısında bir proteindir. Proteolitik bir enzim olup, biranın donmaması için, buğday gluteninin dönüştürülmesi ve etin gevrekleştirilmesi için kullanılır.

Bromelin: Proteolitik enzim olup, ananas suyundan elde edilir. Etin gevrekleştirilmesinde kullanılır.

Pepsin: Proteolitik enzimdir. Mide proteinazı olup, domuz veya sığır midesinden elde edilir. Peynir üretiminde ve biranın donmasını engellemek için kullanılır.

Tablo 3- Besin teknolojisinde kullanılan önemli mikrobiyel enzimler

Enzim	Kaynağı	Besin teknolojisi
Amilaz	<i>Aspergillus niger</i>	Fırıncılıkta(un supplement)
	<i>A.oryzae</i>	Biracılıkta
	<i>Bacillus subtilis</i>	Önceden pişirilmiş besinlerde
	<i>Rhizopus spp.</i>	Şurup üretimi
	<i>Mucor rouxii</i>	
Sellülaz	<i>A.niger</i> <i>Trichoderma virido</i>	Sıvı-kahve konsantresi hazırlanmasında
Dekstransukraz	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Dekstran
Glukozoksidaz	<i>A.niger</i>	Yumurta katısında glukozu uzaklaştırmak
Invertaz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sun`i bal, şekerlikte
Laktaz	<i>S.Fragilis</i>	Süt endüstrisi(lastozun hidrolizi)
Lipaz	<i>A.niger</i>	Peynir endüstrisinde (aroma vermede)
	<i>Mucor spp.</i>	
	<i>Rhizopus spp.</i>	
Pektinaz	<i>A.niger</i>	Şarap ve meyve sularının berekleştirilmesinde
	<i>Penicillium spp.</i>	
	<i>Rhizopus spp.</i>	
Proteaz	<i>A.oryzae</i>	Biracılıkta Fırıncılıkta, et olgunlaşmasında
	<i>B.subtilis</i>	
	<i>Mucor spp.</i>	
	<i>Rhizopus spp.</i>	
Rennin benzeri Enzimler	<i>M.miehei</i> , <i>M.pisillus</i>	Peynircilikte

Pankreatin, tripsin ve kimotripsin: Proteolitik enzimler olup, peynirin olgunlaşmasında, jelatin ve protein hidrolizatlarının elde edilmesinde kullanılırlar.

Pektaz ve pektinazlar: Pektaz enzimi pektinden metilalkol ayrılmasını katalizleyen (esteraz) tipi bir enzimdir. Birçok bitkilerden elde edilir. Pektinaz ise pektindeki glikozid bağlarını çözümlenerek monogalakturnik aside hidrolizi kataliz eden bir enzimdir. Birçok mikroorganizmalardan elde edilebilir. Besin endüstrisinde meyve sularının berraklaştırılması için kullanılır. Enzimlerin kimyasal yapıları, aktiviteleri ve sınıflandırılmaları ile ilgili daha geniş bilgiler biyokimya kitaplarında bulunmaktadır. Tablo 3 de besin teknolojisinde kullanılan mikrobiyel kaynaklı enzimler görülmektedir.

4- KARBOHİDRATLAR

İnsan ve hayvanların birinci derecede tükettiği en önemli enerji kaynağı karbohidratlardır. Karbohidratlar bitkisel kaynaklı besin maddelerinin en önemli bileşenidir. Bitkilerin çoğunun kuru maddesinin % 75'i karbohidrattır. Karbohidrat kimyası ve stereokimyası hakkında geniş bilgiler organik kimya, biyokimya ders kitaplarında bulunmaktadır. Genel yapıları polihidroksikarbonil bileşikleri olan karbohidratlar: monosakkaritler, di-ve oligosakkaritler, polisakkaritler olmak üzere 3 grupta incelenebilir (Şekil 4).

Monosakkaritler: Monosakkaritlerden besinlerde önemli olan aldoheksoslar içinde (16 izomeri de bilinmektedir) yalnız D-glukoz, D-mannoz ve D-galaktoz tabiatında vardır. Doğadaki heksoslardan da yalnız D-glukoz serbest halde bulunur. Dekstroz veya üzüm şekeri olarak da bilinen D-glukoz balda, meyvelerde ve bitki öz sularında serbest halde bulunur ve çoğukez D-fruktoz ile beraberdir. İnsan ve hayvan vücudunda da vardır. Ayrıca D-glukoz bileşik şekerlerin çoğunun (sakkaroz, laktoz, maltoz, rafinoz) ve polisakkaridlerden nişasta, glikojen ve sellülozun yapı taşıdır. endüstride nişastanın hidroklorik asit ile hidrolizinden elde edilir.

D-glukoz'un yoğunluğu 1.538, monohidratının erime noktası 80-86°C dir. Optikçe aktif olup suda kristallendirilmiş ve taze hazırlanmış saf glukoz çözeltisi (α -şekli) başlangıçta +112°.2 özgül çevirme gösterir. Eskiden bu kuvvetli sağa çevirme özelliği nedeni ile dekstroz denirdi. Ancak bekleme ile mutarotasyon sonucu denge halinde : 10 luk glukoz çözeltisinin özgül çevirme açısı (α)_D²⁰ = +52°.5 olur. Bunun için çözelti 24 saat bekletilmelidir. Bekletme sırasında α -D glukoz ile (optik çevirmesi +112°.2) ve B-glukoz (optik çevirme +20°) dengeye ulaşır.

Denge halinde karışım % 63 β-glukoz içerir. Osazonunun e.n. ise 210° dir. Saf β-glukozun ise piridindeki çözeltilisinin optik çevirmesi +18°.7 olup, mutarotasyon sonucu özgül çevirme açısı + 52°.5 olur.

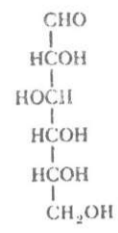
Hekzoslar indirgen özellik gösterirler. Seyreltik asitlerle hekzoslar fenilhidrazin ile ısıtıldığında, 3 mol fenilhidrazin bağlayarak osazonları verirler. Osazonların erime noktaları farklı olduğu için hekzosların ayrılması için kullanılırlar.

Ketohekzoslardan ise 8 izomer mümkün olup hepsi de bilinmektedir. Ancak tabiatта yalnız D-fruktoz ve L-sorboz bulunmaktadır. Levüloz veya meyve şekeri de denilen D-fruktoz, tatlı meyvelerin çoğunda glukoz ile karışık olarak bulunurlar. Ayrıca glukozla beraber balda ve sakkarozun hidroliziyle oluşan invert şekerinde de bulunur. Oligosakkarid olarak sakkaroz, rafinoz, melezitoz polisakkarid olarak bazı bitkilerin kökündeki inülinin yapılarında bulunur. Sakkarozun tatlılığı 100 kabul edilirse fruktozun tatlılığı 173, laktozun 16 dır. Fruktoz kristalleri 95°C de erir, kalsiyum tuzu glukozunkinden daha az suda çözüldüğünden bu özelliği ile glukozdan ayırılabilir. Optik çevirmesi % 10 luk çözeltilisinin $(\alpha)^{20} = -93^{\circ}.78$ dir. Polarize ışık düzlemi sola çevirdiği için eskiden fruktoza levüloz- denirdi.

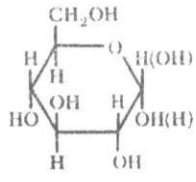
Di-ve oligosakkaritler: Disakkaritler iki monosakkaridin bir mol suyun ayrılması ile glikozit şeklinde birleşmelerinden oluşurlar. Eğer kondensasyon, şekerlerden birinin indirgen grubu serbest kalacak şekilde olursa, bu şeker de indirgen özellik gösterir ve karbonil reaksiyonlarını verir. Maltoz ve laktoz bu nedenle indirgen, sakkaroz ise indirgen değildir.

Laktoz veya süt şekeri, kaymak altı yağsız sütün buharlaştırılması ile elde edilir. Asitler veya laktaz enzimi ile glukoz ve galaktoza hidrolizlenir. İndirgen serbest aldehit grubu glukoz kısmındadır. Laktoz çoğunlukla $(C_{12}H_{22}O_{11}H_2O)$ bileşiminde yani monohidrat şeklinde kristallenir (α -Laktoz denir). e.n. 201.6°C dir, mutarotasyon gösterir. 16°C de özgül optik çevirmesi +89°.4 den yavaş yavaş + 55°.5 e değişir.

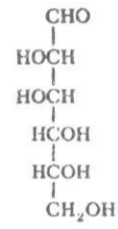
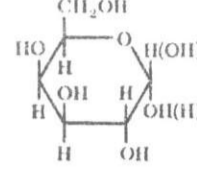
Sakkaroz indirgen olmayan bir disakkarit olup, şeker kamışı veya şeker pancarından elde edilir. Bitkilerin yeşil yapraklarında D-glukoz ve D-fruktoz ile beraber bulunur. Sakkaroz besin prosesinde önemlidir. Ticarete kristal şeklinde (değişen büyüklükte) satılır. Ayrıca şurup halinde -sıvı şeker- olarak şekerlikte kullanılır. Bu şurup içinde, sakkarozun bir kısmı glukoz ve fruktoza dönüşür (invert şeker, inversiyon).



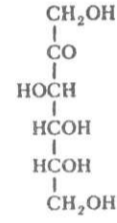
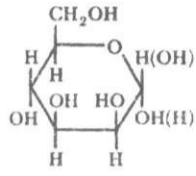
D-glukoz



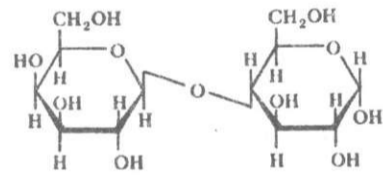
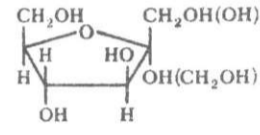
D-galaktoz



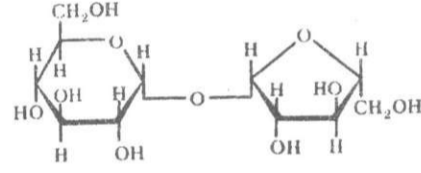
D-mannoz



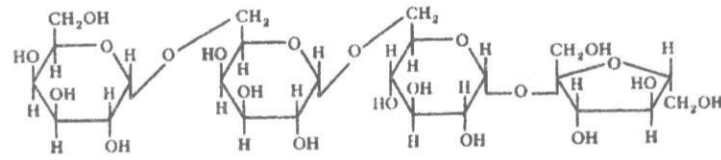
D-fruktoz



Laktöz



Sakkaroz



Stakiöz

Şekil 4- Besin kimyasında önemli bazı karbohidratlar

Oligosakkaritler ise 2 den fazla 10 dan az monosakkaridin anhidridleri olarak tanımlanırlar. Rafinozlar (trisakkarit) oligosakkaridler içinde en çok bilinen olup, bitki tohumu, kök ve yeraltı yumrularında sıklıkla bulunurlar. Rafinoz ve bir oligosakkarit olan stakioz Japon enginarı kökünden, pamuk tohumu ve soya fasulyesinde bol miktarda bulunur. Stakioz bir indirgen olmayan tetrasakkarit olup galaktobioz ile sakkarozun birleşmesinden oluşmuştur (Şekil 4):
(α -D-galaktoz (1-6) α -D galaktoz (1-6) α -D glukoz (1-2) β -D-fruktoz).

Polisakkaritler: Bu bileşikler, bir veya daha çok monosakkaritlerin anhidritlerinin birleşmesinden oluşmuş büyük molekül ağırlıklı maddelerdir. Fonksiyonları, hidroliz olabilme özellikleri ve hidroliz ürünlerinin yapısına göre üç grupta toplanabilirler.

- 1- Besleyici polisakkaritler (nişasta, glikojen, inülin gibi)
- 2- Pektinler (bitki zamları, hemisellülozlar gibi)
- 3- İskelet polisakkaritleri (sellüloz, kitin gibi).

Nişasta bitkilerin yedek karbohidratını teşkil eder. Bitkilerin kök ve tohumlarında küçük tanecikler halinde depo edilen nişastanın, mikroskop altında incelenerek bitki cinsi tayin edilebilir. Nişasta özellikle hububat tanelerinde, bitki gövdesinin yer altına gelen kısımlarında (patateste) ve bitkilerin hemen bütün organlarında bulunur. Nişasta granüllerinin büyüklüğü, şekli bulunduğu bitkiye göre karakteristiktir (tahıl nişastası 3-20 μ , kök ve soğan 10-100 μ , papates nişastası 15-100 μ büyüklükte).

Birçok nişasta granülleri amiloz ve amilopektin molekülleri içerir. Amilopektin nişastanın daha çok rastlanan şeklidir. Amiloz dallanmamış ve helis şeklinde bükülmüş α -D glukoz birimlerinden (100-200 α -D glukoz) oluşmuştur ve lineer polisakkarit zincirlerinden yapılmıştır. Amilopektin ise dallanmış moleküllüdür ve 1500 veya daha çok glukoz birimlerinin birleşmesinden oluşmuştur. Nişastanın amiloz şekli suda kolloidal olarak yapışkan olmayan, bir çözelti verir (jel şeklinde) amilopektin ise suda çözünmeyip şişer.

Nişasta, doğada yaygın olarak bulunan α -amilaz, β -amilaz ve fosforilezlar tarafından hidroliz edilir. Besin kimyasında amilazlar, nişastayı modifiye etmek için kullanılırlar.

Nişasta tüketilen besin maddesi olarak üretilmektedir. Patates, mısır, buğday, pirinç nişastası gibi bitkisel kaynaklardan uygun teknoloji ile hazırlanır. Mikroskopta nişasta teşhisi için, örnek kuru bir bagetle un içerisine daldırılarak alınır ve mikroskop lamına konur. 1 damla gliserin (saf veya 1/2 oranında su ile seyreltilmiş) damlatılır ve lamel kapatılır. Yaklaşık 200 defa büyütme ile incelenir. Mikroskopta a) taneciklerin şekil ve büyüklükleri, b) hilum'un yeri ve

şekli c) tek merkezli halkalar, d) polarize ışık altında görünüşü incelenir. Deima bilinen örnek ile karşılaştırılır.

Pektik maddeler: Pektik maddeler bütün genç bitkilerin hücre duvarlarında ve meyvelerinde bulunurlar. Kompleks polisakkarit karışımıdır. Başlıca poligalakturonik asitten ibaret olup, yanlarında bir araban ve çok defa galaktan bulunur.

Pektik maddeler arasında olan pektinik asitler, kolloidal yapıda poligalakturonik asitler olup, bazı karboksil grupları metil grupları ile esterleşmiştir. Pektin kelimesi en az % 7-8 metil esteri içeren, şekerle uygun şartlarda pelte yapmak özelliği olan pektinik asit için kullanılır. Ticarete bulunan pektin, meyve peltelerinin hazırlanmasında kullanılır. Pektin elma, limon, portakal gibi meyvelerden suları çıkarıldıktan sonra kalan posadan hazırlanır.

Besin Maddelerinde Karbohidrat Analizi:

Ham lif tayini: Ham lif başlıca sellüloz ve ligninli maddelerden ibaret olup, çoğu insanlar tarafından sindirilmez. Ham lif tayini için, besin maddesi eterle ekstrakte edilir. Etere geçmeyen kalıntı. H_2SO_4 (d= 1.25) ile kaynatılır, süzülür ve yıkanır. Kalıntı NaOH (d= 1.25) çözeltisi ile kaynatılır, süzülür, önce kaynar su ile sonra alkolle yıkanır. Kalıntı ham lif ve bazı tuzlardan oluşmuştur. Sabit tartıma kadar $110^{\circ}C$ de kurutulur ve tartılır. Kalıntı, karbonlu maddeler gidinceye kadar küllendirilir, desikatörde soğutulur ve tartılır. Tartım kaybı ham lif olarak ifade edilir. Ham lif tayinin önemi, karbohidratlı besinlerin başka besinlerle tağış olup olmadığını araştırmakta yararlıdır. Örneğin hardal % 4.2 - 6.5, karanfil ise % 7-9 oranında ham lif içerir. Bunun dışında ise tağış edildikleri düşünülür.

Nişasta tayini: Maltlı içkiler, şuruplar, ekstreler ve biracılıkta kullanılan maddelerde nişasta kalitatif olarak iyotla aranabilir. Kakao, hububat ürünleri, kahve, baharattaki nişastanın kantitatif tayini için gravimetrik, polarimetrik ve hidrolitik yöntemler kullanılmaktadır.

Örneğin Somogy yöntemi ile besinlerde nişasta tayini için 250 mg nişastayı geçmeyecek miktarda örnek alınır perklorik asitle ekstrakte edilir. Ekstrakta geçen nişasta iyotla iyodür şeklinde çöktürülür. Bu kompleks asitle bozularak hidroliz edilir. Hidroliz sonucu oluşan glukoz volumetrik olarak tayin edilir.

Şeker tayini: Şeker tayini kimyasal veya fizikokimyasal (polarimetrik, refraktometrik) yöntemlerle yapılabilir.

Kimyasal yöntemler: Şekerlerin kantitatif tayininde kullanılan kimyasal yöntemlerin çoğu, şekerlerin alkali ortamda gümüş, cıva, bizmut ve bakır gibi metal

iyonlarını indirgeme özelliğine dayanmaktadır. Bu yöntemler arasında en çok bakır-2 iyonunun \rightarrow Cu-1-oksit (Cu_2O) indirgenmesine dayanan prensipten yararlanır.

Monosakkaritler (glukoz ve sakkaroz) doğrudan indirgen maddelerdir. Sakkaroz (disakkarit) ve nişasta (polisakkarit) ise indirgen değildir. Bunlar önce sıcakta indirgen maddelere yani monosakkaritlere dönüştürülürler. Buna "inversiyon:çevirtme"denir. Eğer indirgen ve indirgen olmayan maddeler bir arada bulunursa, inversiyondan önce ve sonra şeker miktarı tayin edilir. Aradaki fark doğrudan indirgen olmayan (sakkaroz gibi) şekerlerin miktarını verir.

Glukoz gibi bir monosakkarit orta derecede etkili yükseltgen maddelerle çeşitli ürünler verir. Aldehit grubu karboksile yükseltgendiği gibi alkol grupları da yükseltgenebilir. Eğer koşullar uygun ise, molekül zinciri tamamen parçalanarak, birçok mol Cu_2O oluşur. (Cu^{+2} çözeltisi olarak Fehling çözeltisi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bazik Seignette tuzu) kullanılır. Cu_2O , a) gravimetrik (tartı), b) volumetrik (titrasyon) c) veya kolorimetrik yöntemlerle tayin edilebilir.

a) Gravimetrik yöntemde, besin maddesindeki indirgen şeker standard koşullara göre Fehling çözeltisi ile reaksiyona sokulur ve Cu_2O çöktürülür. Bakır-1-oksit kurutularak tartılır. Alınan besin maddesinin tartımına göre, hazırlanan tablolardan şeker miktarı bulunur.

b) Volumetrik yöntemler ise prensip ve uygulama bakımından çeşitlilik gösterir. Örneğin Lane-Eyion yönteminde belli miktardaki ayarlanmış Fehling çözeltisi doğrudan indirgen şeker çözeltisi ile titre edilir. İndikatör olarak metilen mavisi kullanılır. Bir redoks indikatörü olan metilen mavisi sıcakta beyaz renktedir. Kırmızı Cu_2O tamamen çökmeye kadar mavi renk mevcuttur. Dönüm noktasında mavi renk gitmeli ve çözelti portakal kırmızısı renkte olmalıdır. Çok az miktardaki indirgen şeker metilen mavisini metilen beyazına indirgediği için, dönüm noktasında indikatörün mavi rengi kaybolur. Metilen mavisi dış veya iç indikatör olarak kullanılabilir.

Bertrand yöntemi ise indirekt bir volumetrik yöntemdir. İndirgen şeker ile çöktürülen Cu_2O , asit ortamda ayrılır. Demir -3-sülfat çözeltisi ile yükseltgenerek çözündürülür. Reaksiyon sonucu eşdeğer miktarda oluşan Fe^{+2} , KMnO_4 ile titre edilir. Sarfedilen KMnO_4 miktarında Fe^{+3} ve dolayısı ile Cu_2O miktarı hesaplanarak şeker miktarına geçilir.

Schoorl yöntemi ise, hazır unlu maddelerdeki indirgen şeker tayini için kullanılır. 5 gram unlu besin maddesi CaCO_3 ile nötrleştirilip, su banyosunda % 50 lik etil alkolle kaynatılır. Süzüntüdeki protein ve yabancı maddeler kurşun asetat ile çöktürüldükten sonra, süzüntüdeki indirgen şeker Fehling çözeltisi ile

reaksiyona sokulur. Fehling çözeltisinin fazlası (reaksiyona girmeyen kısım) iyodometrik olarak tayin edilir. Geri titrasyon prensibine göre Cu_2O ve dolayısı ile şeker miktarı hesaplanır.

c) Kolorimetrik Bazı yöntemlerde Cu_2O çözülerek, doğrudan kolorimetrik tayin edilir. Örneğin, kupröz oksitin (Cu_2O) molibdik asiti mavi molibdik okside indirgemesinden yararlanır. Renk şiddeti oluşan Cu_2O ile orantılı olduğundan karbohidrat miktarı buradan hesaplanabilir.

Polarimetrik şeker tayini: Optikçe aktif maddeler, polarize ışık düzlemini çevirme özelliği gösterirler. Şekerlerin bu özelliği çok belirgin olduğu için, optik aktivitelerinden yararlanarak kalitatif ve kantitatif tayinleri yapılır.

Mono ve disakkarit çözeltileri saf olduğu takdirde optik çevirme özelliklerinden yararlanılabilir. Ham ve rafine şeker kamışı ve pancar şekeri çözeltilerine de bu yöntem uygulanabilir, ancak tabii besinlerdeki şekerler için (kompleks karışımlarda) doğrudan uygulanamaz. Bu amaçla polarimetrede, belirli bir konsantrasyondaki çözeltinin optik aktivitesi ölçülür. Spesifik (özgül) çevirme:

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{100}{l \times c} \quad \text{formülünden hesaplanır.}$$

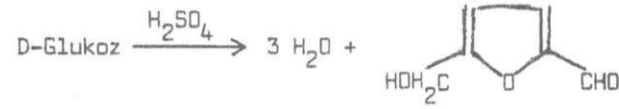
$(\alpha)_D^{20}$, sodyum ışığı spektrumunun D hattı ışık kaynağı olarak kullanıldığında 20°C deki özgül çevirme olup, (α) gözlenen çevirme derecesi, polarimetre tüpünün uzunluğu (dm olarak) ve C de 100 ml çözeltideki şekerin gram olarak ağırlığıdır. Şeker cinsi belli olduğunda, özgül çevirme biliniyor demektir ve $(\alpha)_D^{20}$ nın polarimetrede ölçülerek yukarıdaki eşitlikten şeker miktarı (C) bulunabilir:

$$C = \frac{100}{1 \times (\alpha)_D^{20}}$$

Karbohidratların renk reaksiyonları ile ayrılmaları: Biyolojik materyalde bulunan karbohidratlar çeşitli renk reaksiyonları ile tanınabilir ve ayrılabilirler.

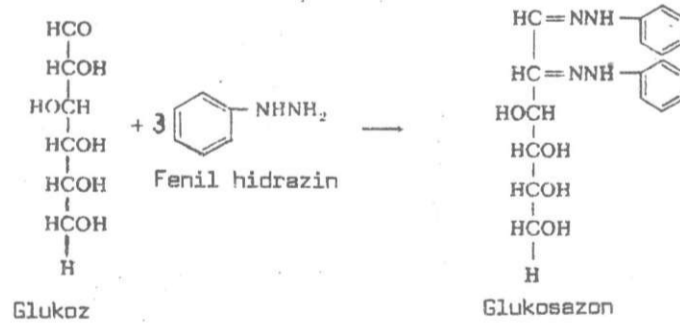
Molisch reaksiyonu: Alkollü α -naftal çözeltisinden bir damla nümune çözeltisine damlatılır. Arkadan konsantre sülfirik asit tüpün kenarından faz oluşturacak şekilde ilave edilir. Sakkaridlerin mevcudiyetinde iki faz arasında mor renk oluşur. Karbohidrat asit ve aminleri bu reaksiyonu vermez. Monosakkaridler, oligosakkaridler ve birçok polisakkaridlerle reaksiyon pozitifdir.

Sülfirik asit karbohidratlarla furfural veya türevlerini verir. Pentozlardan furfural, heksoslardan hidroksimetilfurfural oluşur:



Besin kimyası açısından hidrometilfurfural oluşumu önemlidir. Besin maddelerinin ısıtılmaları sırasında (örneğin meyve sularının pastörizasyonu, sun`i bal hazırlanması, bira yapımı) meydana gelirler. Bu nedenle karbohidrat içeren besin maddelerinin ısıtılma derecelerinin indisi olarak hidroksimetil furfural tayin edilir. Furan türevinin oluşmasına dayanan bu reaksiyon, karbohidratların fenollerle (naftorezorsin, rezorsin, orsin, α -naftol gibi) verdiği renkli kondensasyon reaksiyonlarından farklı olarak monosakkaritlerin tayini açısından özellik gösterir.

Mono ve disakkaritlerin hidrazin ile ayrılmaları: Mono ve disakkaritlerin fenilhidrazin (dinitrofenil hidrazin de kullanılabilir) ile fenilhidrazonları verirler. Bu hidrazonların özelliğinden yararlanarak şekerler ayrılabilir ve tanımlanabilir. Karbohidrat molekülü bir molekül fenilhidrazin ile fenilhidrazon bileşiğini verir, bu monosakkarit monnoz olduğu takdirde bu bileşik suda çözünmediğinden çöker. Eğer hidrazon suda çözünüyorsa reaksiyon devam eder ve osazonlar oluşur. Osazonlar da kristal şekli, çözünürlük, erime noktası ve renklerine göre ayrılabilir. Örneğin D-glukoz ve D-fruktozun fenil hidrazinle verdikleri osazon aynı yapıda olduğu halde (glukosazon, ekin demeti şeklinde kristaller) laktozun verdiği osazon (laktosazon: at kestanesi şeklinde kristaller) daha farklı özelliktedir (Şekil 5).



Şekil 5- Osazon oluşumu

BÖLÜM II

1- YİYECEK VE İÇECEKLERİN GIDA KONTROLU MEVZUATINA GÖRE ANALİZLERİ

Gıda Kontrolü:

Besin (Gıda) kontrolü devletin önemli görevleri arasındadır. Genel olarak "bir kuruluşun işlevini kontrol etmek" demek, o kuruluşun devletin koyduğu mevzuat ve standartlara göre işleyip işlemediğini araştırmak, istenilen şekilde çalışmasını sağlamak ve gerektiğinde hukuksal açıdan önlemler almak demektir. Gıda kontrolünde başlıca amaç tüketiciyi korumak olup, ancak gıda mevzuatını uygulama yetkisi olan organ "gıda kontrolü" yapabilir.

Gıda kontrolü başlıca iki kısımda toplanabilir:

1) Gıda kalite kontrolü: Gıda maddelerinden alınan örnekler üzerinde besinlerin fiziksel ve kimyasal analizlerini yaparak "gıda standartlarına" uygun olup olmadığını saptamak, gıda teknolojisi ile ilgili tesisleri ve üretim yöntemlerini yerinde izlemektir. Gıda teknolojisinde gelişme kalite kontrolünün önemini arttırmaktadır. Çünkü modern teknoloji, üretimde alıcıya (tüketiciyi) aldatabilecek bir araç ve sanat olarak ta kullanılabilir.

2) Diğer taraftan bir besin maddesinin sağlık açısından da kontrolü gerekmektedir. Bu amaçla gıdaların hijyenik kontrolü, mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri yine belli standartlara göre yapılmalıdır. Ayrıca besinin kalite kontrolü, ekonomik açıdan olduğu kadar sağlık açısından da gereklidir. "Hile ve tağşiş" amacı ile besine katılan yabancı bir madde gıda maddesinin kalitesini ve dolayısı ile maliyetini ekonomik açıdan tüketiciyi zarara sokacağı gibi sağlığa zararlı da olabilir. Bu nedenle kalite ve teknolojinin geliştirilmesi ve kontrolünün ciddi bir şekilde yapılması ile gıda maddesinin hijyenik açıdan da standartlara uygunluğunu sağlayacaktır.

Gıda kontrolü multidisipliner bir çalışma alanıdır. Gıda teknolojisi analizi, sağlık kontrolü beslenme kontrolü mevzuatının uygulanması, üretim ve tüketimin değerlendirilmesi (ekonomisi) bakımından gıda mühendisi, kimyacı, mikrobiyoloji, biyokimyacı, eczacı, toksikolog, beslenme uzmanı, doktor, ekonomist, istatistikçi, sosyolog ve hukukçuların çalışmasını zorunlu kılmaktadır.

Gıda kalitesi ve standartları:

Genel olarak "kalite", "Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu (ISO) ya göre bir mal veya hizmetin belirli ihtiyaçları karşılama yeteneğini belirleyen karakteristik özellikleri" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım gıda maddesine uygulandı-

ğında o besin maddesinin görünüş, renk, koku, tat, besi elementleri, katkı maddeleri, beslenme değeri, sağlığa uygunluğu bakımından özellikleri o besin maddesinin kalitesinin ölçüsüdür.

Gıda kalitesi ise, her besin maddesi için belirlenen özellikler "standartlar" ile ölçülür. Zamanımızda besin maddelerinin hazırlanması endüstriye büyük ölçüde dayandığı için bu teknoloji sırasında birçok kimyasal maddelerin "katkı maddeleri" kullanılması "gıda standartları" nın konması ve geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Diğer taraftan devletler arasında gıda alımı ve satımının yapılması, "Uluslararası Gıda Standardlarının" kurulmasını da zorunlu kılmıştır. Bu yöndeki çalışmaların en önemlisi "Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı: "FAO ve "Dünya Sağlık Teşkilatı: WHO" tarafından ortak olarak yürütülen "Gıda Standartları Programı" dır.

Bu amaçla FAO/WHO nın çalışmaları sonucunda ilk kez 1-5 Ekim 1962`de FAO ve WHO`nun gıda standartları üzerindeki konferansı yapılmış ve bir "Codex Alimentarius: Besin Kodeksi" komisyonu kurulması ve çalışma esasları kararlaştırılmıştır. 1963`te çalışmaya başlayan komisyon 22 "kodeks komitesi" şeklinde gruplar halinde çalışarak gıda standartlarını hazırlamaktadır. Gıda Katkı Maddeleri Kodeks Komitesi, Analiz Metodları ve Numune Alma Kodeks Komitesi Pestisit Kalıntıları Kodeks Komitesi ve değişik gıda maddelerine göre kurulan Kodeks Komitelerini içermektedir. Türkiye`de bu komisyonda üyedir. Halen komitenin 137 üyesi vardır.

Diğer kuruluşlar: Gıda standartları ile ilgili diğer kuruluşlar içinde Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO) (Türk Standartları Enstitüsü: TSE gibi her ülkenin Milli Standardlar Enstitüleri üyeleridir), Uluslararası Teorik ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC), Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEC veya AET), İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (O.E.C.D) ve Avrupa Konseyi sayılabilir. Bu kuruluşlar Gıda Standartlarına, analiz yöntemleri ile ilgili standartları (ISO ve IUPAC); Avrupa Ekonomik Topluluğu ülkeleri içinde gıda maddelerini uniform hale getirmek ve gıda maddelerinin serbestçe mübadelerini sağlamak için ortak gıda standartları (örneğin gıda katkı maddeleri boyalar, preservativefler, besin ürünleri gibi); yaş meyve, sebze, et ve balık gibi çabuk bozulan birçok gıdalar ve bunların ambalajları ile ilgili standartları (O.E.C.D) hazırlayarak gıda standartları çalışmalarına katılmaktadırlar (Tablo 4`de Gıda Standartları ile ilgili uluslararası kuruluşlar görülmektedir).

Gıda Mevzuatı: Tüketiciyi korumak için gıda ile ilgili hazırlanmış kanun ve yönetmeliklerinin tümüne "gıda mevzuatı" denir. Gıda maddelerinin etkili bir düzenleme ve denetlenmesinin hukuksal açıdan yürütülmesi pek çok ülkelerden müstakil kanunlarla yapılmaktadır. Örneğin bu kanunlar "gıda, ecza ve kozmetik" ismiyle (FDA) Birleşik Amerika, Filipinler ve Endonezya`da; "gıda ve ecza" ismiyle

Tablo 4- Gıda standartları ile doğrudan veya dolaylı ilgili uluslararası kuruluşlar

- FAO : Gıda ve Tarım Kuruluşu
(Food and Agricultural Organisation)
- WHO: Dünya Sağlık Kuruluşu
(World Health Organisation)
- Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission)
- ISO: Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu (The International Standardisation Organisation). TSE Üyesi
- IUPAC: Uluslararası Teorik ve Uygulamalı Kimya Birliği (The International Union of pure and Applied Chemistry)
- EEC (AET): Avrupa Ekonomik Topluluğu (European Economic Community)
- OECD: İktisadi İş Birliği ve Kalkınma Kuruluşu (Organisation of Economic Cooperation and Development)
- European Council: Avrupa Konseyi
- AOAC: Resmi Analitik Kimyacılar Birliği (Association of official Analytical Chemists)
- WFO : Dünya Gıda Konseyi (World Food Council)
- UNICEF: Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (United Nations Childrens Fund)
- UNEP: Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme)
- IAEA: Uluslararası Atom Enerji Komisyonu (International Atomic Energy Agency)
- ICGFI: Uluslararası Besin ırradyasyonu Konsultasyonu Grubu (International Consultative Group on Food Irradiation)

İngiltere, Sri Lanka, Yeni Zelanda`da; "Gıda Maddelerinin satışını Düzenleme" ismiyle Federal Almanya, Malezya, Singapur`da; "Gıda, Sağlık" adıyla Japonya, Güney Kore`de yürürlüktedir.

Türkiye`de ise müstakil bir gıda kanunu yoktur. Genel sağlık kanunu (Umumi Hıfzısıhha kanununun 1930`da çıkarılmış, 1593 no:lu kanun) bazı kısımları içinde yer almıştır. Bunun dışında gıda mevzuatı ile ilgili "Gıda Maddelerinin ve Umumi Sağlığı İlgilendiren Eşya ve Levazımın Hususi Vasıflarını Gösteren Tüzük" (GMT), 1593 sayılı kanunun 199`uncu maddesine göre 1952 yılında çıkarılmıştır. Bu tüzük günümüze kadar birçok değişikliğe uğramıştır. 37 bölüm olan ve 716 madde içeren bu tüzükte genel hükümler için (1) bölüm; yiyecek ve içecekler (süt ve süttten yapılan gıda maddeleri; yemeklik nebati yağlar; etler v.b.), alkollü içkiler ve ke-yif vericilerle ilgili (27) bölüm; gıda ambalajında kullanılan malzeme; gıda kap-ları; yiyeceklerle ilgili levazım; oyuncaklar ve kullanacak eşya; pestisitlerle ilgili birer bölüm; temizlik malzemeleri ile ilgili (2) bölüm; ayrıca teftiş ve müteferrik hükümlerle ilgili (1) bölüm içermektedir.

Ülkemizde ayrıca "hayvensal kaynaklı gıda maddeleri", "bitkisel kaynaklı be-sin maddeleri", "su ürünleri ile ilgili kanun ve tüzükler" de gıda mevzuatı ile dolaylı ilgilidir.

Besin maddelerinin analizlerindeki prensipler: İnsanın yaşamı süresinde ihti-yacı olduğu temel besin maddelerini oluşturan organik maddelerin (yağlar ve lipid-ler, karbohidratlar, proteinler, vitaminler ve hormonlar) yanı sıra su ve mineral-ler de önemlidir.

Bu bölümde besin maddelerini ve daha genel olarak yiyecek ve içecekleri kul-lanılma şekillerine göre inceleyerek analiz prensiplerinden bahsedeceğiz. Buna gö-re besinlerimizi su, yağlar, hayvensal besinler (et ve ürünleri, balıklar, süt ve ürünleri, yumurta), bitkisel besinler (hububat ve ürünleri, meyveler ve sebzeler), tatlı maddeler (reçel, bal, helva gibi), alkollü içkiler, alkolsüz içkiler, tuz ve baharat şeklinde sıralayabiliriz.

1. Örnek (numune alma): Besin analizlerinde örnek alma çok önemlidir. Ancak iyi alınan bir örnekte yapılan analiz sonuçları besin maddesinin özelliklerini tem-sil edebilir.

Besin maddesinden alınan örnek miktarı (3) kere analiz yapma olanağını ver-melidir. Analiz sonucuna itiraz edilebileceği göz önüne alınarak, gönderilen örne-ğin yarısı (bir analize yeter miktarı) ayrılarak saklanır.

Orijinal ambalajlı besin maddelerinden (süt, meşrubat, alkollü içkiler, yağ, peynir gibi) örnekler bozulmamış ambalajdan yeteri kadar; gerektiğinde aynı marka ve aynı imalatçıdan birkaç orijinal ambalajlı olarak alınır.

Açık satılan besin maddelerinden ise çeşitli örnekler alınarak karışım bir örnek hazırlanır.

2. Ambalajlama: Sıvı besin örnekleri iyi temizlenmiş, kullanılmamış tıpalarla kapatılmış şişelere doldurulur. Katı yağlar (tereyag gibi), bal, sosis gibi besinler kavanozlara konarak, ağızları sıkıca kapatılır. Gerektiğinde parşömen kağıdı ile sarılarak bağlanır.

Alınan örneklerin ambalajları sarılıp sicimle bağlandıktan sonra, örneği alan ilgili yetkili kişi tarafından mühürlenmelidir. Ambalaj etiketlenerek satıcının ismi ve adresi, numunenin cinsi, miktarı, fiatı, örneğin alındığı tarih, yeri ve örneği alan kişinin ismi, numuneyi alan makam hakkında bilgi verilmelidir.

3. Örneğin laboratuara gönderilmesi ve analize hazırlanması: Numune ambalajı kırılmayacak, bozulmayacak şekilde kağıt, talaş veya saman içeren bir kutuya yerleştirilerek en kısa zamanda analizi yapılacak laboratuvara yollanır.

Laboratuvarda, besin maddesinin ambalajı dikkatle açılarak mühür, etiket ve ambalajla ilgili bilgiler kaydedilir. Analiz için besin maddesi örneğinin parçalanması, kıyılması veya masere edilmesi gerekir. Ayrıca analizden önce örnek iyice karıştırılır. Sıvı veya pulverize maddeler bir kaptan diğerine aktararak veya çalkalayarak kolayca karıştırılır. Donmuş besinler ise kesilerek veya ezilerek çeşitli yerlerinden alınan örnekler karıştırılır.

Tablo 5`de besin maddelerinden analiz için alınması gereken örnek miktarı gösterilmiştir. Ayrıca Gıda Maddeleri Tüzüğünde ve TSE tarafından standartları hazırlanmış besinlerden numune alma şekli ve miktarı belirtilmiştir.

Besin maddelerinin analizleri: a) Fiziksel ve kimyasal özelliklerini, b) bakteriyolojik durumunu, c) insan sağlığına zararlı maddelerin olup olmadığını araştırmak-toksikolojik analiz- d) besin maddesinin hile, taklit veya taşıyıcı edilip edilmediğini araştırmak için yapılır. Besin maddesinin kalite ve sağlık açısından kontrolü "Gıda Maddeleri Tüzüğünde belirtilen" esaslara göre değerlendirilir ve rapor düzenlenir.

Organoleptik inceleme: Besin maddesinin renk, koku, kıvam, lezzet ve görünüşlerini beş duyu organına dayanarak incelemektedir. Ayrıca analiz için gelen örneğin ambalajını, mühür, etiket gibi durumları gözden geçirerek kaydetmek gerekir. Özellikle bu durum analiz sonucuna itiraz etme halinde önemlidir.

Tablo - 5

Besin maddelerinin analizi için alınması gereken en az örnek miktarı

Besin maddesi	Numune miktarı	ve	alma şekli
Bira	2 orijinal şişede, (250 ml'lik)		kağıtla iyice ambalaj
Sirke	1 litre		"
Yağlar (katı) (tereyağ, margarin v.s.)	125.0 gram		Geniş ağızlı kavanoz- lara ve ağız sıkı ka- pali analize derhal gönderilmeli
Balık ve balık konserveleri	3 veya daha fazla ba- lık, açılmamış kon- serve şeklinde		Derhal analize gönderilmeli
Etlere ve konserveleri	125.0 gram orijinal ambalajlı		Kağıda iyice sarımalı, etler yalnızca cam kap içinde gönderilmeli
Alkolsüz içkiler(maden suyu, meyve suyu v.s.)	1 orijinal şişesi içinde(250-500 ml)		Temiz kuru şişeler içinde
Bal, suni bal	En az 125 gram orijinal ambalajlı		Geniş ağızlı cam kaplar (kavanozlar) içinde ve ağızları kapalı
Peynir	250 g veya 1 parça		Parşömen kağıdında veya orijinal ambalajlı
Süt	1 1/4 litre veya açıl- mamış ambalaj içinde orta büyüklükte		Temiz kuru şişelere ko- nur, derhal gönderilme- lidir
Hububat	125.0 gram		Kese kağıdı içinde
Su	1 litre		Ağız kapalı kuru ve temiz şişeler içinde
Sucuk, salam, sosis	125.0 g veya orijinal (ambalajlı en az 4 ta- ne içeren)		Geniş ağızlı cam kap- larda veya orijinal paketler
Şeker ve şekerli maddeler	125-250 g		Kavanoz veya uygun bir ambalaj içinde
Şarap ve benzeri şaraplar içkiler	1 litre		Temiz, kuru şişeler

Fiziksel Özellikler: Besin maddesinin ağırlığı, yoğunluğu, boyutları, ısısı, viskozite, erime noktası, donma noktası, optik çevirme, refraksiyon indisini saptamayı içerir.

Kimyasal Özellikler: 1) Besin maddesinin asidite ve pH'ı; 2) içerdiği su miktarı; 3) besi elementleri (yağ, protein, karbohidrat, vitaminler, hormonlar, mineraller gibi); 4) ayrıca üretim sırasında kullanılan ve amaçlı olarak o besin maddesinde bulunan katkı maddeleri (örneğin sucukta nitrit, margarinlerde boya, antioksidanlar gibi) aranması.

Besin maddesinin asidite ve pH'ını ölçmek birçok açılardan önem taşır. pH ölçülmesi laboratuvarda da görüleceği gibi elektrometrik yöntemlerle (pH metre, potansiyometre gibi) duyarlı bir şekilde ölçülebilir. Ayrıca tampon çözeltiler ile kolorimetrik olarak ve daha basit olarak da indikatör kağıtları ile doğrudan fakat duyarlık sınırları dar olan yöntemler, yerine göre kullanılabilir.

Birçok maddelerin olgunlaşması veya bozunmasında rol oynayan mikroorganizmaların ve enzimlerin etkisinde pH önemli bir faktördür.

Mayalar için optimum pH genel olarak 3.5-5, bakteriler için 3.5- 8 arası ise de, küf mantarları pH 4 de bile üreyebilirler. Tefessüh (kokuşmayı sağlayan) bakteriler için en uygun pH 7-8 dir. Fermantasyon bakterileri pH 4.5-5 arasında en yüksek aktivite gösterirler. Besin zehirlenmelerine neden olan en önemli Clostridium pH 4.5 üstünde üreyemez. Bu nedenle pH 4.5 üstünde olan konserve tiplerinde yüksek ısıda sterilizasyona gerek kalmaz (domates salçaları gibi). Etlerde pH ölçümü çok önemlidir. pH'sı 6.2 olan eti hemen kullanmak gerekir. Daha yüksek pH da ise kokuşmasından şüphelenilmelidir.

Aynı şekilde süt ürünleri olan peynir ve yoğurt yapımında da gerekli organizmaların aktivitesinde pH önemlidir. Örneğin peynir ve yoğurt olgunlaşmasında rol oynayan Lactobacillus bulgaris için maksimum pH 3.5 dur.

Besin maddelerinde pH yanında, çeşitli açılardan asidite tayini de önem taşır. pH tayini, yalnız iyonize (H^+) konsantrasyonunu verdiği halde, titrasyona dayanan asidite tayininde disosiyasyon olmamış asit moleküllerinin miktarı da saptanabilir. Besin maddesinin cinsine bağlı olarak saptanan asit miktarı çeşitli yorumlarda kullanılabilir. Örneğin 100 ml sütü, fenolftalein indikatörüne karşı nötralleştirmek için gereken N/4 NaOH miktarı (Soxhlet Henkel: S.H.yöntemi) 8 ml den fazla olursa, bu sütler "sağlığa zarar verecek şekilde" bozulmuş kabul edilir. Zeytinyağlarda ise asidite, hem sağlık açısından ve hem de zeytinyağları sınıflandırmak için tayin edilir. Ekstra-ekstra zeytinyağlarda asidite "oleik asit" cinsinden % 1.5'u geçmemelidir, % 4.5 üstünde ise sağlığa zarar verecek derecede bozulmuş kabul edilir. Sirkelerde ise, total asidite asetik asit cinsinden kabul

edilir ve gıda maddeleri tüzüğüne göre % 4 den az olmamalıdır.

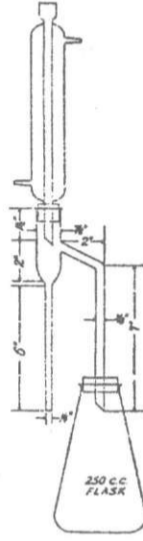
Su besin maddelerinin çoğunda bulunan bir besi elementidir. Ancak bir kısmı hiç su içermeyebilir (saf zeytinyağı gibi), fakat kristalize besin maddelerinde (şeker, tuz gibi) bile az miktarda kristallerinin yüzeyinde adsorbe olmuş şekilde su bulunur. Bitkisel ve hayvansal kaynaklı sellüler besin maddelerinde ise, bol miktarda su vardır. Örneğin yeşil yapraklı sebzeler % 90 veya daha fazla oranda su içerir.

Besin maddelerinde su 4 şekilde tutulabilir: 1) Serbest su (sıvı), besin maddeleri bunun içinde çözülmüş veya dispersiyon şeklinde bulunur, 2) hidrate su, 3) jel içinde kalan su, 4) katıların yüzeyinde adsorbe olmuş su. Hücresel yapıları besinlerde sitoplazmada, hücreler arasında ve dokularda bulunan su "serbest suya" örnektir. Hidrat suyu ise, su moleküllerinin besin maddelerinin bileşiminde bulunan serbest elektron taşıyan elektronegatif atomlarla (oksijen, azot gibi) hidrojen bağları oluşturması sonucu bulunur. Nişasta, protein ve tuzlar hidrat oluşturan besin maddeleridir. Bazı maddeler su ile temasta olunca suyu çekerek (imbibe) şişerler ve jel görünüşü alırlar. Bu su şeklinin de hidrojen bağı ile oluştuğu zannedilmektedir. Adsorbe olmuş ise, havada su buharına maruz her besin maddesinde bulunabilir. Örneğin kristal şeker yüzeyinde suyu adsorbe etmesi nedeni ile bir miktar su içerir.

Besinlerde su (rutubet) tayininde kullanılan en basit yöntem kurutma yöntemidir. Bunun için besin örneği düz tabanlı alüminyum, porselen veya platin bir kapsülde tartılır. Kabin besinle etkileşmemesi ve ayrıca su absorbe etmemesi gerekir. Çoğunlukla kapsüle ince bir kum, sünger taşı veya asbest tabakası besin maddesini desteklemesi ve kurumayı hızlandırmak için konulur. Kurutma sıcaklığı 100^o veya 105^oC ye ayarlanmış bir fırında kapsül ve muhtevası sabit tartıma gelinceye kadar yapılır. Kapsül yeniden tartılır ve aradaki farktan [(besin örneği + kapsül) ağırlığı - (kuruttuktan sonraki besin + kapsül) ağırlığı] besin maddesindeki su miktarı hesaplanır. Fruktoz gibi 100^oC bozulan bileşikler içeren besin maddelerinin kurutulması vakumlu fırında veya sülfirik asit içeren vakum desikatöründe yapılır.

Sudan başka da uçucu maddeleri içeren besinlerde su miktarı "su ile karışmayan çözücü distilasyonu" yöntemi ile yapılır (Şekil 6). Bunun için besin maddesi bir distilasyon balonuna konur, bu balon bir geri soğutucu ve distilatın toplandığı bir kaba bağlanır. Balondaki numune üzerine ksilen veya toluen gibi su ile karışmayan çözücü ilave edilir. Distilasyon sonucu dereceli kaptan toplanan su miktarının doğrudan okunması ile besinlerdeki oran bulunur.

Besin maddesindeki besi elementleri, besin katkı maddeleri, hile ve taşıyıcı amacı ile ilave edilen maddelerin aranması ve toksikolojik analizlere ise ilgili bölümlerde değinilecektir.



Şekil 6- Besinlerde su tayini

2- İÇME VE KULLANMA SULARI

İnsan vücudunun ağırlık olarak 2/3'ünü oluşturan su, canlı organizma için oksijenden sonra gelen en önemli maddedir. Erişkin bir insanın çevre koşulları, beslenme şekli ve günlük aktivitesine bağlı olarak su ihtiyacı 1-2.5 litre arasında değişir.

Su yeryüzünün % 71 ini kaplar, böylece su yeryüzünde en çok bulunan bileşiktir. Yediğimiz besinlerin başlıca bileşeni yine sudur. Sütte % 87, etlerde % 40-75, meyve ve sebzelerde % 80-85, ekmekte ise % 35 oranında su bulunur.

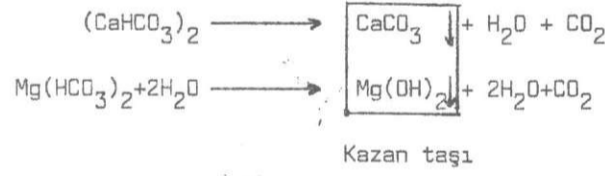
İçtiğimiz ve kullandığımız sular doğadan meteor suları (yağmur, kar), yeraltı suları (kuyu, kaynak) ve yeryüzü suları (nehir, göl, baraj) ile sağlanır.

İçme ve kullanma sularının özellikleri: Doğadaki su hiçbir zaman saf değildir. Az veya çok olarak birçok organik ve anorganik maddeleri içerir.

Anorganik Maddeler: Yağmur suları doğanın en saf suları olmakla içerebilecekleri kirlilik maddeleri ve ayrıca lezzetleri olmaması nedeni ile içilmeye elverişli değildir. Atmosferdeki şimşek çakması olayı sırasında elektrik enerjisi ile su kısmen hidrojen ve oksijene ayrılarak, havada bulunan CO₂ ve azot ile reaksiyona girer. Atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan amonyum tuzları (karbonat, nitrit ve nitrat) yağmur suyu içinde bulunurlar. Ayrıca yağmur suları yeryüzüne yağarken havada bulunan toz, mikrop, endüstri ve diğer kirli bölgelerin havasındaki kirlilikleri (metaller, SO₂ gibi) de beraberinde götürürler. Asit yağmurlara neden olabilirler. 1 litre yağmurun, 330 000 litre havayı yıkadığı düşünülürse, yağmur suyu havanın "atık suyu" olarak kabul edilebilir.

Suda, anorganik maddeler gaz ve tuzlar şeklinde bulunur. İçilebilen sularda O₂, CO₂ ve N₂ miktarı 1 litre suda 20-50 ml olabilir. Bunun % 50 si CO₂, % 16 sı O₂ ve % 33 kadarı ise N₂ dur. Sudaki CO₂ serbest olduğu gibi ayrıca karbonat ve bikarbonat tuzları şeklinde de bulunur.

Su sertliği: Sudaki toprak alkali metallerinin (en çok Ca ve Mg iyonları) miktarı ise su sertliğini oluşturur. Bu metallerin bikarbonat tuzları geçici sertliği oluştururlar. Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat tuzları suda çözünürler. Ancak kaynatma ile çözünmeyen tuzlara dönüşerek "kazan taşı" denilen çökeltiliyi oluştururlar.



Bu reaksiyon sonucu "bikarbonat" sertliği ortadan kalkar. Kalsiyum ve magnezyumun sülfat veya silikat (nitrat, klorür) tuzları ise "kalıcı sertliği" oluştururlar. Bazen bu sertliğe "karbonat olmayan sertlik" de denir. Toplam (bütün) sertlik ise ikisinin toplamına eşittir:

Toplam (bütün) sertlik: Bikarbonat (geçici) sertliği + karbonat olmayan (kalıcı) sertlik

Suyun sertliği "sertlik derecesi" ile ifade edilir: 1 Fransız sertlik derecesi (FS⁰) "litrede 10 mg CaCO₃ veya 8.4 mg MgCO₃ içeren suyun sertliği" olarak tanımlanır. Bütün sertliği 0-7 FS⁰ arasında olanlar yumuşak ve çok

tatlı sular; 22-23 FS⁰ arasında olanlar sert ve acı sular olarak tanımlanır. İçilecek iyi suların (menba suları) bütün sertlikleri ise 5 FS⁰ (tüzüğüme göre 10 FS⁰) den yukarı olmamalıdır.

Su sertliğinde kullanılan diğer tanımlar: 1 Alman derecesi (A.S⁰), "litrede 10 mg CaO veya 7.14 mg MgO içeren su sertliğinin" karşılığıdır. Litresinde 10 mg CaCO₃ veya 0.7 litrede 10 mg CaCO₃ içeren su sertliği ise İngiliz derecesi (I.S⁰) olarak tanımlanır. Amerikalılar ise litrede 1 mg CaCO₃ içeren su sertliğini birim olarak kabul ederek "1 sertlik derecesi= 1 ppm" olarak tanımlarlar.

Gıda Maddeleri Tüzüğümdede (GMT) su sertliği FS⁰ (F.d) olarak verilmiştir. 1 F.S⁰= 0.56 AS⁰ veya 0.7 IS derecesine karşılıktır.

Sularda, toprak alkali metalleri dışında geçtikleri jeolojik ve coğrafik kaynaklara bağlı olarak Na, K ve Fe, Cr, Cu, Zn, Mn, As, Pb gibi birçok zararsız veya zararlı (toksik) metal iyonları da bulunabilir. Tüzükte ve içme suyu standartlarında bu katyonların suda bulunabilecekleri miktarlar belirlenmiştir.

Suların hemen hepsinde klorür (Cl⁻) vardır ve daha çok NaCl olarak suya geçmektedirler. Her suda bulunacak Cl⁻ miktarını saptamak güçtür, yerine göre az çok değişir. Ancak suda Cl⁻ miktarının birden artması bu suyun özellikle kanalizasyon suları ile kirlenmesi ihtimalini gösterir. Bunun dışında suda sülfat bulunabilir. Suda önemli ve fakat az bulunan bir iyon ise fluorürdür. Besinler ve sularla vücudumuza total olarak 0.5-3 gram fluorür girer. Bunun % 98-99'u kemik ve dişlerde apatit (CaF₂) şeklinde yerleşmiştir. En önemli fluor kaynağı sudur. Alınan fluorür miktarının yeterli olmaması, özellikle sularda 0.6 ppm den az olduğunda, diş çürümesine yol açar. Bu durum hayatın ilk 6-7 yılı yani diş minesinin gelişme periyodu için önem taşır. Diğer taraftan fazla fluorür alınması, özellikle içme sularındaki 1.5 ppm den fazla fluorür olduğunda "endemik diş florizisi" ortaya çıkar. Besinlerle alınan fluor miktarı hemen hemen sabit (0.4 mg civarında) olduğu için sulardaki fluorür konsantrasyonu sağlık açısından önemlidir. Standartlarla alt ve üst sınır belirlenmiştir (Türk Standartlarında 1-1.5 mg/litre).

Organik maddeler: Sulardaki organik maddeler insan, hayvan ve bitkilerden kaynaklanabilir. İçme sularında total organik madde "bu maddeleri yükseltgemek için asitli ortamda sarfedilen KMnO₄ miktarı veya KMnO₄'ın verdiği oksijen miktarı" ile hesaplanır. Organik madde miktarının yüksek olması, özellikle hayvansal kaynaklı mikropların gelebileceği işaretini verdiği için önemlidir. Tüzüğüme göre içme ve kullanma sularında KMnO₄'den alınan oksijen miktarı litrede 3.5 miligramı geçmemelidir.

Suyun anorganik azotlu bileşikleri ($\text{NH}_3, \text{NO}_2^-, \text{NO}_3^-$) çoğunlukla proteinlerin mikrop veya bakteriler tarafından mineralizasyonu sonucu bulunurlar. Böylece amonyak, nitrit ve nitrat oluşur. İçilebilen sulara amonyak bulunmaz, Amonyak, proteinlerin toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanmış ilk bozunma ürünüdür. Sulara bulunan organik maddelerin mineralizasyonunun tam olmadığını gösterir.

Suda özellikle kirli sulara albuminoid amonyak ta bulunabilir. Azotlu maddelerden kolayca ayrılabilen amonyağa "albuminoid amonyak" denir. Albuminoid amonyak, sudan serbest amonyağın distilasyonla ayrılmasından kalan kalıntının alkali ortamda KMnO_4 ile muamele edilerek distillenmesi ile serbest hale geçer. Aynı şekilde nitritlerin de suda bulunması mineralizasyonun tam olmadığını gösterir ve sağlık için zararlıdır. Nitritler, amonyaktan topraktaki nitrozo bakterileri tarafından oluşturulurlar. GMT'ne göre içme sularında amonyak, albuminoid amonyak ve nitrit bulunmamalıdır.

Sulara nitratlar mineralizasyon sonucu bulunmaktadır. Nitritlerin topraktaki nitrat bakterileri tarafından yükseltgenmesi sonucu oluşur (Nitrifikasyon). İçilebilen sulara litrede 15-20 mg nitrat olabilir. İçme suyu standartlarına göre sulardeki nitrat miktarı litrede 45 miligramı geçmemelidir. Nitrat iyonu özellikle küçük çocuklarda methemoglobinemi ve siyanoz yapması açısından önem taşır.

İçme sularında fosfatlar bulunmaz. Suda fosfatın olması suyun kirlenmiş olabileceğini gösterir.

İçme sularında sentetik deterjanların aranması özellikle suyun içilebilirliği için gereklidir. Nehir sularına kullanma sonucu atılan deterjan aktif maddeleri (anyonik yüzey aktif maddeler: Dallenmiş ve düz zincirli alkil benzen sulfonatlar) gibi suların temizlenme ve dezenfeksiyonları sırasında parçalanabilirlik özelliklerine bağlı olarak içme sularına geçebilir. Ayrıca kanalizasyon ve su dezenfeksiyonu yapılmayan kırsal alanlarda, septik çukurlarda toplanan deterjanlar, toprağa ve oradan da kuyu sularına geçebilirler. Suda 0.8 ppm anyonik yüzey aktif madde olması suya sabunumsu bir özellik vererek köpürmesine yol açar. İçme sularında alkil aril sulfonat miktarı litrede 1.0 miligramı geçmemelidir. Avrupa topluluğu standartlarına göre bu değer lauril sülfat olarak 1 litre suda 200 µg (mikrogram)'ı geçmemelidir.

Bakteriyolojik inceleme: İçme sularının gerek içilebilirliği ve gerekse sağlık açısından kimyasal analizi yeterli değildir. Kimyasal analizlere göre su iyi olabilir, ancak patojen mikropları içermesi açısından sağlığa zararlı olabilir. Bu nedenle içme sularının bakteriyolojik analizleri gereklidir. Bu

amaçla en çok uygulanan yöntem, suda bulunan bütün bakterilerin sayılmasıdır. Ayrıca koliform bakteriler de sayılabilir. Genellikle suyun 1 mililitresinde total mikrop sayısı 10-100 arası ise çok temiz su ve 10^4 üstünde ise kirli su olarak kabul edilir. Türk Standartlarına göre menba sularında koliform bakteri hiç bulunmamalıdır.

Su Analizinde Kullanılan Yöntemler: Yer altından gelen bir suyun içilebilir olup olmadığını anlamak için önce yerinde ekspertiz yapılır. Sonra kimyasal ve bakteriyolojik analizler için usulüne göre örnek alınır. İçme suları şebeke suyu, kuyu suyu, kaynak (menba suyu) ve maden suyu gibi çeşitler gösterir. GMT de ise içme suları "kaynak (menba)" suları "içme ve kullanma suları" olmak üzere sınıflandırılmıştır. Kimyasal analizler için en az 2 litre su numunesi alınmalıdır. Numune kabı olarak renksiz ve kimyasal olarak temiz, camdan yapılmış ve ağzı kapakla kapatılan şişeler kullanılır. Şişe, numune almadan önce su ile en az üç kere çalkalanmalıdır.

Radyoaktivite ölçümü için numune alırken cam şişe yerine polietilen şişe kullanılmalıdır.

Bakteriyolojik muayeneler için su numuneleri 180°C lik kuru sıcaklıkta bir saat sterilize edilmiş, 100 ml lik nötr ve renkli şişelere alınmalıdır. Şişelerin kapakları, şişeye uyabilen steril, traşlı cam kapak, mantar veya kauçuk tıpa olmalıdır.

a) Suyun organoleptik ve fiziksel incelenmesinde tadı, kokusu, rengi ve görünüşü incelenir. Bu bir kaç damla KOH ile ısıtılırsa koku daha iyi duyulur. İçilebilen su berrak, renksiz, kokusuz ve sıcaklığı $8-10^{\circ}\text{C}$ arasında olmalıdır.

b) Fizikokimyasal analizinde ise suyun pH'sı kolorimetrik elektrometrik yöntemlerle tayin edilir. Serbest CO_2 içermeyen, bikarbonatsız karbonatları içeren suların pH'ları 8 den yukarıdır. Fenolftaleinle gül kırmızısı renk verirler. Kurşun boruları aşındırırlar. Karbonatsız fakat serbest CO_2 içeren suların pH değerleri 4.5-8 arasındadır. CO_2 yanında serbest asit içeren sular da karbonat veya bikarbonat bulunmaz. Bunların pH'ları 4.5 altındadır. Kaynatmakla pH 7'nin altında kalır.

Suyun elektriksel iletkenliği $10^{-6}\text{Ohm cm}^{-1}$ (mikroohm/cm) ile ifade edilir. İletkenlik suyun içerdiği tuzlarla değişir. Tuz miktarı arttıkça iletkenlik de artar. İletkenlik sudaki iyonların yer değiştirme özelliğine dayandığından sıcaklığın da etkisi vardır. Bu nedenle sonuçlar 25°C 'a göre verilir, ölçüm başka sıcaklıkta yapılıyorsa düzeltilmelidir. İletkenlik platin iki elektrodan oluşan ve bu iki elektrot arasına elektromotor kuvvet uygulanan "kondüktivite

cihazlarında" ölçülür. İletkenlikten yararlanarak sudaki çözülmüş madde miktarı (kuru kalıntı) hesaplanır:

$$\text{Kuru kalıntı (mg/l)} = 0.75 \times K_{25} \times 106$$

Burada K_{25} , 25°C deki iletkenliği gösterir.

İçme sularının kimyasal analizi 4 bölümde toplanarak incelenebilir:

1) Toksik maddeler tayini: Kurşun, krom (6), arsenik, selenyum, siyanür gibi toksik metal ve iyonlar aranır. Normalde bu maddelerin suda olmaması istenir. Gıda maddeleri tüzüğü'nün 417. maddesine göre kaynak sularında bu ve benzeri toksik maddeler hiç olmamalıdır. İçme ve kullanma sularında ise belirli bir değeri (müsaade edilen maksimum konsantrasyon) aşmamalıdır (Tablo 6.).

2) Sağlığa etki eden maddeler: Fluorür, nitrat iyonlarının tayini bu gruba girer.

3) İçilebilme özelliğini etki eden maddelerin tayini: Renk, bulanıklık, koku ve tad, buharlaştırma kalıntısı, demir, mangan, bakır, çinko, sertlikle ilgili iyonlar (kalsiyum, magnezyum), total sertlik bütünü, sülfat, klorür, pH, serbest klor, fenolik maddeler, deterjan aktif maddesi (alkil benzil sülfonat) tayinleri bu gruba girer.

4) Kirlenmeyi belirten maddeler: Toplam organik madde tayini, nitrit ve amonyağın nitel ve nicel analizleri sularda kirlilik kriteri olarak kullanılır.

İçme sularında rutin olarak yapılması gereken kimyasal analizlerle ilgili yöntemlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

Komparatörle pH ölçümü: Bu yöntemde prensip, belli bir pH aralığında indikatör çözeltisinin su ile verdiği rengin, hazırlanmış renk diskleri ile komparatörle karşılaştırılmasına dayanır. Örneğin bromtimol mavisi pH 6-7.6 arası için kullanılır.

Aletin her iki küveti pH'ı tayin edilecek su ile doldurulur. Küvetlerden birincisine renk diskine uygun indikatör çözeltisi belirtilen miktarda damlatılır. Renkli pH diski aletteki yerine konduktan sonra, indikatör ilave edilmiş su örneğinin rengi köre karşı (birinci küvetteki su), renk diski ile aletin gözleme yerinden gözle karşılaştırılır. Aynı rengin sağlanması için disk çevrilir ve bu noktada okunan rakam suyun pH değerini verir.

Sertlik Tayini:

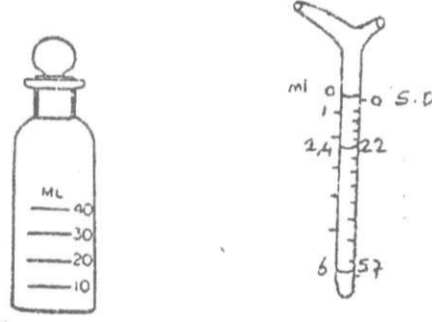
1. Sabun çözeltilisi ile toplam sertlik tayini (Boutron ve Boudet yöntemi):

En eski pratik bir yöntemdir. Yöntemin prensibi suda çözülmüş bulunan toprak alkalisi metal tuzlarının sabun çözeltilisi ile çöktürülmesinden sonra, suyun köpürmesine dayanır. Kullanılan sabun çözeltilisi zeytinyağ sabunu (oleik asit tuzu) ise, reaksiyon aşağıdaki gibi gösterilir.



Teknik: Volumetrik yöntemdir. Bunun için hidrotimetri şişesi ve büreti kullanılır (Şekil 7). Sabun çözeltilisinin ayarı standart % 0.55'lik $BaCl_2$ veya % 0.0574 lik $Ba(NO_3)_2$ çözeltilisi ile yapılır. Kullanılan $BaCl_2$ veya $Ba(NO_3)_2$ saf olmalı ve kullanılmadan önce 2 saat sülfirik asitli desikatörde kurutulmalıdır.

Sabun çözeltilisi ise saf zeytinyağ sabunundan hazırlanır.



Şekil 7- (a) Hidrotimetri şişesi, (b) Hidrotimetri büreti

Sabun çözeltilisinin ayarı: Hidrotimetri şişesine tam 40 ml standart baryum tuzu çözeltilisi konur ve hidrotimetri büretine konulan sabun çözeltilisi ile titre edilir. Her damladan sonra şişenin ağzı kapatılarak çalkalanır. Titrasyona 1.5-2 cm kalınlığında ve 5 dakika dayanıklıkta köpük oluşuncaya kadar devam edilir. Sabun çözeltilisinin ayarı tam ise büretteki sarfiyat 22.5 FS^0 ne karşılık olmalıdır. Sabun çözeltilisi derişik ise alkolle seyreltilir, seyreltik ise sabun ilave edilir (Şekil 7).

Suda sertlik tayini için 40 ml numune hidrotimetri şişesine konur. Ayarlanmış sabun çözeltilisi ile dayanıklı köpük elde edilinceye kadar titre edilir. Bu yöntemle sertlik bütünü tayin edilir.

2. Kompleksometrik yöntemle sertlik tayini: Kompleksometrik yöntemle sularda Ca^{++} ve Mg^{++} miktarları ayrı ayrı tayin edilebilir, ayrıca total sertlik de hesaplanabilir. Standart yöntemler arasına girmiş olan bu yöntemin prensibi, etilendiamintetraasetik asitin (EDTA) yükseltgenme basamağı (değerliği) birden yüksek olan metallerle çok sağlam kompleksler vermesine dayanmaktadır. Bu amaçla EDTA'nın en çok disodyum dihidrojen şekli (versen: Na_2H_2EDTA) kullanılmaktadır.

Metal iyonu (Me^{+2}) standart Na_2H_2EDTA ile titre edilirken uygun pH ve uygun indikatör (İnd) seçilmelidir. Boyar madde olan indikatörün özelliği, metal iyonu ile suda çözünen bir kompleks vermesi ($Me^{+2} - İnd$) ve bu kompleksin de serbest boyaya göre renginin oldukça farklı olmasıdır. Örneğin Ca^{++} tayininde amonyum purpurat (müreksit) indikatör olarak kullanılır. pH 12'de (Ca^{+2} -müreksit) kompleksinin rengi kırmızı olduğu halde serbest müreksidin rengi mor-menekşedir. Diğer taraftan bu (Me^{+2} -İnd) kompleksi, Me^{+2} -EDTA kompleksinden daha az dayanıklı olmalıdır.

İşte bu özelliklere göre uygun pH da (Me^{+2} -İnd) kompleksi standart Na_2H_2EDTA ile titre edildiğinde:



Daha sağlam (Me^{+2} -İnd) kompleksi oluşurken indikatör serbest hale geçer. Dönüm noktası indikatörün serbest renginin belirlenmesi ile tayin edilir.

Teknik (TS-266'a göre kalsiyum tayini): 50 veya 100 ml su örneğine 1-2 ml sodyum hidroksit çözeltisi (80 gram NaOH suda çözülerek 1 litreye tamamlanır) ilave edilir. pH 12 olmalıdır. 3-5 damla indikatör çözeltisi (50 mg amonyum purpuratın 50 ml mutlak alkoldeki suspansiyonu) damlatılır. Renk pembeden (Ca -müreksit kompleksinin rengi) leylak moruna (serbest müreksit rengi) dönünceye kadar ayarlanmış versanat çözeltisi ile titre edilir.

Versanat çözeltisi: 4.0 gram versen (disodyum dihidrojen etilendiamintetraasetat dihidrat) 1 litre suda çözülerek hazırlanır. Standart kalsiyum çözeltisine karşı ayarlanır. Standart kalsiyum çözeltisi ise 100 mg kimyaca saf kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) az miktarda hidroklorik asitle çözülmesi ve distile su ile 100 ml ye seyreltilmesi ile hazırlanır. Bu çözeltinin 1 ml si= 1 mg $CaCO_3$ (veya 0.4 mg kalsiyum) eşdeğerdir (bu çözeltinin normalitesi 0.01 N dir).

Hesap: Sarfedilen versenat çözeltisinin hacmi S_1 ml olsun 10 ml standart CaCO_3 için yukarıda açıklanan tekniğe göre yapılan titrasyon sonucu sarfedilen versenat çözeltisinin hacmi S_2 ml olsun. Alınan su miktarı 100 ml ise, numune-deki kalsiyum miktarı:

$$\text{Kalsiyum(mg/l)} = \frac{10}{S_2} \times S_1 \times 0.4 \times 10 = \frac{S_1}{S_2} \times 40 \text{ olarak bulunur.}$$

Magnezyum tayini: Bu yöntemle önce $(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$ tayini yani bütün sertlik tayin edilir. Ayrıca Ca^{++} tayini de yapılır. Mg^{++} miktarı ise $(\text{Ca}^{++}, \text{ ve } \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$ tayininde sarfedilen versenat miktarları farkından hesaplanır.

25 ml su örneği, damıtık su ile 50 ml ye seyreltilir, 1 ml tampon çözeltisi ile pH 8-11.5 arasında olması sağlanır (tampon çözeltisi: 67.5 g amonyum klorür 570 ml derişik amonyakta çözülerek distile su ile litreye tamamlanır). İndikatör çözeltisinden 1-2 damla ilave edilir. İndikatör olarak "eriokrom siyahı" kullanılır ve 0.5 gram maddenin 100 ml % 60-80 lik etil alkolde çözülmesi ile hazırlanır.

Bu şekilde hazırlanan numune, ayarlanmış versen ile renk şarap kırmızısından mavi renge dönüncüye kadar titre edilir. Bu titrasyonda sarfiyat toplam $(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$ miktarına karşılıktır.

Hesap: Önce 25 ml su örneğindeki kalsiyum için sarfedilen versen çözeltisi miktarı (V_1 ml), total $(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$ için sarfedilen versen miktarı da (V_2 ml) olsun. Ayarlamada 10 ml standart CaCO_3 çözeltisi için S_2 ml versen sarfedilsin 25 ml su örneği ile çalışıldığında magnezyum miktarı:

$$\text{Mg}^{++} \text{ (mg/ml)} = \frac{10}{S_2} \times 0.24 \times 40 (V_2 - V_1) = \frac{96}{S_2} (V_2 - V_1)$$

formülü ile hesaplanır. 1 ml standart versen çözeltisi 0.24 mg magnezyuma eşdeğerdir.

Toplam sertlik Fransız derecesi (FS°) olarak:

$$\text{FS}^\circ = V_2 \times \frac{1000}{S} \times \frac{0.5}{10}$$

formülü ile hesaplanır.

Not: 50 ml su örneği alındığında sarfedilen 0.01 N versenat çözeltisinin hacmi su örneğinin toplam sertlik derecesine (FS°) eşittir.

Suda deterjan (alkil benzen sülfonat aranması, TS 266`a göre):

Sulardaki deterjan aktif maddesi (anyonik) metilen mavisi yöntemi ile aranır. Linear alkil benzen sülfonat (LAS) ve dallanmış alkil benzen sülfonatlar (ABS) metilen mavisi ile mavi renkli bir tuz oluştururlar. Bu tuz kloroformda mavi renkte çözülür. Bu rengin şiddeti ABS veya LAS konsantrasyonla orantılıdır.

Teknik: Uygun miktarda su örneği ayırma hunisine konur ve fenolftalein indikatörüne karşı N NaOH ile alkali yapılır ve 1 N H₂SO₄ ile renk giderilir. 10 ml kloroform ve 25 ml metilen mavisi reaktifi ilave edilir, 30 saniye iyice çalkalanır. Kloroform fazı ikinci bir ayırma hunisine aktarılır. Birinci ayırma hunisindeki sulu faz 3 defa 10`ar ml kloroform ile çalkalanarak, tüm kloroform fazları ikinci ayırma hunisinde birleştirilir. Birleştirilen kloroform fazı 50 ml yıkama çözeltisi (68 ml derişik sülfirik asit ve 50 gram monosodyum hidrojenfosfat içeren sulu çözelti bir litreye distile su ile tamamlanır) ile 30 saniye kuvvetle çalkalanarak yıkanır, sulu faz atılır. Kloroform fazı cam pamuğundan 100 ml`lik bir balonjojeye süzülür. Kloroform ile 100 ml ye seyreltilir ve karıştırılır. Çözeltinin optik dansitesi 652 nm de (nanometre=milimikron, 10⁻⁹ m) köre karşı okunur. Kür (blank), su örneği yerine distile suya aynı işlemlerin uygulanması ile hazırlanır.

Metilen mavisi çözeltisinin hazırlanması: 100 mg metilen mavisi 100 ml distile suda çözülür. Bu çözeltiden 30 ml alınır. Üzerine 500 ml distile su, 6.8 ml derişik sülfirik asit ve 50 gram monosodyum hidrojenfosfat (NaH₂PO₄H₂O) ilave edilir. Çözününceye kadar karıştırılır, su ile litreye tamamlanır.

Kalibrasyon:Standart (saf) linear alkil sülfonatın (LAS) suda % 0.1 lik stok çözeltisi hazırlanır. Çözelti soğukta saklanırsa 1 hafta dayanır. Stok standardın 10 kez seyreltilmesi ile (10 ml stok distile su ile 100 ml ye tamamlanır) hazırlanan standard ile kalibrasyon yapılır. Bunun için seyreltilmiş standard çözeltiden 0.0 ile 20.0 ml arasında (0.0-20 mikrogram) değişen en az 5 seri hassas olarak alınır. Ayırma hunilerine konur ve 100 ml ye distile su ile tamamlanır. Yukardaki teknik aynen uygulanır. Okunan absorbanlara (ordinatta) karşı konsantrasyon (apsisde) grafiği çizilerek standard eğri hesaplanır. Her analiz için grafik yeniden hazırlanır.

Hesaplama Numunenin absorbansı grafikten mikrogram (μg) LAS olarak okunur ve:

$$\text{mg/l toplam LAS} = \frac{\mu\text{g LAS}}{\text{ml numune}}$$

formülü ile hesaplanır, sonuç yüzey aktif madde (metilen mavisi-aktif madde: MBAS) miktarı olarak verilir. Bu yöntemle 0.01 mg/l aktif madde (0.01 ppm) den aşağısı tayin edilemez.

Gıda maddeleri tüzüğünde, suda bulunabilecek deterjan aktif maddesi ile ilgili bir hüküm yoktur. TS. 266 içme sularında 0.5 mg/l ABS müsaade edilebilir değer, 1.0 mg/l ABS ise maksimum değer olarak verilmiştir (Tablo 7'e bakınız).

Organik maddeler tayini: Suda yükseltgenebilen organik maddelerin bulunması o suyun kirlenmiş olabileceğini gösterir. Bu nedenle sudaki organik maddelerin tayini rutin su analizleri arasında yer almaktadır. Sudaki total organik maddeler "suyun yükseltgenebilme özelliğinin tayini" ile ölçülür. "1 litre sudaki yükseltgenebilen maddelerin asit ortamda yükseltgemek için harcanan miligram potasyum permanganat (mg KMnO_4) veya buna eşdeğer miligram oksijen" miktarı sudaki organik maddenin kantitatif ölçüsü olarak kabul edilmiştir.

Bunun için bir balona 100 ml su örneği 3 hacim su ile seyreltilmiş 10 ml sülfirik asit konur ve hemen kaynatılmaya kadar ısıtılır. Bir büretten tam 10 ml standard potasyum permanganat (N/100 okzalit çözeltisine karşı ayarlanmış) çözeltisi ilave edilir ve kaynar su banyosunda yarım saat bekletilir. Bu süre sonunda numuneye hemen büretten tam 10 ml N/100 okzalit çözeltisi ilave edilir. Sıcak iken KMnO_4 çözeltisi ile hafif pembe renge kadar titre edilir.

Okzalit çözeltisi: 0.8682 gram bir mol su içeren saf amonyum okzalit $[(\text{NH}_4)_2 \text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ veya 0.768 gram 2 ml su içeren okzalik asit ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) veya 0.837 gram susuz sodyum okzalit suda çözünerek distile su ile 1 litreye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml'si 0.0001 gram (0.1 miligram) oksijene eşdeğerdir.

Hesaplama: Bu yöntemle geri titrasyon için sarfedilen KMnO_4 sarfiyatı (S_1) ml ise total olarak (10 + S_1) ml KMnO_4 kullanılmıştır. Okzalik asit ile ayarlama 10 ml okzalik asite karşı (S_2) ml KMnO_4 kullanılmış ise (10 + S_1) - S_2 ml KMnO_4 (N/100), 100 ml su için sarfedilmiştir. KMnO_4 'ın ayarı 10/ S_2 , 1 ml N/100 KMnO_4 karşılığında 0.08 mg oksijen olduğuna göre:

Organik madde (O_2 mg/l) = $(10 + S_1 - S_2) \times \frac{10}{S_2} \times 0.08 = \frac{10 + S_1 - S_2}{S_2} \times 8$
formülü ile hesaplanır veya daha genel olarak:

$$(O_2 \text{ mg/l}) = (10 + S_1 - S_2) N \times 8 \times 10$$

formülü ile hesaplanır. Burada N, $KMnO_4$ 'ın normalitesidir.

Gıda maddeleri tüzüğüne göre kaynak sularındaki organik madde miktarı litrede 2 ml/1 oksijeni, içme ve kullanma sularında ise 3.5 mg/1 oksijeni geçmemelidir.

Suda amonyak tayini:

Sularda kirlilik indeksi olarak serbest amonyak ve albuminoid amonyak aranır ve mevcudiyetlerinde miktar tayini yapılır.

Suda serbest amonyak bulunması, suyun geçtiği toprağın kirlendiği ihtimalini gösterir ve böyle bir su sağlık için tehlikeli demektir.

1. Sularda amonyak aranması: Nessler reaktifi $[K_2(HgI_4)]$ + KOH ile amonyağın sarı kahverengi renk ($NH_2Hg_2I_3$) vermesine dayanır. Bunun için analiz edilecek su örneğinden 50 ml alınır ve Nessler tüpüne (15 cm yükseklik, 27 mm iç çap) 1 ml senyet tuzu (100 gram potasyum-sodyum tartaratın 200 ml amonyaksız suda çözülmesi ile hazırlanır) ilave edilir ve karıştırılır. Bundan sonra 1 ml Nessler reaktifi ilave edilir, tekrar karıştırılır ve 10 dakika bekletilir. Amonyak mevcudiyetinde su örneğinin rengi sarıdan kahverengiye kadar değişir. Ayrıca amonyaksız saf distile su ile de paralel çalışarak karşılaştırma yapılmalıdır (kör deney).

Amonyagın Nessler reaktifi ile verdiği renk şiddeti, amonyak konsantrasyonunu ile orantılı olduğu için, bu yöntemle sudaki amonyak miktarı, aşağıda açıklandığı gibi, yarı kantitatif veya kantitatif olarak tayin edilebilir. Aromatik aminler, organik kloraminler, aseton ve aldehitler Nessler reaktifi ile sarımsı ve yeşil renk vererek amonyak aranmasını bozarlar. Bu durumda, bazik ortamda su distile edildikten sonra distilatta amonyak aranmalıdır. Bu yöntemle 0.05 - 2.5 mg NH_4^+ /l suda tayin edilebilir.

2. Aktif klor içeren sularda standard yöntemle göre amonyak aranması ve tayini:

Teknik: a) Suda kalıntı (bakiye) klor bulunuyorsa, numuneden önce klor uzaklaştırılmalıdır. Sudaki klor % 0.35 lik sodyum tiyosülfat çözeltisi, % 0.09 luk sodyum sülfid (Na_2SO_3) veya % 0.1 lik sodyum meta arsenat ($NaAsO_3$) çözeltisi ile giderilebilir. Bunun için 500 ml su numunesi 1 ml "klor uzaklaştırıcı" çözelti ile muamele edilir.

b) Kloru uzaklaştırılmış sudan 100 ml alınarak 1 ml çinko sülfat çözeltisi (100 gram $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ distile su ile litreye tamamlanır), 0.4-0.5 ml % 25 lik NaOH veya KOH çözeltisi ilave edilerek karıştırılır ve pH 10.5`a ayarlanır. Karışım birkaç dakika bekletildikten sonra süzülür veya santrifüj edilerek Ca, Mg, Fe ve sülfür iyonlarının meydana getirdiği çökelek uzaklaştırılır.

c) Süzütünün ilk 25 ml`si atıldıktan sonra kalan kısımdan 50 ml alınır. 1-2 damla Seignette tuzu, 1 ml Nessler reaktifi ilave edilir karıştırılır. Karışım Nessler silindirine (27 mm iç çapında, 15 ve 50 ml lik yerleri işaretlenmiş renksiz camdan yapılmış tüpler) aktarılır.

d) Aynı şekilde standard amonyum klorür çözeltisinden (1 ml de 0.01 mg NH_4^+ içerecek şekilde hazırlanan) 0.05; 2; 2.5 ve 3.0 ml Nessler tüplerine konur, saf distile su ile 50 ml ye seyreltilir ve 1 ml Nessler reaktifi ilave edilir. Böylece 0-60 mg/l NH_4^+ içeren standardların verdiği renk şiddetleri elde edilir.

e) Numunedeki amonyak miktarı, standartlarla karşılaştırılarak bulunur. En basit olarak, gözle yarı kantitatif değerlendirme yapılabilir. Kolorimetrik veya spektrofotometrik yöntemle amonyak miktarı daha hassas tayin edilebilir. Spektrofotometrik yöntemde önce standartların absorbanası 425 nm de amonyaksız saf su ile hazırlanan köre karşı okunarak kalibrasyon eğrisi hazırlanır. Numunenin amonyak miktarı, absorbanası okunduktan sonra grafikten hesaplanır.

Bu yöntemle serbest amonyak tayini yapılır. Tüzüğe ve içme suyu standartlarına göre gerek kaynak gerekse içme sularında amonyak bulunmamalıdır.

Albuminoid amonyak: İçme sularında nadiren aranır. Ancak kirlenmiş sularda araştırılır. İçme ve pis sularda albuminoid amonyak aramak için önce serbest amonyak distilasyonla ayrılır. Kalan su örneğine kuvvetli alkali potasyum permanganat çözeltisi ilave edilerek proteine bağlı substitüe olmamış amino grupları amonyağa dönüştürülür. amonyak distillenerek distilatta toplanır. Kolorimetrik veya titrimetrik olarak tayin edilir.

Nitrit araştırılması:

Kaynak ve içme sularında nitrit bulunmamalıdır. Nitrit kirlenmeyi belirten maddeler arasındadır. Rutin analizlerde suda nitrit nitel olarak araştırılır. İcabında miktar tayini de yapılır.

Nitritin kalitatif (nitel) olarak belirlenmesi: Bu amaçla kullanılan yöntemin prensibi, asit ortamda nitritin kadmiyum iyodür (CdI_2) veya çinko iyodürden (ZnI_2) den serbest iyodu açığa çıkarması ve iyodun da nişastayı maviye boyamasına dayanır. Bunun için 50 ml su örneğine 1 ml nişasta-iyodür çözeltisi ilave edilir. 10 dakika beklenir. Mavi renk teşekkülü nitrit mevcudiyetini gösterir. Daima kör deneyle karşılaştırma yapılmalıdır.

Nişasta-iyodür çözeltisi hazırlanışı: 20 gram $ZnCl_2$, 100 ml distile suda çözülür. 5 gram nişasta ilavesiyle homojen bir emülsiyon elde edilinceye kadar kaynatılır, 2 gram ZnI_2 ilave edilir ve su ile 1 litreye tamamlanır.

($ZnCl_2 + ZnI_2$) yerine ($NaCl + CdI_2$) de kullanılabilir. "Tromsdorf belirteci" adı verilen bu çözeltinin hazırlanışı: 5 gram eriyebilen nişasta 100 ml su ile kaynatılır. Bu karışıma 20 gram $NaCl$ ilave edilerek soğutulur. Bu miktar suda çözülmüş 3 gram CdI_2 de katılarak 1 litreye distile su ile tamamlanır.

Nitrit miktarı tayini: Kullanılan yöntemin prensibi, nitritin pH 2-2.5 aralığında alfa-naftilamin ile diazolanırılmış sülfanilik asitle kenetleme ürünü olan kırmızımsı-mor azo boyar maddesi vermesi ve bu renk şiddetinin kolorimetrik veya spektrofotometrik tayinine dayanır. Bu yöntemle 0.5 mg/l ye kadar nitrit tayin edilebilir.

Deneyin yapılışı: Eğer numunede suspansiyon halinde renkli ve katı maddeler bulunuyorsa, alüminyum hidroksit çözeltisi ile çöktürülür veya amonyak tayinindeki ön işlemler uygulanır. 50 ml su örneği Nessler tüpüne konur. 1 ml sülfanilik asit çözeltisi ilave edilir ve karıştırılır. Bu durumda suyun pH'sı 1.4 olmalıdır. 3-10 dakika beklendikten sonra 1 ml alfa-naftilamin hidroklorür reaktifi, 1.0 ml % 16.4 lük tampon sodyum asetat çözeltisi ilave edilerek karıştırılır. pH 2.0-2.5 aralığında olmalıdır. Nitrit varsa kırmızı-mor renk oluşur. Bu renk 10-30 dakika sonra standard nitrit çözeltilerinin verdiği renkle karşılaştırılır.

Sülfanilik asit çözeltisinin hazırlanışı: 0.60 gram sülfanilik asit, $NH_2C_6H_4SO_3H$, 70 ml sıcak distile suda çözülür, 20 ml derişik HCl ilave edilerek su ile 100 ml ye tamamlanır.

Alfa-naftilamin hidroklorür çözeltisi: 0.60 gram madde 1 ml derişik HCl içeren suda çözülür ve su ile 100 ml'ye tamamlanır.

Standard nitrit çözeltisi, ml de 1 mg nitrit içeren stok $NaNO_2$ (100 ml de 0.150 gram $NaNO_2$) çözeltisinin 100 kere seyreltilmesiyle hazırlanır. Böylece 1 ml de 0.001 mg nitrit içeren standard $NaNO_2$ çözeltisinden 0.1; 0.2; 0.5; 1.0; 1.5 ve 2.0 ml Nessler tüplerine konur ve 50 ml ye tamamlanır. Bu şekilde litrede 0.02 mg ile 4 mg arasında nitrit içeren seri standardlar hazırlanmış olur.

Bu standard çözeltilere numunelere benzer şekilde işlem yapılır. Karşılaştırma gözle veya kolorimetre ile yapılır. Spektrofotometrik olarak daha duyarlı tayin (520 nm de) yapılabilir. Gıda maddeleri tüzüğüne göre kaynak su ve içme sularında nitrit hiç bulunmamalıdır.

Sularda nitrat tayini:

Sularda nitrat iyonunun analizi suyun içilebilirliği ve sağlık açısından değerlendirilmesi amacı ile yapılır. Sudaki yüksek miktardaki nitrat insanlarda methemoglobinemiye neden olur. Çocuklar ise daha duyarlıdır. Bu nedenle Gıda Maddeleri Tüzüğüne göre kaynak sularında nitrat litrede 25 mg , içme ve kullanma sularında ise 45 mg üst sınır değer olarak verilmiştir.

İçme sularında nitrat tayini (fenol disülfonik asit yöntemi ile): Yöntemin prensibi, nitratın 2,4-fenol disülfonik asit ile 6-nitro-2,4 fenol disülfonik asit vermesi ve bu asidin sarı alkali tuzunun oluşturularak kolorimetrik tayinine dayanır. Suda 10 mg/1 den fazla klorür olması sonucun düşük bulunmasına neden olur. Ayrıca suda nitrit varsa, önce nitrit tayini yapılır. Sonra nitrit, $KMnO_4$ ile nitrate yükseltgenerek total nitrat tayini yapılarak aradaki farktan nitrat miktarına geçilir.

Teknik: Sudaki renk ve bulanıklık amonyak analizinde açıklanan şekilde ön işleme giderilir. Sudaki klorür gümüş sülfat çözeltisi (1 ml $AgSO_4$ çözeltisi 1 ml klorüre eşdeğer olacak şekilde hazırlanır) ile çöktürülür. Çökelek santrifüjle veya süzülerek uzaklaştırılır. Çözelti pH 7 olacak şekilde nötralize edilir. Porselen kapsülde uçurulur. Kalıntı 2 ml fenol disülfonik asit reaktifi ile çözülür. 20 ml distile su ile seyreltilir. Karıştırılarak 5-6 ml 12 N KOH çözeltisi ilave edilir. Karışım 50 ml lik Nessler tüpüne konur ve işaret çizgisine kadar seyreltilir. Renk şiddeti standartlarla gözle karşılaştırılarak miktar tayinine geçilir. Spektrofotometrik olarak tayinde ise köre (nitratsız su ile hazırlanır) karşı 410 nm de okunarak yapılır.

Fenol disülfonik asit reaktifi: 25 gram saf beyaz fenol 150 ml derişik H_2SO_4 içinde çözülür. 75 ml dumanlı sülfirik asit ilave edilerek iyice karıştırılır ve 2 saat su banyosunda ısıtılır.

Standard nitrat çözeltisi: Litrede 0.772 g susuz potasyum nitrat içeren (1 ml su 0.1 mg azot içerir) stok çözeltilerden hazırlanır. Bunun için 50 ml stok çözelti su banyosunda kuruluğa kadar uçurulur. Kalıntı 2 ml fenol disülfonik asit çözeltisinde çözülür ve distile su ile 500 ye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml si 0.01 mg azot (veya 0.0443 mg nitrat) içerir.

İçme sularında nitrat, fenol disülfonik asit yerine sodyum salisilat kullanılarak da tayin edilebilir. Prensipte yine aynı olup, kuvvetli asitli ortamda nitrolanan salisilik asitin alkali ortamda sarıya boyanması ve bu rengin kolorimetrik ölçülmesine dayanır.

Suda 200 mg/l klorür ve 5 mg/l demir-2- bulunması deneyi bozar. Ön işlemlerle bu iyonların uzaklaştırılması gerekir.

İçme sularında klorür tayini:

Gıda maddeleri tüzüğüne göre kaynak sularında klorür en fazla 30 mg/l, içme ve kullanma sularında ise 600 mg/l olabilir. Suda klorür miktarının birden artması suyun lağım sularıyla kirlenmiş olabileceğini gösterir. Bu da diğer kirlilik indeksi analizlerle kesin olarak anlaşılır. Ayrıca yüksek miktarda klorür suyun lezzetini bozar.

İçme sularında klorür Mohr yöntemi veya (çok düşük miktardaki klorür için) cıva (II) yöntemi ile tayin edilir.

Mohr yöntemi: Prensipte, sudaki klorürün standard AgNO_3 çözeltisi (0.0282 N AgNO_3 , 1 ml si = 1 mg Cl^- e eşdeğer) ile titrimetrik tayinine dayanır. İndikatör olarak % 5 lik klorsuz potasyum kromat çözeltisi kullanılır. Bu yöntemde asitler, alkaliler, demir sülfat, sülfür, serbest kükürtlü hidrojen ve organik maddelerin fazlası bozar. Bu nedenle suyun ön işlemlere tabi tutularak bu bozucu maddelerden kurtarılması gerekir.

Analiz için, gerektiğinde ön işlemler uygulanmış 100 ml su örneği alınır. Suyun özelliğine göre, 0.5 N H_2SO_4 veya 0.5 N NaOH ile, pH 7-10 arası yapılır. 1 ml kromat çözeltisi ilave edilir. AgNO_3 çözeltisi ile renk sabit esmer kırmızı renk alınca kadar titre edilir (S_1 ml). Diğer taraftan aynı işlem saf distile suya uygulanır (S_2 ml). İki sarfiyat arasındaki fark (ml olarak) 10 ile çarpıldığında litredeki klorür miktarı bulunur: $(S_1 - S_2) \times 10 = \text{mg klorür/l su}$

Cıva (II) yöntemi: Çok az klorür içeren sulara uygulanır. Prensipte Cıva (II) iyonlarının klorür iyonları ile suda çözünmeyen (HgCl_2) vermesine ve tüm klorür çöktükten sonra serbest Hg(II) nin difenilkarbazonla mavi-menekşe renkte kompleks bileşik vermesine dayanır.

Teknik: 100 ml su örneğine 1 ml derişik nitrik asit ve 1 ml alkolde hazırlanmış difenilkarbazonunun % 0.1 lik çözeltisi ilave edilir. Standard klorür (NaCl) çözeltisine karşı ayarlanmış Hg(II) nitrat $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisi ile menekşe renge kadar titre edilir. Ayrıca kör deney yapılarak iki sarfiyat arasındaki fark hesaplamada kullanılır.

Standard NaCl çözeltisi, toz edilmiş ve kurutulmuş saf 1.6486 gram NaCl`ün suda çözülerek 1 litreye tamamlanması ile hazırlanır. Bu çözeltinin 1 ml si 1 mg klorür içerir. Cıva (II) nitrat çözeltisi ise, 4.832 gram $Hg(NO_3)_2$ ün 10 ml saf HNO_3 de çözülerek su ile 1 litreye tamamlanması ile hazırlanır. Çözeltinin ayarı 10 ml standard NaCl ile titre edilerek bulunur.

Serbest klor tayini:

Suyun klorlandırılması dezenfeksiyon, renk giderme, tat ve kokunun iyileştirilmesi için yapılır. Klorlandırmada, serbest klor (Cl_2) veya serbest klor veren hipoklorit asit, kloramin gibi bileşikler kullanılır. Elementel klor (Cl_2) ve hipoklorik asit ($HClO$) suda, pH ya bağlı olarak hipoklorit anyonu (ClO^-) ile kısa zamanda denge kurar. Doğal sularda (pH 6-8) denge ClO^- lehinedir ve serbest klor miktarı çok azdır. Cl_2 , $HClO$ ve ClO^- şeklindeki klor toplamına "serbest aktif kullanılabilir klor" adı verilir. Kloramin gibi yükseltgeme ve dezenfektan etkisi olan klor bileşiklerindeki klora da "bağlı aktif klor" adı verilir. İkisinin toplamı ise "aktif klor bütünü" adını alır.

Suda aktif klor tayini:

Sulu çözeltilerde klor dayanıklı değildir, ısı ve ışık etkisi ile hemen aktif klor özelliklerini kaybederler. Bunun için alınan su örneğinde derhal analiz yapılmalıdır. Klor tayini iyodometrik veya kolorimetrik olarak yapılabilir. Her iki yöntemi de demir (III) tuzları, nitrit, mangan (IV) tuzları ve ozon gibi yükseltgenler bozarlar. Ancak bu maddeler sularda, genelde, tayini etkileyecek düzeyde bulunmazlar.

İyodometik yöntemle aktif klor tayini:

Yöntemin prensibi; pH 8 veya altında, aktif klorun potasyum iyodürden eşdeğer miktarda serbest iyot açığa çıkarmasına dayanır. Bu da 0.01N ayarlanmış tiyosülfatla titre edilerek hesaplanır (1 ml tiyosülfat = 0.355 mg/ Cl_2).

Teknik: 500 veya 1000 ml su örneği gaz kaçışına engel olacak biçimde cam kapaklı bir şişeye konur. 1 gram KI ve 2 ml (1+1) oranında su ile seyreltilmiş H_2SO_4 ilave edilir. Karışım 10 dakika karanlıkta bekletilir. Bekleme sonunda 3 ml nişasta çözeltisi ilave edilerek, açığa çıkan iyot 0.01 N tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$) ile titre edilir. Aktif klor:

$$\text{Aktif } Cl_2(\text{mg/l}) = 35.5 \times S \times N \times \frac{1000}{V} = \frac{35500 \times S \times N}{V}$$

formülü ile hesaplanır. Burada S titrasyonda sarfedilen tiyosülfat miktarı (ml) ve N tiyosülfatın normalitesi, V(ml) ise alınan su örneğinin miktarı (ml) dir.

Kolorimetrik yöntemle aktif klor tayini:

Elementel klor ve yükseltgen klor bileşikleri (kloramin, klordioksit) ve klorsuz yükseltgeme özelliği olan bileşikler O-tolidin (dimetilbenzidin) ile sarı renk verirler. Bu renk O-tolidinin klorla yükseltgenmiş kinoid yapısı nedeniyledir. Bu renk tamponlanmış kromat-dikromat çözeltilisinin rengi ile karşılaştırılır. Bu yöntem litrede 0.3 mg dan az aktif klor içeren sulara uygulanır. 100 ml su örneği 5 ml tolidin reaktifine katılır ve karıştırılarak hemen karanlıkta bekletilir. 5 dakika sonra oluşan renkle, "tip renklerle" (tamponlanmış kromat-dikromatla hazırlanmış) karşılaştırılır. Bu şekilde sudaki toplam aktif klor miktarı tayin edilir.

O-tolidin ile sularde serbest aktif klor ve bağlı aktif klor tayini:

Bu amaçla o-tolidin-arsenit yöntemi kullanılır.

Teknik: 100 ml lik 3 Nessler tüpü alınır. Birinci (A) tüpe 1.5 ml O-tolidin reaktifi ve 25 ml su örneği konarak karıştırılır. Hemen (5 saniye içinde) 1.5 ml % 0.5 NaAsO₂ çözeltilisinden ilave edilerek karıştırılır. Standardlarla karşılaştırılır. Bu şekilde elde edilen renk (serbest aktif klorla + O-tolidinle renk veren tüm yükseltgen maddelerden) ileri gelir. Böylece okunan değer (A), serbest klor ve bozucu etkilere neden olan maddeleri gösterir.

İkinci tüpe (B) sırası ile 1.5 ml arsenit çözeltilisi, 25 ml su ilave edilerek karıştırılır ve hemen 1.5 ml o-tolidin reaktifi katılır. Tekrar karıştırılır ve standardlarla karşılaştırılır (B₁). 5 dakika bekletildikten sonra renk karşılaştırılması tekrarlanır (B₂). Bu şekilde çözeltideki klor ve diğer yükseltgen maddelerin ani (B₁) ve 5 dakika sonraki (B₂) değerleri elde edilir.

Üçüncü tüpe (C) 1.5 ml o-tolidin reaktifi ve 25 ml su örneği konur, karıştırılır, renk standardlarla karşılaştırılır. Bu şekilde klor bütünü ve tüm diğer etki eden maddelerin klor karşılığı bulunur. Bu değerlerden:

$$\text{Aktif klor bütünü} = C - B_2$$

$$\text{Serbest aktif (kullanılabilir) klor} = A - B_1$$

Bağlı aktif (kullanılabilir) klor = (C - B₂) - (A - B₁) formülleri ile toplam klor serbest klor ve bağlı klor miktarları hesaplanır.

İçme sularında radyoaktivite: Gerektiğinde içme sularında radyoaktivite ölçümü de yapılır. Bu amaçla su örneği polietilen şişelere 1-2 litre miktarında alınır. Tüzüğüme göre içme sularındaki radyoaktivite, (alfa) α -vericiler için 1 pikoküridür, (beta) β -vericiler için 10 pikoküridür.

1 pc = 10^{-12} curiedir. 1 curie (C): 3.7×10^{10} atom disintegrasyonu/saniye veya radyum atomunun parçalanması ile açığa çıkan:

$\text{Ra}^{226} \longrightarrow \text{Ra}^{222} + \alpha$ -renyum (radon) gazının 0.663 mm^3 veya 6.56×10^{-6} gram radon emanasyonu olarak tanımlanır. Curie'nin α -emanasyonuna dayanarak tanıma ise daha kullanışlıdır. Buna göre 1 C: 1 gram radyumun radyoaktif bozunması karşılığı olan 3.6×10^{10} α tanecikleri/saniyedir. İçme sularında ve şifalı sularda genel olarak radyasyon kaynağı radon (yarılanma süresi $t_{1/2} = 3.81$ gün, α yayınlayıcı) gazıdır. Sulardaki radyoaktivite "scintillation counter" cihazı ile ölçülür.

Suların bakteriyolojik analizi: Akarsular, özellikle kanalizasyon sistemi olmayan yerlerde lağım ve fosseptik çukurlardan sızan kirli sularda bulunan parazit larva ve yumurtaları, patojen olan ve olmayan mikroorganizmalarla kirlenirler.

Tasfiye ve dezenfeksiyon sisteminden geçmeyen sularda mikroorganizmaların miktarı tehlikeli boyutlara erişebilir. Bu nedenle içme sularının sık sık bakteriyolojik analizi gerekir.

Bakteriyolojik analiz için 100-150 ml lik steril şişelere örnek alınır. Genel olarak içme sularında total mikrop sayısı ve koliform bakterilerin aranması yapılır. İnsan ve hayvanların dışkılarındaki bakterilerin çoğunluğu koli grubudur. Enfeksiyonlara neden olabilen koli grubundaki Salmonellalar, Vibriolar, Shigellalar ve Leptospiralar ve diğer patojen bakteriler sulara karışabilir. Bu nedenle sudaki koli grubu bakteri sayısının artması sudaki bu bakterilerin olabileceğine işaretli gerektiğinde ayrı ayrı da aranabilir.

Gıda maddeleri tüzüğüne göre, kaynak sularının "1 cm³'ünde endojeloz plakında 50'den fazla aerob bakteri olmayacak, 100 cm³'de koliform bakteri" ürememlidir. İçme ve kullanma sularındaki aerob bakteri sayısı ise 500'den fazla olmayacak, koliform bakteri bulunmayacaktır.

Gıda Maddeleri Tüzüğünde (GMT) sular: onyedinci bölümde "sular ve buzlar" ismiyle yer almıştır. Bu bölümde Kısım I'de sular (madde 416-428), Kısım II'de buzlar (madde 429-430) ve Kısım III'de ise su ve buzlarla ilgili genel hükümler (madde 431-434) bulunmaktadır.

Tüzüğüme göre sular "kaynak" ve "içme ve kullanma suları" olmak üzere ayrılmıştır. Tablo - 6 de bu suların önemli özellikleri gösterilmiştir:

Tablo- 6 Suların GMT'ne Göre Özellikleri

Özellik	Kaynak Suları	İçme ve Kullanma Suları
PH	6.5 - 8.5	6.5 - 9.2
Sertlik en fazla (Fd ⁰)	10	50
Sülfat " (mg/l)	20.0	400
Klorür " "	30	600
Flourür " "	1	1.5
Nitrat " "	25	45
Mangan " "	0	0.5
Bakır " "	1	1.5
Çinko " "	5	15
Total organik madde " (mg O ₂ /l)	2	3.5
Nitrit, amonyak	olmayacak	olmayacak

Tablo 7 de TSE (266) ya göre içme suyu özellikleri verilmiştir. Avrupa Topluluğunun (AT veya EC) içme ve kullanma suları ile ilgili 60 dan fazla parametreyi içeren standardı hazırlamıştır. Burada iki sınır değer vardır: Bu geçmemesi gereken öneriler sınır değer (guide value) diğeri ise maksimum müsaade edilen limit değerdir (maximum allowable concentration). Bu su kalitesi ile ilgili sınıflandırma ve bu parametreler Tablo 8de verilmiştir.

Tablo 7- İçme Sularının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (TSE-266'ya göre)

Madde İsmi	Müsaade Edilebilen Değer	Maksimum Değer
1. Zehirli Maddeler		
Kurşun (Pb)	-	0.05 mg/1
Selenyum (Se)	-	0.01 mg/1
Arsenik (As)	-	0.05 mg/1
Krom (Cr ⁺⁶)	-	0.05 mg/1
Siyanür (CN)	-	0.2 mg/1
2. Sağlığa Etki Yapan Maddeler		
Florür (F)	1.0	1.5 mg/1
Nitrat (NO ₃)	-	45 mg/1
3. İçilebilme Özelliğine Etki Yapan Maddeler		
Demir (Fe)	0.3 mg/1	1.0 mg/1
Mangan (Mn)	0.1 mg/1	0.5 mg/1
Bakır (Cu)	1.0 mg/1	1.5 mg/1
Çinko (Zn)	5.0 mg/1	15 mg/1
Kalsiyum (Ca)	75 mg/1	200 mg/1
Magnezyum (Mg)	50 mg/1	150 mg/1
Sülfat (SO ₄)	200 mg/1	400 mg/1
Klorür (Cl)	200 mg/1	600 mg/1
pH	7.0-8.5	6.5-9.2
Bakiye Klor	0.1 mg/1	0.5 mg/1
Fenolik maddeler	-	0.002 mg/1
Alkil benzen sülfonat	0.5 mg/1	1.0 mg/1
4. Kirlenmeyi Belirten Maddeler		
Toplam organik maddeler	3.5 mg/1	-
Nitrit	-	-
Amonyak	-	-

Tablo 8- AT Düzenlenmesine göre içme suyu parametreleri

Parametreler	Birim	Kabul edilebilir değer	MAK
A. Organoleptik parametreler			
1- Renk	mg/l Pt	1	20
2- Bulanıklık	mg/l SiO ₂	1	10
3- Koku	dil faktörü	0	2-3
4- Tad	dil faktörü	0	2-3
B. Fiziksel-kimyasal parametreler			
5- Sıcaklık	°C	12	25
6- pH değeri		6.5-8.5	9.5
7- İletkenlik	uS	400	
8- Klorür	mg/l	25	
9- Sülfat	mg/l(SO ₄)	25	250
10- Kalsiyum	mg/l	100	
11- Magnezyum	mg/l	30	50
12- Sodyum	mg/l	20	175
13- Potasyum	mg/l	10	12
14- Alüminyum	mg/l	0.05	0.2
15- Bütün sertlik	mg/l Ca	dak.60	
Alkalinite	mg/l HCO ₃	dak.30	
16- Kalıntı	mg/l(180 ^g)		1.500
17- Çözünmüş O ₂	mg/l O ₂	(en az %75 doy.)	
C. İstenmeyen parametreler			
18- Nitrat	mg/l NO ₃	25	50
19- Nitrit	mg/l NO ₂	0.0	0.1
20- Amonyak	mg/l NH ₄	0.05	0.5
21- COD (KMnO ₄)	mg/l O ₂	2	5
22- CHCl ₃ ekstrakte edile- bilenler	mg/l	0.1	
23- Fenolikler			0.5 Organoleptik
24- Bor	µg/l B	1.000	
25- Yüze aktif maddeler	µg/l		200 lauril sülfat olarak
26- Organik klorür bileşik- leri	µg/l	1	
27- Demir	µg/l Fe	50	200 organoleptik
28- Manganez	µg/l Mn	20	50 organoleptik
29- Bakır	µg/l Cu	100	
30- Çinko	µg/l Zn	100	
31- Fosfor	µg/l P ₂ O ₅	400	5.000
32- Flourür	µg/l		700-1.5(8-30°C)
33- Kalıntı klor	µg/l Cl		dezenfeksiyondan sonra
34- Baryum	µg/l Ba	100	
35- Gümüş	µg/l Ag	10	
D. Toksik parametreler			
13 toksik element ve ağır metaller, pestisitler, polisiklik aromatik hid- rokarbonlar			

3- YEMEKLİK YAĞLAR VE ANALİZLERİ

Besin olarak tükettiğimiz yağlar bitkisel (zeytin yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı) veya hayvansal kaynaklı (tereyağ) olabilir. Ayrıca sıvı ve katı yağlar olarak da fiziksel durumlarına göre sınıflandırılabilir.

Yemeklik yağ teknolojisi:

Besin olarak kullanılan yağların yağ içeren bitki ve hayvansal dokulardan elde edilmesinde 3 işlem uygulanır: 1) Yağ dokudan ısı etkisi ile uzaklaştırılabilir. Bu işlem daha çok hayvansal yağları elde etmede kullanılır. Hayvanın yüksek oranda yağ içeren dokusu ayrılır ve ince ince doğranır veya kıyılır. Isı uygulaması sulu ortamda "yağ eritme" veya susuz ortamda "kuru eritme" yapılabilir. Yağın sulu ortamda ısı etkisi ile elde edilmesi ya açık kaplarda veya otoklavda su buharı mevcudiyetinde yapılır. Açık kaptaki kıyılmış yağlı doku, su ilave edilerek 50°C'ye kadar ısıtılır. Zaman zaman karıştırılır. Bu sırada dokulardan ısı etkisiyle sızan ve su üstünde toplanan yağ tabakası aktararak ayrılır. Otoklavda ise daha yüksek ısı uygulanabildiği için basınç altında daha yüksek verimde yağ elde edilebilir.

Kuru eritmede ise, yağ içeren doku ısıtılır. Dokunun içerdiği protein denatüre olur, su buharlaşır, yağ ise kap içinde toplanır. Örneğin kuyruk yağı elde edilmesi kuru eritme (sızdırma) yolu ile yapılır. 2) Presleme işleminde, yağ taşıyan dokuya yüksek basınç uygulanır. Bu durumda yağ baskı altında ayrılır. Bitkisel kaynaklı (zeytin, mısır, soya fasulyesi) yağların elde edilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Zeytinyağ elde edilirken olduğu gibi ilk presleme ile meyveden ayrılan ilk yağ en yüksek kalitededir (virgin yağı) ve ardından müteakip preslerle diğer derecedeki yağlar elde edilir (birinci nevi, ikinci nevi). 3) Ekstraksiyon prosesi ise ilk kez Deiss tarafından (1955'te) zeytin pastasından karbon sülfür (CS₂) ile yağın ekstraksiyonu ile başlamıştır. Bu amaçla çeşitli bitkilerin yağlı tohumlarından yağ; CS₂, benzen, petroleteri, klorluhidrokarbonlar gibi organik çözücü ile ekstrakte edilir. Bu yöntemle yağın tohumdan en verimli şekilde ayrılması sağlanır.

Rafinasyon: Yağlara, çeşitli amaçlarla rafinasyon ve hidrojenasyon işlemleri uygulanır. Dokulardan ekstrakte edilen ham yağ birçok yabancı maddeleri içerebilir. Bu maddeler: 1) hücresel madde ve türevleri (protein ve karbohidrat yapısındadırlar), 2) serbest yağ asitleri ve fosfatidler, 3) pigmentler, 4) aldehit, keton, hidrokarbon ve esansiyel yağlar gibi kokulu maddeler, ve 5) yüksek erime noktası olan gliseridlerdir.

Rafinasyon işleminde: 1) İlk işlem olarak hücrel komponentlerin uzaklaştırılması yapılır. Bunun için dinlendirme ve arkadan süzme veya santrifüjleme işlemi uygulanır. Eğer bu komponentler kolloidal özellikte iseler süzme işleminden önce adsorban veya süzmeyi kolaylaştıran maddeler ilave edilir, 2) Ham yağlarda genellikle serbest yağ asitleri oranı önemli bir miktara ulaşır. Bu yağ asitlerinin uzaklaştırılması buhar ve alkali rafinasyonu tekniği ile yapılır. Su buharı ile uçan yağ asitleri buhar ile uzaklaştırılır, miristik asit (C₁₄ lu) ve üstündekiler ise alkali ile muamele edilirler. Sabunlaşan yağ asitleri su fazında toplanarak yağ fazından ayrılmış olurlar. Bu tekniklerle serbest yağ asitleri yanında fosfatidler ve rejinemsi maddeler de bertaraf edilmiş olur. 3) Ham yağa renk veren yabancı maddeler (pigmentler), adsorbsiyon tekniği ile uzaklaştırılırlar. Bunun için fuller toprağı, diğer killer veya aktif kömür kullanılır. Bu prosese (işleme) renk açılması (ağartılması) denir. 4) Su buharı ile koku giderilmesi (deodorasyon) işlemi ile yağa istenmeyen koku veren maddeler uzaklaştırılır. Sıcak yağ içine düşük basınçta (6 mm Hg gibi) su buharı püskürtülüp aniden soğutma işlemi yapılarak deodorasyon gerçekleşir. Bu şekilde yağın lezzeti de düzeltilerek, ilk ham yağ ile ilgisi kalmaz.

Vinterizasyon: Kışın özellikle pamuk ve ayçiçeğı yağı gibi sıvı yağların buzdolabı sıcaklığında bile (+ 5°C) bulunmaması için "vinterizasyon" işlemi uygulanır. Bulanıklığı veren maddeler erime noktası yüksek trigliseridlerle ilgilidir. Bu gliseridler yüksek molekül ağırlıklı yağ asitlerini içerir.

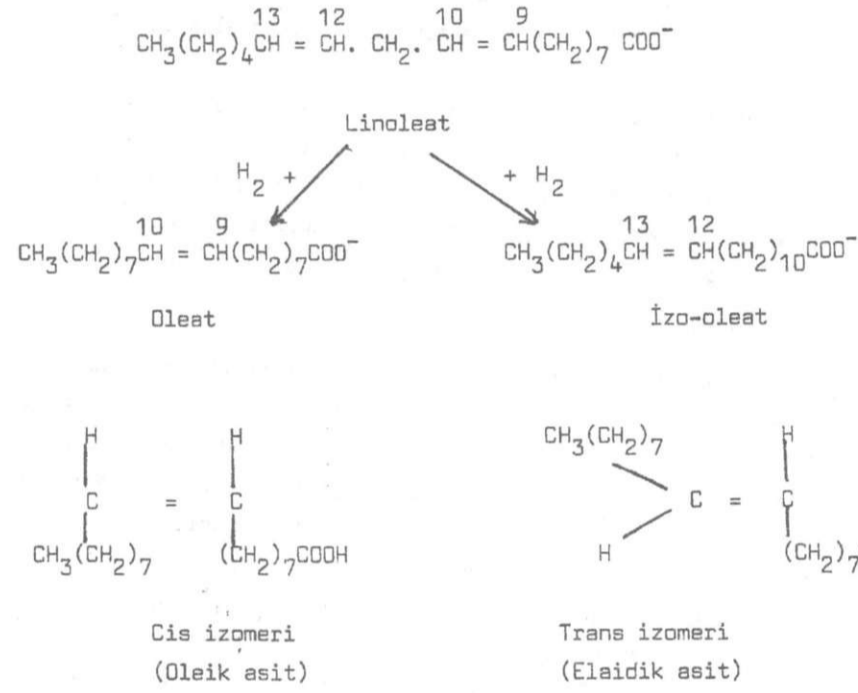
Vinterizasyon için yağ önce yavaş olarak çalkalamadan soğutulur. Böylece süzme ile ayrılabilen kristaller oluşur. Süzme işleminden sonra yağa, ayrıca katılma ve bulanıklığı önlemek için % 0.05 oranında soya lesitini ilave edilir. Lesitin ilave edilmiş pamuk yağı 0°C de 15 saat berraklığını koruyabilir.

Hidrojenasyon: Hidrojenasyon, doymamış yağ asiti içeren gliseridlerdeki çift bağların (C=C) hidrojenle doyurulması işlemidir. Hidrojenasyon önemli bir tekniktir ve bazı yağların bu şekilde özellikleri değişebilir. Hidrojenasyon işlemi, sıcak yağın uygun katalizörler karşısında hidrojenle teması ile gerçekleştirilir. Hidrojenasyonla C₁₈ doymamış yağ asitlerinden: (1) linolenik asit → linoleik veya izolinoleik asite (2) linoleik asit → oleik asite (3) oleik asit → stearik asite dönüşebilir.

Doğal yağlarda linoleik asitin C₉ ile C₁₀ arasında olan çift bağı, hidrojenasyon sırasında çift bağı C₁₂ ile C₁₃ arasına kayması ile izoleik asit oluşabilir, bunun erime noktası daha yüksektir. Hidrojenasyon sırasında diğer önemli bir olay da "cis" izomerlerinin "trans" izomerlerine dönüşmesidir.

Bu dönüşmeler yağın kalitesini etkilemesi açısından önemlidir (Şekil 8). Balina ve balık yağları daha yüksek oranda C₂₀ ve C₂₂ karbonlu yağ asitleri içerdiğinden hidrojenasyonları sırasında daha çeşitli izomerler oluşur.

Hidrojenasyon işleminde katalizör olarak en çok nikel kullanılır. Hidrojen, ısıtılmakta olan yağ ve katalizör karışımına basınç altında yollanır. Katılaştan yağın özelliği istenen iyot indisine geldiği zaman reaksiyon durdurulur. Soğutulmuş katı yağ kristallenir. Katkı maddesi olarak monogliseridler, antioksidanlar ve boya ilave edilebilir.



Şekil 8- Hidrojenasyonla oluşabilen izomerler

Bitkisel yağlar:

Bitkisel yağlar arasında zeytinyağ, çok eski yıllardan beri gerek üretim ve gerekse tüketim açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bir Akdeniz ülkesi olan Türkiye`de üretim önemli miktardadır. Zeytinyağ oda sıcaklığında sıvı halde ve berraktır. Rengi açık sarıdan, yeşilimsi sarı, yeşil, kahverengimsi yeşile kadar değişebilir. Soğutulma ile diğer sıvı yağlarda olduğu gibi bir bulanıklık oluşur. Bulanıklık derecesi çeşitli zeytinyağ örneklerine göre değişiklik gösterir. Stearin miktarı çok olanlar daha yüksek sıcaklıkta berraklıklarını kaybederler, stearinini alınmış zeytinyağlar 10°C`de de berraklığını korur.

Zeytinyağın başlıca doymuş yağı, palmitik esittir, az miktarda stearik asit, eser miktarda miristik ve araşidik asit içerir. Doymamış yağ asitlerinden başlıca oleik asit bulunur daha az miktarda linoleik asit vardır. Az miktarda doymuş yağ asitleri de bulunur (Tablo 9).

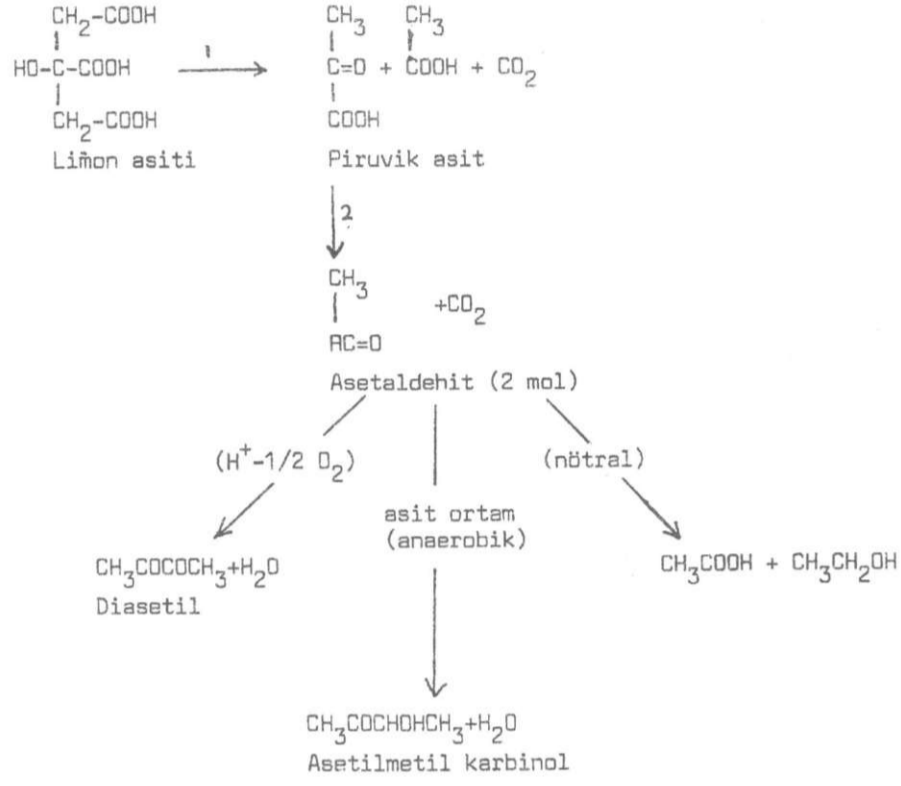
Zeytinyağında, diğer bitkisel yağlarda olduğu gibi acılaşmaya karşı dayanıklı kılan antioksidanlar bulunmaktadır. Ancak güneş ışığı, hava, sıcaklık, rutubet ve bazı metal oksitleri acılışı hızlandırır. Yemeklik zeytinyağlar gıda maddeleri tüzüğünde natürel (vierges), rafine ve tip zeytinyağ olmak üzere 3 sınıfa ayrılmış ve herbiri tekrar asiditelerine göre alt sınıflara ayrılmıştır. Ayrıca antioksidanların katılmasına özel yönetmelik esaslarına göre izin verilmiştir.

Hile bakımından zeytinyağına en çok pamuk yağı karıştırılmaktadır. Susam yağı, çiçek yağı, araşit yağı gibi yağlar da karıştırılabilir, pamuk yağı Gastaldi deneyi ile, susam yağı furfurool reaksiyonu ile, acılık ise Kreis deneyi ile aranır. Pamuk, susam, araşit (yer fıstığı), ayçiçeği, mısır özü, haşhaş yağı, gibi diğer sıvı yağların özellikleri ise Tablo 9 ve 10'da gösterilmiştir.

Hayvansal yemek yağları

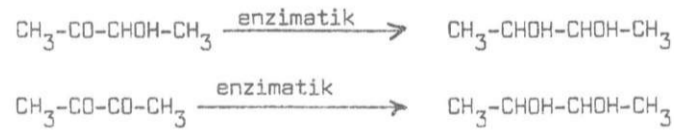
Tereyağı: Süt veya süttten elde edilen krema (kaymak) veya yoğurttan yayık denilen özel aletlerde dövmek ve çalkalamakla elde edilir. Tereyağ üretiminin prensibi, sütte % 3-4 oranında bulunan yağ küreciklerini bir araya getirmek ve % 80 yağdan oluşan kütleyi ayırmaktır. Bu amaçla önce % 20-40 yağ içeren krema süttten ayrılır, ekşi ise sodyum bikarbonat, magnezyum oksit veya kalsiyum karbonat ile nötralize edilir, pastörizasyon işleminden sonra soğutulur olgunlaştırılır ve yayık işlemi uygulanır. Bugün yayıkların yerine daha modern yöntemler olan santrifüjden yararlanılmaktadır.

Modern mekanik yöntemlerle, santrifüjle, süttten ayrılan % 20-40 yağ içeren krema, 74°C de 30 dakika pastörize edildikten sonra 15-20°C ye soğutulup 3-4 saat olgunlaşmaya bırakılır. Olgunlaşmayı kolaylaştırmak için içine ekşi süt veya kültürle elde edilen süt bakterileri katılır. Böylece istenen özellikte ekşime ve lezzet maddeleri oluşur. Bu şekilde bakterilerle (Streptococcus Lactis ve Streptococcus cremoris) tereyağın asiditesini 28 S.H^o (Soxhelet Henkel derecesi, pH 4.6 ya karşılık) getirilmesi en uygun durum olarak kabul edilmektedir. Kremanın olgunlaşması için ilave edilen diğer bakteri grubu S.citovorous ve S.paracitvorous ise sütte az miktarda bulunan limon asidini özel koku ve tereyağı tadını veren maddelere (asetil-metil karbinol, diasetil) dönüştürür:



Taze tereyağlarda 1 kg da 1 mg diasetil bulunurken, bu miktar bekleme ile artar ve kokusu kuvvetli olanlarda 2.6 mg/kg a kadar yükselir. Olgunlaşan krema 9-12°C de çalkalayıp vurmak suretiyle tereyağı haline getirilir. Ayran kısmı yıkanarak ayrılır ve tuz ile yoğrulur.

Enzimlerin indirgen etkisiyle bu maddeler 2,3-bütülenlikole çevrildiklerinde tereyağın kokusunu bozar.



Sütten yağ ayrılırken, yağ tanecikleri beraberlerinde kazein, süt şekeri ve mineral tuzları da sürükler. Tereyağın ortalama bileşiminde % 84.5 yağ, % 14 su, % 0.8 azotlu maddeler, % 0.5 laktoz ve % 0.2 kül vardır. Ayrıca A vitamini (100 gramda 23 mikrogram), D vitamini (% 0.01 mg), riboflavin (1-1.5 gram)

Tablo 9- Bazı yemeklik yağlarda yağ asitleri oranı

Yağ asiti %	Mısır y.	Pamuk y.	Zeytinyağ	Koyun iç yağ	Tereyağı
Miristik asit	-	1	1	2	10
Palmitik asit	6	21	9	34	30
Stearik asit	2	2	1	19	11
Araşidik asit	1	1	1	-	-
Oleik asit	37	25	80	43	30
Linoleik asit	54	50	8	2	3
Bütirik asit	-	-	-	-	3
Kaproik asit	-	-	-	-	2

Tablo 10- Bazı yağların özellikleri

	Zeytinyağı	Susam	Ayçiçeği	Tereyağı
Asit değeri	0.3 - 1.0	9.8	11.2	
Sabunlaşma i.	185-196	187-195	188-194	220-233
İyot i.	79-88	103-116	119-140	26-46
R.M.i.	0.6 - 1.5	0.2-0.5	0.3	24-34
Polenski i.	-	-	0.25	1.5-3.5
Bütiro i. (25°C de)	59.4-63.6	66.2-69.2	69-72	-
(40°C)	52.7-56.8	58.2-60.6	-	39.4-46
Yoğunluk (15°C)	0.914-0.920	0.921-0.924	0.924-0.926	0.926-0.940
Katılma n. °C	(-6)-(10)	(-4)-(-6)	-17	19.5-25

R.M.İ.: Reichert Meissl İndisi

vardır. Tuzlu tereyağlar % 1-2 NaCl içerir. % 1.5 dan fazla kazein olması, kazein veya yoğurt ilave edildiği anlaşılır.

Tereyağı, uçucu asitler bakımından (bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik asitler) diğer yağlara göre daha zengin olması ile farklıdır. Hayvan cinsi ve beslenme şeklinin bu uçucu yağ asitlerine etkisi vardır. Örneğin keçi ve koyun yağları inek yağına göre daha az bütirik asit fakat daha fazla kaprilik ve kaprik asit içerirler. Diğer özellikler Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tereyağı içinde bulunan mayalama organları ve enzimlerden dolayı normal sıcaklıkta bir haftadan fazla dayanmaz. Pastörize olanlar ise daha uzun dayanırlar. (-6) - (-8)^oC altında ise aylarca dayanabilir.

Sade yağ ise, tereyağın eritilmesi suretiyle suyunun ayrılması ile hazırlanır ki daha uzun bozulmadan saklanabilirler.

Tereyağ bozukluklarının çoğu yapıldığı kaymakla ilgilidir. Bu konu süt bahsinde görülecektir. Pastürizasyonla bakterilerin sayısı azaltılır ve bozulma durdurulursa da, daha önce yapılmış olan bozukluklar önlenemez. Küflenme bununla ilgilidir.

Diğer taraftan çalkalama sırasında kullanılan suyun da etkisi vardır. Koli grubu bakterileri içeren sular tereyağın kokmasına neden olurlar.

Tereyağda kimyasal nedenle bozulma, tereyağ üretiminde bakır veya bronz tesisat kullanılması ile de olabilir. Balık kokusu bu nedene bağlanır. Tereyağın "don yağı" tadını alması ise bazı yağ asiti bileşenlerinin bakırın katalitik etkisi sonucunda oksitlenmesi nedeniyle oluşmaktadır.

Tereyağlar; un, nişasta, patates püresi, peynir veya diğer hayvansal ve bitkisel yağlarla hile açısından karıştırılabilirler. Tereyağların genel özellikleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tereyağı analizi: Tereyağlarda su tayini için yağ homojenize edilerek (38-40^oC de) 5 gram tereyağı alüminyum erlene tartılır. Geniş bir bek alevinde suyu uçurulur. Soğutulur ve desikatörde bekletilir. Ağırlık kaybından su miktarı hesaplanır. Eritilmemiş tereyağlarda su miktarı GMT'ne göre % 16'ı geçmemelidir.

Yağ miktarı tayini için, suyu yukarıda açıklandığı şekilde uçurulan yağ eterde çözülür. 100 ml lik ve 95-100 ml lik kısım dereceli balona aktarılır, eter seviyesi saptanır ve tortunun dibine çökmesi beklenir. Eter fazından 25 ml uygun bir düzenekle çekilir, sabit tartıma getirilmiş eter uçurma balonuna konur ve eter distile edilir. 105^oC de sabit tartıma getirilir. Buradan yağ miktarı hesaplanır.

Ayrıca tereyağda tuz miktarı, asidite genel prensiplere göre tayin edilir.

Boyar madde aramak için, iki deney tüpüne eterde çözülmüş yağ (2 gram yağ) konur ve herbirine (1+1) sulandırılmış HCl den 1-2 ml ilave edilir. Tüplerden birine % 10 NaOH çözeltisi (HCl miktarına eşit) ilave edilir ve çalkalanır. Azoboyaları varsa, asit tabakası pembe veya kırmızı olurken, kalevi tabaka hiç renklenmez. Eğer tabii boyalar varsa kalevi çözelti sarıya boyanırken, asit tabakasında hiç renk olmaz.

Diğer yağlar: Hayvansal yağlardan iç ve kuyruk yağları eritilerek yabancı bileşenlerden ayrılarak kullanılabilir. Bu yağlar (eritilmiş yağlar), % 99.5 safılıkta olup, 48-52°C erirler, 34-38°C de donarlar. İyot değerleri 35-46, sabunlaşma sayıları 192-198, Reichert Meissl indisleri 0.1 civarındadır. Bu yağların yüksek derecede eriyenleri (36°C üstünde) endüstride don yağ olarak kullanılırlar. 36°C nin altında eriyenler ise uygun fiziksel ve kimyasal işlemlere tabi tutularak "rafine hayvan yağları" adı altında yemek için kullanılırlar. Üretim sırasında bunlara % 2 patates nişastası ilavesi mecburidir.

Margarin: Tereyağa benzetilmiş, daha dayanıklı ve daha ucuz olması nedeni ile zamanımızda daha çok kullanılmaktadır. İlk kez 1869 yılında ordu için tereyağının yerini tutan bir yağ çeşiti olarak Fransız kimyageri Mege-Mouries tarafından imal edilmiştir. Bugün margarin yapımı için çeşitli katı ve sıvı yağlar kullanılır. Bitkisel kaynaklı yağlar (mısır özü, ayçiçeği, yer fıstığı, susam yağları gibi) uygundur. Avrupa'da balina yağı da kullanılır. Margarin yapımı için tabii yağlar dikkatle ekstrakte edilir, alkali ile rafine edilir, koku gidermesi yapılır ve istenen kıvama kadar hidrojenasyona tabi tutulur. Ayrıca pastörize edilir ve tereyağı koku ve lezzetini vermesi için uygun bakterilerle de inkübe edilir. Bu bakteriler, tereyağı için kullanılan aynı bakterilerdir. Süt içinde üretilen bu bakteriler sıvı yağ konur, karıştırılır, emülsüfiyan maddeler de bu sırada katılır. Emülsüfiyan maddeler margarini stabilize eder, akmasını ve bekleme sırasında sıvı kısmın ayrılmamasını sağlarlar. Ayrıca tuz, boya ve vitaminler (A ve D) ve koruyucu olarak sodyum benzoat gibi koruyucu maddeler ilave edilir. Sonuç olarak tereyağa benzetilen margarinler, % 14-15 su, % 82-83 yağ, % 1 protein, % 0.6 laktoz, % 1.5 NaCl, % 1.7 mineral maddeler içerirler. Erime noktaları 36°C altındadır. En fazla % 5 oranında lesitin katılabilir.

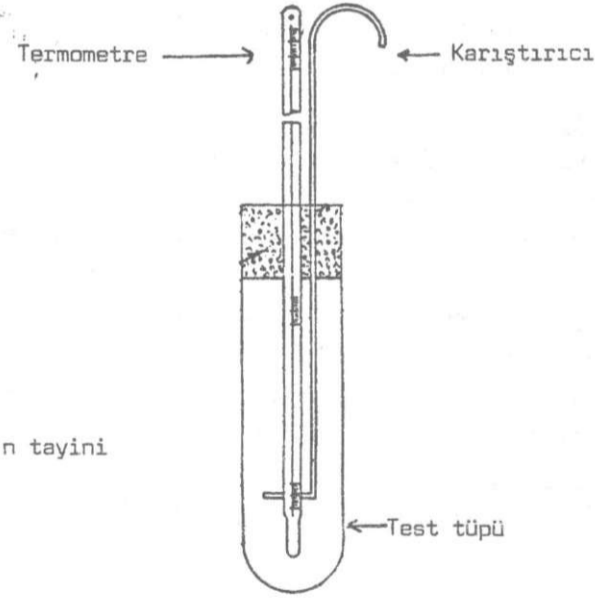
Yağların özellikleri ve analizleri:

Fiziksel özellikleri: Tabii katı ve sıvı yağların fiziksel özellikleri çoğu kez tanınmaları için kullanılır. Ancak yağların bileşimi iklim, toprak, beslenme, süt verme gibi çeşitli değişkenlerle değişebileceğinden, birden fazla fiziksel özellik araştırılmalıdır.

Erime noktası (e.n.): Yağlar için kesin bir sıcaklık derecesi değildir. Yağlar belli bir sıcaklıkta erimezler, ancak bir sıcaklık aralığında yumuşarlar. Bu nedenle e.n. saf maddelerden farklı olarak, yağlar için kullanılmaz. Yağ ısı ile eridikten sonra soğutulursa, önce erime noktası yüksek trigliseridler iğneler şeklinde kristallenerek donar. Kristal büyüklüğü ve yağın plastisitesi soğuma hızına göre değişir. Katı yağlar geniş bir ısı aralığı üstünde "plastik"tirler. Bununla anlatılmak istenen, bu sıcaklıkta yumuşarlar, deforme olabilirler, fakat akıcı özelliklerini kaybederler. Tereyağın yayılma özelliği, plastik yapısının bir sonucudur. Katı yağlar mikroskop altında incelendiğinde sıvı yağın matrisinde birçok küçük kristallerin kümeleniği görülür. Ağ oluşturan bu kristal yapıda, biri diğer kristal tarafından kaydırılır. Plastik özellik bu şekilde açıklanabilir. Ayrıca yağların plastik özelliği çeşitli yapıdaki molekül karışımlarından oluşması sonucudur. Yağların erime noktalarının da değişimi yine farklı trigliserid karışımlarından oluşması ve polimorfizm (birden fazla kristal oluşturma) ile açıklanmaktadır.

Yağların erime noktalarının tayini için en çok kılcal boru, kapiler ve Wiley yöntemleri kullanılmaktadır. Yağların yumuşama noktaları bazen bir teşhis amacı olarak kullanılabilir, ancak bütün yağlara uygulanamaz. Kılcal boru yöntemi ile erime noktası tayini için, 5-8 cm boyunda ve 1 mm iç çapında kılcal boru, yağ ile doldurulur, altı alevle kapatılır ve bir gece (16 saat) buzdolabında ($4-10^{\circ}\text{C}$ de) bekletilir. Bir termometreye tespit edilerek yarısı su ile dolu 600 ml lik bir behere doldurulur (Şekil 9). Sıcaklık yavaş yavaş ($0.5^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$) yükseltilir. Kapilerdeki yağın saydamlaştığı sıcaklık erime noktası olarak belirlenir.

Şekil 9- Yağlarda e.n tayini



Kapiler içinde yağın eriyerek kaydığı sıcaklık ise "yumuşama noktası" olarak ifade edilir. Yumuşama noktası, erime noktasından birkaç derece daha düşüktür.

Bu yöntemler dışında, standardize edilmiş yağların ısıtma ve erime sırasın-
da yağ kütlesinin küresel şekil alma özelliğine dayanan Wiley yöntemi de bulun-
maktadır (AOAC methods, 1970).

Genel olarak saf trigliseridlerle yapılan araştırmalara göre doymuş yağ
asitlerinde ve uzun zincirli olanlarda erime noktası daha yüksek, çeşitli doyma-
mış yağ asitleri veya kısa zincirli olanlarının trigliseridleri daha düşük sı-
caklıkta erir. Örneğin α şeklinde trimiristin (14 C lu) 46.5°C de, tripalmitin
(16 C lu) 56°C de ve tristearin (18 C lu) ise 65°C de erirler. GMT'ne göre
katı yağların erime noktası 36°C yi geçmemelidir.

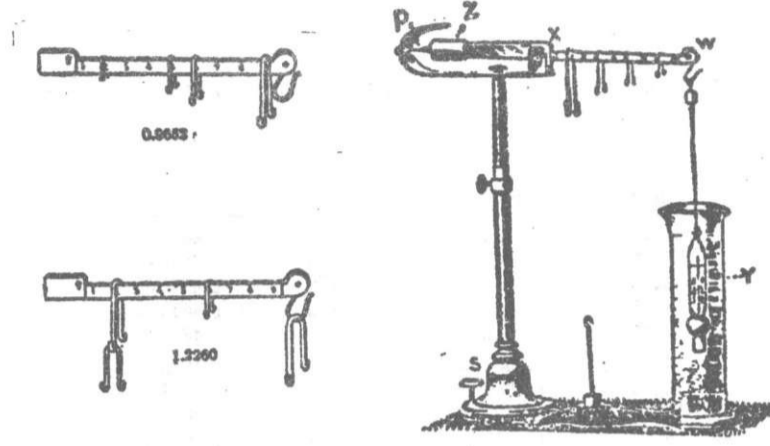
Özgül ağırlık: Yağların özgül ağırlıkları genel yöntemlerle tayin edilir.
Bunun için en çok piknometre veya Westphal terazisi kullanılır. Sıvı halde iken
yağların özgül ağırlıkları arasında pek büyük fark yoktur. Ancak asit miktarı ve
hidroksi asitlerin miktarı ile ve acılıkla beraber özgül ağırlık da artar. Sıvı
yağların özgül ağırlıkları 25°C de ölçülür. Ancak katı yağların özgül ağırlıkları
ise 40°C , hatta erime noktaları yüksek olanları 60°C de tayin edilir. Yüksek
sıcaklıktaki özgül ağırlıktan 15.5°C ve 25°C deki özgül ağırlıklara geçmek için:

$$d_{15.5} = d_t + k (t - 15.5) \text{ formülleri kullanılır.}$$

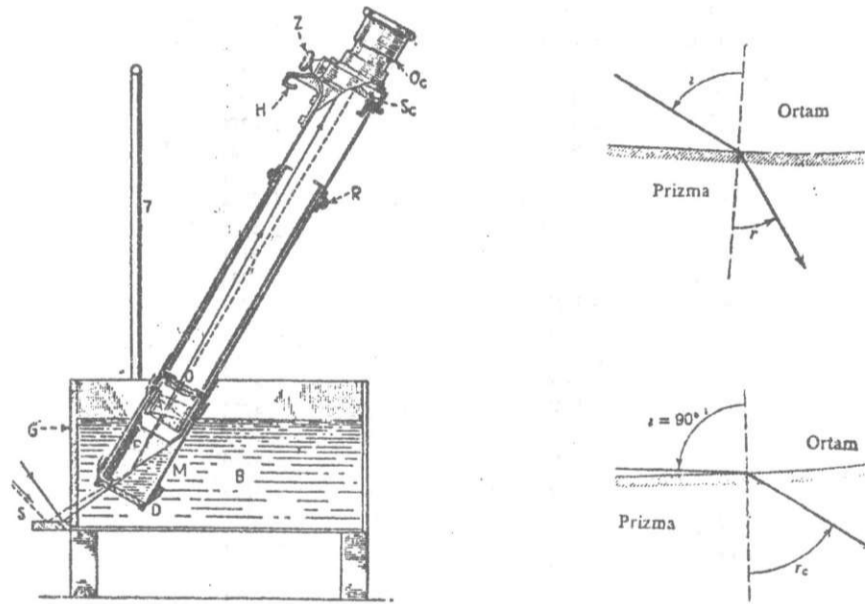
$$d_{25} = dt + 0.00064 (t - 25)$$

d_t , t sıcaklığında ölçülen yoğunluk, k da bir sabittir. k değeri tereyağı için
0.000617 dir. Genel olarak yağların yoğunluğu 15°C de 0.907 ile 0.970 arasında
değişir. Örneğin tereyağın özgül ağırlığı (0.907 - 0.912), zeytinyağının
(0.914 - 0.918), koko yağının ise (0.964 - 0.974) arasındadır.

Refraksiyon indisi: Refraksiyon indisi (kırılma indeksi=n) saydam bir or-
tamdan diğerine geçen ışıkların kırılmasının ölçüsüdür. Katı ve sıvı yağların
refraksiyon indisleri çok kullanılan bir özelliktir. Çünkü saflık ve tanımları-
nın yapılmasında kısa zamanda kesin sonuç veren bir yöntemdir. Bu amaçla Abbe ve
Zeiss refraktometreleri kullanılabilir. Refraktometrenin temeli, prizmanın parlak
yüzeyini yalayarak geçen ışığın, prizma içindeki kritik kırılma açısını ölçmeğe
dayanır. Snell yasasına göre $n_1 = n_2 \sin r / \sin i$ formülünde $i=90^{\circ}$ olunca, $n_1 = n_2$
 $\sin r_c$ olur. r_c kritik kırılma açısıdır (şekil 11). Ancak sıcaklık derecesi
kontrollü olmalıdır. Refraksiyon indisi sıcaklık arttıkça düşer, karbon zinciri
uzadıkça ve çift bağların sayısı arttıkça yükselir. Ayrıca refraksiyon indisin-
de ışık cinsi de önemlidir. Işığın dalga boyu kısaldıkça kırılma indisi artar.



Şekil 10- Westphal terazisi



Şekil 11- Daldırma refraktometresi ve kritik kırılma açısı

Tablo.11- Bütirorefraktometre sayılarının refraksiyon indisi (RI) olarak karşılığı

Sayı	RI	Sayı	RI
40.0	1.4524	60.0	1.4659
40.5	1.4527	60.5	1.4662
41.0	1.4531	61.0	1.4665
41.5	1.4534	61.5	1.4668
42.0	1.4538	62.0	1.4672
42.5	1.4541	62.5	1.4675
43.0	1.4545	63.0	1.4678
43.5	1.4548	63.5	1.4681
44.0	1.4552	64.0	1.4685
44.5	1.4555	64.5	1.4688
45.0	1.4558	65.0	1.4691
45.5	1.4562	65.5	1.4694
46.0	1.4565	66.0	1.4697
46.5	1.4569	66.5	1.4700
47.0	1.4572	67.0	1.4704
47.5	1.4576	67.5	1.4707
48.0	1.4579	68.0	1.4710
48.5	1.4583	68.5	1.4713
49.0	1.4586	69.0	1.4717
49.5	1.4590	69.5	1.4720
50.0	1.4593	70.0	1.4723
50.5	1.4596	70.5	1.4726
51.0	1.4600	71.0	1.4729
51.5	1.4603	71.5	1.4732
52.0	1.4607	72.0	1.4735
52.5	1.4610	72.5	1.4738
53.0	1.4613	73.0	1.4741
53.5	1.4616	73.5	1.4744
54.0	1.4619	74.0	1.4747
54.5	1.4623	74.5	1.4750
55.0	1.4626	75.0	1.4753
55.5	1.4629	75.5	1.4756
56.0	1.4633	76.0	1.4759
56.5	1.4636	76.5	1.4762
57.0	1.4639	77.0	1.4765
57.5	1.4642	77.5	1.4768
58.0	1.4646	78.0	1.4771
58.5	1.4649	78.5	1.4774
59.0	1.4652	79.0	1.4777
59.5	1.4656	79.5	1.4780

Bir refraktometre kullanılmadan önce, refraksiyon indisi bilinen bir sıvı ile kontrol edilmelidir. Yeni distile edilmiş hevasız suyun kırılma indisi 20°C de 1.330 dur. Kırılma indisinin (n) ölçüldüğü ışık cinsi (sodyum için D) ve sıcaklığı belirtilmelidir. Genel olarak yağların kırılma indisleri, sıvı yağlar için 25°C de, katı yağlar için 40°C de ölçülür. Yüksek sıcaklıkta ölçülen kırılma indislerinden 40° veya 25°C ye geçmek için her derece için 0.000365 (yaklaşık 0.0004) sayısı ilave edilir.

Zeiss'in bütirorefraktometrelerinde kırılma indisi 1.422 ile 1.489 arası 100'e (0-100) bölünmüştür ve bu sayılara "bütiro indisi" denir. Tablo 11de bütiro indislerinin refraksiyon indisi karşılığı görülmektedir.

İyot indisi ile kırılma indisi arasında da ilişki vardır. İyot indisi doymamış yağ asitlerinin bir ölçüsüdür. Kırılma indisi de doymamışlık ile ilgilidir. Çoğu kez aynı aletle kırılma indisi ve iyot indisi bulunabilir. Örneğin tereyağı için:

$$(I.I \text{ iyot indisi}) = (n_D^{40} - 1.45268) 5700 + 26 \text{ ilişkisi vardır.}$$

Tereyağın refraksiyon indisi (küçük moleküllü yağ asitleri fazla olduğu için diğer yenen hayvansal yağlarınkine göre daha düşüktür (Reichert Meissl indisi yüksek olan yağlarda). Tablo 10 de bazı yağların refraksiyon indisleri görülmektedir.

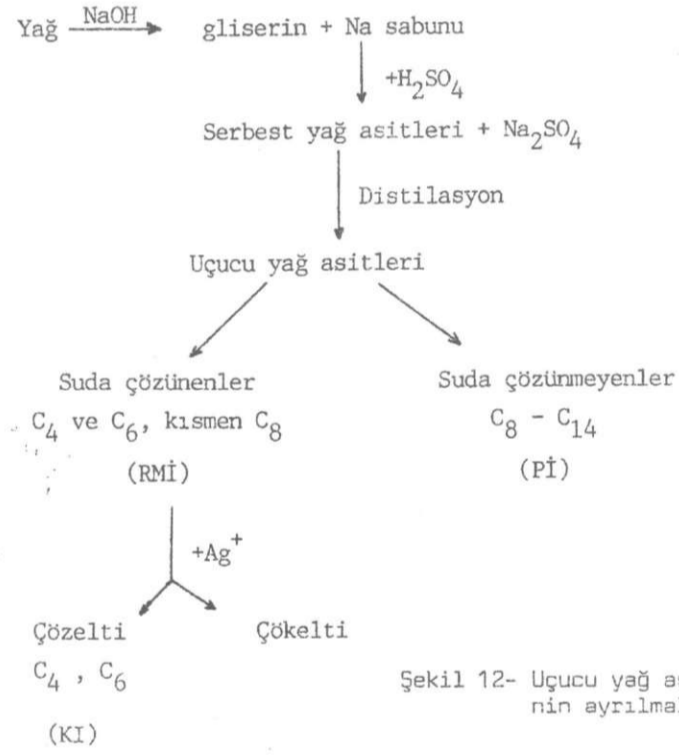
Yağların fiziksel özellikleri arasında duman, alev alma ve ateş alma noktaları, bulanıklık noktası (çözünme kritik noktası), optik çevirme, viskozite ve UV absorpsiyon özellikleri (doymamış bağlarla ilgili) araştırılabilir.

Kimyasal analizler: Yağ analizlerinde kullanılan kimyasal testler ve indisler yağların saflıkları, kaliteleri ve sağlık açısından kontrolü için yapılır. Bu değerler belirli bir sınır içinde değiştiği için genel olarak birden fazla kimyasal indis tayini yapmak gerekir. Bunlar arasında Reichert Meissl, Polenske, sabunlaşma, iyot, peroksit ve asit indisleri çok kullanılır.

Reichert Meissl İndisi (sayısı) (RMİ): 5 gram yağdaki uçucu ve suda çözünen yağ asitlerini nötralize etmek için kullanılan 0.1 N alkali (KOH gibi) nin mililitre olarak sayısıdır. Genel olarak uçucu yağ asitlerinin molekül ağırlıkları bütirik asit (C₄) ile miristik asit (C₁₄) arasında değişir. Reichert Meissl indisi bütirik asit ve kaproik asitlerle (suda çözünen), kaprilik ve kaprik asitlerin (suda az çözünen) miktarını verir. Tereyağı için R.M.İ. 21-34, koko ve diğer laurik asit yağları için 3-8 ve diğer yenen yağlar için 1 den küçüktür. Zeytinyağı % 83 oleik asit içerir. R.M.İ.: 1 veya daha küçüktür. Yunus balığı yağının R.M.İ.: 40-90 dır. Bu yüksek değer fazla miktarda izovaleriyen asit içermesinden ileri

gelir. Ancak bu yağın karakteristik kokusu, diğer yağlara katıştırma için kullanılmasına engeldir. Tereyağını karakterize etmede R.M.İ. önemli bir kriterdir. Sabunlaşma indisi, iyot indisi ve e.n. bakımından tereyağı benzeri bir karışım yağ yapılabilirse de R.M.İ. için bunun mümkün olmayacağı gösterilmiştir. Reichert ilk defa oleomargarini teşhis için bu yöntemi kullanmıştır. Meissl tarafından geliştirilmiş ve daha sonra da Leffman ve Beam sabunlaşma için alkollü NaOH yerine gliserin ve sulu NaOH kullanarak yöntemi daha da geliştirmişlerdir.

Polenske indisi (PI): 5 gram yağ numunesinde, uçucu olmayan ve suda çözünmeyen yağ asitlerini nötralize etmek için kullanılan 0.1 N alkalinin mililitre olarak miktarı "Polenske indisi" olarak tanımlanır. Aynı numunede R.M. ve Polenske indisleri tayin edilebilir, ayrıca Kirschner indisi de hesaplanabilir (Şekil 12).

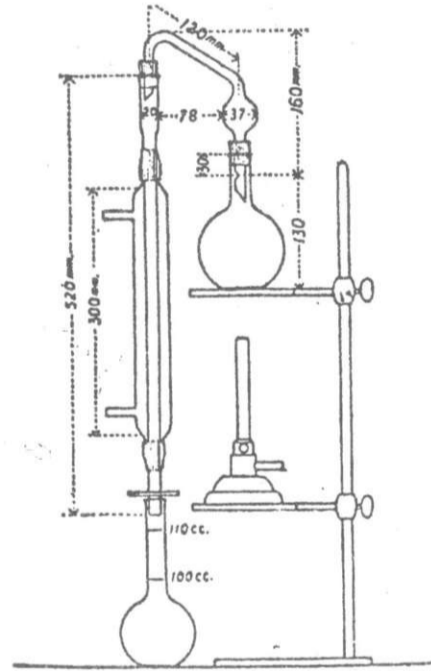


Şekil 12- Uçucu yağ asitlerinin ayrılmaları

Teknik: Bu amaçla standardize edilmiş özel distilasyon apareyi kullanılır (Şekil 13). 5 gram yağ örneği balona konur, alkollü NaOH veya gliserinli NaOH veya gliserinli NaOH ile muamele edilir. Alkol kullanıldığında yağ asitleri nötralize edilmeden önce alkol uçurulmalıdır. Deney koşullarında hemen sabunlaşma olur. Sabun H_2SO_4 ile nötralleştirilir ve karışım distile edilir. Distilatın soğutulması ile çözünmeyen yağlar çöker. Distilat süzülür ve standard 0.1 N NaOH (veya KOH)

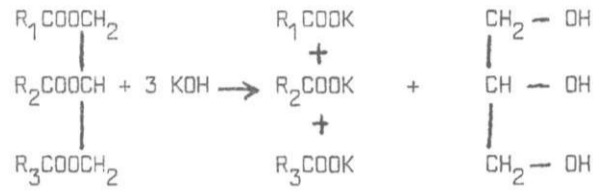
titre edilir. Böylece R.M.İ. bulunur. Soğutucu, distilatın toplandığı kap ve filtre kağıdı su ile yıkanır, çözünmeyen yağ asitleri, etil alkolde çözülür ve N alkali ile titre edilir. Böylece Polenske indisi bulunur.

Tereyağda başlıca uçucu yağ asiti bütirik asittir. Bu asit ise Kirschner İndeksi: (Kİ) ile tayin edilir. Kİ, Reichert Meissl distilatındaki uçucu, suda çözünen yağ asitlerinin Ag tuzları miktarı olarak tanımlanır. Nötralize edilen filtrat (R.M.distilatındaki) Ag_2SO_4 ile muamele edilir ve süzülür. Süzüntüdeki Ag tuzunun asitlendirilmesinden sonra distillenir. Distilet 0.1 N NaOH veya $[KOH \text{ veya } Ba(OH)_2]$ ile titre edilir. Kirschner indisi, tereyağ için 20-28, koko yağ için 1.6 - 1.9, birçok yağlar için 0.1 - 0.2 arasında değişir. Tereyağ için karakteristiktir. Yağlarda RMI, PI ve KI lerinin tayini için kullanılan standart yöntemler ilgili kitaplarda bulunabilir. (Şekil 12'de uçucu yağ asitleri ile ilgili indislerin tayinlerinin dayandığı prensip şematik olarak gösterilmiştir).



Şekil 13- RMI tayininde kullanılan standart aparey

Sabunlaşma indisi (Koettstorfer sayısı): 1 gram sıvı veya katı yağı sabunlaştırmak için gereken KOH in miligram olarak değeridir. Bu indis yağın molekül ağırlığını (m.a.) tayin eder. KOH bir trigliseridle reaksiyona girdiğinde, 1 mol yağ için 3 mol KOH gerekir.



Trigliserid düşük m.a. lı asitleri içeriyorsa KOH miktarı yüksek, tersine yüksek m.a. lı yağ asitleri içerdiğinde KOH düşük olacaktır. Zeytinyağın sabunlaşma indisi 190, koko ve palm yağının ise 250-260 arasındadır. Tereyağın sabunlaşma indisi içerdiği bütirik asit miktarı arttıkça yükselir (220-233 arasında değişir).

Sabunlaşma indisinin tayini: Yöntem 250-300 ml lik bir erlenmayerde hassas olarak tartılmış 5 g veya daha az miktardaki yağın 0.5 N alkollü KOH ile sabunlaştırılması esasına dayanır. 50 ml alkollü KOH bir büretten yağa ilave edilir. Karışım geri soğutucu altında dikkatle sabunlaştırılır. KOH in fazlası 0.5 N HCl ile fenolftaleine karşı geri titre edilir (S_1 ml). Ayrıca kör deney olarak 50 ml alkollü KOH 0.5 N HCl ile titre edilir (S_2 ml). Sabunlaşma (S.İ) indisi:

$$\text{S.İ.} = \frac{N(S_2 - S_1) \times 56.1}{T} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

S_1 ve S_2 ml olarak alınır, T alınan yağ örneğinin gram olarak miktarıdır.

Yağların sabunlaştırılmasından sonra, karışım asitlendirildiğinde, suda çözünmeyerek ayrılan yağ asitlerinin yüzde olarak ifade edilen miktarı Hehner sayısını verir. RMI yüksek olan yağların Hehner değerleri düşüktür. Bu yöntemde süzülen ve süzültüde kalan yağ asitlerinin miktarı ise (100 gram yağa göre) Planchon indisini verir.

İyot indisi: 100 gram yağ tarafından absorbe olan iyot miktarının gram olarak değeridir. Çift bağ içeren yağ asitleri gliserinle esterleşmiş olduğu durumda bile iyot (I_2) ve bazı iyot bileşikleri ile katılma ürünlerini verir. İyot sayısı yağlardaki doymamışlık derecesinin (çift bağların) bir ölçüsüdür. Oleik asit (18 C lu), 1 çift bağ, linolenik asit (18 C lu) ise 3 çift bağ, içerdiğinden, linolenik asit içeren bir molekül, oleik asit içeren moleküle göre 3 misli daha fazla I_2 absorbe edecektir.

İyot indisi tayini: Yağlarda iyot indisi Wijs veya Hanus yöntemleri ile tayin edilir. Her ikisinde de prensip aynıdır. Ağzı cam kapaklı bir erlende 0.1 - 0.5 gram yağ 15 ml kloroform veya karbon tetraklorürde çözülür. Pipetle tam 25 ml iyotlu iyot halojenür (IX reaksiyonu hızlandırır) ilave edilir. Karışım 1 saat karanlıkta, katılma reaksiyonu için bekletilir. Karanlıktan çıkarıldıktan sonra reaksiyona girmeyen iyot ve iyot halojenür KI ile reaksiyona sokulur ve açığa çıkan iyot tiyosülfatla geri titre edilir. ayrıca aynı şartlarda yağsız paralel deney de yapılır (kör deney).



Hanus yönteminde buzlu asetik asitli iyodür çözeltisi, iyot halojenür olarak IBr, Wijs yönteminde ise ICl kullanılır.

$$I.I(\text{gram } I_2/100 \text{ g yağ}) = \frac{(S_1 - S_2) N \times 126.9 \times 100}{T \times 1000} = \frac{(S_1 - S_2) N \times 12.69}{T}$$

formülü ile hesaplanır. S_1 (ml) kör deneyde sarfedilen, S_2 (ml) yağ örneğine sarfedilen tiyosülfat miktarı, N tiyosülfatın normalitesini, T (gram) ise alınan yağ miktarıdır. İyot indisi yağların birbirinden ayrılmasında kullanılan önemli bir indistir (Tablo 10'a bakınız).

Aşağıda standardize edilmiş Hanus yöntemi açıklanmıştır.

Hanus yöntemi: Bu yöntemde Hanus iyot çözeltisi (I Br) hazırlanmalıdır. Bunun için 13.2 g saf iyot, 1 litre % 99.5 asetik asit (HOAC) içinde çözülür. Gerekirse çözülme işlemi ısıtılarak sağlanır. Soğuduktan sonra 8 ml Br ($d= 3.12$) ilave edilir. Gerekirse ilave edilecek brom miktarı, 5 ml iyot çözeltisinin (% 5 ml % 10 luk KI ilavesinden sonra), 0.1 N $Na_2S_2O_3$ ile titrasyonu ile tayin edilebilir.

Teknik: Önceden tahmin edilen iyot indisi değerine göre yağ örneğinden 0.1-1.0 g arasında tartılır. Genel olarak katı yağ ise 0.5 g; sıvı yağlardan ise iyot indisi düşük olanlardan 0.25 g., yüksek olanlardan ise 0.1 - 0.2 g yağ örneği 500 ml lik bir erlenmayer içine tartılır. 10 ml $CHCl_3$ da çözülür, 25 ml Hanus çözeltisi ilave edildikten sonra karanlıkta 30 dakika bekletilir.

Bekletildikten sonra 10 ml % 15`lik KI 100 ml taze kaynatılmış ve soğutulmuş su (H₂O) ilave edilir. Nişasta (% 1 lik) indikatörü karşısında 0.1 N Na₂S₂O₃ çözeltisi ile titre edilir.

Ayrıca yağ ilave edilmeden paralel olarak iki kör deney de yapılır. İyot indisi yukarıda verilen formüle göre hesaplanır.

Asidite (asitlik derecesi, nötrleşme sayısı veya asit indisi): Doğal yağlar her zaman az miktarda da olsa serbest yağ asitleri içerirler. Bunların miktarı zamanla artar. 1 gram yağda serbest halde olan yağ asitlerini nötralleştirmek için gereken mg KOH miktarı o yağın "asit indeksini veya nötralleşme sayısını" verir.

Bir yağın "asitlik derecesi" veya "asiditesi" ise 100 gram yağda serbest olan yağ asitlerini nötralleştirmek için gereken N-KOH çözeltisinin ml olarak sayısıdır. Çoğu kez bu değer "serbest yağ asitleri" cinsinden hesaplanır. Bu takdirde sarfedilen alkali miktarını sözü edilen yağ asitinin molekül ağırlığı ile (örneğin oleik asit için 282 ile) çarpmak gerekir.

Bir yağın asiditesinin tayini: Bunun için hassas olarak tartılan 5-10 gram yağ örneği 25-50 ml alkol-eter karışımında çözülür. 0.1 N-NaOH ile fenolftaleine karşı (5 saniye dayanan açık pembe renk oluşuncaya kadar) titre edilir. Alınan yağ miktarı T (gram), titrasyonda kullanılan alkali miktarı S(ml) ve sözü edilen yağın molekül ağırlığı M ise:

$$\text{Asit indisi (Aİ) (mg KOH/g yağ)} = \frac{N \times S \times 56.1}{T}$$

$$\text{Asit derecesi (AD) (ml 1 N alkali/100 g yağ)} = \frac{N \times S \times 100}{T}$$

$$\text{Serbest yağ asitleri (SYA) (g yağ asiti/100 g yağ)} = \frac{N \times S \times M}{T} \times \frac{100}{1000}$$

formülleri ile hesaplamalar yapılır.

Yağlarda koku ve tad değişimleri:

Yağlar, depolanma sırasında bazı koku ve tad değişimine uğrarlar ve besin değerlerinden kaybederler. "Acılık" bu konuda en çok bilinen ve araştırılan özelliktir. Bazı yağlar ise acılıktan önce bir lezzet değişimine uğrarlar. Bu da önemlidir. Çünkü bu durumda yağ besin olarak kullanılamaz, bu olaya (dönüşme: reversion) denir.

Dönüşme (Reversion): Birçok yağların, acılık oluşumundan önce lezzetlerinde bir değişim olur. Birçok araştırmacılara göre bu olay bütün yağlarda görülür, ancak bazı yağlarda bu durum daha belirgindir. Örneğin, deniz hayvanlarından elde edilen yağların rafinasyon öncesi balıksı kokuları, bekletilme sırasında tekrar ortaya çıkar. Ancak bu -dönüşme- daimi yeterli değildir. Çünkü bazı yağlarda acılık öncesi oluşan maddeler daha önce bulunmamaktadır. Örneğin, soya yağı bekletildiğinde, önce tereyağımsı bakla lezzeti, sonra çayırimsı veya samanimsı bir lezzet ve daha sonra da boyamsı, balıksı bir lezzete dönüşür.

Reversiyon olayını hızlandıran faktörler sıcaklık, ışık, oksijen ve eser elementlerdir. Yağların kızartılması ve fırıncılıkta kullanılması sırasında bu olay önem taşımaktadır.

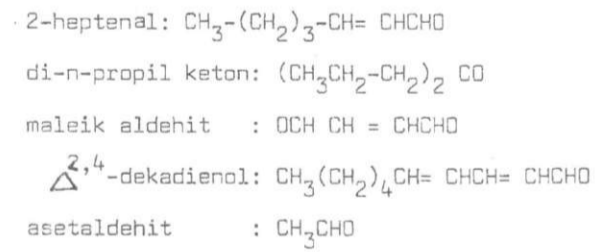
Reversiyona yatkın yağlar arasında olan ve besin olarak kullanılmayan keten tohumu yağı üzerinde birçok araştırmalar yapılmıştır. Linolenik asit ve esterleri hidrojenlendirildiğinde, bir molekül H₂ katılması ile oluşan ilk ürün "isolinoleik asit" dir:



Metil linolenatın hidrojenasyonu ile izolinoleat oluşur. Bu asit, keten yağında reversiyonu oluşturan asıl madde olarak bilinmektedir. Gliseriltri-isolinoleat da reversiyona çok duyarlıdır. Reversiyona dayanıklı olan ayçiçeği yağına etil linoleat ilave edildiğinde, bu yağ karışımının -pasta içinde- reversiyona uğradığı görülmüştür.

Linoleat ve izolinoleat reversiyon olayına neden olabilirler. Ancak reversiyona uğramış yağlar aynı olmadığı gibi, aynı yağlar bile farklı koşullarda farklı lezzette olmaktadır.

Linoleat ve izolinoleatın yağın reversiyon sırasında oluşan parçalanma ürünleri araştırılmıştır. Reversiyona uğramış yağın su buharı distilasyonu sonucu distiletta:



izole edilmiştir. Ancak bu maddelerden herbirinin reversiyona uğramış yağın lezzetini ne şekilde etkilediği henüz tam açıklanamamıştır.

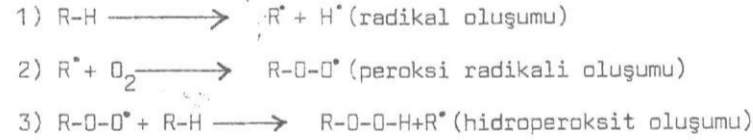
Yağlarda acılık: Normal koku ve tadındaki yağlar, bekletilmeleri sırasında oksijenle reaksiyona girerler ve bu dönemde olan değişimler acılık açısından teşhis edilemezler. Bu "indüksiyon dönemi" olup, daha sonra oksitlenme olayı hızlanır. Oksitlenmeyi ortamın ısısı, nemi, yağın temasta olduğu hava miktarı, ışık cinsi (UV gibi) yağda antioksidan ve prooksidanların olup olmaması çok etkiler.

Isı, ışık ve hava acılığı arttırır. Tohumlardan elde edilen bitkisel yağlar acılığa karşı oldukça dayanıklıdır. Hayvansal yağlar ise daha çabuk bozulur, kokuşur ve acırlar. Bitkisel yağlarda doğal olarak bulunan antioksidanlar tohumların presi sırasında yağa geçerler. Bazı doğal yağlar ise "prooksidanları" içerirler. Özellikle metal ve bileşikleri bu özellikte olup acılaşmayı hızlandırır. Bu maddeler yağların hazırlanması sırasında kullanılan metal düzeneklerden yağa geçerler.

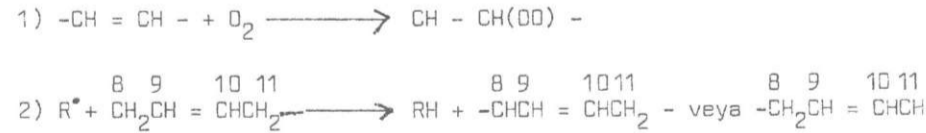
Otooksidasyon: Acılaşmaya neden olan oksidasyon (otooksidasyon) olayı sadece çift bağların basit bir oksitlenmesi değildir. Yağlardan uçucu olan ve acılaşmaya neden birçok kısa zincirli bileşikler (aldehitler, asitler, hidroksi asitler, ketonlar ve ketoasitler) izole edilmiştir. Yağların acılaşması sırasında hidroperoksitlerin ara ürün olarak oluştuğu gösterilmiştir. Birçok araştırmacılar metil oleatın oda sıcaklığında oksitlenmesi sonucunda hidroperoksiti izole etmişlerdir.

Acılaşma olayının açıklanması bir zincir reaksiyon halinde ve serbest radikallerin ara ürünü olarak oluşması şeklindedir.

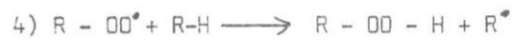
Yapılan araştırmalara göre, yağlardaki otooksidasyon olayı şu şekilde özetlenebilir:



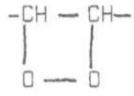
Örneğin, oleik asitin ışık etkisi ile 8,9,10 ve 11 no:lu karbonları hava oksijeniyle peroksi radikallerini oluştururlar. Bu peroksiradikalleri kendi moleküllerinden bir hidrojen olarak "hidroperoksitlere" dönüştürürler:



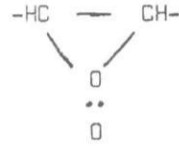
(2)no:lu reaksiyonda bu radikallerin rezonans hibridleri oluşur.



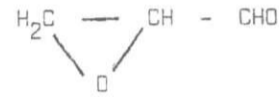
Hidroperoksitlerden de yağa acılık veren bölünme ürünleri olan maddeler meydana gelir (epidioksidler, epoksiperoksitler, epoksi, dihidroksi ve alditler gibi):



Epidioksid



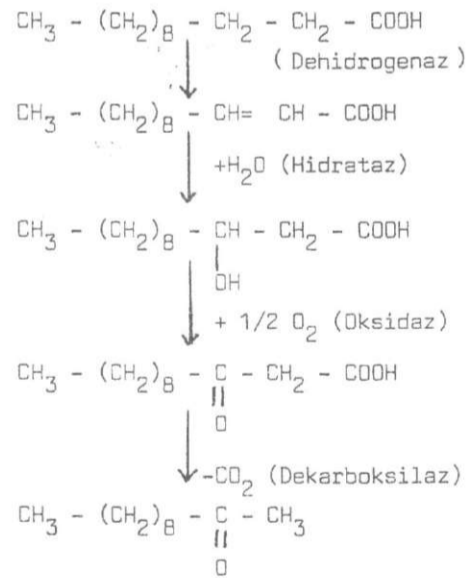
Epoksiperoksit



Epihidrin aldehyd

Otooksidasyonla acılaşımiş yağlar yenmeye elverişli değildir.

Mikrobiyolojik bozunma: Yağlar fiziksel ve kimyasal etkenler dışında mikroorganizmaların etkisi ile de bozunmağa uğrarlar. Özellikle tereyağ gibi su içeren ve sterilize edilmemiş yağlarda bu olay daha çabuk olur. Mikroorganizmalar lipidleri hidroliz ve yükseltgenme tipindeki kimyasal olayları ile parçalanmalarına (biodegradation) neden olurlar. Sonuçta hoş gitmeyen keton tipi maddeler oluşur (keton acılaşması). Örneğin, dodekanoik asitin ($C_{11}H_{23}COOH$) sırası ile dehidrojenaz, hidrataz, oksidaz ve dekarboksilaz enzimlerinin katalizledikleri reaksiyonlar sonucu metilnonil keton oluşur:



reaksiyonları sonucunda oluşur.

Yağlarda doğal olarak bulunan tokoferollerin (α -, β , γ ve δ) yani Vitamin E'lerin yağları oksidasyondan koruduğu gösterilmiştir. Ancak rafine yağlarda bunların miktarı çok azdır.

Bu nedenle birçok sentetik maddeler antioksidan olarak kullanılmaktadır. Bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve propilgallat bu amaçla geliştirilmiş ve yağlara ilave edilen antioksidanlardır.

Acılık testleri: Yağların acılığın kalitatif ve kantitatif tayini için birçok testler geliştirilmiştir. Bunlar arasında en çok kullanılanlar (1) peroksit indisi (2) karbonil grubu tayini (3) aktif oksijen tayini (4) tiyobarbitürik asit testi (TBA) ve (5) Schaal etüv testleridir.

Peroksit indisi (POİ): POİ, yağlarda bulunan etkin (aktif) oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit bağlanan oksijenlerin miliekivalan gram (mg/kg) olarak miktarıdır. Bu da 1 kg yağ için harcanan 1 N tiyosülfatın ml sayısına eşittir. Yağa acılık veren epidioksit veya hidroperoksit ile reaksiyona giren HI ün açığa çıkardığı iyot miktarı ile ölçülür. Bir mol peroksit oksijen 1 mol iyotu serbest hale geçirir:



Teknik: Hassas olarak tartılan 5 gram yağ 50 ml (buzlu asetik asit + kloroform: 3+2) içinde çözülür. 1 ml doymuş KI ilave edilir ve 1 dakika karanlıkta bekletilir. Açığa çıkan iyot, 0.01 N $Na_2S_2O_3$ çözeltisi ile nişastaya karşı titre edilerek tayin edilir. Ayrıca kör deneyde yapılır. Sarf edilen tiyosülfat miktarı S_2 (ml) ve normalitesi de N, ve yağ miktarı T(gram) ise:

$$POİ \text{ (=mek } O_2/\text{kg yağ)} = \frac{N(S_1 - S_2)}{T} \times 1000$$

S_2 (ml) kör deneyde, S_1 (ml) ise numuneye sarf edilen tiyosülfat miktarını göstermektedir.

Normal yağlarda POİ 0-1 dir. POİ 5 olduğunda acılık duyulur. POİ'i 10'u aşmamalıdır.

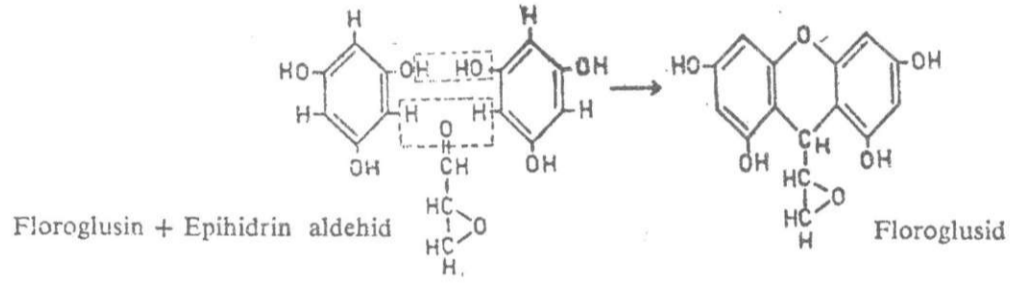
Acılık ölçmede kullanılan TBA yöntemi: Oksitlenmiş veya acımış yağın 2-tiyobarbitürik asit ile kırmızı renk vermesine dayanır. Bu rengin şiddeti acılık veren madde miktarı ile orantılı olarak artar. Acımış yağda TBA ile reaksiyon veren madde malonaldehit, $CH_2(CHO)_2$ dir.

Schaal'ın fırın (etüv) testi ise en çok fırıncılıkta kullanılır. Bisküvi, kraker veya benzerleri kavanoz içinde ağızları sıkı kapalı olarak $63^{\circ}C$ ($145^{\circ}F$) da

bekletilir. Acılaşmaları için geçen süre, acılığın koku ve tad denemesi ile tayini yolu ile saptanır. Bu test özellikle yağların karşılaştırılmasında yararlıdır.

Karbonil grubu llmesine dayanan acılık testi ise en çok kullanılmaktadır. Bu amaçla Kreis, Shibsted veya Lappin-Clark yöntemleri kullanılmaktadır.

Kreis denemesi: Yağların bozulması sırasında diğer aldehitlerle beraber bir epoksi aldehit olan epihidrin aldehit de oluşmaktadır. Kreis denemesi, epihidrin aldehitin rezorsin, floroglusin gibi hidroksifenollerle renkli kondensasyon ürünü vermesine dayanmaktadır. Epihidrin aldehit, yağlı gliserin ile asetal şeklinde bağlanmış olup serbest değildir. Bu nedenle yağ önce HCl ile muamele edilerek epihidrin aldehitin serbest hale geçmesi sağlanır (şekil 14).



şekil 14- Kreis reaksiyonu

Teknik: 5 gram sıvı veya eritilmiş katı yağ, 5 ml derişik HCl ile 1 dakika çalkalanır. 5 ml % 0.1 lik eterli floroglusin veya soğukta doymuş rezorsin zeltisi (Bellier reaktifi) ilave edilir. Tekrar kuvvetle çalkalanır. Beş dakika sonra asit fazın rengi incelenir. Acımış yağlarda asit fazı rezorsin ile menekşe renk, floroglusinle parlak kırmızı renk verir. Ayrıca boş deneme ile karşılaştırma yapılır. Sonuç yarı kantitatif olarak (acılık yok-; acımış:+, kuvvetli acı: +++ gibi) verilir.

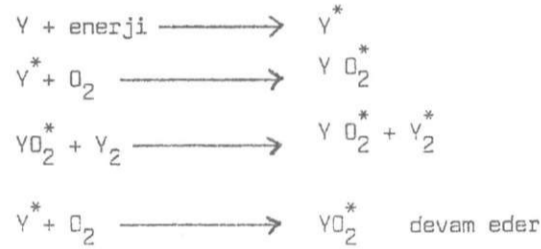
Yağlarda antioksidanlar

Doğal yağlarda, çok az miktarda bulunan bazı maddelerin yağları uzun zaman oksidasyona karşı koruduğu uzun zamandanberi bilinmektedir. Bu doğal maddelere (antioksidanlar) tokoferoller (E vitamini, α -, β -, γ -, δ şekilleri) rnek verilebilir. Rafine yağlarda tokoferollerin miktarı oldukça azdır. Örneğin 100 gram zeytinyağda 3-30 mg; 100 gram rafine susam yağında 18-65 mg; 100 gram ham mısır özü yağında 102.8 mg; rafine ve hidrojene mısır özü yağında ise 97.6 mg tokoferol bulunmuştur.

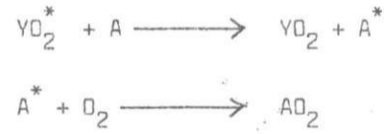
Bunun dışında bazı antioksidan özelliği gösteren doğal kaynaklı maddeler örneğin susam yağında sesamin, sesamol, sesamolin; pamuk yağında gossipol (toksik) bilinmektedir. Zamanımızda daha çok sentetik kaynaklı antioksidanlar geliştirilmiş ve gerek yağlarda ve gerekse diğer besinlerde besin katkı maddeleri arasında yer almışlardır. Bu konu "besin katkı maddeleri" nde ayrıca görülecektir. Burada yalnızca yağlarda kullanılan antioksidanlardan bahsedilecektir.

Yağlardaki otooksidasyonu yavaşlatan -antioksidanlar- çok az miktarları ile bu özelliği gösterirler. Bu yavaşlatma olayının mekanizması, yağlarda otooksidasyona neden olan enerjinin antioksidan maddeye aktarılması ve böylece acılaşmadaki zincir radikal reaksiyonun engellenmesi ile açıklanmaktadır:

I. Yağ acılaşması (Y: Yağ molekülü)



II. Antioksidan etkisi (A: antioksidan)

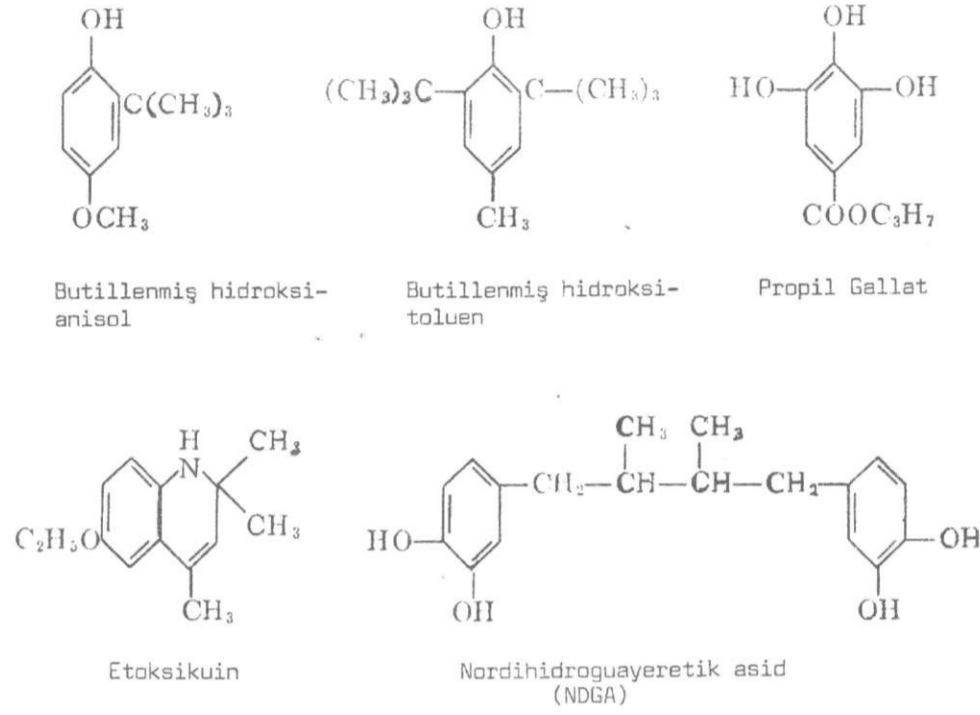


Antioksidanın ilavesi acılaşmış yağda etki göstermez. Çünkü yeteri derecede oluşmuş $Y O_2^*$ yüksek enerjili radikalın enerjisini antioksidan karşılayamaz.

Yağlarda kullanılan başlıca antioksidanlar:

Fenolik yapıda olan gallatlar (propil gallat, dodesil gallat), bütillenmiş hidroksianizol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve norhidroguayaretik asit (NDGA) ve yonol sentetik antioksidan olarak yağlara ilave edilirler (Şekil 15).

GMT'ne göre sıvı ve katı yağlara, gallatlar (propil-, oktil-ve dodesil- karışımı) yağlara % 0.001; BHT veya BHA % 0.01 oranında; doğal kaynaklı tokoferoller ise sıvı yağlara % 0.2, margarinlere ise benzoik asit ve tuzları % 0.2 oranında antioksidan olarak katılabilirler.



Şekil 15- Antioksidanlar

Yağlarla ilgili diğer kalitatif testler

1- Bellier deneyi: Nitrik asit ve rezorsinin yağın bazı bileşenleri ile renk reaksiyonu vermesine dayanmaktadır. Tohum yağlarının çoğu bu reaksiyonu verirler.

5 ml seyreltik nitrik asit (7 hacim su + 3 hacim saf HNO₃), 5 ml sıvı yağ veya eritilmiş yağ örneği (katı ise eritilmiş ve duru olmalıdır) ve 5 ml benzende doymuş rezorsin (Bellier reaktifi) ayrı faz oluşturacak şekilde ilave edilir, kuvvetle çalkalanır. Tohum yağlarının çoğu kırmızı ile mavi menekşe arasında değişen renk verirler. Saf zeytinyağ duru yeşilimsi renk verir.

2- Elaidin reaksiyonu: Bu reaksiyon sıvı olan trioleinin dumanlı nitrik asitle yükseltgenip izomeri olan katı trielaidine dönüştürülmesine dayanır. Böylece oleik asidin tanımı yapılır ve diğer kurumayan yağlardan ayrılmış olur.

Bu deney (Caillet denemesi) şöyle yapılır: Önce yağ H₂SO₄ ile karıştırılır ve çalkalanır, dumanlı HNO₃ ile de karıştırılarak su banyosunda ısıtılır. Zeytinyağı saf ise oldukça koyu sarıya boyanır.

3- Susam yağı aranması: Kreis deneyi ile aranır. Bu deneyde, susam yağının içerdiği "sesamin" in renk reaksiyonundan yararlanılır. 5 ml yağ, 5 ml % 75 H₂SO₄ (d: 1.68), 1 damla % 30 H₂O₂ ile cam kapaklı bir mezürde çalkalanır. % 5 den fazla susam yağı içeren yağlarda kısa zaman sonra zeytin yeşili renk oluşur.

Susam yağı modifiye Villavecchia testi (standard yöntem) ile de aranabilir: 0.1 ml furfural çözeltisi (2 ml furfurala 100 ml alkol ilave edilerek karıştırılır) 10 ml HCl ve 10 ml yağ örneği ile bir tüpte karıştırılır. 10 dakika bekletildikten sonra renk gözlenir ve 10 ml su ilave edilerek karıştırılır. Pembe koyu kırmızı renk kalırsa susam yağı vardır, renk kaybolursa susam yağı yoktur.

4- Pamuk yağı aranması: Halphen veya Gastaldi deneyleri ile aranır. Bir balona 5 ml yağ, 1 damla piridin (Halphen deneyinde amil alkol) ve 4 ml CS₂ çözeltisi (% 1 kükürt içeren) konur ve balon uzun bir boru ile tespit edilerek 1 saat su banyosunda ısıtılır. Pamuk yağı olduğunda kırmızı renk meydana gelir. Bu deney, siklopropenin yapısındaki yağ asitlerinin CS₂ ile verdiği renk reaksiyonuna dayanır.

Yağlarda mineral yağ aranması: Yağlar bazan mineral yağ ile karıştırılabilir ve tağşiş olayı sağlık için zararlıdır. Nitel olarak mineral yağ aranması için 1 ml sıvı yağ veya eritilmiş katı yağ bir erlenmayere konur. 1 ml KOH çözeltisi (3 + 2 oranında), 25 ml alkol ilave edilerek geri soğutucu altında sık sık çalkalayarak kaynatılır. İşleme sabunlaşma tamamlanıncaya kadar (5 dakika kadar) devam edilir. Erlene 25 ml su ilave edilip karıştırıldığında, eğer mineral yağ varsa (% 0.5 den fazla) belirgin bir bulanıklık olur.

Yağlarda nikel aranması: Hidrojenasyon sırasında nikel katalizör kullanıldığı zaman yağlara nikel geçebilir. Yağlarda nikel aranması, bu metalin dimetil glioksim ile verdiği renkli kompleks reaksiyonuna dayanır.

Teknik: 50-100 gram yağ aynı hacimdeki değişik HCl ile bir balon içinde su banyosu üzerinde sık sık karıştırılarak ısıtılır. Soğutulduktan sonra karışım ıslatılmış süzgeç kağıdından porselen bir kapsüle süzülür, 2 ml derişik HNO₃ ilave ederek 1-2 damla kalıncaya kadar su banyosunda uçurulur. Kalıntı 1-2 ml su ile seyreltilir, 8-10 ml dimetilglioksim çözeltisi (alkolde % 1 lik) ilâve edilir. Nikel varsa miktarına göre kırmızı renk veya çökelti oluşur.

Yağlarda antioksidan aranması: Antioksidanlar Fe⁺³ tuzu ve potasyum ferrisiyanür, K₃(Fe/CN)₆, ile Turnbull mavisini verirler. Antioksidan Fe⁺³ ü Fe⁺² ye indirger ve bu da Fe⁺³ kompleksi ile mavi renkli $[Fe^{+2}(Fe^{+3}(CN)_6)]$ bileşliğini verir.

Bu prensibe dayanarak, yağlarda nitel olarak antioksidan aranır: 1 gram yağ 2 ml mutlak alkolde hafif alev üzerinde çözülür, soğuduktan sonra bu alkol ekstraktından birkaç damla şerit halinde kesilmiş süzgeç kağıdına damlatılır. Kağıt 100 ml % 0.2 $Fe_2(SO_4)_3$ + 100 ml % 0.1 $K_3Fe(CN)_6$ + 200 ml su + 2 ml H_2SO_4 oranlarında hazırlanan karışım içeren bir deney tüpüne daldırılır. Çıkarılan süzgeç kağıdında mavi renk görülmesi fenollü antioksidanların mevcudiyetini gösterir. Bu kağıt su ile yıkanıp, % 85'lik alkol içine daldırıldıktan sonra kurutulursa dayanıklı renk elde edilir.

Besinlerde yağ tayini: Besin maddesinin içerdiği yağ, diğer bileşenleri olan karbohidrat protein ve mineral maddelerden eter, petrol eteri, kloroform gibi hidrofob organik çözücülerle ekstrakte edilerek ayrılır. Çözücü distile edildikten sonra kalıntı 105°C de etüvde kurutulularak tartılır ve yağ miktarı hesaplanır.

İnce toz edilmiş maddeler (kakao, un, baharat) doğrudan doğruya çözücü ile çalkalanarak; çikolata, et ekstraktları, yumurta tozu gibi katı ve yapışkan maddeler ise yıkanmış eterle, kuru ve susuz Na_2SO_4 ile karıştırıldıktan sonra devamlı ekstraksiyon yapan düzenekler (Soxhlet gibi) kullanarak yağ miktarı tayin edilir.

Sütlü ürünler, pasta v.s. de yağ karbohidrat ve proteinle iyice karışmış olduğundan, önce bu besinler asit, kavevi gibi çözücülerle muamele edilir. Sonra yağ çözücülerini ile (eter gibi) ekstrakte edilir. Örneğin, Gerber usulü ile sütte yağ tayininde önce H_2SO_4 , Schmidt-Bondzynski usulü ile peynirde yağ tayininde HCl veya bazı besinler de alkol ile muamele edilirler. Sonra ekstraksiyon işlemi uygulanır.

Yağlarda diğer analizler: Yağları karakterize etmek yabancı diğer yağlarla karışık olup olmadığını anlamak için yukarıda açıklanan analizler dışında bir çok indis ve testler yapılabilir. Örneğin bütirik asit indisi, tiyosiyanat (rodan) indisi (R.I), asetil ve hidroksil indisleri, sabunlaşmayan kısım tayini, skualen tayini, yağ asitlerinin metil esterleri tayini, doymamış yağ asitleri tayini gibi. Bu indis ve analizlerin amacı, ayrıntılı teknikler besin analizleri ile ilgili kitap ve standartlarda bulunabilir (Keskin, H. 1981; AOAC methods serileri; TSE yayınları).

Gıda Maddeleri Tüzüğüne göre yağların sınıflandırılmaları ve analizleri:

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün (GMT) II.Bölümünün XII.kısım "tereyağları"; III.Bölümü ise "süt yağından başka yemeklik diğer hayvan yağları ve hayvani margarinler"; IV.Bölüm ise "yemeklik nebati yağlar" la ilgili maddeleri kapsamaktadır.

1. Tereyağı: GMT'nin 73.maddesine göre "süt, krema veya yoğurttan fiziksel yolla elde edilen, içinde süt yağından başka yağ bulunmayan süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır. Hazırlanış tekniği ve kullanma yerine göre tereyağları GMT'de kahvaltılık tereyağ (pastörize tereyağ), mutfak tereyağ (tuzlu ve tuzsuz olabilir) ve eritilmiş tereyağı (sade yağ) olarak sınıflandırmıştır. Özellikleri (GMT'in 73-88.maddelerine göre): a) Tereyağlarda süt yağ oranı pastörize, mutfaklık tuzsuz tereyağlarda % 82 den, tuzlu tereyağlarda % 80 den, sade yağlarda % 99 dan az; b) Asiditeleri ise laktik asit cinsinden pastörize tereyağlarda % 0.27, mutfak tereyağlarında % 0.63 ve eritilmiş tereyağda ise 0.36 dan aşağı; c) R.M.indisleri ise 24 den az; d) Peroksit sayısı 10 miliekivalan gramdan çok olmamalıdır; e) Tereyağlar, yönetmelikte belirtilen miktarda betakarotenle boyanabilirler. Başka bir boya maddesi kullanılması yasaktır.

2. Süt yağından başka yemeklik diğer hayvan yağları grubuna ham iç ve kuyruk yağları, domuz yağları, eritilmiş iç ve kuyruk yağları, rafine hayvan yağları ve hayvani margarinler girmektedir. Bu yağların tanımları ve özellikleri GMT'nün ilgili maddelerinde (madde 89-110) belirtilmiştir.

3. Yemeklik nebati yağlar, GMT'de: a) Tabii nebati yağlar, zeytin yağları; b) rafine nebati yağlar; c) hidrojenle sertleştirilmiş nebati yağlar ve d) nebati margarinler olmak üzere 4 kısımda toplanmıştır.

GMT'de "nebati yağlar: bitkisel yağlar" (Bazı nebatların tohum, çekirdek gibi kısımlarından ezdirilip sızdırılmak suretiyle çıkartılan mayi yağlar) olarak tanımlanmaktadır. Çıkarıldıkları bitki ismiyle adlandırılarak satılırlar (susunyağı, zeytinyağı gibi).

a) Zeytinyağlar GMT'de (madde 113-114) elde edilişlerine ve gördükleri işleme göre natürel, rafine ve tip zeytinyağ olabilirler. Natürel zeytinyağlar asiditelerine (oleik asit cinsinden serbest yağ asiti miktarına) göre süzme-ekstra (asidite % 1'i geçmemeli), ekstra-ekstra (% 1.5'u geçmeyen), ekstra (% 3'ü geçmeyen) ve birinci yemeklik (% 4.5'u geçmeyen) zeytinyağları olmak üzere sınıflandırılmışlardır.

Natürel zeytinyağların nötrleştirme, ağartma ve koku giderme gibi işlemlere tabi tutularak arıtılmış (rafine edilmiş) zeytinyağlar "rafine zeytinyağ" olarak satılırlar.

GMT'de kabul edilen natürel zeytinyağlarının rafine zeytinyağları ile karıştırılması suretiyle elde edilen zeytinyağlara "Tip (Huiles pures d'olive) zeytinyağ" adı verilir. Bu yağlarda serbest yağ asiti miktarlarına göre Rivyera tipi (asiditeleri % 1 e kadar), A tipi (asiditeleri % 1.5 u geçmeyen) ve B tipi (asiditeleri % 2.5`u geçmeyen) olmak üzere üçe ayrılırlar.

Tüm yemeklik zeytinyağlarının GMT'nin 117.maddesine göre etiketleri üzerinde "Türk malı" ibaresi ile TS işareti ve numarası bulunmalı ve natürel, rafine ve tip zeytinyağları standardında belirtilen özelliklere uygun olarak kapalı kaplar içinde satışa çıkarılmalıdırlar.

b) Rafine nebati yağlar GMT'nün 118'inci maddesine göre "tortulu, bulanık, renkleri bozulmuş, lezzetleri acımuş veya kokuları ağırlaşmış nebati yağların yenilmelerinde hiçbir mahzur meydana getirmeyecek usullerle tasfiyeye tabi tutularak her türlü bozukluklarının ıslahı ile elde edilen yağlar" olarak tanımlanmıştır. Bu yağlar, hazırlandığı ham yağın koku ve lezzetini içermemeli, asiditeleri oleik asit cinsinden % 0.3'ü geçmemeli ve acılık teamülü (Kreis deneyi ile) menfi (-) olmalıdır.

c) GMT'ne göre; Rafine edildikten sonra hidrojenle sertleştirilen nebati yağlar "hidrojenle sertleştirilmiş nebati yağlar" adı altında; sertleştirilmiş nebati yağların pastörize süt, % 5 oranında nebati lesitin, A ve D vitaminleri katılarak tereyağ vasıflarını ihtiva edecek şekilde işlenmiş yüksek kaliteli yağlar "nebati margarinler" olarak isimlendirilirler.

GMT'ne göre hidrojenle sertleştirilmiş nebati yağların erime noktası 37°C, margarinlerin ise 36°C i; asidite dereceleri de oleik asit hesabı ile sertleştirilmiş yağlarda % 0.3'ü margarinlerde % 0.2'yi geçmemelidir. Margarinlere yönetmeliğe (Gıda maddelerine katılabilecek katkı maddeleri ile ilgili yönetmelik: 7 Haziran 1990 tarih ve 20541 sayılı resmi gazetede yayınlanmıştır) göre antioksidan, boya ve zararsız koku maddesi katılabilir.

4- SÜT VE SÜTLÜ MADDELER

Süt ve süt ürünleri insanın en önemli besin maddeleri arasındadır. Genellikle "süt" denince "inek sütü" anlaşılacaktır ve diğer sütler sağıldığı türe göre "insan sütü", "keçi sütü", "koyun sütü" gibi isimlendirilir.(Gıda Maddeleri Tüzüğünde) süt ve süttten yapılan besin maddeleri, taze süt, pastörize süt, konserve sütler, süt tozu, krema ve kaymak, yoğurt, ayran, peynir ve tereyağlarını kapsamaktadır.

Sütün bileşimi:

Meme bezleri tarafından üretilen süt üç fazda gelişir: (1) meme bezlerinin gelişmesi, (2) sütün salgılanması ve (3) sütün boşaltılması ilk sekresyon (salgılanma) süttten farklıdır ve colostrum adını alır. Oldukça yoğun bir sıvı olan colostrum postpartumun (doğum sonrası) ilk günlerinde salgılanır, sonra tedricen süt kıvamı ve bileşimine dönüşür. Süttten başlıca farkı protein içeriği, vitaminler ve

amino asitler açısından (Tablo 12). Kolostrum pantotenik asit açısından daha fakir, amino asitlerden triptofan daha zengindir.

Tablo 12- Kolostrum ve sütün bazı bileşenleri

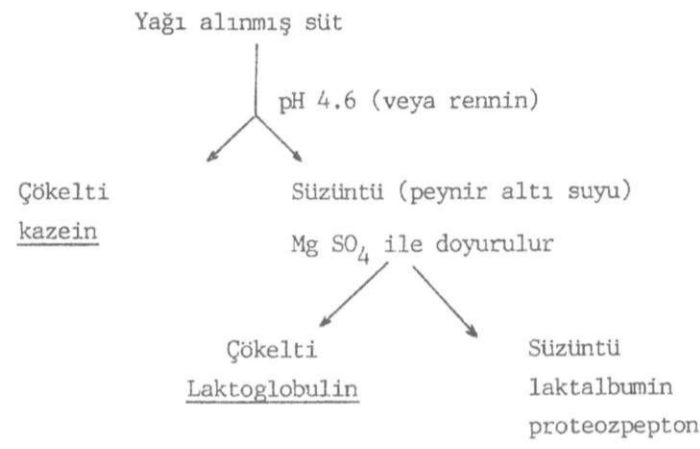
Bileşen	Kolostrum	Süt
Kazein (%)	31	71
Albumin (%)	6	8
Globulin (%)	55	18
Vitamin A (Litre)	1.5-2 mg	15-20 mg
Riboflavin(")	1.9-3.6 mg	6-11 mg

Süt, lipidler, karbohidratlar, proteinler ve birçok organik bileşikler ve anorganik tuzların sudaki çözelti veya kolloidal dağılımından oluşan kompleks bir karışımdır. Süt içinde 100'den fazla bileşik olduğu bilinmektedir. Karbohidratlar (laktöz), birçok tuzlar ve vitaminler suda çözülmüş haldedir. Lipidler, proteinler, dikalsiyum fosfat gibi maddeler ise sütte, su içinde kolloidal veya bu duruma yakın bir dağılım gösterirler.

Sütteki lipidler, başlıca trigliseridlerden oluşmuştur, ayrıca az miktarda fosfolipidleri, steroller, vitamin A ve D, karotenleri ve ksantofilleri de içerir. Sütte total protein miktarı litrede ortalama 35-38 gram arasında değişir. Süt proteinlerinin önemli kısmını (total proteinin % 76-86'sı) kazein, % 9-8'ini laktalbumin, % 1.4 - 3.1'ini laktoglobulin ve 2.6'sı proteoz peptonlar oluşturur. Peynirin temel maddesi olan kazein süttten rennin enzimi ile veya asit ortamda (pH 4.6 da) ayrılır. Sütte kazein içinde % 6 kalsiyum yerleşmiş (kalsiyum kazeinat) şeklindedir. Saf protein olmayıp α -, β - ve γ -kazein fraksiyonlarını içerir. İzo-elektrik noktası 4.6 olduğu için, kazein asetik asit gibi uygun bir asit ve tampon kullanarak asit ortamda süttten çöktürülerek ayrılabilir. Asit ortamda serbest kazein elde edilebilir. Bu yolla elde edilen kazein, endüstride sentetik reçine (galalit), sentetik yün (lanital), kağıtçılık, boya ve yapıştırıcı maddeler üretiminde ayrıca besin endüstrisinde kullanılır. Rennin ile süttten kazein pH da daha karmaşık yapıda olmak üzere "kalsiyum parakazeinat" şeklinde çöker. Diğer süt proteinleri ise ısı ve çözünürlüklerine göre birbirinden ayrılırlar (Şekil 16).

Diğer süt proteinleri ise, kazeinin ayrılmasından sonraki süzününde (bu nedenle "kesilmiş süt suyu proteinleri" de denir) bulunurlar. Globulin, süzününün magnezyum sülfat ile doyurulması ile ayrılır. Bu fraksiyonun karışım olduğu elektroforez ile gösterilmiştir. "Euglobulin" ve "pseudoglobulin" olmak üzere iki homojen fraksiyona ayrılmıştır.

Globulin ayrılmasından sonraki süzüntüde albumin bulunur. Kristal bir bileşik olan bu proteine " β -laktoglobulin" denmesinin nedeni süt serumunun ultrasantrifüjle ayrılmasında, β -fraksiyonunda bulunmasındandır.



Şekil 16- Süt proteinlerinin ayrılması

Sütte karbohidrat olarak yalnızca laktoz bulunur. Sütün litresinde 45-50 gram bulunan laktoz bir disakkarit olup insanda yavaş hidroliz olur, yavaş sindirildiği için bağırsakta uzun kalır, hafif asidite sağlar.

Sütteki tuzlar (total litrede 9-9.5 gram) anorganik asit tuzlarıdır, ayrıca sitrik asit gibi organik asit tuzlarını da içerir. Fosfatlar kısmen fosfoprotein ve fosfolipid olarak bulunur, kısmen de Ca ile birleşmiş haldedir. Ca fosfat sütte kolloidal haldedir. Süt ayrıca K, Na, Mg ve Cl iyonlarını içerir, az miktarda Cu, Fe, Zn, Mn, Al ve I iyonları da vardır. Kükürt ise proteinlerin (bazı aminoasitlerinin) yapısında bulunur.

Süt vitaminler açısından da zengindir. Ancak askorbik asit oldukça düşüktür (litrede 60-100 mg) ve pastörize sütlerde bulunmayabilir. Diğer yağda ve suda çözünen vitaminler ise oldukça yeterli miktarda bulunur. Böylece B kompleks vitaminleri süttün su fazında, A ve D vitaminleri yağ kısmında çözülmüş olarak bulunurlar. Kışın süt D vitamini bakımından zengin bir kaynak değildir.

Sütte birçok enzimler de vardır. Bunların bir kısmı sütte salgı sonucu vardır, bir kısmı ise sütteki mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır. Amilaz,

lipaz, triptaz, peroksidaz, katalaz, redüktaz, galaktaz, laktaz ve aldehitaz sütte bulunan enzimlerdir. Pastörizasyon sırasında bu enzimlerin bir kısmı tahrip olur veya azalır. Bu nedenle bazı enzimlerin aranması ve miktar tayini pastörizasyon etkisini gösterme açısından değer taşır.

Ticarette satılan sütlerin bileşimi nisbeten sabittir. Ancak sağıldığı hayvanın cinsi, mevsim, laktasyon zamanı ve beslenme koşullarına göre az çok farklar gösterir. Süt cinsi için en çok değişen bileşen yağ, daha az değişen proteindir (Tablo 13).

Tablo 13- Değişik sütlerin ortalama bileşimi
(g/100 g süt)

	<u>Su</u>	<u>Yağ</u>	<u>Protein</u>	<u>Laktöz</u>
Kadın sütü	87.2	3.8	1.2	6.7
İnek sütü	87.3	3.7	3.4	4.8
Koyun sütü	82.8	6.3	5.3	4.6
Keçi sütü	87.1	3.8	3.8	4.6
Manda sütü	82.4	7.4	1.7	4.8

Teze süt turnusola karşı hafif asit reaksiyon gösterir. Süt pH sı ortalama 6.3 - 6.5 arasındadır. Süt havada kaldıkça içerdiği CO₂ in (1 litre sütte 60 ml CO₂ vardır) ayrılması nedeni ile asidide artar.

Süt yağı: Çapları 2-4 mikron olan gayet küçük kürecikler şeklinde bulunur. Kendi haline bırakılan sütün üst yüzeyinde yağ tanecikleri bir araya gelerek toplanır. Buna "kaymak" veya "krema" denir. Kreması alınan süte -yağsız süt- denir ve % 0.5 yağ içerir. Litrede en az 20 gram yağ içeren sütlere -yarım yağlı süt- denir. İnek sütünde yağ en az % 3 olmalıdır.

Süt yağı kimyasal bakımdan suda çözünen uçucu asitleri (bütirik asit) diğer besin yağlarına göre daha çok (% 3.1) içerir. Süt yağına "tereyağı" denir. Süt yağında en çok bulunan asit oleik asit (% 36.5) ve palmitik asit (% 23.2) tir. Tereyağın yumuşak oluşunun nedeni de budur. Süt yağında pek az steroller ve fosfolipidler de bulunur.

Sütün fiziksel özellikleri: Taze sütün yoğunluğu 1.030-1.033 arasındadır. Sütün beyaz görünüşü kolloidal halde sütte bulunan kazein ve kalsiyum fosfat tarafından ışığın yansıtılmasından dolayıdır. Sarı rengi ise riboflavin ve karoten pigmentlerinden ileri gelir. Süt serumunda çözülmüş laktöz süte hafif tatlımsı lezzet

verir. Sütün tadına klorür ve gazlar (N₂, O₂, CO₂) de etkirler. Tereyağın karakteristlik tad ve kokusunu kısmen veren "asetilmetil karbinol" ve güzel koku veren "diasetil" de sütte az olmalarına rağmen süttün lezzetinde etkilidirlirler.

Süttün içerdığı çeşitli bileşiklerin etkisi sonucu kendine özgü hoş bir lezzeti vardır. Farklı ve normal olmayan bir lezzeti olan süt tüketici tarafından kabul edilmez. Bazı nedenlerle sütte lezzet bozukluğu oluşabilir. Örneğin aminoasitlerden metiyoninden güneş ışığı etkisi ile fotoliz sonucu oluşan "metiyonal" süte "güneş ışığı" lezzeti denilen değişik bir tad verir. "İneğimsi" lezzet denilen değişiklik ise sütte keton cisimlerinin oluşmasına bağlıdır. İneklerde, yağ asitlerinin karbondioksit ve suya tam oksitlenmemesi sonucu ketozis olayının gerçekleşmesi yatkınlığı vardır. Sonuçta aseton, β-hidroksibütirik asit ve asetoasetik asit yani keton cisimleri meydana gelir. Bu bileşikler kanla taşınır, idrar ve sütle atılır. Laktasyon zamanında da sütte az miktarda keton cisimleri bulunur.

Süttün bozulması: Besi değeri yüksek olan süt mikroorganizmaların üremesi için çok uygun bir ortam oluşturur. Bunların başında süt asiti bakterileri (Lactobacillus ve Streptococcus) gelir. Bu bakteriler süt şekerinden süt asiti (laktik asit) yaparlar. Süt asiti 70 Dornic derecesine (pH 4.6) yükselince kazein pıhtılaşır yani süt kesilir. Bu bakteriler süttü daha küçük moleküllere parçalamaz.

Ekşimiş süt asidik karakterde kaldığı sürece sağlığa zararlı değildir, çünkü başka bakteriler üreyemez. Ancak küfler asit ortamda ürerler. Küfler asiti kullanırlar bazı yan ürünler oluşur, kalevi ortamda geçiş olur. Bu defa diğer bakteriler de faaliyete geçer. Bu bakteriler, özellikle proteolizisi yapanlar, proteinlerine etkiyerek beslenme için elverişli olmayan maddeler, hoş gitmeyen koku ve gaz oluşmasına neden olurlar. Aynı şekilde Bacillus butyricus'la tereyağı fermente ederek gaz ve kötü koku çıkarırlar. Bacillus subtilis kazeini daha küçük moleküllere (peptonlara) parçalayarak süttü acılaştırırlar.

Süttü bozan diğer mikroorganizmalardan Pseudomonas syncyanea süte mavi renk, Pseudomonas synxantha süte sarı bir renk, Serratia marcescens ise süttün kırmızı renk almasına yol açarlar. Cladophiala lactis süttün yüzeyinde bir küf tabakası meydana getirir. Micrococcus cremoris viscosus süttü sümüksü bir duruma sokar.

Pastörizasyon: Süttü kaynatmakla patojen mikroplar yok edilebilir. Ancak bu şekilde C vitamini yok olur, laktalbumin çöker ve kazein sindirimi güçleşir. Pastörizasyonla bu durum ortadan kaldırılır. Pastörizasyon işleminde, süt belirli bir sıcaklığa çabucak çıkarılır, az bir müddet bekletilir ve derhal soğutulur. Bu şekilde süttün fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikleri bozulmadan patojen mikroplar yok edilmiş olur. Pastörizasyon için çeşitli teknikler kullanılır.

Sütün koruyucu maddelerle korunması: Antiseptik maddelerle besin maddelerinin korunması eskiden beri bilinmekte ve zamanımızda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak besin katkı maddelerinde de bahsedileceği gibi, hangi besinlere hangilerinin ve hangi sınırlarda kullanılabileceği tüzükte belirtilmiştir. Gıda Maddeleri Tüzüğünde sütlere koruyucu madde ilavesi yasaklanmıştır.

Ancak çiğ süt çabuk bozulduğu için, bu durumu önlemek için yasak ta olsa sütçüler tarafından bir takım koruyucu maddeler süte katılmakta, ekşiliği gidermek için kalevi bikarbonatlar ilave edilmektedir. Ayrıca bu amaçla sütlerde en çok hidrojen peroksit (H_2O_2), hipokloritler, kloraminler, flourürler, bor türevleri, formol, salisilik asit ve tuzları kullanılmaktadır.

H_2O_2 az miktarda (% 3 likten 1 litre süte 1-4 ml) ilave edilirse süt biraz daha uzun dayanır, ekşimez. Ancak H_2O_2 sütteki katalaz ve amilaz gibi enzimler tarafından çabuk bozulur. Vitaminleri de yok eder. Bu nedenle kullanılmasına müsaade edilmemektedir. Sütte H_2O_2 aranmasının prensibi, katalaz ile H_2O_2 in verdiği oksijenin guayakol gibi maddelerle boyar maddeler oluşturmasına dayanır. Süte bir kaç damla guayakol ilave edilirse H_2O_2 mevcudiyetinde nar kırmızısı renk olur. Bu deney ayrıca çiğ sütle pastörize sütü ayırtmada de kullanılır. Ancak bu taktirde H_2O_2 ilavesi gerekir.

Sütte hipokloritler ve kloraminlerin mevcudiyeti, asit ortamda KI in serbest iyot vermesine ve iyodun da nişasta çözeltisini maviye boyaması ile anlaşılır.

Kullanılan standard yönteme göre 5 ml süte, 1.5 ml % 7 KI çözeltisi ilave edilir. Renk olup olmadığı incelenir. Arkadan 4 ml (1+2) oranında sulandırılmış HCl ilave edilir. Önceden $85^{\circ}C$ ye kadar ısıtılmış su banyosunda 10 dakika bekletilir. Soğutulur ve 0.5-1 ml nişasta çözeltisi ilave edilir. 1:5000 oranında serbest klor içeren sütlérde renk mavi-mor; daha seyreltik klor içerenlerde ise renk koyu kırmızı-mor ve açık kırmızı-mor arasında değişir.

Asit borik ve boratlar birçok gıda maddelerine koruyucu olarak katılırlarsa da süte ilaveleri yasaktır. Boratları aramak için bir miktar süt platin veya silis kapsülde uçurulur, kül edilir. Küle 2-3 damla derişik H_2SO_4 ve 2 ml metanol ilave edilir yakılır. Boratlar varsa yeşil alevle yanar.

Formol de süte ilave edilebilir. Formol kezeinin çözünürlüğünü azaltır ve süt sindirimini güçleştirir. Laboratuvara analizi için gönderilen süt örneklerine, bozulmayı önlemek amacı ile 1 litre süte % 40 lık formolden 1 ml ilave edilir. Sütte formol aramak için 10 ml süte 10 ml derişik HCl ve 1 damla % 1 $FeCl_3$ ilave edilir. Karışım birkaç dakika su banyosunda tutulur. Formol varsa menekşe renk oluşur.

Salisilik asit ve salisilatlar da süte prezevatif olarak konulabilir. Salisilatları aramak için, süt cıva sülfat veya asetik asit ile pıhtılaştırılarak ayrılan sütün serumu süzülür. Süt serumu petrol eteri ile ekstrakte edilir. Petrol eterinin uçurulmasından sonraki kalıntı seyreltik NaOH ve FeCl₃ çözeltisi ile muamele edilir. Menekşe renk salisilat bulunduğunu gösterir.

Sütte sodyum karbonat ise rosolik asitle aranır. 3-5 ml süte 1-2 damla % 1 rosolik asit (% 96 lık alkolde hazırlanmış) ilave edilir. Çingene pembesi renk, sütte karbonat olduğunu gösterir.

Süte yapılan hileler: Bu hilelerin en önemlisi sütün sulandırılmasıdır. Bu doğrudan doğruya su katılması ile yapıldığı gibi peynir altı suyu veya şekerli suların ilavesi ile de yapılabilmektedir. Su katmak şeklinde sulandırmada sütün yoğunluğu 1.030 - 1.033 değerinden düşer ve suyunkine yaklaşır. Ancak çok yağlı sütlerde de yoğunluk düşmesi olabileceğinden bu yeterli bir kriter değildir. Daha kesin bir sonuç CaCl₂ ile muamelesi ile elde edilen süt serumunun yoğunluğu ve kırılma indisinin düşmesi ile anlaşılır. Normal süt serumunun yoğunluğu 1.027 ve kırılma indisi 38.0 in üstündedir. Sulandırmada diğer bir yöntem de nitrat aramaktır. Ancak bu da çok hassas bir yöntem değildir.

Süt kreması alınması ve aynı anda sulandırma yapılması da bir hile şeklidir. Bu durumda ise yağsız kuru ekstre ve basitleştirilmiş molekül sabitesi tayini hileyi ortaya çıkarır.

Süt çeşitleri: Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün II.Bölümü "Süt" ve "sütten yapılmış gıda maddeleri" ni kapsar. Yabancı Ülkelerde "çiğ süt" satışı yasak olduğu halde ülkemizde çiğ süt satılabilir. GMT'de süt çeşitleri olarak çiğ süt, pastörize süt, dayanıklı süt (sterilize süt), koyulaştırılmış (kondanse) süt, süt tozu sütü yer alması ve bu sütün özellikleri bildirilmiştir.

Çiğ süt, süt veren hayvanların memelerin doğal salgı maddesi olup, hiçbir işlem görmemiştir. Pastörize süt yabancı maddelerle mekanik yolla temizlenen ve pastörizasyon ile (GMT 24'üncü maddede belirtilen şekilde) saprofit bakterilerinin büyük bir bölümü, patojen bakterinin ise tamamı yok edilmiş, ancak biyolojik özellikleri büyük ölçüde değişmemiş süttür.

Dayanıklı süt (sterilize süt) tekniğine uygun biçimde ısıtılarak sporlu ve sporsuz mikroorganizmalardan arındırılmış, homojenize edilmiş en az 20 gün dayanabilen süttür. GMT'ne göre (madde 30 .) bu sütün TS 1192 de belirtilen özellikleri taşıyacaktır.

Sütün 1/5 - 1/8 kadar kısım suyunun uçurularak veya alınarak koyulaştırılması ile elde edilen süte "kondanse: koyulaştırılmış süt" denir. Bu sütler yağlı, yağsız, şekerli veya şekerli olarak tüketime verilirler.

Süt tozu, sütün suyunun tekniğine göre uçurulması ile hazırlanır. Özel beslenmeyi amaçlayan sütler de "tıbbi süt" adını alır ve özellikleri Sağlık ve Sosyal Bakanlığınca saptanır.

Süt analizi

GMT'ne göre (madde 22) kimyasal muayene ve analiz için alınacak süt numunelerinin miktarı en az 200 ml olmalıdır. Numune laboratuvara 10°C altında muhafaza edilerek gönderilmelidir. Eğer bu şart sağlanamazsa koruyucu olarak her 200 ml süt için 0.1 gram potasyum bikromat konur. Numune cam, mantar, kauçuk veya plastik kapaklı temiz şişeler ya da satıldıkları kaplar içinde laboratuvara yollanır.

1. İlk denemeler arasında sütün görünüş, koku ve tadının incelenmesi ve hijyenik özelliklerin araştırılması yer alır. Bu amaçla sütün mikroskopik incelenmesi yapılır, tortu (sediment) tayin edilir. Santirifüjle toplanan tortunun % 0.03'den fazla olmaması, renginin de normal olması gerekir.

Sütün indirgen özelliğinin redüktaz deneyi incelenmesi sütteki patojen mikroorganizmalar hakkında bilgi verir ve hijyenik analizler grubuna girer.

2. Sütün fiziksel analizi: Sütte yoğunluk (özgül ağırlık) kırılma indisi, elektriksel iletkenlik, donma noktası tayinleri yapılır.

a) Sütün özgül ağırlığı "laktodansitometre" ile virgülden sonra dördüncü basamağa kadar okunur. İyi bir sütün yoğunluğu 15°C de 1.030 - 1.033 arasındadır.

b) Sütün kırılma indisi "Daldırma refraktometresi ile ölçülür. Bunun için önce süt serumu hazırlanır. Süt, (Hg-2-klorür+klorür asidi) çözeltisi ile muamele edilir. Böylece sütteki yağ ve proteinler çöktürülür. Süzülerek süt serumu (süzüntü) elde edilir. Kırılma indisi serumda çözünmüş olarak bulunan anorganik ve organik maddelerle ilgilidir. Normal sütün, HgCl₂ ile elde edilen serumunun 17.5°C de belirlenen kırılma indisinin alt sınırı Zeiss daldırma refraktometresinde 40.0 dir.

Süt serumu elde etmek için kullanılan ana (stok) HgCl₂ çözeltisi: 125 gram saf HgCl₂ in 75 ml derişik HCl de çözülür ve su ile 100 ml ye tamamlanır. Bu ana çözeltinin 20 ml sinin su ile 100 ml ye seyreltilmesi ile "çöktürme reaktifi" hazırlanır.

Refraktometrede okumak için, 30 ml süte 1.5 ml çöktürme reaktifi ilave edilir, karıştırılır ve kuru süzgeç kağıdından süzülür. Elde edilen süt serumunun, distile su ile kontrolü yapılmış daldırma refraktometresinde, kırılma indisi okunur.

Sütün daldırma refraktometresi ile kırılma indisinin ölçülmesi için süt serumu elde etmede kullanılan diğer bir yöntem de "bakır serumu" yöntemidir. 72.5 g ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 1 litre suda çözülür. Bu test çözeltisi ile Zeiss daldırma refraktometresinin skalası 20°C de 36 ya ayarlanır. Süt serumu elde etmek için 1 hacim (10 ml) bakır sülfat çözeltisi, 4 hacim (40 ml) sütle karıştırılır. Çalkalanır ve süzülür. Berrak çözeltinin kırılma indisi refraktometrede 20°C de okunur. Normal su katılmamış sütün kırılma indisi 36 (test çözeltisi ile aynı) olduğu halde, örneğin, % 5 sulandırılmış sütün kırılma indisi $34'$ e düşer.

Kırılma indisi, süte az miktarda katılan su miktarı hakkında bilgi verir ise de, daima diğer yöntemlerle (donma noktası, toplam kuru madde gibi) de ilişki kurulmalıdır.

c) Sütün sulandırılmasının araştırılmasında kullanılan diğer bir yöntem de basitleştirilmiş molekül sabitesinin (B.M.S.) septanmasıdır. Sütün osmolar basıncının yaklaşık bir ifadesi olan $\text{B.M.S.} = L + \text{NaCl}$ formülü ile bulunur. L: sütün litresinde bulunan laktoz hidrat (g/l), NaCl ise sütün litresinde bulunan sodyum klorür miktarını verir. Normal sütlerde B.M.S. 74-79 arasındadır, $70'$ in altına düşmez.

d) Normal taze sütün donma noktası (-0.530) - (-0.566) $^\circ\text{C}$ dir. Sütün donma noktası "Kriyoskopi" aleti ile ölçülür.

3. Sütün kimyasal analizi: Bu amaçla sütte başlıca kuru madde, yağ, süt şekeri (laktoz) ve klorür tayinleri yapılır.

a) Sütün katı (kuru) maddeleri ise, sütteki su dışındaki tüm maddelerin miktarını verir. Süt geniş ağızlı bir kapsülde uçurulur ve 100°C de sabit ağırlığa getirilir. Ancak kalıntının kahverengileşmemesi için 100°C üstüne çıkılmamalıdır. Gravimetrik olarak buradan sütün katı maddelerini tayin etmek mümkün olur.

Süt kuru maddesi laktodansimetrede okunan süt yoğunluğuna dayanarak formülle bulunabilir. Örneğin "Quevenne laktometresi" ile sütün yoğunluğu bulunduğundan sonra:

% kuru madde = $0.25 D + 1.2 F + 0.14$ formülü ile bulunabilir. Burada F sütteki yağ miktarını, D ise laktometrede okunan değerdir (15°C ye göre). Süt kuru maddesi oldukça dar sınır arasında değişir. Bu nedenle süte su katılarak yapılan hileyi ortaya çıkartabilir.

Herz formülünde ise sütün laktodansimetre derecesi (D) alınarak kuru madde miktarı hesaplanır.

$$\% \text{ kuru madde} = 1.2 F + \frac{D}{4} + 0.26$$

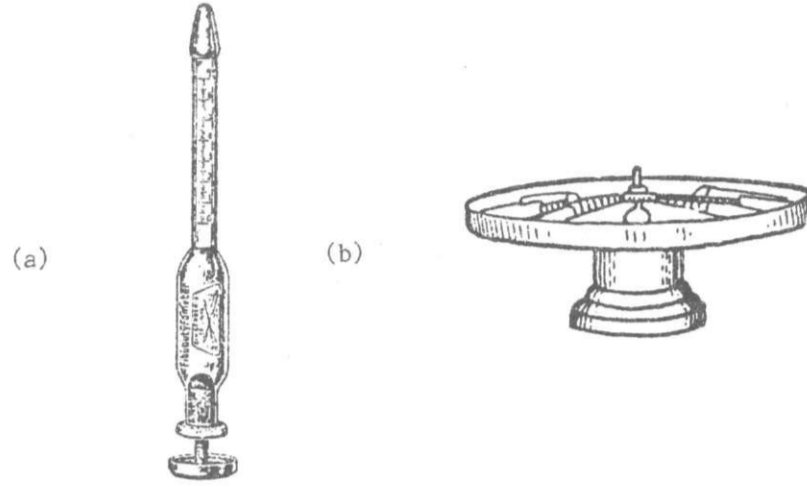
b) Süt yağı tayini: Bunun için en çok Gerber'in asidobütirometrik veya Neusal (nötral tuz) yöntemleri kullanılır.

Asidobütirometrik yöntemle yağ tayininde prensip: Sütteki kazein ve zor çözünen tuzları derişik H_2SO_4 ve amil alkol ilavesiyle çözüdür hale getirilir. Tereyağ emülsiyonu parçalanarak ısıtılır ve santrifüjle sütten ayrılan yağ (üst fazda) miktarı tayin edilir. Bu amaçla "bütirometre" adı verilen bir taraftı ince ve kapalı taksimatlı, diğer ucu ise açık bir cam boru kullanılır. Bütirometreye sırası ile 10 ml H_2SO_4 (yoğunluğu 1.820 - 1.825), 11 ml analizi yapılacak süt ve 1 ml amil alkol ilave edilir. Bütirometrenin özel lastik tıpası ile ağız kapatıldıktan sonra 65-70°C de 5 dakika su banyosunda tutulur. "Gerber" santrifüjünde 5 dakika çevrilir. Üstte toplanan tereyağ miktarı 100 ml de sütteki yağ miktarını gram olarak verir (Şekil 17).

Neusal yöntemiyle Sütte tereyağ tayininde, H_2SO_4 ve izoamil alkol yerine "Neusal çözeltisi" denilen özel bir tuz çözeltisi kullanılır. Özellikle bu yöntem şekerli olan sütler (kondense sütler) için kullanılır. Bu çözelti (50 gram sodyum salisilat, 50 gram nötral sodyum trisitatın 240 ml suda çözüdürerek 86 ml izobütil alkol) ilavesiyle hazırlanır. Eşit hacimde su ile seyreltildikten sonra 0.1 gram metilen mavisi ile renklendirilir. Tuz çözeltisi ayrıca aynı sütteki yağ miktarı asidobütirometrik yöntemle de tayin ederek kontrol edilir, gerekirse biraz daha izobütil alkol katılır. İki yöntem arasındaki fark en çok % 0.05 olmalıdır.

Bütirometreye 12 ml tuz çözeltisi, 10 gram süt konur, 65°C - 70°C de 5 dakika Gerber santrifüj aletinde santrifüj edilerek yağ miktarı tayin edilir.

Roose-Gottlieb yöntemi ile yağ miktarı tayini: Bu yöntem AOAC; FAD/WHO kod prensiplerine göre standard yöntem olarak kabul edilmiştir. Süt yağı etileter ve petroleteri ile ekstrakte edilir. Çözüdürücü distile edildikten sonra kalan yağın tartılması ile süt yağı miktarı bulunur. Ancak bu "ham yağ" olup tüm lipidleri, yağda çözüdürülen vitaminleri ve pigmentleri de içerir.



Şekil 17- Bütirometre (a) Gerber Santrifüjü (b)

Teknik: Hassas olarak 10 gram civarında süt, yağ ekstraksiyon balonu veya tüpüne tartılır. 1.25 ml NH_4OH (süt ekşi ise 2 ml) ilave edilir, karıştırılır. 10 ml alkol ilave edilerek tekrar karıştırılır. 25 ml eter ilave edilerek, ağzı kapalı iken 1 dakika çalkalanır. Gerekirse soğutulur ve 25 ml petrol eteri (kaynama noktası $30-60^\circ\text{C}$ arasında) ile tekrar çalkalanır, 600 rpm de santrifüj edilir veya fazların ayrılması için bekletilir. Eterli faz uygun bir tartı balonu veya metal kapsüle aktarılır. Su banyosunda uçurularak etüvde $102 \pm 2^\circ\text{C}$ de veya vakumda $70-75^\circ\text{C}$ de (50 mm Hg basıncı) sabit tartıma getirilir. Sonuç gravimetrik olarak tayin edilir ve % gram süt yağı cinsinden verilir. Ayrıca reaktiflerden ileri gelen safsızlığın etkisini bertaraf etmek için kör deney de yapılır. Kör deneyle elde edilen sonuç 0.5 mg dan fazla reaktifler saflandırılır veya değiştirilir.

Gıda Maddeleri Tüzüğüne göre "tam yağlı sütlerde" yağ miktarı en az 3 gram/100 ml süt; "yarım yağlı sütlerde" en az 1.5 gram/100 ml süt olmalıdır. 1.5 gram/100 ml den az yağlı içeren sütler ise "yağsız süt" olarak tanımlanır. Koyulaştırılmış sütlerde "şekersiz yağlı" tipte olanlarda yağ miktarı en az % 7.5 olmalıdır.

c) Sütte klorür tayini: Süt alüminyum sulfat ve NaOH ile proteinden kur-
tarılır. Süzüntüde klorür difenilkarbazon indikatörü karşısında ayarlı Hg-2-
nitrat çözeltisi ile titre edilir. Normal inek sütü 95-105 mg klorür/100 ml
süt içerir. Hastalıklı sütlerde klorürler artar, laktoz miktarı düşer.

d) Süt proteinleri normalde Kjeldahl yöntemi ile tayin edilir. Protein
faktörü 6.38 olarak alınır.

Süt proteinlerinden kazein tayini için, önce süt ısıtılarak asetik asitle
pH 4.6 yapılır ve böylece kazein çöktürülmüş olur. Çökelekteki kazein Kjeldahl
yöntemi ile tayin edilir (faktör 6.38): 10 ml süte 80 ml 40°C lik su, 1 ml
% 10 asetik asit ilave edildikten sonra 10 dakika bekletilir. 1 ml 1 molar
sodyum asetat ilavesinden sonra elde edilen çökelek kazeindir.

Laktalbumin ise kazein ayrıldıktan sonraki süzüntüye asetik asit ilavesi
ile su banyosunda ısıtılarak ayrılır. Aynı şekilde çökelekte azot tayini yapılır
ve buradan protein (albumin) miktarına geçilir.

e) Sütteki laktoz miktarı ise çeşitli yöntemlerle tayin edilir.

Polarimetrik tayinde önce sütteki proteinler çöktürülür. Bunun için süte
asetik-Hg $Hg(NO_3)_2$ veya HgI_2 çözeltisi ve % 5 fosfotungotik asit çözeltisi
ilave edilir. Süzüntünün polarize ışığı çevirmiş açısı polarimetrede okunur. Daha
ayrıntılı bilgi "AOAC methods" serisinde bulunmaktadır).

Laktoz, bakır (2) yi indirgeme yöntemi ile gravimetrik olarak ta tayin
edilebilir. Bu yöntemler laktoz için spesifik olmamakla beraber sütte bulunan tek
karbohidrat olduğu için sonuçlar oldukça kesindir.

Teknik: 500 ml lik bir balon jojeye 25 gram süt, 10 ml bakır sülfat çözel-
tisi (litrede 69.28 gram bakır sülfat içerir). 8.8 ml 0.5 N NaOH çözeltisi kon-
duktan sonra su ile 500 ml'ye tamamlanır. Homojen oluncaya kadar karıştırılır,
süzülür (süzüntünün hafif asit veya nötr olması gerekir, kalevi olmaması gerekir).
50 ml Fehling karışımına (A+B) 100 ml süzüntü ilave edilerek kaynatılır. 6 daki-
ka kaynadıktan sonra cam pamuğu ve asbest ile hazırlanmış, yakılıp tartılmış
(Allin) borusundan süzülür. Çökelek ($C_{12}O$) alkol ile yıkanarak, 103-105°C de
sabit tartıma getirilir, tartılır. Tablolardan süt şekeri (laktoz) miktarına
bakılır.

Şeker (sakkaroz) ilave edilmiş sütlerde yukarıda açıklandığı şekilde hazır-
lanan 50 ml süt süzüntüsüne 2 ml N-HCl ilave edilerek su banyosunda yarım saat
hidroliz edilir. Soğuduktan sonra 2 ml N-NaOH ile nötralize edilir. Su ile 200 ml
ye tamamlanan karışımda Fehling çözeltisi ile gravimetrik olarak şeker tayini
yapılır. Burada elde edilen total şeker miktarından laktoz miktarı çıkarılarak
gerçek sakkaroz miktarına geçilir.

4. Sütün bozukluğu ve süt hastalıkları ile ilgili deneyler: Bu amaçla pH ve asidite ile enzim analizleri yapılır.

Sütte asidite tayini, sütün işlenmeye uygun olup olmadığını saptamak için önemlidir. Asit özellikteki sütün ısıtıldıkları anda kesilir. Sütteki asidite pH ve titre edilebilen asidite şeklinde incelenebilir. Ayrıca ampirik olarak ta tayin edilebilir.

a) Sütün pH'sı, süt serumunda indikatörlerle tayin edilebilir. 10 ml süt metil alkolle çalkalanır, durulunca süzülür. Böylece hazırlanan süt serumundan 1 ml alınarak birkaç damla bromtimol mavisi damlatılır. Ph 6-7.6 arasında ise renk maviden sarıya dönüşür.

1 ml süt serumuna 1-2 damla metil kırmızısı damlatıldığında, pH 4.4 - 6.8 arasında ise renk kırmızıdan sarıya dönüşür.

Normal sütün pH sı 6.3 - 6.6 arasındadır. Böyle süt turnusola karşı amfoter, fenolftaleine karşı asit ve metil oranja karşı alkali reaksiyon verir. Mastisli sütlerde pH 7.6 civarındadır.

b) Sütün titre edilebilen asitlik derecesi: 100 ml sütün fenolftalein karşısında 1/4 N NaOH ile titrasyonunda sarfedilen ml NaOH ile ifade edilir ve buna Soxhlet-Henkel derecesi ($S.H^0$) denir. 25 ml süte, 1 ml % 2 lik fenolftalein ilave edilerek N/4 NaOH ile süt pembe renk oluşuncaya kadar titre edilir. Normal sütün asitlik derecesi 6-7 $S.H^0$ dir.

Asidite için Dornic derecesi (özellikle Fransa'da) de kullanılır. Bu ise 10 ml sütteki laktik asitin miligram olarak ifadesidir. 10 ml süt 0.1 N NaOH ile titre edilir ve 0.9 ile çarpılarak (laktik asitin m.a 90) Dornic derecesi bulunur. Normal sütte bu değer 15-16 dır. 1 $S.H^0 = 2.25$ Dornic derecesine eşit olduğundan:

$$\text{Dornic derecesi} = 2.25 S.H^0 \text{ dır.}$$

c) Süt ekşiliğinin tayininde kullanılan ampirik bir yöntem sütün % 68 lik alkolle eşit hacimde karıştırılarak kesilmesinin incelenmesidir. Orta derecede ekşimiş bir süt % 68 lik alkolle kesilir.

d) Sütte enzim deneyleri:

Redüktaz deneyi: Sütteki mikropların sayısı hakkında bilgi verir. Sütün indirgeme özelliği süt içinde bulunan mikrop sayısı ile artar. Bu indirgen özellik redüktaz enzimi ile ilgilidir. Redüktaz enzimi metilen mavisini indirgeyerek (lök bazına dönüştürerek) rengini giderir. Bu renk kaynatılmış iyi bir sütte çok yavaş kaybolur (10-14 saat). Renk giderme süresi 1 saatten kısa ve sütün asiditesi 8 $S.H^0$ den yüksekse o süt bozuktur.

Teknik: Metilen mavisi belirteci 5 ml klorhidrat tuzunun alkoldeki doymuş gözeltisinden 5 ml alınıp su ile 200 ml ye seyreltilmesiyle hazırlanır. Bir tüp içine 20 ml süt konur ve 1 ml metilen mavisi belirteci ilave edilir, karıştırılır 40°C lik su banyosunda 5 dakika bekletilir, saat kaydedilir ve sonra 40°C de etüvde bırakılır. Zaman zaman renk gözlenir. Renk kaybolması 1 saatten kısa ise süt bozuktur. Ayrıca asidite tayini yapılır.

Redüktaz deneyi sütteki mikrop sayısı hakkında bilgi verir. Redüksiyon (indirgeme) süresi ile mikrop sayısı arasında genelde bir ilişki vardır. Borthel ve Onlajensen tarafından bu ilişki aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

<u>Redüksiyon süresi</u>	<u>1 ml deki bakteri sayısı</u>
<u>I.sınıf:</u> $5\frac{1}{2}$ saatten fazla	$\frac{1}{2}$ milyondan az
<u>II.sınıf:</u> 2-5 1/2 saat	$\frac{1}{2}$ - 4 milyon
<u>III.sınıf:</u> 20 dakika - 2 saat	4 - 20 milyon
<u>IV.sınıf:</u> 20 dakikadan az	20 milyondan fazla

İyi korunmuş bir ineğin sütünde 7 saatten önce renk kaybolmaz.

2) Katalaz enzimi ise sütte doğal olarak bulunduğu gibi mikroplar tarafından da yapılabilir. Bu enzim H_2O_2 'i bozacak oksijen çıkarır. Bu prensibe dayanarak sütte katalaz aranır. Normal sütlerde katalaz az, mikroplu sütlerde ise çoktur. Bu farklılaşma açığa çıkan oksijen miktarına göre yapılır.

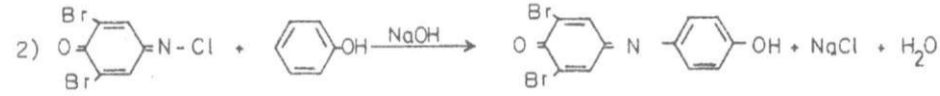
Normal, sağlıklı sütlerde 100 ml sütte açığa çıkan oksijen gazı miktarı ml olarak 10'u yani "10 katalaz indeksini" çoğunlukla geçmez. Genel olarak katalaz indeksi 20 üstünde olan sütler hasta sayılırlar. Tayini için özel tüpü içine 10 ml süt ve 10 ml % 3 H_2O_2 konur. Ortasından kapiler geçmiş bir lastik tıpa ile kapatılır ve 1 saat 30°C de su banyosunda bekletilir. Üstte toplanan gaz hacmi okunarak 10 ile çarpıldığında katalaz indeksi bulunur.

3) Peroksidaz sütte bulunan diğer bir enzimdir. Bu enzim H_2O_2 'in bir oksijeninin yükseltgenebilen maddeler tarafından kullanılmasını sağlar. Oksijen akseptörü (kabul eden) olarak kullanılan maddelerden önce renksiz iken yükseltgenme (oksitlendiğinde) sonucu renkli olan maddeler kullanılır. Rothenfusser reaksiyonunda parafenilendiamin klorhidrat ve guayakol karışımı kullanılır. Tilmann deneyinde (BaO_2 ve parafenilendiamin), Arnold deneyinde (% 0.2 H_2O_2 + guayaktentürü), Storch deneyinde (parafenilendiamin + % 0.2 H_2O_2), benzidin deneyinde ise (benzidin ve % 3 H_2O_2) kullanılır.

Rothenfusser deneyinde: Reaktif 1 gram p-fenilendiamin klorhidrat 15 ml suda çözülüp, 2.0 gram kristal guayakolun 135 ml % 96 lık alkolde hazırlanmış çözeltisi ile karıştırılarak hazırlanır. 10 ml süte % 3 H₂O₂ den 1 damla ve 10 damlada belirteç ilave edilir. 80°C üstüne ısıtılmış süt ile karışım renksiz kalır. Çiğ veya 70°C altında pastörize edilmiş sütlerde ise hemen veya birkaç dakika içinde kırmızı menekşe renk oluşur. Peroksidaz sütün pişmişlik derecesini gösterir. Bu enzim 80°C üstünde parçalandığından sütte bulunmaması sütün 80°C üstünde pastörize edildiğini gösterir.

4) Fosfataz enzimi: Bu enzim süt ve sütlü maddelerdeki sütün pastörize edilip edilmediğini araştırmak için tayin edilir. Pastörize sütlerde fosfataz parçalanmıştır.

Fosfataz aktivitesi "1 ml süttten 37°C de 1 saatte açığa çıkan fenolün µg (10⁻⁶ gram) olarak" ifadesidir. Kay ve Graham fosfataz testi, pastörizasyondaki hatayı belirlemede etkin bir yöntemdir. Süt örneği disodyum fenil fosfat (dietyl barbitürat tamponu içinde) ile 34-37°C de 18-24 saat inkübe edilir:



Eğer süt pastörize olmamışsa yani fosfataz enzimi varsa, substrattan fenol açığa çıkar (1 no:lu reaksiyon). Açığa çıkan fenol, 2,6-dibromokinon klorimid çözeltisi ile bazik ortamda 2,6-dibromofenol indofenol boyar maddesini vermesinden (2 no:lu reaksiyon) yararlanarak spektrofotometrik yöntemle tayin edilir. Bu yöntemle göre sütteki fenol miktarı 4 µg/ml süt üstünde ise pastörizasyon yeterli değildir.

GMT'ne göre "Süt ve Süttten Yapılan Gıda Maddelerinin Özellikleri:

Bu grup besinlerin özellikleri, GMT'nün ikinci bölümünde yer almış olup,

çiğ süt	(Kısım: I, madde 17-22);
pastörize süt	(Kısım: II, madde 23-29);
dayanıklı süt	(Kısım: III, madde 30);
süt tozu sütü	(Kısım: IV, madde 31);

koyulaştırılmış süt	(Kısım: V, madde 32-37);
süt tozu	(Kısım: VI, madde 38-42);
Tıbbi süt	(Kısım: VII, madde 43);
Kremalar ve kaynaklar	(Kısım: VIII, madde 44-48);
Yoğurt ve ayran	(Kısım: IX, madde 49-57);
peynir ve peynir mayası	(Kısım: XI, madde 61-72);
tereyağlar	(Kısım: XII, madde 73-88) ile ilgili özellikleri ve kısım:

X ise madde (58-60) süt ve süt ile ilgili genel hükümler içermektedir.

Süt tozları, tam süt , kreması kısmen alınmış veya tam yağsız sütlerin suyunun uçurulması ile hazırlanır. Süt tozu hazırlamada silindir yöntemi veya püskürtme yöntemi kullanılır.Yağı alınmamış süt tozu ortalama : % 5 su, % 26-28 yağ, % 37-38 laktoz hidrat, % 24-24.5 protein, % 5.8 kül içerir. Asiditesi laktik asit cinsinden % 1.35 dir.

GMT`ne göre süt tozları da yağlı, yarım yağlı ve yağsız olarak sınıflandırılır. Kuru madde içersindeki süt yağı oranı yağlarda % 26 dan az; yarım yağlılarda % 15-26 arasında; yağsızlarda ise % 15 den çok olmamalıdır. Asitlik derecesi de % 1.7 yi (laktik asit cinsinden) geçmemelidir.

Krema, sütlerin ısıtılması, santrifüj edilmesi veya bir süre kendi halinde bırakılmasıyla elde edilir. 100 gramında en az 18 gram süt yağı içermelidir. Asitlik dereceleri süt asidi cinsinde % 0.225`i geçmeyen kremalara "tatlı krema" % 0.225`den yukarı olanlara "ekşi krema" denir. Kremalarda asitlik derecesi % 0.67`i aşmamalıdır.

Keymak, 100 gramında en az 60 gram süt yağı bulunan kremalara denir. GMT`ne göre kaymakların pişirilmesi veya pastörize edilmesi zorunludur. Krema ve kaymakların tüketim sonuna kadar 10°C altında bulundurulmaları zorunludur.

Yoğurt, en az 90°C de ısıtılıp, mayalanma derecesine kadar soğutulmuş sü-tün, yoğurt mayası (Streptococcus thermophilus vela Lactobacillus bulgaricus) katılarak laktik asit mayalanmasına tabi tutulması ile elde edilen bir süt ürünüdür. Yoğurtlarda asidite süt asidi cinsinden % 1.6 dan çok % 0.8 den az olmayacaktır. 100 gramında en az 3 gram süt yağı içeren yoğurtlar "tam yağlı", en az 1.5 gram yağ içerenler "yarım yağlı", 1.5 gramdan az yağ içerenler ise "yağsız" olarak nitelendirilirler. Yoğurt veya ayranın süzülmesi ile elde edilen "katı kıvamlı" yoğurda "torba yoğurdu" veya "süzme yoğurt" adı verilir. Bu yoğurtlar da yağ miktarına göre tam yağlı, yarım yağlı, yağsız (yavan) olarak sınıflandırılırlar. Ayrıca tuzlu ve tuzsuz şekilleri olabilir.

Ayran, tam yağlı yoğurtlara uygun miktarda su ilave edilmesiyle içilebilir kıvamda elde edilen bir süt ürünüdür. Ayranlarda süt yağı 100 ml de: 1.5 gramdan az; yağsız kuru madde 8 gramdan az; asitlik derecesi süt asidi cinsinden % 1.6 dan çok; tuzlu olarak satılanlarda tuz 1 gramdan çok olmayacaktır.

Peynir, pastörize ya da 72°C de 2 dakika ısıtılmış sütlerin peynir mayası veya organik zararsız bir asit ile pıhtılaştırılıp işlenmesi ve belli bir olgunlaşma süresi geçirme süresi sonunda elde edilen tadı, kokusu ve kıvamı kendine özgü bir süt ürünüdür. Beyaz peynir, kaşar peyniri, dil peyniri, lor, çökelek, krema peyniri gibi çok çeşitli peynirler bulunmaktadır. Bu peynirlerin özellikleri GMT'nin ilgili maddelerinde (madde 61-72) belirtilmiştir. Peynirlerde yapılması gereken en önemli kimyasal analizler rutubet, yağ ve tuz tayinleridir.

Tereyağı, ile ilgili bilgiler "yağ analizleri" bölümünde incelenmiştir.

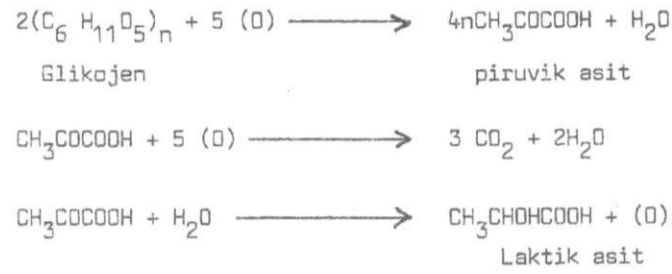
5- ET VE ET ÜRÜNLERİ - ANALİZLERİ

Et olarak kullandığımız çizgili kaslar, pişmiş ette de görüleceği gibi, kas tellerinin bağ dokusu aracılığı ile yanyana bir araya toplanmasından oluşmuştur. Genellikle et (ingilizce flesh) bir hayvanın çizgili kasının yenilebilen herhangi bir kısmıdır. Bu hayvan memeli, kuş, kümes hayvanları, salyangoz, kabuklu hayvanlar, balıklar gibi herhangi bir besin kaynağı olabilir. Bu hayvanların baş, beyin, dil, böbrek, akciğer, karaciğer, bağırsak ve iškembe gibi kısımlarına "sakatat" ismi verilir, düz kastan yapılmışlardır. Kalp kasi bu iki kas arasındadır.

Etin bileşimi: Kas lifleri (telleri) protein, lipid, karbohidrat, tuz ve diğer bileşiklerin oluşturduğu kompleks bir karışımdır. Canlı etin içerdiği karbohidrat glikojendir. Glikojen etin kesimi, olgunlaşması ve etin pişirilmesi sırasında glukoz ve laktik asitte parçalanarak kaybolur. Kas ayrıca lipid, fosfolipid ve kolesterol da içerir. Çizgili kas ortalama % 3 lipid içerir.

Kas hücreleri değişik proteinleri içerirler. Bu proteinler kasın kasılması, nükleusun fonksiyonu ve hücrenin enzimatik reaksiyonlarında rol alırlar. Kasın iki proteinini aktin ve miyozin ve bunların bileşimi aktomyozin kas kasılmasından sorumludurlar. Kastan soğuk su ile ekstrakte olabilecek protein fraksiyonu glikolizis için gerekli enzimler de dahil bir çok proteinleri içerir. Bu protein fraksiyonu miyojen adı verilir. Kasın pembemsi kırmızı rengini veren miyogloblin de bu fraksiyon içindedir. Diğer grup proteinler ise nükleoproteinlerdir. Hücrenin katılım karakteristiklerini kontrol eden genetik bileşenleridir.

İlk laktik asiti nötralizasyon ederler. Fakat laktik asit arttıkça nötralizasyon sağlanamaz ve doku pH'sı düşer. İyi beslenmiş bir kas'ta % 1 oranında glikojen vardır ve % 1.1 oranında laktik asit oluşturur. Bu nedenle et pH'sı yeni kesildiğinde 7.0 üstünde iken 5.6 ya iner. Ancak pH 5.3 altına hiç inmez, çünkü bazı enzimler bu pH da inaktive olurlar:



Etlerdeki (çeşitli nedenlerle istenen) düşük pH'a etki eden faktör hayvandaki glikojen miktarıdır. Hayvanlar kesilmeden önce (24 veya 48 saat önce) iyi beslenmişse glikojen miktarı en üst düzeydedir. Eğer hayvan kesilmeden önce çok hareket yapmışsa, heyecanlandırılmışsa glikojen tüketimi nedeni ile etteki glikojen miktarı düşecektir. Sonuç olarak ta arzu edilen postmortem düşük pH elde edilemeyecektir. Kesimden sonra oluşan bir seri reaksiyon ısı etin sıcaklığını yükseltir. Ortalama normal vücut sıcaklığı (37°C ölümünden sonra 40°C)'a yükselir. Bu nedenle kesimden sonra hemen buz dolabına konan et bile yavaş yavaş soğur. Hayvancılıkla uğraşanların da bileceği gibi kesilen et hemen yenilmez, rigor mortisin oluşması ve geçmesi, sıcaklığın normale gelmesi ve pişirmeden önce etin olgunlaşması beklenir.

Etin en son dengelenen pH'ının, et özelliklerine önemli etkisi vardır. Yüksek pH'lı et normale göre daha koyu renklidir, olgunlaşması için ilave edilen tuzun nüfuzunu engeller. Ayrıca pH'sı yüksek etten ekstrakt elde etmek de zordur. Ete rengi veren miyoglobindir. Yüksek pH'da proteinin şişmesi fazla olduğu için dokulara oksijen nüfuzu azalır. Oksijen azlığı ise oksimiyoglobin/miyoglobin oranını düşürür ve daha koyu bir renk oluşur. Yüksek pH'lı etin olgunluğu, tuz nüfuzunun azlığı nedeni ile azdır.

Diğer taraftan dondurulan etin pH'sının nisbeten yüksek olması istenir. Çünkü bu pH aralığında renk kaybolması ve etteki yağların oksidasyonu inhibe olur.

Sonuç olarak: Et kesiminde rigor mortis istenen olaydır. Çünkü bu sırada et dış etkenlere alışır. Kesilen et pH'sı 6.4 - 7.2 yani nötrdür. Bu 24 saatte 5.8 - 6 ya ve daha da aşağı (en çok 5.3) düşebilir. 96. saatte tekrar yükselir.

Ayran, tam yağlı yoğurtlara uygun miktarda su ilave edilmesiyle içilebilir kıvamda elde edilen bir süt ürünüdür. Ayranlarda süt yağı 100 ml de: 1.5 gramdan az; yağsız kuru madde 8 gramdan az; asitlik derecesi süt asidi cinsinden % 1.6 dan çok; tuzlu olarak satılanlarda tuz 1 gramdan çok olmayacaktır.

Peynir, pastörize ya da 72°C de 2 dakika ısıtılmış sütlerin peynir mayası veya organik zararsız bir asit ile pıhtılaştırılıp işlenmesi ve belli bir olgunlaşma süresi geçirme süresi sonunda elde edilen tadı, kokusu ve kıvamı kendine özgü bir süt ürünüdür. Beyaz peynir, kaşar peyniri, dil peyniri, lor, çökelek, krema peyniri gibi çok çeşitli peynirler bulunmaktadır. Bu peynirlerin özellikleri GMT'nin ilgili maddelerinde (madde 61-72) belirtilmiştir. Peynirlerde yapılması gereken en önemli kimyasal analizler rutubet, yağ ve tuz tayinleridir.

Tereyağ, ile ilgili bilgiler "yağ analizleri" bölümünde incelenmiştir.

5- ET VE ET ÜRÜNLERİ - ANALİZLERİ

Et olarak kullandığımız çizgili kaslar, pişmiş ette de görüleceği gibi, kas tellerinin bağ dokusu aracılığı ile yanyana bir araya toplanmasından oluşmuştur. Genellikle et (ingilizce flesh) bir hayvanın çizgili kasının yenilebilen herhangi bir kısmıdır. Bu hayvan memeli, kuş, kümes hayvanları, salyangoz, kabuklu hayvanlar, balıklar gibi herhangi bir besin kaynağı olabilir. Bu hayvanların baş, beyin, dil, böbrek, akciğer, karaciğer, bağırsak ve işkembe gibi kısımlarına "sakatat" ismi verilir, düz kastan yapılmışlardır. Kalp kası bu iki kas arasındadır.

Etin bileşimi: Kas lifleri (telleri) protein, lipid, karbohidrat, tuz ve diğer bileşiklerin oluşturduğu kompleks bir karışımdır. Canlı etin içerdiği karbohidrat glikojendir. Glikojen etin kesimi, olgunlaşması ve etin pişirilmesi sırasında glukoz ve laktik asitte parçalanarak kaybolur. Kas ayrıca lipid, fosfolipid ve kolesterol da içerir. Çizgili kas ortalama % 3 lipid içerir.

Kas hücreleri değişik proteinleri içerirler. Bu proteinler kasın kasılması, nükleusun fonksiyonu ve hücrenin enzimetik reaksiyonlarında rol alırlar. Kasın iki proteini aktin ve miyozin ve bunların bileşimi aktomyozin kas kasılmasından sorumludurlar. Kastan soğuk su ile ekstrakte olabilecek protein fraksiyonu glikolizis için gerekli enzimler de dahil bir çok proteinleri içerir. Bu protein fraksiyonu miyojen adı verilir. Kasın pembemsi kırmızı rengini veren miyogloblin de bu fraksiyon içindedir. Diğer grup proteinler ise nükleoproteinlerdir. Hücrenin katılım karakteristiklerini kontrol eden genetik bileşenleridir.

Bir et hayvanının yenmeyen kısmında protein olarak önemli miktarda kollejen (bağ dokusunun temel bileşeni), keratin (saç, boynuz ve epidermin dış tabakasında), elastin (kemikleri ve başka organları birbirine bağlayan protein) ve kan proteinleri bulunmamaktadır.

Kas hücrelerindeki tuzlar diğer vücut kısımlarındaki konsantrasyonlarda bulunur. Potasyum en çok bulunan katyondur. Sırayı magnezyum ve sodyum takip eder. Anyon olarak asit fosfat, bikarbonat ve sülfat bulunur. Et hücreleri ekstrasellüler sıvı ile sıkı temasta olduğu için bu iyonları ayırarak tayin etmek güçtür. Ekstrasellüler sıvıdaki tuzların konsantrasyonu kan plazmasındakine eşittir. Sodyum en yüksek konsantrasyonda bulunup, potasyum, magnezyum ve kalsiyum da az miktarda bulunan önemli katyonlardır. İyonlardan klorür (Cl⁻) en yüksek konsantrasyonda olup daha az miktarda bikarbonat, asit fosfat ve sülfat bulunur.

Gözle görülen yağı ayrılmış ette, ortalama % 70-75 su (domuz etinde % 45), % 13-22 azotlu maddeler, % 0.5 - 3.5 yağ ve % 1 oranında anorganik maddeler bulunur.

Et ekstraktı: Kasta su muamelesi ile uzaklaştırılabilen lipid ve protein dışındaki organik maddelere "et ekstraktı" denir. Bu maddeler su içine, etin sıcak buharla ezilmesi sırasında su fazına ve kızartılması sırasında da tavadaki sıvı kısma geçer. Çizgili kaslarda % 1 oranında organik ekstraktlar ve % 1 oranında tuz bulunmaktadır. Glikojen, dinlenmiş kasta en yüksek miktarda bulunan ekstraktif madde olduğu halde, kesimden sonra bu "postmortem" olarak azalır. Bu durumda ekstraktta, glikolizis ara ürünleri olan laktik asit, piruvik asit bulunur. Ayrıca ekstraktta düşük molekül ağırlıklı azotlu bazlar (amino ve imino grubunu içeren), bazı amino asitler, az miktarda üre, kreatin, kreatinin bulunur. Bunun dışında anserin (B- alanil 1-metil histidin), karnosin (B- alanil histidin) ve karnitin (B-hidroksi γ -N trimetil bütirik asit) az miktarda bulunur. Bunlara "et bazları" da denir. Su, ayrıca etten bazı proteinler ve türevlerini ekstrakte eder. Et ekstraktına geçen bu proteinler pişirme sırasında koagüle olurlar. Jelatin de ekstraktta geçer ve soğuduğunda viskozite artarak et jelimsi bir görünüş kazanır.

Et özütünün ortalama bileşimi: % 17-23 su, % 57.5 - 62.5 organik maddeler, % 8.5 - 9.6 azot, % 0.03 - 1 yağ, % 18.3 - 23.3 mineral maddelerdir.

Kemik: Kemik özel bir bağ dokusudur. Kemiğin asıl maddesi protein yapısında olan "ossomukoid" dir ve daha az miktarda olan "ossoalbuminoid" ufak tuz kristallerinin çevresini sarar. En çok bulunan tuz kalsiyum fosfattır. Bundan başka kalsiyum karbonat, magnezyum fosfat ve kalsiyum fluorür de bulunur. Kemik lifleri ise

kollajenöz bir özellik gösterir. Kollajen molekülü lifsel bir yapı gösteren ve bağ dokusunu oluşturan önemli bir proteindir. Kıkırdak kısımlar ise başlıca jelatinden ibarettir. Kemik borusundaki ilik ise yağ (% 86-90), az miktarda su (% 5-6) ve azotlu maddelerden (% 5) yapılmıştır. Kemikler uzun zaman su ile pişirilirse kollajen kısmı jelatine dönüşür ve suya geçer. Ayrıca yağ da kemik suyuna geçer. Bu nedenle kemik suyu değerli bir besin maddesidir.

Jelatin: Kısmen hidrolize uğramış bir proteindir. Kesilmiş hayvanların taze kemiklerinden, derisinden elde edilir. Jelatin ve tutkalın ilk maddesi kollajendir. Tutkal, ölü hayvan kemiklerinden ve derisinden elde edilebilir. İnsan gıdası olarak kullanılan jelatin ise siğir derisi ve domuz derisinden hazırlanır.

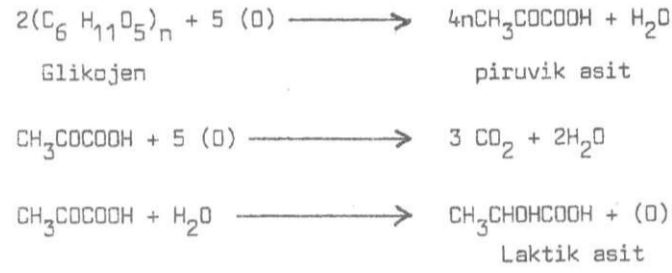
Taze kemiklerden jelatin elde etmek için önce benzen veya trikloroetilen ile kemiğin yağı ekstrakte edilir, ayrılır. Kemikteki kalsiyum fosfat $[Ca(H_2PO_4)_2]$ seyreltik tuz asidinde çözülür. Geriye kalan madde "ossein" dir. Kemiğin kollajeni ossein içindedir. Lifleri gevşetmek, kalan asidi nötralleştirmek ve kollajeni diğer proteinlerden uzaklaştırmak için kireç sütü ile muamele edilir, yıkanır. Osseindeki kollajeni jelatine dönüştürmek için, ossein sıcak su ile yıkanır ve ekstrakte edilir. Sıcak su ile ekstrakte edilen jelatin çözeltisi süzülerek berraklaştırılır, vakumda konsantre edilir. H_2O_2 ile rengi ağartılır. H_2O_2 in fazlası ise SO_2 ile giderilir. Genellikle % 20-25 yoğunlaştırılmış jelatin özütü (ekstrakte) soğuk tünelden geçirilerek dondurulur ve levha halinde kesilir ya da püskürtme yolu ile jelatin tozu haline getirilir. Jelatin besin maddesi olarak % 86-90 protein, % 10 su ve % 1 anorganik maddeler (kül) içerir. Proteinini triptofanca yoksundur.

Jelatin boyanarak "jöle" elde edilmesinde kullanılır. Dondurmalarda dayanıklılaştırıcı (stabilizan) olarak kullanılır. Şekerlemelere katılır. Yaklaşık 2/3 jelatin ve 1/3 yer fıstığından elde edilen monogliserid karışımı "dönüşmüş jelatin" yağ emülsiyonunu dayanıklılaştırma için kullanılır. Ayrıca ilavesi ile daha iyi dondurma yapılabilir.

Ette oluşan postmortem değişimler: Hayvanlar kesildiğinde et önce gevşer ve yumuşak olduğu halde birkaç saat içinde kasılır ve sertleşir. Bu olaya "rigor mortis" denir. Bir süre sonra (2-3 gün içinde) tekrar yumuşar ve esnekleşir. Sertleşme, et proteinlerindeki değişimle ilgilidir.

Ette görülen postmortem değişimler en çok adale glikojenin parçalanması ile ilgilidir. Hayvan kesildiği zaman, kan dolaşımı durur ve bir süre glikojen bozunması devam eder ve ara ürünler toplanır. Oksijen azalması ile birlikte "piruvik asit" yerine en çok "laktik asit" birikir. Kasta bulunan bazı tampon maddeler oluşan

İlk laktik asiti nötralize ederler. Fakat laktik asit arttıkça nötralizasyon sağlanamaz ve doku pH'sı düşer. İyi beslenmiş bir kas'ta % 1 oranında glikojen vardır ve % 1.1 oranında laktik asit oluşturur. Bu nedenle et pH'sı yeni kesildiğinde 7.0 üstünde iken 5.6 ya iner. Ancak pH 5.3 altına hiç inmez, çünkü bazı enzimler bu pH da inaktive olurlar:



Etlerdeki (çeşitli nedenlerle istenen) düşük pH'a etki eden faktör hayvandaki glikojen miktarıdır. Hayvanlar kesilmeden önce (24 veya 48 saat önce) iyi beslenmişse glikojen miktarı en üst düzeydedir. Eğer hayvan kesilmeden önce çok hareket yapmışsa, heyecanlandırılmışsa glikojen tüketimi nedeni ile etteki glikojen miktarı düşecektir. Sonuç olarak ta arzu edilen postmortem düşük pH elde edilemeyecektir. Kesimden sonra oluşan bir seri reaksiyon ısı etin sıcaklığını yüksektir. Ortalama normal vücut sıcaklığı (37°C ölümden sonra 40°C)'a yükselebilir. Bu nedenle kesimden sonra hemen buz dolabına konan et bile yavaş yavaş soğur. Hayvancılıkla uğraşanların da bileceği gibi kesilen et hemen yenilmez, rigor mortisin oluşması ve geçmesi, sıcaklığın normale gelmesi ve pişirmeden önce etin olgunlaşması beklenir.

Etin en son dengelenen pH'ının, et özelliklerine önemli etkisi vardır. Yüksek pH'lı et normale göre daha koyu renklidir, olgunlaşması için ilave edilen tuzun nüfuzunu engeller. Ayrıca pH'sı yüksek etten ekstrakt elde etmek de zordur. Ete rengi veren miyoglobindir. Yüksek pH'da proteinin şişmesi fazla olduğu için dokulara oksijen nüfuzu azalır. Oksijen azlığı ise oksimiyoglobin/miyoglobin oranını düşürür ve daha koyu bir renk oluşur. Yüksek pH'lı etin olgunluğu, tuz nüfuzunun azlığı nedeni ile azdır.

Diğer taraftan dondurulan etin pH'sının nisbeten yüksek olması istenir. Çünkü bu pH aralığında renk kaybolması ve etteki yağların oksidasyonu inhibe olur.

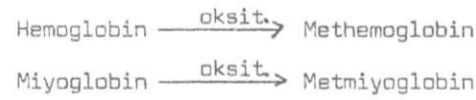
Sonuç olarak: Et kesiminde rigor mortis istenen olaydır. Çünkü bu sırada et dış etkenlere alışır. Kesilen et pH'sı 6.4 - 7.2 yani nötrdür. Bu 24 saatte 5.8 - 6 ya ve daha da aşağı (en çok 5.3) düşebilir. 96. saatte tekrar yükselir.

Bu duruma göre ette pH ölçülmesi kasından 24 saat sonra yapılmalıdır. 6.1 kritik pH'dır. 6.2 pH bulunduğunda et hemen tüketilmelidir. Daha yüksek pH da etin bozukluğundan şüphe edilmeli ve yenmeden önce bakteriyolojik analize gönderilmelidir. Yüksek pH'da etlerde bakteri üremesi daha kolaydır. Bu nedenle bu durumlarda bakteriyolojik yönden de etin incelenmesi gerekir.

Etin olgunlaşması veya yaşlanması: Rigor mortisden sonra et daha gevrek, sulu ve lezzetli olur. Etin olgunlaşması veya yaşlanması denilen bu olayın süresi etin saklandığı sıcaklığa bağlıdır. Oda sıcaklığında bu değişme daha çabuk, buzdolabı sıcaklığında ise daha yavaş olur. Olgunlaşma sırasında ette olan değişmelerle ilgili birçok araştırmalar yapılmıştır. Ancak bu değişmelerin tümü tamamen bilinmemektedir. Olgunlaşma sırasında hücrelerdeki büyük moleküller enzimlerin etkisi ile reaksiyonu sonucu değişmektedir (otolitik reaksiyon, otoliz). Ayrıca pH değişimi de olmaktadır. Yaşlanmada en dikkati çeken olay, serbest amino asit azotu miktarı artmasıdır. Protein molekülünde bağlı olan amino asitlerin yaşlanma sırasında serbest hale geçtikleri gösterilmiştir.

Etin olgunlaştırılması bazı tekniklerle çabuklaştırılabilir.

Etin rengi Kas hücrelerinde bulunan başlıca pigment miyoglobine (Mb) dir. Mb, yapıcı eritrositlerin kırmızı konjuge proteini hemoglobine (Hb)'e yakındır. Et satışa hazırlanırken, tamamen damarlardan kurtarılamadığı için, kan damarlarından hemoglobin kas dokusuna geçer. Kas hücrelerinde ayrıca sitokromlar ve peroksidazlar gibi hem pigmentleri de bulunur. Ancak etin rengi asıl miyoglobine ile ilgilidir. Mb, globular bir proteindir, her molekül protein bir hem molekülü içerir, Hb ise bir protein molekülü 4 hem molekülü ile konjuge olmuştur. Hb ve Mb nin konjuge olduğu hem kompleks molekülünün merkez atomu ferro (Fe^{++}) iyonudur. Hem molekülünün yükseltgenmesiyle oluşan hemin ise ferri (Fe^{+++}) iyonu içerir. Böylece hemoglobinin oksidan maddelerle oksitlenmesi sonucu methemoglobin (MetHb) miyoglobinin oksitlenmesi ile metmiyoglobine (MetMb) oluşur:



Normalde, canlı hayvanlarda Hb ile MetHb arasında bir denge vardır ($Hb \rightleftharpoons MetHb$). Ette, kahverengimsi ve gri pigmentlerin oluşması veya taze etin bekletilmesi ile parlak kırmızı renginin donuklaşması MetMb oluşması ile ilgili olabilir.

Etin kahverengileşmesi, bazen proteinden ayrılan hemin oksidasyonu sonucu oluşabilir. Hem (ferroprotoporfrin), hemoglobine göre daha hızlı ve methemoglobine göre de çok daha hızlı oksitlenir. Bu nedenle etteki proteinin denaturasyonu gerçekleştiğinde etin rengi koyulaşır veya kahverengileşir. Etin pişirilmesi, asitle (sirke) yumuşatılması, dondurulması, tuzlanması veya ultraviyole ışığı etkisinde bulunması durumunda protein denatürasyonu olur.

Et kesildikten sonra, yüzeyinin rengi koyulaştığı halde geri kalan kısmı halen parlak kırmızı kalabilir. Yüzeydeki dehidratasyon sonucu pigment konsantrasyonunun buna neden olduğu gösterilmiştir.

Sıklıkla ette yeşil pigmentler de oluşabilir. Porfirindeki alfa meten karbon köprüsünün oksidan maddelerle etkileşmesi sonucu yeşil diğer renklerde (kırmızı gibi) bileşikler meydana gelir. Verdohem, chelo globin gibi kırmızı renkli porfirin bileşikleri bilindiği halde yeşil renkli bileşiğin yapısı tam aydınlatılamamıştır.

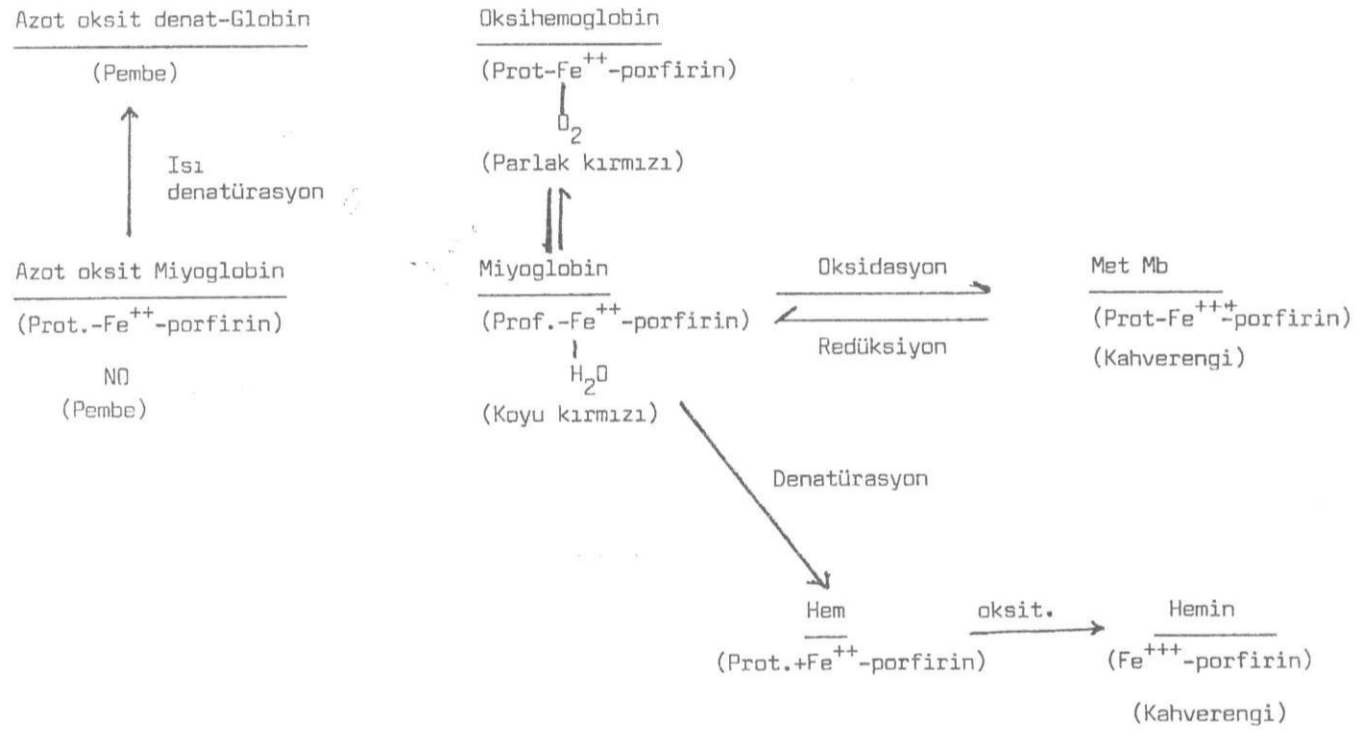
Etin rengi ayrıca acılaşıma ile de doğrudan ilgilidir. Etteki hemoglobin ve miyoglobinin acılaşmayı hızlandırdığı gösterilmiştir. Yağ asitlerinin oksidasyonundan önce miyoglobin, metmiyoglobine oksitlenir.

İşlenmiş ete rengini ve tazeliğini korumak için ilave edilen nitritlerin azot oksit-hemoglobin (NOHb) ve azot oksit-miyoglobin (NOMb) olduğu ve bu bileşiklerin oksihemoglobin (O₂Hb) yapısına benzedikleri gösterilmiştir. Her ikisi de parlak kırmızı renkli bileşiklerdir. İşlenmiş et pişirildiğinde pembe renk devam eder, çünkü denaturasyonla, NOHb veya NOMb, pembe renkli azot oksit hemokromojene dönüşürler. Şekil 18'de etteki oksidatif acılaşıma ve renk değişimi şematik olarak gösterilmiştir.

Etin saklanması ve korunması

Ülkemizde et taze olarak tüketilir. Etin bozulmasını geciktirmek için kullanılan yöntemlerin amacı, et üzerinde olan mikrobiyolojik enzimatik, kimyasal ve fiziksel değişimleri yavaşlatmaktır. Mikrobiyolojik etki ile et daha çabuk bozulur. Etler soğutma, dondurma, kurutma, tuzlama, salamura ve tütsüleme yöntemleri ile saklanırlar.

Soğutma: Düşük sıcaklık mikrobiyolojik gelişme ve bozunma yapan enzimatik ve kimyasal reaksiyonları geciktirir. Et (-2°C) de donar. Soğutma odalarında (bağıl nemi % 88-92 olan) (-1) - (+ 1°C) da soğutulan etler 6 hafta bozunmadan kalabilirler.



- 111 -

Şekil 18- Etilerde renk değişimi ve oksidatif acılaşma

Soğukta saklama tekniğinde, et aynı zamanda dinlendirilmeğe (olgunlaştırma, gevrekleştirme) bırakılmaktadır. Etin olgunlaşması, 18^o-20^oC de 48 saatte bekletme ile de yapılabilir. Ancak mikroorganizmaların ürememesi için et ultraviyole (U.V) ışınlarına da tutulur.

Etin gevrekleştirilmesi zamanımızda proteolitik enzimlerle de yapılabilir. Bunun için et baharat ve monosodyum glutamat katılmış % 1 papain içine daldırılır.

Dondurma: Dondurma yöntemi ile etler aylarca saklanabilir. Önce, iyi paketlenmiş olarak (-40^o) C de 2.5-3 saat dondurulduktan sonra (-17^o) - (-23^o)C arasında bekletilir. Bu şekilde taze sığır eti 1 yıl veya daha uzun, dana eti 10-12 ay, koyun eti 8-10 ay, domuz eti 6 ay bozunmadan saklanabilir. Dondurma işleminin hızlı yapılması daha iyi sonuç verir. Yavaş dondurulmuş etlerin oda sıcaklığında öz suyu kaybı, hızlı dondurulanlara göre daha çok olur. Yavaş dondurma özellikle balık etinin tadını bozar. Bunun nedeni balık proteinlerindeki değişmeye bağlıdır.

Kurutma: Etin havada bekletilmesi ile yapılmaktadır. Kurutulmakta olan etin suyunu daha çok vermesi için önceden et tuz (NaCl) ile oğulur. Kurutma işlemi ile etin rutubeti % 10'un altına düşürülür. En çok Güney Amerika ve Hindistan da bu yöntemle etin muhafazası yapılmaktadır. Bizde pastırma bir nevi kurutma tekniği ile hazırlanmış ettir. Ancak tuzlama dışında (baharatla muamele) gibi işlemler de uygulanmaktadır. Tuz, ette bakterilerin üremesini engelleyerek prezervatif etki gösterir.

Tütsüleme: Bu teknikte kemiği ile parçalanmış etler önce tuzlanır. 3-4 gün bekletildikten sonra özel ocaklarda kayın, meşe veya ardıç gibi sert ağaçların odun parçaları veya testere talaşı dumanına tutulur.

Yukardaki tekniklerin dışında et kutulama (konserve), tuzlama, yaş salamura yöntemleri ile de saklanır. Kavurma ülkemizde uygulanan mahalli bir et saklama yöntemidir.

Etin nitratla işlenmesi: Orta Çağdan beri bilinen bir tekniktir. Etlere nitrat ilavesi ile etin rengi korunabilir. Nitrat, patojen olmayan organizmalar tarafından nitrite indirgenir. Et pH sında (5.4 - 6.0) nitrit, nitroz asit (HNO₂) şeklinde bulunur. Nitroz asit ise azot monoksit (azot oksit, nitrik oksit) indirgenerek, miyoglobinle bir kompleks oluşturur (NOMB: azot oksit-miyoglobin). Bu renk ısı etkisiyle de korunmaktadır.



(3) HNO_2 $\xrightarrow{\text{indirgenme}}$ NO (ette)

(4) NO + miyoglobin \longrightarrow NO-miyoglobin (parlak kırmızı)

(5) NO - miyoglobin $\xrightarrow{\text{Ist}}$ NO-hemokromojen (pembe)

Bugün nitratlar, sosis, sucuk, pastırma gibi et ürünlerine prezervatif ve et renginin korunması için katılan "besin katkı maddeleri" arasında yer almaktadır. İlave edilecek miktar ilgili tüzük ve yönetmeliklerde belirtilmiştir. Nitritin yüksek konsantrasyonda insanlarda methemoglobinemi yaptığı bilinmektedir.

Et ve et ürünlerinin kontrolü ve kimyasal analizi:

Etin hastalıklı bir hayvandan olup olmadığı ve parazitlerin araştırılması veteriner hekim, bakteriyolojik analizi ise bakteriyolog tarafından yapılabilir.

Etin kimyasal analizinde koruyucu maddelerden borik asit, formol, salisilik asit veya benzoik asit aranır. Et ve et ürünlerine tuz ve sodyum nitrat dışında koruyucu madde konulması yasaktır. Gıda maddeleri tüzüğüne göre muamele edilmeden (işlenmeden) satılan kasaplık etlere hiç bir kimyasal madde ilave edilemez. Sucuk, pastırma, sosis, salam gibi et ürünlerinde ise koruyucu olarak KNO_3 en fazla % 0.05 (miktar olarak) veya NaNO_2 % 0.02 oranında (nitrit olarak) kullanılabilir.

Et ürünlerinde ayrıca nişasta, boya maddeleri aranır; su ve kül miktarı tayin edilir; yabancı et araştırılır; yağ analizi yapılır. Sosis ve salamlarda % 5 patates nişastası ilave edilebilir. Sucuklarda saf et miktarı % 60 dan aşağı, yağ ve rutubet miktarı % 40 dan fazla olmamalıdır.

1) Değişik et türlerinin araştırılması: Uhlenhuth yöntemi kullanılır. Yöntem suda çözünen hayvansal proteinlerin, antikorları ile çökmesi prensibine dayanır. Antikor hazırlamak için tavşanlardan yararlanılır. Ürneğin yabancı et olarak, "at eti" aranması isteniyorsa, at eti antikorunu yapmak için at serumu-tavşanın damarına 1-3 ml miktarlarda aralıklı olarak (5 gün) enjekte edilir. Son enjeksiyondan bir hafta sonra tavşandan alınan kandan serum ayrılır. Bu serum, % 8.5 luk tuzlu suda hazırlanan et numunesi gözeltisine ilave edilir. At eti olduğunda çökme görülür.

2) Etlerde kokuşmanın saptanması organoleptik ve fiziksel, fizikokimyasal (pH tayini) ve kimyasal yöntemlerle yapılır. Kimyasal olarak, Tillmans yöntemine göre oksijen absorpsiyonu ve metilen mavisi indirgeme reaksiyonları uygulanır:

a) Tillmans Yöntemi: Et ince olarak kıyılır ve iyice karıştırılır sonra 250 şer ml lik cam kapaklı iki şişeye beşer gram konur ve ikisi de hemen taşacak kadar 22°C derecesindeki su ile doldurulur. Bu sulardan beşer dakika kuvvetli (yıkamış) hava akımı geçirilir. Bu esnada şişelerin kenarlarında hava kabarcıkları kalmamasına dikkat edilir. Şişeler hermetik olarak kapatılır ve 22°C derecedeki etüve konur. Birine bir saat, diğerine iki saat sonra birer ml % 80 lik mangan klorür ve birer ml de % 33 lük sodyum hidroksit çözeltisi konularak tekrar hermetik olarak kapatılır ve çalkalanır. Oksijenin mevcudiyeti halinde sarıdan esmere doğru bir renk alan çökelek çöktükten sonra 0.1 gram potasyum iyodür ve 5 ml konsantre kloridrik asit konulup çalkalanır ve kalıntı eriyinceye kadar bırakılır. Sonra nişasta çözeltisi ile serbest iyod aranır. Varsa, bu oksijenin mevcudiyetini gösterir.

2 saat 22°C derecelik etüvde durduktan sonra artık oksijen bulunamazsa o et yenmeğe elverişsiz sayılır.

Metilen mavisi yönteminde ise cam kapaklı şişelerde 40°C deki su ile et örneği (kıyılmış olarak) karıştırılır ve 1 ml belirteç (alkolde doymuş metilen mavisi çözeltisi su ile 40 kere seyreltilir) ilave edilir. 45°C de bekletildiğinde renk kaybolması 1 saat içinde oluşursa, et bozulmuş kabul edilir.

b) Etlerde kokuşmanın araştırılmasında NH_3 ve H_2S de aranır. Amonyak W.Eber yöntemi, ette bozulma sonucu oluşan amonyağın HCl ile verdiği NH_4Cl ün tanınması prensibine göre aranır:(1 kısım % 2.5 HCl + 3 kısım % 96 alkol + 1 kısım su) karışımından 1 ml bir tüpe konur. Mantar bir tıpaya bir telle yerleştirilmiş et bu karışıma değmeden üstünde tutulur. NH_3 varsa NH_4Cl den oluşan sis bulutu etten sıvı yüzeyine doğru iner. Eber yöntemi ancak NO_3^- ve NO_2^- ile muamele edilen etlerle, trimetilemin oluşturan bakteriler nedeniyle kokmamış etlerde de pozitif sonuç verebilir. Bu nedenle kalitatif tanımlama yerine NH_3 miktarını tayin etmek daha kesin sonuca götürür. 30 miligram üstünde amonyak olması etin kokuşmasına işarettir, 36.5 mg üstünde NH_3 olması o etin kesin kokuştüğünü gösterir.

c) Kokuşmanın saptanmasında etlerde kükürtlü hidrojen (H_2S) aranması da yapılır. Bu amaçla Budasjan yönteminde, etlerde açığa çıkan H_2S kurşun asetatlı kağıdın siyahlaşması ile tanınır.

3) Etlerde su (özellikle sucuklarda) ksilol distilasyon yöntemi ile aranır. Etlere su katıldığını araştırmada Feder formülü kullanılır:

$\frac{O.N.F}{\% \text{ su}} = 1/4.5$ veya $1/4$ olmalıdır. Daha yüksekse ete su katıldığı anlaşılır.

O.N.F etin yağsız organik maddesi % sidir.

4) Etlerde yağ petrol eteri ile ekstrakte edilerek tayin edilebilir. 3-4 gram et örneği az miktarda kum veya asbest içeren bir kartuşa konur ve 4-6 saat petrol eteri ile Soxhlet aparatında ekstrakte edilir. Ekstrakt bir kapsülde 100°C de kurutulularak yağ miktarı hesaplanır. Ekstrakte edilen yağın asiditesi ve hayvansal yağlar dışında yabancı yağlar olup olmadığı yağ kısmında açıklandığı şekilde aranır.

5) Etlerde nitrit modifiye Griess reaktifi ile aranır ve tayin edilir. 5 gram et örneği su ilavesiyle 80°C ye kadar ısıtılır. HgCl_2 ile proteinler çöktürülür ve süzültüde nitrit tayin edilir. Süzültüye Griess reaktifi (sulfanilik asit + α -naftilamin karışımından hazırlanan) ilave edilerek 1 saat bekletilir. Oluşan rengin absorbansı 520 nm de spektrofotometrede okunur. Değerlendirme standard nitrit gözeltisi ile hazırlanan kalibrasyon kurvundan yararlanarak yapılır.

6) Nitrat kalitatif olarak brusin ile aranabilir. Su ile hazırlanan et maserasyonuna, 1-2 brusin kristali ilave edilir. Kırmızı renk NO_3^- mevcudiyetini gösterir. Brusin yerine difenilamin kullanılırsa mavi renk olur.

Kantitatif tayinde önce nitrit KMnO_4 ile nitrata yükseltgenir. 5-10 gram et örneği 80°C de su ile ekstrakte edilerek süzülür. Süzültüde, asitli ortamda (bromkresol indikatörü karşısında H_2SO_4 ilave edilir) KMnO_4 ile yükseltgenme işlemi yapılır. Proteinler fosfotungustik asitle, klorür ise gümüş amonyum hidrokset ile çöktürülür. Süzültüye ksilen ilave edilerek $30-40^{\circ}\text{C}$ de yarım saat bekletilir (nitrolama). Nitrolamadan sonra oluşan nitroksilen distilasyonla NaOH içinde toplanır. Nitroksilonun rengi, standartlarla karşılaştırılarak NO_3^- miktarına geçilir.

7) Etin salamura edilip edilmediği Glages reaktifi ile aranır. (% 2 $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3$) karışımı eşit hacimde karıştırılarak hazırlanır. Birkaç ml reaktif içine küçük bir parça et konur. Önce beyaz (AgCl) sonra siyah renk (Ag) etin salamura edildiğini gösterir.

Etlerde tuz miktarı volumetrik olarak AgNO_3 ile tayin edilir.

8) Etlerde boya aranması: Anilin boyası varsa, etin alkollü maserasyonu kırmızı renkli olur. Eğer et örneğinin NH_3 lı su ile yapılan maserasyonu kırmızı ise koşnil boyası olduğunu gösterir. Bunu dışında et ürünlerinde doğal (kırmızı biberden, domatesten ileri gelen) boyalar ve diğer zararlı boyalar kromatografik yöntemlerle araştırılır.

Balıklar

Balık etinin bileşimi sıcak kanlı hayvan etinin bileşimine benzer. Genellikle balıklar yağ miktarlarına göre sınıflandırılırlar. Yağlı balıklar % 58-75 su, % 12-22 protein, % 8-28 yağ ve % 1-1.5 anorganik maddeler içerirler. Yılan balığı, som balığı, karagöz, ringa, uskumru, istavrit, palamut, lüfer ve izmerit balıkları yağlı balıklar sınıfına girerler. Orta yağlı balıkların yenen etlerinde yağ miktarı % 2-5 arasında, yağsız balıklarda ise % 2 nin altındadır. Kaya balığı, kalkan, tekir, salmon ve kefal orta yağlı balıklara; morina, dil, sazan, alabalık yağsız balıklar grubundadırlar. Vengeç ve istridye yağsız deniz hayvanlarıdır.

Balık eti proteini eksojen amino asitlerce zengindir. Amino asitlerden glikokal yoktur. Glutamin de azdır. Balıklardaki et bazları ve diğer suda çözülebilen maddeler kara hayvanlarınkine göre daha azdır. Balık proteinleri kolay sindirilen albumin ve globulinlerden oluşur.

Balık etinde anorganik elementlerden Ca, Cu, Fe, Mg, P, K, Na, Cl ve S önemli miktarda, I, F ve As de az miktarda bulunur.

Balık eti B vitaminlerinin çoğunu içerir. C vitamini balık yumurtasında bulunur. Birçok balık karaciğeri A vitamini bakımından, bazıları ise D vitaminince zengindir. Bazı balık karaciğer yağlarında da E vitamini bulunur.

Balık yağları, doymamış yağ asitlerini nispeten fazla içermeleri ile ayrılırlar. Doymuş asitler ancak % 25`ini oluştururlar. Doymamış yağ asitleri arasında en çok C₁₆ (palmitoleik asit), C₁₈ (en çok oleik asit, az oranda linoleik asit), C₂₀ ve C₂₂ lu asitler bulunur. Ayrıca kolesterol, lesitin, bir hidrokarbon olan skualen de balık yağında bulunur.

Balık bozunması ve kokuşması: Canlı balığın eti nötrale yakındır. Öldükten sonra laktik asit oluşumu ile pH 6 ya düşer. Daha sonra amonyak ve trimetilamin gibi bazı çürüme ve bozunma ürünleri oluştuğunda pH yükselir ve 7-8 arasında kalır.

Tuzlu su balıklarında dışarı atılan madde üre yerine trimetilamin oksit (CH₃)₃NO atılır. Ölü balık bakterileri ve triaminoksidaz etkisi ile trimetilamin, (CH₃)₃N meydana gelir. Bu iki madde de çok keskin kokuludur. Bu maddelerin artması ve trimetilaminden amonyak oluşumu balık tazeliğinin kaybolmasına işarettir:



köpek balığı etinde ise önemli miktarda üre bulunur.

Balık etinin kokuşması da pH tayini ve azotlu bileşiklerin (NH_3 , trimetilamin gibi) aranması ile yapılabilir.

Et ve et müstahzarları:

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün V. ve VI. Bölümleri et ve et müstahzarları ile ilgili maddeler kapsamaktadır.

Etler (işlenmemiş) kasaplık hayvan etleri, kümes hayvanları etleri ve balık etleri olarak ayrılmıştır.

İşlenmiş et müstahzarlarına et ve balık konserveleri girmektedir. Disjenetik şartlarda yapılan "kısa devamlı et konserveleri" ise pastırma, sucuk, salam, kavurma, kurutulmuş et ve dumanlanmış (işlenmiş) etleri içermektedir.

GMT'ne göre pastırmalarda rutubet % 40'ı geçmez ve çemen tabakası içine boya ve diğer bir madde katılması yasaktır. Pastırma, bütün diğer unsurlarından ayrılmış et kütlelerinin tuzlanıp, baskıda tutulduktan sonra yerel usullere göre sarmısak, biber, çemenotu ve zararsız tohumlarla örtülen ve çemenlemeden elde edilen et müstahzarlarıdır.

Sucuk ise et veya yağdan başka diğer unsurlarından ayrılan etin kıyılıp, yerel usullere göre tuz, biber, bahar, kimyon, sarmısak gibi maddelerin ilavesiyle hazırlanan kitlenin kurutulmuş barsak veya kullanılmasına izin verilen benzeri maddelerin içine doldurularak kurutulması ile elde edilen bir et müstahzarıdır. Sucuklarda "saf" et miktarı % 60 dan az, rutubet % 40 dan fazla olmayacaktır. Yağ miktarı % 40 dan çok olan sucuklar ancak "yağlı sucuk" adı altında satılabilir.

Sosis ve salamlar ise kasaplık hayvanlık etlerinin usulüne göre hazırlanan et müstahzarlarıdır. % 5'i geçmemek üzere patates nişastası ilave edilebilir.

Sucuk, pastırma, sosis ve salamlara GMT ve ilgili yönetmeliğine göre % 0.05 (nitrat olarak) oranında sodyum ve potasyum nitrat ilave edilebilir.

Disjenetik şartlarda yapılan kısa devamlı balık konserveleri ise GMT'nün ilgili maddelerine göre (madde 183-190), tuzlu balıklar, kurutulmuş balıklar, dumanlanmış (işlenmiş balıklar), balık ezmesi, balık yumurtası, hayvan ve tarama olmak üzere sınıflandırılmışlardır.

Yukarıda isimleri verilen balık müstahzarlarına GMT'ne göre tuzdan başka katkı maddesi kullanılamaz. Ancak bazı tatlısu balıklarının, yumurtalarının veya siyah havyar üretimi esasına göre veya özel bir şekilde tuzlanması ile hazırlanan "tarama"lara % 2 yi geçmemek üzere güherçile (NaNO_3) ilave edilebilir. Ayrıca tuzlu balıklara ve balık ezmelerine lezzet vermek için bazı bitkisel yağlar ilave edilebilir.

6- YUMURTA VE YUMURTA KONSERVELEERİ

Çok eski çağlardan beri birçok kuş türlerinin yumurtaları insanlar tarafından araştırılmış ve yenmektedir. Tavuk yumurtasının da tarih öncesi devirden beri yendiği ve tavuğun bu amaçla da beslendiği bilinmektedir. GMT'ne göre yumurta "tavuk yumurtası" anlamında kullanılıp, diğer kuş yumurtaları ilgili hayvanın adı ile birlikte ifade edilir (kaz yumurtası, ördek yumurtası gibi).

Yumurta, mükemmel bir insan besinidir. Çünkü yalnızca protein açısından değil, fakat lipidler, askorbik asit ve kalsiyum dışında, vitaminler ve mineraller açısından da zengindir. Değişik kuşların yumurtalarının bileşimi hemen hemen aynıdır, yalnız bu maddelerin birbirine göre oranları farklıdır.

Ortalama ağırlıkları 50-60 gram olan yumurtanın % 12 sini kabuk, % 58 ini yumurta beyazı ve % 30 unu yumurta sarısı oluşturur.

Yumurta sarısı ile beyazının bileşimleri farklıdır (Tablo 14).

Tablo 14- Yumurtanın bileşimi

Bileşenleri	Beyazı %	Sarısı %	Tüm içi %
Su	85.6	49.5	73.6
Azotlu maddeler	11.6	16.3	12.6
Lipidler	0.25	31.7	12.0
Azotlu ekstre	0.9	1.7	0.7
Kül	0.7	1.18	1.0

Yumurta proteinleri: Yumurta proteinlerinin özellikleri beyazı ve sarısına göre farklılık gösterir. Yumurta beyazı yapılan birçok araştırmalar sonucu, yumurta beyazının 8 farklı protein içerdiği gösterilmiştir.

Ovalbumin yumurtada en yüksek miktarda bulunan bir proteindir. Bir fosfoprotein olup, molekül ağırlığı yaklaşık 45000 dir ve az miktarda karbohidrat içerir. Kristal ovalbuminin elektroforez ile incelenmesinde iki tip protein içerdiği gösterilmiştir. Bunlardan biri iki, diğeri ise bir fosforik asit molekülü içermektedir. Ovalbumin ısı ve denatüre edici kimyasal maddelerle denatürasyona uğrar.

Konalbumin molekül ağırlığı 70 000 olan diğeri bir yumurta proteindir. Ovalbumin ile beraber kristalize olmaz. Demir iyonlarını, bağlama özelliği olduğu için, demir isteyen mikroorganizmalara karşı kuvvetli antibakteriyel etki gösterir.

Ovomukoid, albumin ve konalbuminden, ısı ile koagüle olmaması ile ayrılır. Molekül ağırlığı 27000 - 29000 arasında olan bir glikoproteindir.

Yumurta beyazında bulunan globulinler ise, elektrofretik ayırmaya göre 3 farklı molekül tipi gösterirler. Lizozim, G₁, -G₂ ve -G₃ olarak isimlendirilirler. 1992 de Flaming (Food Chemistry, 1960), yumurta beyazında bakteriyi lizise uğratan veya bakteriyi çözen bir madde bulmuş ve buna "lizozin" adını vermiştir. Antibiyotik aktivitesi yüksek bu proteine Globulin C₁ den çok "lizozim" ismi kullanılmaktadır. Lizozim molekül ağırlığı 14000 - 17000 olan bir proteindir, ısı, soğuk ve birçok denatüre edici maddelere dayanıklıdır. Alkalide serbest değildir. Tripsin ve papain gibi proteazlara karşı da dayanıklıdır.

Diğer globulinler G₂ ve G₃ çok önemli değildir. Ovomusin çok az çözünen bir protein olduğu için saflandırılması güçtür. Bu nedenle bilgi azdır. Avidin yumurta beyazında düşük oranda olan bir proteindir. Antivitamin etki gösteren ilk doğal madde olarak bulunmuştur. Hayvanların çiğ yumurta beyazı ile beslenmesi halinde, biotin kullanılamaz. Molekül ağırlığı 70000 dir.

Tablo 15`de yumurta beyazı proteinleri ve miktarları görülmektedir.

Tablo 15- Yumurta beyazının proteinleri

Total protein %	10-11 (yaş esasa göre)
	28.8 (kuru esasa göre)
Ovalbumin %	70.0 (total proteinin)
Konalbumin %	9
Ovomukoid %	13
Lizozim (G ₁) %	2.6
(G ₂)	7.0
(G ₃)	
Ovomusin %	2.0
Avidin %	0.06

Yumurta sarısı: Yumurta sarısının proteinleri hakkında araştırmalar son yıllarda tekrarlanmıştır. Yumurta sarısı su ile seyreltilince ve proteinler çöker, ısı ile denatöre olur ve çöker. Yumurta sarısında lipovitellin ve lipovitellenin ismi verilen iki lipoprotein bulunmaktadır. Lipovitellin % 17-18, lipovitellenin % 36-41 lipid içermektedir. Bu lipidler başlıca lesitinden oluşmuştur. Konjuge

bir protein olan bu lipoproteinlerin protein kısımlarına sırası ile vitellin ve vitellenin adı verilir. Vitellin % 1, vitellenin % 0.29 oranında fosfor içerir. Yumurta sarısında vitellinler % 13.35 oranındadır.

Yumurta sarısı, ayrıca su ile seyreltildiğinde çökmeyen ve livetin adı verilen bir protein daha içerir. Yumurta sarısında livetin % 3.55 oranında bulunur.

Yumurtanın kabuğu içindeki ve sarısı çevresindeki zarlar da keratin veya musin sınıfından proteinlerden oluşmuştur. Yumurta kabuğu zarı iki keratin tabakası arasında 2 musin tabakası içerdiği halde; sarısının zarının iki musin tabakası arasında keratin içerdiği gösterilmiştir (Food Chemistry, 1961).

Yumurta proteinlerinde 10 tanesi esansiyel amino asitlerden olmak üzere 18 amino asit tanımlanmıştır.

Yumurtada bulunan lipidler: Lipidler başlıca yumurta sarısında toplanmıştır (Tablo 14). Lipidlerin üçte ikisini trigliseridler, üçte birini fosfolipidler oluşturur. Yumurta sarısı lipidlerinde % 4.5 kadar kolesterol, daha az oranda da sefalin ve sifingomiyelin bulunur.

Yumurta da karbohidrat çok azdır. Yumurta beyazı ve sarısı sırası ile % 0.58 ve % 0.3 oranında glukoz içermektedir.

Yumurtada birçok elementler de (K, Mg, Fe, P, S, N, Cl, Ca, Na ve eser olarak ta F, I, Cu, Zn, Al, Mn ve B) bulunmaktadır. Bu elementler organik veya anorganik bileşikler şeklinde bulunur. Yumurta sarısı iyi bir demir kaynağı olmakla beraber, kalsiyum nispeten daha azdır. Kükürt ise daha çok beyazında bulunur.

Yumurta sarısı vitamince daha zengindir. A vitamince zengin; D vitamince oldukça iyi riboflevin ve tiamince iyi bir kaynak olarak bilinmektedir. E vitaminin de olduğu bildirilmektedir.

Yumurta kabuğu: Çok ince gözenekli olup, bir taraftan diğer tarafa gaz geçirebilir. % 0.4 $CaCO_3$, % $MgCO_3$ ve çok az miktarda da kalsiyum fosfat, demir oksit, organik maddeler ve su vardır.

Yumurtanın pH'sı: Zamanla değişir. Yeni yumurtlanan yumurtada, sarısının pH'sı 6.0, beyazının 7.6 iken, 24 saat sonra tüm içinin pH'sı 8.5'a yükselir. Daha sonra 9.0-9.5 olur. Bu yükselmenin nedeni kabuklardan CO_2 çıkması ile ilgilidir.

Yumurtanın saklanması: Besin değeri çok yüksek olan yumurta, durmakla su kaybederek tartısı düşer. Yeni (taze) yumurtada zar mikroorganizmalara karşı koruyucudur. ancak zamanla bu zar çatlar ve havadan mikroorganizmalar girerek bozulur. Bayat yumurtalarda hava boşluğu büyümüş ve içi çözülmüştür. Yumurta sallandığı zaman bir ses çıkarır.

Yumurtaları bozulmadan saklamak için kullanılan yöntemler arasında kül, tahta talaşı içinde birbirine temas etmeyecek şekilde dizmek; koyu kireç çözeltilisine daldırmak gibi teknikler vardır. Ancak en iyisi soğuk hava depolarında (daha iyisi de azot veya CO₂ atmosferinde) saklamaktır. Soğuk hava deposunda saklanacak yumurtaların zararın zedelenmemiş olması ve en çok dört günlük olması gerekir. Depo sıcaklığı da (-1.5^o) - (-2^o)C arasında olmalı, yumurtalar donmamalıdır. Deponun bağıl nemi % 80-85 arasında olmalıdır. Depolardan çıkarılan yumurtaların yavaş yavaş (18-24 saat) oda sıcaklığına getirilmesi gerekir.

Yumurta konservesi: Kolay taşıma olanağı da sağlayan bu yöntemde, yumurtalar tenekeler içinde dondurularak veya % 13-15 tuz ilave ederek sıvı yumurta şeklinde saklanmaktadır. Örneğin Çin`den Avrupa`ya yumurtalar bu şekilde gönderilmektedir. Bu sıvı yumurtalara, izin verilmediği ve sağlık açısından zararlı olduğu halde metil alkol, beyazına benzoik asit veya esterleri, sarısına borik asit ilave edildiği bildirilmektedir (Besin Kimyası 1982).

Yumurta tozu: Yumurta tozu, yumurta içinin vakumda düşük sıcaklıkta kurutulması ile yapılmaktadır. Bu şekilde hazırlanan yumurta tozu, su ile karıştırıldığında taze yumurta gibi kullanılabilir. Hamur müstahzarları mayonez ve margarin üretiminde yumurta tozu kullanılmaktadır. Yumurta tozunun bileşiminde: % 4-6 nem; % 47.8 azotlu maddeler (protein); % 45.7 lipidler; % 2.55 azotsuz ekstre ve % 4.06 kül içermektedir.

Yumurta beyazı ayrıca kurutulularak albumin; kurutulmuş sarısı ise lesitin ve yumurta yağ eldesinde kullanılır. Yumurta yağında Kreis denemesi negatif olup, peroksit indisi yükselmez. Bu da lesitin gibi antioksidanları içermesi ile ilgilidir. % 3.4-5.1 sabunlaşmayan kısım (kolesterol ve boyar madde) bulunur. Refraksiyon indisi 40^oC de 55-64, iyot indisi 64-82, sabunlaşma indisi 181-191 dir. Gıda maddelerinde yumurta katılıp katılmadığının araştırılmasında bu özellikten yararlanılmaktadır.

Yumurta analizi:

1) Yoğunluk deneyi: Taze yumurtaların yoğunluğu 1.078 - 1.094 arasındadır. Betletme ve bayatlama ile yoğunluk düşer. % 10 luk mutfak tuzu (d: 1.0742) çözeltilisine daldırılan yumurta çok taze ise dibe çöker, 3-5 günlük yumurtalar bu tuzlu su içinde yüzerler daha bayatlar ise su yüzeyinde yüzerler.

2) Sallama deneyi: Taze yumurtalar sallamakla ses çıkarmazlar.

3) Işıktaki inceleme: Bu ışık kaynağına tutulan yumurta taze ise saydamdır ve merkezde siyah bir nokta görülür, hava boşluğu hareketsiz ve 1 cm den küçüktür. Birçok yumurta incelenecekse, 40-50 yumurta kümesi ortasına elektrik lambası konur.Küme incelenir. Bozulmamış yumurtalar kırmızı ve lekesiz; bozuk yumurtalar ise lekeli veya siyahtır.

Taze yumurta kırıldığı zaman yumurta beyazı saydam, homojendir; sarısı ise dağılmamış esnek ve kubbelidir.

Yumurta tozu analizi

Organoleptik (duyusal) incelemede, yumurta tozu hacimli ve hafif sık; az veya çok koyu altın sarısı renkte, karakteristik yumurta kokusunda olmalı, tadı acı olmamalıdır.

Toz yumurtalarda, kimyasal analiz olarak; a) nem , b) total lipid. c) toplam yağ asitleri, d) lesitine bağlı fosfat asidi miktarları ile; e) asidite f) azotlu maddeler tayini yapılır.

Yumurta ve yumurta tozu analizleri hakkında ayrıntılı standard yöntemler ilgili kitaplarda bulunabilir.

Gıda Maddeleri Tüzüğünde yumurta ve konservele ilgili maddeler

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün 7.Bölümünde (Madde 203-218) yumurta ve yumurta konservele ilgili maddelerdir. GMT`de yumurtalar taze yumurta, konserve yumurta, saklanmış yumurta ve yumurta konservele olarak sınıflandırılmıştır.

"Günlük veya içilmeye mahsus" yumurta adı, en çok 8 gün önce yumurtlanmış yumurtalara verilmektedir. Bu yumurtalar ışık altında incelendiğinde sarısı tam ortada ve net görünmeli, hava boşluğu en çok 5 mm yi geçmemelidir. 8 günden fazla olup, hava boşluğu 10 mm yi geçmeyen ve kırıldığı zaman doğal koku ve tadı olan yumurtalar "taze yumurta" olarak satılabilirler.

Soğuk hava depolarında, kireç suyunda veya salamura içinde saklanan; veya yüzlerine parafin, vernik veya silikat çözeltisi sürülerek saklanan yumurtalar GMT`ne göre "konserve yumurta" adını alır.

Yumurta sarısının boyanması GMT`ne göre kesinlikle yasaktır. Gerek bütün içinin, gerekse sarısının veya beyazının ayrı ayrı tekniğine göre kurutulmuş olarak hazırlanan müstahzara "yumurta tozu" denir. Yönetmeliğe uygun olarak yumurta tozlarında koruyucu madde kullanılabilir. Aynı amaçla % 10 u aşmamak koşulu ile şeker veya tuz da kullanılabilir.

7- HUBUBAT ve UNLU BESİNLER

En önemli bitkisel besinlerimizden olan hububat Gramineae familyasından olup buğday (triticum), çavdar (secale), yulaf (avena), arpa (hordeum), mısır (zea), pirinç (oryza) ve darı (panicum) dir.

Hububat yapısı (strüktürü):

Çeşitli hububat tanelerinin yapısı birbirinden farklıdır ve bu konu botanik ile ilgili ders kitaplarında ayrıntılı ele alınmaktadır.

Tam bir buğday tanesinin bileşiminde ortalama % 12 su, % 11 protein, % 71.2 karbohidrat, % 1.7 yağ, % 2.2 sellüloz ve % 1.9 mineral maddeler bulunur. % 13 ten fazla proteini olan buğdaylara "glutence zengin", % 11 den az proteini olanlara ise "glutence fakir" buğdaylar denir.

Hububat tanelerinin proteinleri değişik basit proteinlerdir. Nükleoproteinler embriyoda bulunur. Basit protein olarak suda çözünenlerden albuminler, tuzda çözünenlerden globulinler, alkolde çözünenlerden prolaminler ve asit ve kalemelerde çözünenlerden glutelinler bulunur. Mısır prolamine zengindir, bu proteine "zein" denir, yulaf ve pirinç ise glutelince zengindir. Yulaf glutelinine "avenin", pirincinkine "orizenin" denir. Buğday, arpa ve çavdar prolamin ve glutelin miktarı bakımından bu iki grup arasında yer alır. Buğday ve çavdar prolaminlerine "gliadin", arpanınkine "hordein" denir. Buğday glutelinine ise "glutenin" denir. Gliadin ve glutenin buğdayın endosperm tabakasında hemen hemen eşit miktarda bulunur ve toplamına "gluten(öz)" denir. Gluten, unun su ile yıkanması ile elastiki bir madde halinde ayrılır. Bu ayrılan özün üçte biri kuru maddedir. Undaki lipidler de glutene yapışmış olarak ayrılırlar. Kuru glutenin % 75-85'i protein, % 5-10'u lipid, % 6'sı nişasta ve % 0.7'si küldür.

Gluten % 17.55 azot içerir. Bu nedenle un veya unlu maddelerdeki protein miktarını hesaplarırken normal faktör 6.25 yerine 5.7 kullanılır. Hububat proteinleri sebze, ceviz, fındık veya hayvansal proteinler kadar biyolojik değerce yüksek değillerdir. Mısır proteininde lizin yoktur, triptofanca fakirdir, buğdayın endosperm proteinleri de lizin ve triptofanca fakirdir.

Buğday tanesinin mineral tuzları başlıca potasyum ve magnezyum fosfattan ibarettir. Fosforik asitin bir kısmı fitin (inozit heksosfosfat) halinde bulunurlar.

Vitaminler bakımından, bütün hububat taneleri önemli miktarda B kompleks vitaminlerini içerir. Askorbik asit yoktur. A ve D vitaminleri yoktur, ancak sarı rengi karotenoidlerden türer. Sarı mısırdaki pigmentler başlıca

kriptoksantin olup az miktarda provitamin A olan α - ve β - karotenoidleri içerir. Buğday ise provitamin A özelliği olmayan ksantofilleri içerir. Az miktarda provitamin A(karoten) ise embriyo yağında bulunur. Ayrıca embriyo, özellikle buğday embriyosu E vitaminince zengindir.

Tahıl bozuklukları: Hububat gerek yetişmesi sırasında gerekse saklandığı yerde un haline getirilip tüketilinceye kadar, gerekli önlemler alınmazsa, küflenmek, böceklenmek, kurtlanmak ve rutubet almak gibi istenmeyen durumu alır.

Mantarlardan Puccinia'lar renkli bir takım mantarlar olup pas hastalığı yaparlar. Sap ve yapraklarda oluşan bu mantarlar tahıldan elde edilen unun lezzet ve görünüşünü bozarlar. Tilletia caries sporları hububat tanelerini çürütür. Ustilago cabro şarbon hastalığına yol açar, sporları başağı harap eder. Çavdar mahmuzu (Claviceps purpurea), ergo zehirli alkaloidleri içerdiğinden bu hububat unlarını yiyenlerde ergotizm hastalığı görülür.

Hububata karışan yabancı bitkilerden karamuk (Nielle des bles) karanfil familyasından Agrostemma githago isimli bitkinin tohumudur. Bu bitki tohumu gitağın isimli zehirli bir saponin içerir. Pişirmekle bozunduğu için ekmekte önemi yoksa da hayvan yemi olarak önemlidir. Delice, Lolium temulentum bitkisinin meyvalarıdır. Taneleri içinde gelişen bir mantar nedeni ile zararlıdır. Bu mantarda temülin adlı toksik bir alkaloid vardır. Deliceli buğday unu yiyen kişilerde dalgınlık, sersemlik, baş dönmeleri görülür. Belemir, Melampyrum arvense bitkisinin tohumlarıdır. Etken maddesi rinantin glikozitidir.

Un

Hububat tüketimi un şeklinde olur. Yalnız "un" denilince "buğday unu" anlaşılır, diğer unlar elde edildikleri unların adı ile anılır (mısır unu, pirinç unu gibi). Un değirmen veya fabrikalarda tahıl tanelerinin öğütülmesi ile elde edilir. Öğütmeden amaç, endospermi mümkün olduğu kadar embriyo ve kepekten ayırmaktır. Bir buğday tanesi ortalama % 84 endosperm içerdiğine göre, buğdaydan teorik olarak % 84 un elde edilmesi gerekir. Ancak hiç bir un, kepek ve embriyodan ayrı değildir. Eleme işleminin derecesine göre 100 kilo undan elde edilen un miktarına öğütme derecesi "verim: randıman" denir. Gıda Maddeleri Tüzüğünde unlar verime göre ekstra-ekstra (71 randıman), ekstra (74-76 dahil randıman), birinci nevi (79-81 randıman) ve ikinci nevi un (84-86 randıman) olmak üzere sınıflandırılırlar. Bekletilen un, özellikleri gelişerek beyazlaşır. Ancak bu bekleme süresini kısaltmak için unu olgunlaştırmak ve beyazlatmak için birçok kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Azot oksitleri, klor, benzoilperoksit, klordioksit örnek verilebilir. Gaz halinde

kullanılan azottriklorür (NCl_3 : Agene ticari ismi) ise zararlı etkisinden dolayı yasaklanmıştır. Ancak Türkiye'de ağartıcı veya olgunlaştırıcı maddelerin kullanılması yasaktır.

Unların kepek miktarını (randıman) tayin etmek için cm^2 inde 900 delik bulunan elek (6 no:lu elek) un elenir. Elek üstü kepek miktarını verir. Ayrıca undaki yabancı maddeler, kurt, toz v.s. de elek üzerinde kalacağından görülmeleri mümkün olur. Unlar bekletilme ile acılaştır. Rutubet % 13.5 üstünde olduğunda bu acılaştırma daha çabuk olur.

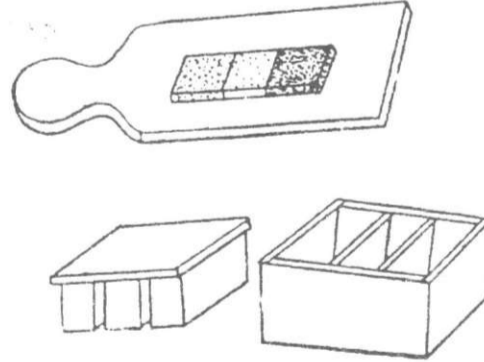
Sert buğday unundan hazırlanan 70-75 randımanlı unda % 11.0 protein, % 0.38 kül, % 100 randımanlı unda ise % 12.5 protein ve % 0.46 kül vardır. Buğdayın dış kısımlarında bulunan proteinler besi açısından iç kısımlarından daha değerlidir. Bu nedenle yüksek randımanlı unların besin değeri daha yüksektir.

Un analizi:

Unlarda rutubet-kül, azotlu maddeler, nişasta, yağ, ham lif, asidite, gluten tayin edilir. Ayrıca yabani ot ve mantarlar araştırılır.

1) Kimyasal analizden önce unlarda organoleptik inceleme (renk, koku, tad, incelik ve kaba kirlilikleri) yapılır. Fiziksel olarak "Pekar" ve "Kloroform" deneyleri ile unun rengi, içindeki mineral maddeler daha iyi görülebilir.

Pekar deneyi: Üçütülme dereceleri bakımından çeşitli unları karşılaştırmaya yarar. Özel kalıbı (Şekil 19) içerisinde iki yana iki tip ve ortaya da incelenen un birer tabaka halinde basılıp perdahlanarak yayıldıktan sonra kalıp kaldırılır. Unlar alttaki tahta üzerinde yanyana birer tabaka halinde kalır. Unlar önce kuru iken, ıslatıldıktan ve ıslatılıp kuruduktan sonra görünüş, renkleri ve koyu renkli noktaların miktarı incelenir.



Şekil 19- Pekar deneyi

Daha basit olarak Pek r denemesi öyle yapılır: 5 gram un bir teneke levha üzerine yaklaşık 5 mm kalınlığında yayılır. Dikkatle su içerisine daldırılıp bir dakika kadar tutulur ve  kartılır. Kurutulduktan sonra, aynı işlemler uygulanmış standard un (karşılaştırmaya unu) ile karşılaştırılır.

Kloroform deneyi: 2 gram un ve 20 ml kloroform ağız kapalı tüpte karıştırılır. Ağır olan mineraller dipte toplanır. Bu oluşan tortu incelenir.

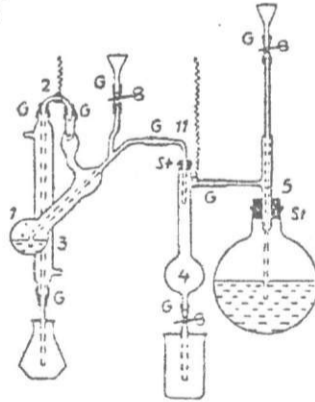
Mikroskopik incelemede ise nişasta taneleri incelenir. Her un nişastası hububat cinsine göre farklılık gösterir.

2) Protein tayini: Unlarda ham (kaba) protein Kjeldahl yöntemi ile yapılır. Bunun için 1 gram un hassas olarak tartılır ve 200-250 ml lik Kjeldahl balonuna konur.  zerine 5 gram katalizör karışımı (10 gram $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ve 100 gram K_2SO_4 havanda iyice ezilerek karıştırılır) ve 10 ml konsantre H_2SO_4 konularak karıştırılır.

Karışım  eker ocakta dijestiyon (k lleştirme) için önce çıplak alevde hafif olarak ısıtılır.  ıkan gazlar uzaklaşınca sıcaklık yükseltilir ve kaynaması sağlanır.  zelti renksiz veya berrak olduktan sonra yarım saat daha ısıtılır ve soğumaya bırakılır.

Soğuyan karışıma, musluk altında 100 ml daha su konur. Küçük bir çinko ilave edilir, turnusola karşı NaOH ile kalevi yapılır. Balon Őekildeki gibi distilasyona tabi tutulur (Şekil 20). Distilat 25 ml 0.1 N HCl veya H_2SO_4 içeren bir erlen içinde toplanır.

Distilattaki asidin fazlası ayarlanmış 0.1 N NaOH ile metil kırmızısına karşı titre edilir (geri titrasyon).



Şekil 20- Amonyak tayini

Hesap: 1 ml HCl = 1.40008 mg azota karşılıktır. Azot faktörü 6.25 olduğuna göre 100 gram undaki protein miktarı gram olarak :

$$(S \times 1.4 \times 6.25) \times \frac{100}{T} \times \frac{1}{1000} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Burada S(ml), total 0.1 HCl den (S₂: 50 ml), geri titrasyonda sarfedilen 0.1 N NaOH miktarından S₁(ml) çıkarılarak bulunur. T(gr) alınan un miktarıdır. 0 halde

$$\text{protein gr/100 gram un} = (S_2 - S_1) \times 1.4 \times 6.25 \times \frac{1}{10 T}$$

şeklinde hesap edilir.

Bu yöntemle unda bulunan protein miktarı, kaba protein miktarıdır. Total protein yanında amino asitleri, düşük peptidler, purin bazları, aldehidler, amonyum tuzları, nitrat ve diğer anorganik azotlu maddeleri de içerir.

AOAC standard yöntemine göre, unlarda protein tayininde katalizör olarak ortalama 2 gram numune için 0.7 g HgO (veya 0.65 g metalik cıva) ve 15 g. K₂SO₄ (veya 15 g susuz Na₂SO₄) kullanılır. Yöntemin diğer kısım aynı prensibe dayanır. Protein tayininde faktör olarak 5.7 kullanılır (6.25 genel faktördür. Besin maddesindeki proteinin içerdiği azot % sine göre bu faktörün değişebileceği önceki konularda açıklanmıştır).

b) Gluten (öz) tayini için 25 gram un 15 ml su ile hamur haline getirilir. 20-25 F.S^o deki su ile damla bütün nişastası gidinceye kadar yıkanır. Elde edilen gluten elastikiyeti açısından incelenir ve tartılarak undaki % gluten miktarı hesaplanır. 103°C de kurutulup kuru gluten miktarı da bulunur. Kuru gluten buğday unlarında 8-12 arasındadır. Tüükte gluten miktarının % 10 dan aşağı olmaması istenir. sert buğdayların gluteni % 17 ye çıkabilir.

M.Arpin yöntemi ile gluten tayini için 33.33 gram un alınır ve bir havanda 20 ml su ile homojen bir hamur yapılır. Yukardaki gibi işleme devam edilir. Burada tartılan gluten miktarı yaklaşık % kuru gluten miktarını verir. Daha hassas olarak kuru gluten 103°C de etüvde sabit tartıma getirilerek tayin edilir.

3) Diğer kimyasal analizler (elek üstü kalıntısı, rutubet, yağ, asidite, kül gibi) genel yöntemlere göre yapılır. Kül ve külün % 10 luk HCl de erimeyen kısmının tayini un randımanının saptanmasında önem taşır.

Unlarda asidite GMT'ne göre (madde 277), unun % 96 lık alkoldeki süzöntüsünün fenolftalein karşısında N/50 NaOH ile titre edilmesi ile tayin edilir.

Sonuç sülfirik asit cinsinden verilir. Bunun için 100 gram una sarfedilen N NaOH miktarı S ml ise, (S x 0.049) asiditeyi % gram sülfirik asit cinsinden verecektir.

4) Yabani ot tanelerinin unu ise (karamuk, çavdar mahmuzu unu), alkol ve derişik HCl ile aranır. Un örneği alkol ile çalkalanıp HCl ilave edildiğinde sarı, kırmızı renk oluşması yabani ot tanelerinin olduğunu gösterir.

Undan hazırlanan besin maddeleri:

İrmik, nişasta undan hazırlanan besin maddeleridir. Ekmek, makarna, şehriye, kuskus, yufka, tel kadayıf ve benzerleri, ekmek kadayıf ve benzerleri, güllağ, peksimet, galeta, gevrek, bisküvit" hamur müstahzarları" olarak tanımlanan besin maddeleridir.

Ekmek: Özellikle buğday ve çavdar unundan yapılır. Ekmek, una su, tuz ma-ya katılmayısıya hazırlanan karışımın mayalanmasından sonra pişirilerek elde edilir. Ekmek pişirilmesi sırasında fırın sıcaklığı 250-270°C dir. Pişme sırasında kabuk oluşumu ve esmerleşmesi kısmen glutenin değişmesinden ve kısmen de nişas-tanın dekstrin haline geçmesindedir. Un ıslanır ıslanmaz unda bulunan amilaz enzimi aktivitesi artarak nişastanın bir kısmı maltoza dönüştür.

Ekmeğin bileşiminde ortalama % 35-46 rutubet, % 6-7 azotlu maddeler, % 2-3 şeker, % 45-56 nişasta, % 0.3-1.2 yağ, % 0.9-1.5 kül bulunur. Havesız ve nemli yerlerde saklanan ekmekte küfler kolayca ürer. Nişasta ile beslenen küf sporları havada bulunurlar ve ekmek gibi iyi bir besi ortamında ürerler. Ekmek-te değişik renkler oluşur. Siyah lekeler Rhizopus nigricans beyaz lekeler Mucor mucedo ve Botrydis grisea, kırmızı lekeler Didium aureum tarafından meydana getirilir. Bacillus mesentericus gibi mikroplar da ekmeğin içini iplik şeklinde sümüklü yapışkan bir hale sokarlar.

Bayatlamış ekmeklerin bileşiminde su eksilir, nişasta ve protein yapılarında değişiklikler olur.

Ekmek analizi:

Ekmek kokusu, tadı, pişkinlik derecesi, içinin kalitesi, kabuğunun rengi, rutubet ve bozunma açısından incelenir.

Rutubetli bir yerde ve etüv derecesinde saklandığı zaman bozunup bozunmadığına bakılır. Mesentericus ile kontamine ekmekler bu şartlarda luzüci bir kıvam gösterir ve özel bir koku yapar.

Ekmeğin mikroskopik araştırmasında, yapıldığı unun cinsi ve kalitesi ince-lenir, ayrıca mikroorganizma kontaminasyonu varsa neden olan mycellium ve sporlar görülebilir. Patates nişasta taneleri metilen mavisi ile renklenir.

Ekmekte su miktarı (rutubet) tayini: Ekmek dört tarafından simetrik olarak 2-3 mm kalınlığında dört dilim kesilerek çok çabuk tartılır. 103-105°C de sabit ağırlığa kadar kurutulularak tartılır. Gitsiger yöntemi ile ekmekte rutubet tayininin prensibi ise (ekmeğin ksilen veya toluen ile) distilasyona dayanmaktadır.

Ekmekte asidite, kül, tuz tayini genel yöntemlere göre yapılır.

Ekmekte süt veya süt tozu araştırılması için, ekmekten yağ eterle ekstrakte edilerek ayrılır. Yağın Reichert-Meissl indisi tayin edilir. Buğday yağlarında RMT ortalama 1.8 dir. Süt yağ ile bu değer yükselir. Ayrıca laktoz aranarak tayin edilir. Süt yağ bulunmadığı halde laktozun varlığı yağsız süt tozu kullanıldığını gösterir.

Ekmek kabartma maddeleri: Ekşimiş hamur, bira mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kabartma için kullanıldığı gibi bazı kimyasal tozlar da ekmek ve diğer hamur müstahzarlarında kabartma tozu olarak kullanılırlar. Maya ve kabartma tozları ile hamurun kabarması gayet küçük CO₂ taneciklerinin oluşması nedeni ile olur.

Ekmek mayası: Ekmek mayası (Presmayası) buğday ekmeği yapımında kullanılır. Presmayası sabit nitelikte özel *Saccharomyces cerevisiae* ırkından elde edilir. Bu saf kültür pancar ve karnıyar şeker karışımında, şeker pancarı melasında ve bazan evirtik şeker şurubunda üretilir. Ortalama besleyici olarak fosfatlar, amonyum tuzları ve organik azotlu maddeleri katılır. Gerekli diğer birçok işlemlerden geçirildikten sonra ekmek pasta halinde piyasaya verilir. 0°C de saklamakla aktivitesi korunur. Hamura su ile yapılmış suspansiyonu katılır.

Mayada bulunan başlıca enzimler invertaz, maltoz, zimas ve diastaz'dır . İnvertaz sakkarozu, maltaz maltozu hidroliz eder. "Zimas" ise evirtik şeker ve glukoz üzerine etkisini gösteren enzimler karışımına verilen addır. Bu enzimle kompleks şekerlerden mayalanma sonucu ekmeğin kabarmasını sağlayan CO₂ ve alkol oluşturur. Diastaz ise amilazlar karışımı olup, nişastayı maltoza çevirir.

Hamur kabartma tozları:

Kabartma tozları olarak sodyum veya amonyum bikarbonat, bu amaçla kullanılır. Evlerde genellikle üç cins kabartma tozu kullanılmaktadır:

1) Primer kalsiyum fosfatlı kabartma tozları: NaHCO₃ (% 27, CO₂ verici), asit bileşen olarak primer kalsiyum fosfat (% 35) ve inert madde olarak nişasta (% 38) karışımından hazırlanırlar. % 14 CO₂ verirler.

2) Şaplı kabartma tozu: % 27 NaHCO₃, % 27 şap [NaAl(SO₄)₂] ve % 46 nişasta içerir.

3) Tartarat tozu: % 27 NaHCO₃ % 60 tartar kaymağı (KHC₄H₄O₆), % 13 nişasta veya % 24 tartarik asit ve % 49 nişasta içerirler.

Ekmekçilikte ise pirofosfatlı (Na₂H₂P₂O₇ + NaHCO₃) ve laktatlı
[Ca(C₃H₅O₃)₂ + NaHCO₃ + Ca(H₂PO₄)₂] kabartma tozları kullanılır.

Makarnalar: Unlu maddelerden makarnalar ise glutence zengin "sert" unlardan yapılır. Ortalama olarak makarnalarda % 10-13 su, % 13-15 protein, % 70-75 karbohidrat, % 0.6-1 mineral bulunur. Yumurta katılmışsa doğal olarak azotlu maddeler miktarı, yağ ve lesitin ilavesiyle de besin değerleri artar.

Unlu maddelerin analizi

Rutubet gravimetrik veya distilasyon yöntemi ile tayin edilir.

Unlu besin maddesine ilave edilen yumurta sayısını bulmak için eterli ekstre hazırlanır. 30 gram un edilmiş madde 150 ml eterle arada sırada çalkalaya-
rak 2 saat bırakılır. Eter fazının 100 ml'si distile edilir, kurutulur ve tartılır. Normalde ekstrenin miktarı % 0.2 - 0.6 arasında değişir. Ancak 50 gram una 1 yumurta ilavesinde ekstrede % 0.5 artma olur. Bundan yararlanarak:

$$\text{Yumurta sayısı} = \frac{\% \text{ eterli ekstre} - 0.4}{0.5} \text{ formülü ile yaklaşık hesaplanır.}$$

Ayrıca eterli ekstrenin refraksiyon indisi ölçülür. Yumurtalı ekstrede refraktometre sayısı 40°C de 61-70, yumurtasız olanlarda ise 80-85 dir. Ekstrenin iyot indisi tayin edilir. Yumurtalı ekstrelerde 70-80, yumurtasızlarda ise bu değer 90-100 arasındadır. Ayrıca yumurta miktarı, lesitin fosfatının tayini ile de anlaşılabilir.

Yapay boyar maddelerin aranması için 20 gram öğütülmüş un 40 ml eterle karıştırılır. Eter tabakası sarı olursa yumurtanın doğal boyar maddesi olan lutein vardır. Eğer renk nitrit asiti (HNO₂) ile gitmezse yapay boyar madde olduğu anlaşılır.

20 gram un, 40 ml % 50 lik alkol ile 15-20 dakika su banyosunda ısıtıldığında sarı renk olması yapay boya olduğunu gösterir.

Ayrıca unlu besinlerde genel analizler (kül, asidite, protein, yağ gibi) veya özel analizler (pişirme deneyi gibi) gıda maddeleri tüzüğüne göre yapılır.

GMT'ne göre un ve unlu besinler

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün XI.Bölümü "Tahıl-Bulgur-Yemeklik Baklagil ve Kuru taneleri" nin özellikleri ile ilgili maddeleri (Madde 252-270); XII.Bölümü Tahıl unları, irmik, yemeklik baklagil unları, Kuru Sebze tozları, nişasta" ile ilgili

maddeleri; XIV.Bölümü ise "Ekmek ve Benzerleri-Hamur Müstahzarları" ile ilgili maddeleri (Madde 299-343) içermektedir.

Burada kısaca GMT`ne göre un ve ekmeklerin istenen özelliklerinden bahsedilecektir.

1. Unlar(Madde 272 ye göre a) ekstra-ekstra un (71`e kadar randımanlı (71) dahil; b) ekstra un (74-76 (76 dahil) randımanlı; c) birinci nev`i un (79-81 (81 dahil) randımanlı; d) ikinci nev`i un (84-86 (86 dahil) randımanlı olmak üzere 4 gruba ayrılırlar.

Ekstra-ekstra un özellikleri (madde 273): 6 no:lu (1 cm² de 900 deliği bulunan) elek kalıntısı: % 1 den fazla; kül miktarı: % 0.650 den fazla, külün % 10 luk HCl de çözünmeyen kısmı: % 0.10 dan fazla; serbest asiditesi % 0.04 den fazla; kuru gluten: % 9 dan az olmamalıdır.

Ekstra unun özellikleri (madde 274): Elek kalıntısı % 3 den; kül miktarı % 1 den, külün % 10 luk asitte çözünmeyen kısmı % 0.10 dan serbest asiditesi % 0.04 den fazla, kuru gluten % 9 dan az olmamalıdır.

Birinci nev`i unun özellikleri (madde 275): Elek kalıntısı % 5 den, kül miktarı % 0.905 ten, külün % 10 luk asitte çözünmeyen kısmı % 0.12 den, serbest asiditesi % 0.05 den fazla; kuru gluten ise % 8.5 dan az olmamalıdır.

İkinci nev`i unun özellikleri (madde 276): Elek kalıntısı % 10 dan, kül % 1.2 den, külün asitte çözünmeyen kısmı % 0.15 den, serbest asiditesi % 0.06 dan fazla, kuru gluten miktarı % 7 den az olmamalıdır.

Ekmek: GMT`nın XIII.Bölümünde Kısım: I ekmek ve benzerlerini içermektedir. Ekmekler yapıldıkları un isimleri ile (birinci nev`i ekmek, ikinci nev`i un) satılırlar. Francala, pide, simit, sandöviç ekmeği, tost ekmeği ekstra-ekstra veya ekstra undan yapılır (Madde 302).

Ekmeklerde tuz miktarı % 1.5 gramdan fazla olmayacak, kül ve külün % 10 luk HCl de çözünmeyen kısmı tuz miktarı çıkarıldıktan sonra yapıldığı un cinsindeki miktarlarda olmalıdır (Madde 307).

Asidite ise: 10 gram ekmeği (100 ml sudaki ekstresini) fenolftalein karşısında nötrale etmek için gereken 0.1 N kalevi miktarı 7.5 ml yi geçmemelidir (7.5 ml N-NaOH/100 gram ekmek) (Madde 308).

Su miktarı: Francalada % 35 ten, simitte % 24 den, buğday ekmeğinde % 37 den, pidede % 38 den, çavdar ekmeğinde % 42 den, 80 den fazla randımanlı un ile diğer tahıl ve mısır ekmeklerinde % 40 dan fazla olmamalıdır. Rutubet miktarı ekmek ve benzeri ürünlerin fırından çıktıktan sonra 6 saat sonra bulunacak değerlerdir (Madde 309).

Mayalar, hamur kabartma tozları: GMT'nün XIV.Bölümü (madde 335-343), hamur müstahzarlarında yardımcı madde olarak kullanılan maya ve hamur kabartma tozlarına ayrılmıştır.

Toz ekme mayası, *saccaromyces cerevisea* cinsinden kültürün pH 4.5 da üretilmesi ve suyunun bir kısmının presde giderilmesi ile hazırlanır. Bu mayanın GMT'ne göre en çok % 2 ölü hücre içerebileceği, yabancı maddeler (ağırlaştırıcı, nişasta gibi) katılamayacağı ve % 75 den fazla su içermemesi gerekir.

GMT'de ayrıca kuru ekme mayası (% 30 dan fazla ölü hücre içermeyecek, nem en fazla % 14 olacak) ve ıra mayasının (pH sı 4.3 - 5.7 arasında olacak, yabancı madde ilave edilmeyecek) özellikleri de belirtilmiştir.

Hamur tozları: toplam olarak GMT'de (madde 333) "amonyum karbonat, amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat ile sodyum karbonatın, sodyum fosfat, asit sodyum pirofosfat asit , tartarik asit, sitrik asit gibi zararsız asit bileşikleri ile olan karışımları" şeklinde tanımlanmıştır.

BÖLÜM III

1- BESİN ZEHİRLENMELERİ

Besin maddeleri ile meydana gelen zehirlenmeleri başlıca 4 sınıfta inceleyebiliriz:

1. Patojen mikroorganizmalarla oluşan zehirlenmeler
2. Mikrobiyel bozunmalar
3. Besinlerde doğal olarak bulunan toksik maddeler (toksinler)
4. Kimyasal kirleticiler (kontaminantlar)

1. Patojen mikroorganizmalar

Besinlerde bulunan patojen mikroorganizmalar ve toksik metabolitlerinin (toksinler) neden olduğu sorunlar çok çeşitlidir. Oluşturduğu zehirlenme şiddetleri, nisbeten hafif bağırsak bozukluklarına yol açan Clostridium perfringens veya staphylococcus organizmalardan oldukça letal (öldürücü) intoksikasyona yol açan Clostridium botulinum'a kadar değişen mikroorganizmalar vardır.

Botulizm: Clostridium botulinumun geliştiği ve bunun toksinini içeren besinler botulizm zehirlenmesine yol açarlar. Bu organizma spor teşkil eden anaerob bir toprak saprofitidir, sebzelere buradan geçer. İnsanlara çoğunlukla sosis, balık ve uygun şekilde hazırlanmamış sebze konservelerinden geçer.

Botulizm sıklığı (insidansı) insanlarda düşüktür, daha büyük ölçüde zehirlenmeler hayvan popülasyonlarında görülmektedir. Toksinin 6 değişik antijen tipi teşhis edilmiştir. Bütün bu tipleri anaerob olmakla beraber, uygun büyüme koşullarında hücreler çok çabuk çoğalır. Sporları oldukça dayanıklıdır, fakat toksin normal ısıtma ile tehrip olur. pH 4.5 üstünde uygun koşullarda C.botulinum çoğalır ve dolayısı ile toksin üretmesi de artar.

Ticari olarak konserve edilmiş besinlerde sporun yaşama ihtimali minimaldir. Dumanlı ve fermente olmuş balık, karaciğer ezmesi, evlerde konserve edilmiş sebzeler, özellikle yeşil fasulyenin sık olarak botulizme neden olduğu gösterilmiştir. Ayrıca vakumda ambalajlanmış, düşük asitli maddeler ve plastik ambalajlarda saklanan işlenmemiş et ve dumanlanmış balık gibi besinler botulizm toksinlerinin etkin kaynağı olarak bilinmektedir. Bu tip ürünler deima 3°C altında veya dondurulmuş olarak saklanmalıdırlar.

Botulizm belirtisi, genellikle zehirli besinin yenmesinden 24 saat sonra görülür. Bulantı, ağır mide karışıklıkları ve kusma olabilir. İshal erken görülebilir. Hastalığın sonuna doğru kabız olabilir. Merkezi sinir sisteminin paralizisi (felç) tipiktir. Çift görme, yutmada zorluk, solunum depresyonu dikkati çeker.

Ölüm genellikle solunum yetersizliği sonucu görülür. Ölüm çoklukla 3-4 günde olur, tehlikesiz vakalarda iyileşme yavaş gelişir.

Botulizm (zehirlenmesi) antitoksin (A,B ve E tipi antitoksinlerin kombinesyonu) kullanılması ile azalmıştır. Bu şekilde Amerika'da botulizm ile ölüm oranları % 60 dan % 25'e düştüğü bildirilmektedir.

Stafilokoksik besin zehirlenmesi: Besinlerin tüketiminden önce besinde oluşan stafilokok toksinleri neden olur. Botulizme göre çok daha az tehlikelidir.

Stafilokoklu besin zehirlenmesi belirtileri bulaşmış besinin yenmesinden 2-6 saat içinde görülür. Bulantı, kusma yanında dışkıda ve kusmukla kan görülebilir. İshal olmaz. Ölüm ihtimali çok azdır. Özel bir tedavisi yoktur.

Besinlerin stafilokoklarla bulaşmalarını engellemek imkansızdır. Ancak çoğalmalarını besinleri soğukta saklamak yolu ile azaltmak mümkün olabilir. 4-6°C de enterotoksinlerin gelişmediği görülmektedir.

Salmonella besin zehirlenmesi: Salmonella toksin yapmaz, doğrudan doğruya barsak bulaşması şeklinde etki eder. Pastörizasyonla çabuk yıkılırlar. Salmonella ile zehirlenme, besinin yenmesinden 2 saat içinde görülebildiği gibi bir iki gün içinde de görülebilir. Ölüm oranı % 1 den azdır.

Bu tip zehirlenmelerden korunmak için en etkin yöntem kesilen hayvanların sıkı muayene edilmesidir.

2. Mikroorganizmalar etkisi ile besinlerdeki bozunma sonucu oluşan zehirlenmeler (mikrobiyel zehirlenmeler):

Bazı bakteri tipleri, besinlerde üreyerek metabolizmaları sırasında besinlerin bozunmalarına yol açarlar. Sonuçta istenmeyen ve toksik maddeler oluşarak besinlerin koku ve tadı değiştiği gibi zehirlenmelere de neden olurlar.

Bakteri toksinleri ile ilgili zehirlenmelere yukarıda değinilmiştir. Burada ise bakterilerin etkisi ile besinlerdeki kimyasal ayrışmadan bahsedilecektir.

Besin maddesinin kimyasal bileşimi mikroorganizmanın üremesi ve faaliyet göstermesi için büyük önem taşır. Her organizmanın besin maddesini enerji kaynağı ve büyümesi için kullanma yeteneği farklıdır.

Besin maddesinin kimyasal yapısı dışında ortamın sıcaklığı, pH'sı ve hidrojen iyonu konsantrasyonu, nem oranı, O-R potansiyeli ve ortamda bulunması muhtemel inhibitör maddeler mikroorganizmaların etkilerinde önemli rol oynar.

a) Azot içeren organik maddelerin önemli bir kısmı protein yapısındadırlar. Besinlerdeki bu maddeler mikroorganizmaların enzimleri tarafından polipeptidler → daha basit peptidler → aminoasitlere parçalandıktan sonra ancak

kullanılırlar. Böylece proteinazlarla oluşan peptidler besinlere acı tad, peptidazlarla oluşan aminoasitler ise besinlerin tadını besin maddesinin cinsine göre bozarlar veya olgunlaştırırlar.

Diğer taraftan besinlerdeki proteinlerin, peptid ve aminoasitlerin anaerobik dekompozisyonu ile hoş gitmeyen kokular oluşur. Bu olaya "putrefaksiyon" adı verilir. Özellikle kükürtlü bileşikler (hidrojen-, metil-, etil sülfürler, merkaptan), ayrıca amonyak ve aminler (histamin, tiramin, piperidin, putrescine ve kadaverin), indol skatol ve yağ asitleri bu lezzet ve koku bozukluğuna neden olurlar.

Escherichia coli, Pseudomonas, Clostridium proteinleri bozan mikroorganizmalar arasındadır.

"Ptomain" adı verilen diaminler (putrescin, kadaverin) besinlerin tadını bozduğu gibi bu tip bozunma sonucu olan zehirlenmelerden sorumlu tutulan başlıca bazlardır. Tablo 16 da, aminoasitlerin bozunması ile oluşan maddeler görülmektedir.

b) Karbohidratlar, mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Kompleks polisakkaridleri mikroorganizmalar genellikle basit şekere hidroliz olduktan sonra besin olarak tüketirler. Monosakkaridler de aerobik olarak CO_2 ve H_2O ye; anaerobik olarak ise 6 tip fermentasyona uğrayarak parçalanır:

- 1) Alkolik fermentasyonla: Etanol + CO_2 ;
- 2) Laktik asit fermentasyonu ile: Laktik asit;
- 3) Karışık laktik asit fermentasyonu: Laktik asit, asetik asit, etanol, gliserin ve CO_2 ;
- 4) Koliform tipi fermentasyonla: Laktik asit, formik asit, etanol, CO_2 , H_2 ve muhtemelen aseton ve butandiol;
- 5) Propionik fermentasyonla: Propionik, asetik ve suksinik asitler ve CO_2 ;
- 6) Bütirik-bütül-izopropil fermentasyonu ile bütirik ve asetik asitler, CO_2 , H_2 ve bazı örneklerden aseton, bütülen glkol, butanol, 2-propanol oluştururlar.

Ayrıca karbohidratlar değişik mikroorganizmalar tarafından da yüksek karbonlu yağ asitleri, diğer organik asitler, aldehitler ve ketonlara parçalanırlar.

Tablo 16- Aminoasitlerin mikrobiyel bozunma ürünleri

<u>Reaksiyon Tipi</u>	<u>Parçalanın Ürünler:</u>
1) Oksidatif deaminasyon	Keto asit + NH ₃
2) Hidrolitik deaminasyon	Hidroksi asit + NH ₃
3) Redüktif "	Doy.yağ asiti + NH ₃
4) Dehidrojenasyon deaminasyon	Doymamış yağ asiti + NH ₃
5) C-R arasında parçalanma	Keto asit + yağ asiti + NH ₃
6) Hidrolitik deaminasyon + dekarboksilasyon	Primer amin + NH ₃ + CO ₂
7) Redüktif deaminasyon + dekarboksilasyon	Hidrokarbon + NH ₃ + CO ₂
8) Oksidatif deaminasyon + dekarboksilasyon	Yağ asiti + NH ₃ + CO ₂

c) Lipidler, mikrobiyal lipaz ile gliserin ve yağ asitlerine parçalanarak sindirilirler. Ancak bazı mikroorganizmalar yağların otooksidasyonla bozunmalarına yol açarlar. Bu konu daha önce yağlar bölümünde görülmüştür.

Fosfolipidler ise fosfat, gliserin, yağ asitleri, azotlu baza (kolin) parçalanırlar. Lipoproteinler ise proteinler, kolesterol esterleri ve fosfolipidlerden oluştuğu için bozunmaları bu maddelerle ilgilidir.

Besin maddelerinin mikroorganizmaların etkisi ile bozunmaları, enfeksiyonu ve kontaminasyonu ve zehirlenme konusu mikrobiyoloji derslerinde daha ayrıntılı görülmektedir.

3) Besinlerde doğal olarak bulunan toksik maddeler:

Besinlerdeki doğal toksik maddeler (toksinler) üç kategoride incelenebilir:

a) mikotoksinler, b) bitki toksinleri, c) zootoksinler

Doğal kaynaklı besin toksinleri içinde ilgi en çok mikotoksinlere yönelmiştir. Diğerleri hakkında bilgiler daha azdır ve zehirlenme riski tayini de güçtür. Ancak son zamanlarda bu toksinlerin etiyolojik rolü ve insan sağlığına etkileri üzerinden gittikçe artan bir ilgi vardır. Bazı uluslararası kuruluşta örneğin IUPAC, Resmi Analitik Kimyacılar kuruluşu (AOAC), Avrupa Komisyonunun Referans Büro Topluluğu (European Commissions Community Bureau of Reference: BCR) ve DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü) bu konuya eğilmişlerdir (Food Laboratory News No 20 ve 21, 1990).

Yumurtaları bozulmadan saklamak için kullanılan yöntemler arasında kül, tahta talaşı içinde birbirine temas etmeyecek şekilde dizmek; koyu kireç çözeltilisine daldırmak gibi teknikler vardır. Ancak en iyisi soğuk hava depolarında (daha iyisi de azot veya CO₂ atmosferinde) saklamaktır. Soğuk hava deposunda saklanacak yumurtaların zararın zedelenmemiş olması ve en çok dört günlük olması gerekir. Depo sıcaklığı da (-1.5^o) - (-2^o)C arasında olmalı, yumurtalar donmamalıdır. Deponun bağıl nemi % 80-85 arasında olmalıdır. Depolardan çıkarılan yumurtaların yavaş yavaş (18-24 saat) oda sıcaklığına getirilmesi gerekir.

Yumurta konservesi: Kolay taşıma olanağı da sağlayan bu yöntemde, yumurtalar tenekeler içinde dondurularak veya % 13-15 tuz ilave ederek sıvı yumurta şeklinde saklanmaktadır. Örneğin Çin`den Avrupa`ya yumurtalar bu şekilde gönderilmektedir. Bu sıvı yumurtalara, izin verilmediği ve sağlık açısından zararlı olduğu halde metil alkol, beyazına benzoik asit veya esterleri, sarısına borik asit ilave edildiği bildirilmektedir (Besin Kimyası 1982).

Yumurta tozu: Yumurta tozu, yumurta içinin vakumda düşük sıcaklıkta kurutulması ile yapılmaktadır. Bu şekilde hazırlanan yumurta tozu, su ile karıştırıldığında taze yumurta gibi kullanılabilir. Hamur müstahzarları mayonez ve margarin üretiminde yumurta tozu kullanılmaktadır. Yumurta tozunun bileşiminde: % 4-6 nem; % 47.8 azotlu maddeler (protein); % 45.7 lipidler; % 2.55 azotsuz ekstre ve % 4.06 kül içermektedir.

Yumurta beyazı ayrıca kurutulmuş albumin; kurutulmuş sarısı ise lesitin ve yumurta yağ eldesinde kullanılır. Yumurta yağında Kreis denemesi negatif olup, peroksit indisi yükselmez. Bu da lesitin gibi antioksidanları içermesi ile ilgilidir. % 3.4-5.1 sabunlaşmayan kısım (kolesterol ve boyar madde) bulunur. Refraksiyon indisi 40^oC de 55-64, iyot indisi 64-82, sabunlaşma indisi 181-191 dir. Gıda maddelerinde yumurta katılıp katılmadığının araştırılmasında bu özellikten yararlanılmaktadır.

Yumurta analizi:

1) Yoğunluk deneyi: Taze yumurtaların yoğunluğu 1.078 - 1.094 arasındadır. Betletme ve bayatlama ile yoğunluk düşer. % 10 luk mutfak tuzu (d: 1.0742) çözeltilisine daldırılan yumurta çok taze ise dibe çöker, 3-5 günlük yumurtalar bu tuzlu su içinde yüzerler daha bayatlar ise su yüzeyinde yüzerler.

2) Sallama deneyi: Taze yumurtalar sellamakla ses çıkarmazlar.

3) Işıқта inceleme: Bu ışık kaynağına tutulan yumurta taze ise saydamdır ve merkezde siyah bir nokta görülür, hava boşluğu hareketsiz ve 1 cm den küçüktür. Birçok yumurta incelenecekse, 40-50 yumurta kümesi ortasına elektrik lambası konur.Küme incelenir. Bozulmamış yumurtalar kırmızı ve lekesiz; bozuk yumurtalar ise lekeli veya siyahtır.

Taze yumurta kırıldığı zaman yumurta beyazı saydam, homojendir; sarısı ise dağılmamış esnek ve kubbelidir.

Yumurta tozu analizi

Organoleptik (duyusal) incelemede, yumurta tozu hacimli ve hafif sık; az veya çok koyu altın sarısı renkte, karakteristik yumurta kokusunda olmalı, tadı acı olmamalıdır.

Toz yumurtalarda, kimyasal analiz olarak; a) nem , b) total lipid. c) toplam yağ asitleri, d) lesitine bağlı fosfat asidi miktarları ile; e) esidite f) azotlu maddeler tayini yapılır.

Yumurta ve yumurta tozu analizleri hakkında ayrıntılı standard yöntemler ilgili kitaplarda bulunabilir.

Gıda Maddeleri Tüzüğünde yumurta ve konservele ilgili maddeler

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün 7.Bölümünde (Madde 203-218) yumurta ve yumurta konservele ilgili maddelerdir. GMT`de yumurtalar taze yumurta, konserve yumurta, şaklanmış yumurta ve yumurta konservele olarak sınıflandırılmıştır.

"Günlük veya içilmeye mahsus" yumurta adı, en çok 8 gün önce yumurtlanmış yumurtalara verilmektedir. Bu yumurtalar ışık altında incelendiğinde sarısı tam ortada ve net görünmeli, hava boşluğu en çok 5 mm yi geçmemelidir. 8 günden fazla olup, hava boşluğu 10 mm yi geçmeyen ve kırıldığı zaman doğal koku ve tadı olan yumurtalar "taze yumurta" olarak satılabilirler.

Soğuk hava depolarında, kireç suyunda veya salamura içinde saklanan; veya yüzlerine parafin, vernik veya silikat çözeltilisi sürülerek saklanan yumurtalar GMT`ne göre "konserve yumurta" adını alır.

Yumurta sarısının boyanması GMT`ne göre kesinlikle yasaktır. Gerek bütün içinin, gerekse sarısının veya beyazının ayrı ayrı tekniğine göre kurutulmuş olarak hazırlanan müstahzara "yumurta tozu" denir. Yönetmeliğe uygun olarak yumurta tozlarında koruyucu madde kullanılabilir. Aynı amaçla % 10 u aşmamak koşulu ile şeker veya tuz da kullanılabilir.

7- HUBUBAT ve UNLU BESİNLER

En önemli bitkisel besinlerimizden olan hububat Gramineae familyasından olup buğday (triticum), çavdar (secale), yulaf (avena), arpa (hordeum), mısır (zea), pirinç (oryza) ve darı (panicum) dir.

Hububat yapısı (strüktürü):

Çeşitli hububat tanelerinin yapısı birbirinden farklıdır ve bu konu botanik ile ilgili ders kitaplarında ayrıntılı ele alınmaktadır.

Tam bir buğday tanesinin bileşiminde ortalama % 12 su, % 11 protein, % 71.2 karbohidrat, % 1.7 yağ, % 2.2 sellüloz ve % 1.9 mineral maddeler bulunur. % 13 ten fazla proteini olan buğdaylara "glutence zengin", % 11 den az proteini olanlara ise "glutence fakir" buğdaylar denir.

Hububat tanelerinin proteinleri değişik basit proteinlerdir. Nükleoproteinler embriyoda bulunur. Basit protein olarak suda çözünenlerden albuminler, tuzda çözünenlerden globulinler, alkolde çözünenlerden prolaminler ve asit ve kalevilerde çözünenlerden glutelinler bulunur. Mısır prolamine zengindir, bu proteine "zein" denir, yulaf ve pirinç ise gluteline zengindir. Yulaf glutelinine "avenin", pirincinkine "orizenin" denir. Buğday, arpa ve çavdar prolamin ve glutelin miktarı bakımından bu iki grup arasında yer alır. Buğday ve çavdar prolaminlerine "gliadin", arpaninkine "hordein" denir. Buğday glutelinine ise "glutenin" denir. Gliadin ve glutenin buğdayın endosperm tabakasında hemen hemen eşit miktarda bulunur ve toplamına "gluten(öz)" denir. Gluten, unun su ile yıkanması ile elastiki bir madde halinde ayrılır. Bu ayrılan özün üçte biri kuru maddedir. Undaki lipidler de glutene yapışmış olarak ayrılırlar. Kuru glutenin % 75-85'i protein, % 5-10'u lipid, % 6'sı nişasta ve % 0.7'si küldür.

Gluten % 17.55 azot içerir. Bu nedenle un veya unlu maddelerdeki protein miktarını hesaplarırken normal faktör 6.25 yerine 5.7 kullanılır. Hububat proteinleri sebze, ceviz, fındık veya hayvansal proteinler kadar biyolojik değerce yüksek değillerdir. Mısır proteininde lizin yoktur, triptofanca fakirdir, buğdayın endosperm proteinleri de lizin ve triptofanca fakirdir.

Buğday tanesinin mineral tuzları başlıca potasyum ve magnezyum fosfattan ibarettir. Fosforik asitin bir kısmı fitin (inozit heksosfosfat) halinde bulunurlar.

Vitaminler bakımından, bütün hububat taneleri önemli miktarda B kompleks vitaminlerini içerir. Askorbik asit yoktur. A ve D vitaminleri yoktur, ancak sarı rengi karotenoidlerden türer. Sarı mısırdaki pigmentler başlıca

kriptoksantin olup az miktarda provitamin A olan α - ve β - karotenoidleri içerir. Buğday ise provitamin A özelliği olmayan ksantofilleri içerir. Az miktarda provitamin A(karoten) ise embriyo yağında bulunur. Ayrıca embriyo, özellikle buğday embriyosu E vitaminince zengindir.

Tahıl bozuklukları: Hububat gerek yetişmesi sırasında gerekse saklandığı yerde un haline getirilip tüketilinceye kadar, gerekli önlemler alınmazsa, küflenmek, böceklenmek, kurtlanmak ve rutubet almak gibi istenmeyen durumu alır.

Mantarlardan Puccinia'lar renkli bir takım mantarlar olup pas hastalığı yaparlar. Sap ve yapraklarda oluşan bu mantarlar tahıldan elde edilen unun lezzet ve görünüşünü bozarlar. Tilletia caries sporları hububat tanelerini çürütür. Ustilago cabro şarbon hastalığına yol açar, sporları başağı harap eder. Çavdar mahmuzu (Claviceps purpurea), ergo zehirli alkaloidleri içerdiğinden bu hububat unlarını yiyenlerde ergotizm hastalığı görülür.

Hububata karışan yabancı bitkilerden karamuk (Nielle des bles) karanfil familyasından Agrostemma githago isimli bitkinin tohumudur. Bu bitki tohumu gitağın isimli zehirli bir saponin içerir. Pişirmekle bozunduğu için ekmekte önemi yoksa da hayvan yemi olarak önemlidir. Delice, Lolium temulentum bitkisinin meyvalarıdır. Taneleri içinde gelişen bir mantar nedeni ile zararlıdır. Bu mantarda temülin adlı toksik bir alkaloid vardır. Deliceli buğday unu yiyen kişilerde dalgınlık, sersemlik, baş dönmeleri görülür. Belemir, Melampyrum arvense bitkisinin tohumlarıdır. Etken maddesi rinantin glikozitidir.

Un

Hububat tüketimi un şeklinde olur. Yalnız "un" denilince "buğday unu" anlaşılır, diğer unlar elde edildikleri unların adı ile anılır (mısır unu, pirinç unu gibi). Un değirmen veya fabrikalarda tahıl tanelerinin öğütülmesi ile elde edilir. Öğütmeden amaç, endospermi mümkün olduğu kadar embriyo ve kepekten ayırmaktır. Bir buğday tanesi ortalama % 84 endosperm içerdiğine göre, buğdaydan teorik olarak % 84 un elde edilmesi gerekir. Ancak hiç bir un, kepek ve embriyodan ayrı değildir. Eleme işleminin derecesine göre 100 kilo undan elde edilen un miktarına öğütme derecesi "verim: randıman" denir. Gıda Maddeleri Tüzüğünde unlar verime göre ekstra-ekstra (71 randıman), ekstra (74-76 dahil randıman), birinci nevi (79-81 randıman) ve ikinci nevi un (84-86 randıman) olmak üzere sınıflandırılırlar. Bekletilen un, özellikleri gelişerek beyazlaşır. Ancak bu bekleme süresini kısaltmak için unu olgunlaştırmak ve beyazlatmak için birçok kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Azot oksitleri, klor, benzoilperoksit, klordioksit örnek verilebilir. Gaz halinde

kullanılan azottriklorür (NCl_3 : Agene ticari ismi) ise zararlı etkisinden dolayı yasaklanmıştır. Ancak Türkiye'de ağartıcı veya olgunlaştırıcı maddelerin kullanılması yasaktır.

Unların kepek miktarını (randıman) tayin etmek için cm^2 inde 900 delik bulunan elek (6 no:lu elek) un elenir. Elek üstü kepek miktarını verir. Ayrıca undaki yabancı maddeler, kurt, toz v.s. de elek üzerinde kalacağından görülmeleri mümkün olur. Unlar bekletilme ile acılaştır. Rutubet % 13.5 üstünde olduğunda bu acılaştırma daha çabuk olur.

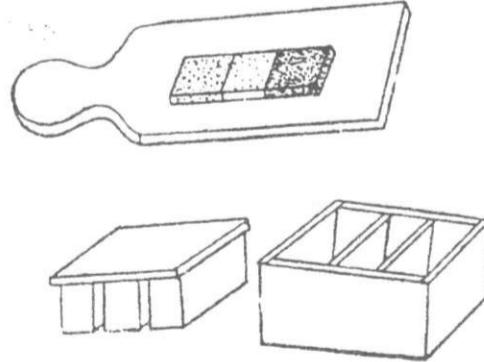
Sert buğday unundan hazırlanan 70-75 randımanlı unda % 11.0 protein, % 0.38 kül, % 100 randımanlı unda ise % 12.5 protein ve % 0.46 kül vardır. Buğdayın dış kısımlarında bulunan proteinler besi açısından iç kısımlarından daha değerlidir. Bu nedenle yüksek randımanlı unların besin değeri daha yüksektir.

Un analizi:

Unlarda rutubet-kül, azotlu maddeler, nişasta, yağ, ham lif, asidite, gluten tayin edilir. Ayrıca yabani ot ve mantarlar araştırılır.

1) Kimyasal analizden önce unlarda organoleptik inceleme (renk, koku, tad, incelik ve kaba kirlilikleri) yapılır. Fiziksel olarak "Pekar" ve "Kloroform" deneyleri ile unun rengi, içindeki mineral maddeler daha iyi görülebilir.

Pekar deneyi: Öğütülme dereceleri bakımından çeşitli unları karşılaştırmaya yarar. Özel kalıbı (Şekil 19) içerisinde iki yana iki tip ve ortaya da incelenen un birer tabaka halinde basılıp perdahlanarak yayıldıktan sonra kalıp kaldırılır. Unlar alttaki tahta üzerinde yanyana birer tabaka halinde kalır. Unlar önce kuru iken, ıslatıldıktan ve ıslatılıp kuruduktan sonra görünüş, renkleri ve koyu renkli noktaların miktarı incelenir.



Şekil 19- Pekar deneyi

Daha basit olarak Pekör denemesi şöyle yapılır: 5 gram un bir teneke levha üzerine yaklaşık 5 mm kalınlığında yayılır. Dikkatle su içerisine daldırılıp bir dakika kadar tutulur ve çıkartılır. Kurutulduktan sonra, aynı işlemler uygulanmış standard un (karşılaştırma unu) ile karşılaştırılır.

Kloroform deneyi: 2 gram un ve 20 ml kloroform ağzı kapalı tüpte karıştırılır. Ağır olan mineraller dipte toplanır. Bu oluşan tortu incelenir.

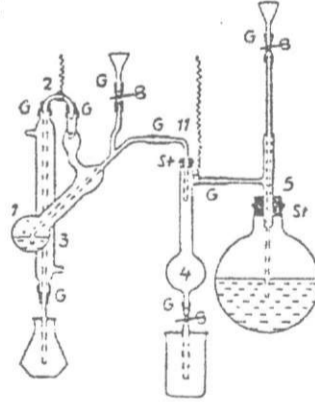
Mikroskopik incelemede ise nişasta taneleri incelenir. Her un nişastası hububat cinsine göre farklılık gösterir.

2) Protein tayini: Unlarda ham (kaba) protein Kjeldahl yöntemi ile yapılır. Bunun için 1 gram un hassas olarak tartılır ve 200-250 ml lik Kjeldahl balonuna konur. Üzerine 5 gram katalizör karışımı (10 gram $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ve 100 gram K_2SO_4 havanda iyice ezilerek karıştırılır) ve 10 ml konsantre H_2SO_4 konularak karıştırılır.

Karışım çeker ocakta dijestiyon (külleştirme) için önce çıplak alevde hafif olarak ısıtılır. Çıkan gazlar uzaklaşınca sıcaklık yükseltilir ve kaynaması sağlanır. Çözelti renksiz veya berrak olduktan sonra yarım saat daha ısıtılır ve soğumaya bırakılır.

Soğuyan karışıma, musluk altında 100 ml daha su konur. Küçük bir çinko ilave edilir, turnusola karşı NaOH ile kalevi yapılır. Balon şeklindeki gibi distilasyona tabi tutulur (Şekil 20). Distilat 25 ml 0.1 N HCl veya H_2SO_4 içeren bir erlen içinde toplanır.

Distilattaki asidin fazlası ayarlanmış 0.1 N NaOH ile metil kırmızısına karşı titre edilir (geri titrasyon).



Şekil 20- Amonyak tayini

Hesap: 1 ml HCl = 1.40008 mg azota karşılıktır. Azot faktörü 6.25 olduğuna göre 100 gram undaki protein miktarı gram olarak :

$$(S \times 1.4 \times 6.25) \times \frac{100}{T} \times \frac{1}{1000} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Burada S(ml), total 0.1 HCl den (S_2 : 50 ml), geri titrasyonda sarfedilen 0.1 N NaOH miktarından S_1 (ml) çıkarılarak bulunur. T(gr) alınan un miktarıdır. 0 halde

$$\text{protein gr/100 gram un} = (S_2 - S_1) \times 1.4 \times 6.25 \times \frac{1}{10 T}$$

şeklinde hesap edilir.

Bu yöntemle unda bulunan protein miktarı, kaba protein miktarıdır. Total protein yanında amino asitleri, düşük peptidler, purin bazları, aldehydler, amonyum tuzları, nitrat ve diğer anorganik azotlu maddeleri de içerir.

AOAC standard yöntemine göre, unlarda protein tayininde katalizör olarak ortalama 2 gram numune için 0.7 g HgO (veya 0.65 g metalik cıva) ve 15 g. K_2SO_4 (veya 15 g susuz Na_2SO_4) kullanılır. Yöntemin diğer kısım aynı prensibe dayanır. Protein tayininde faktör olarak 5.7 kullanılır (6.25 genel faktördür. Besin maddesindeki proteinin içerdiği azot % sine göre bu faktörün değişebileceği önceki konularda açıklanmıştır).

b) Gluten (öz) tayini için 25 gram un 15 ml su ile hamur haline getirilir. 20-25 F.S^o deki su ile damla bütün nişastası gidinceye kadar yıkanır. Elde edilen gluten elastikiyeti açısından incelenir ve tartılarak undaki % gluten miktarı hesaplanır. 103^oC de kurutulup kuru gluten miktarı da bulunur. Kuru gluten buğday unlarında 8-12 arasındadır. Tüzükte gluten miktarının % 10 dan aşağı olmaması istenir. şert buğdayların gluteni % 17 ye çıkabilir.

M.Arpin yöntemi ile gluten tayini için 33.33 gram un alınır ve bir havanda 20 ml su ile homojen bir hamur yapılır. Yukardaki gibi işleme devam edilir. Burada tartılan gluten miktarı yaklaşık % kuru gluten miktarını verir. Daha hassas olarak kuru gluten 103^oC de etüvde sabit tartıma getirilerek tayin edilir.

3) Diğer kimyasal analizler (alek üstü kalıntısı, rutubet, yağ, asidite, kül gibi) genel yöntemlere göre yapılır. Kül ve külün % 10 luk HCl de erimeyen kısmının tayini un randımanının saptanmasında önem taşır.

Unlarda asidite GMT'ne göre (madde 277), unun % 96 lık alkoldeki süzöntüsünün fenolftalein karşısında N/50 NaOH ile titre edilmesi ile tayin edilir.

Sonuç sülfirik asit cinsinden verilir. Bunun için 100 gram una sarfedilen N NaOH miktarı S ml ise, $(S \times 0.049)$ asiditeyi % gram sülfirik asit cinsinden verecektir.

4) Yabani ot tanelerinin unu ise (karamuk, çavdar mahmuzu unu), alkol ve derişik HCl ile aranır. Un örneği alkol ile çalkalanıp HCl ilave edildiğinde sarı, kırmızı renk oluşması yabani ot tanelerinin olduğunu gösterir.

Undan hazırlanan besin maddeleri:

İrmik, nişasta undan hazırlanan besin maddeleridir. Ekmek, makarna, şehriye, kuskus, yufka, tel kadayıf ve benzerleri, ekmek kadayıf ve benzerleri, güllaç, peksimet, galeta, gevrek, bisküvit" hamur müstahzarları" olarak tanımlanan besin maddeleridir.

Ekmek: Özellikle buğday ve çavdar unundan yapılır. Ekmek, una su, tuz mayaya katılmayısa hazırlanan karışımın mayalanmasından sonra pişirilerek elde edilir. Ekmek pişirilmesi sırasında fırın sıcaklığı 250-270°C dir. Pişme sırasında kabuk oluşumu ve esmerleşmesi kısmen glutenin değişmesinden ve kısmen de nişastanın dekstrin haline geçmesindedir. Un ıslanır ıslanmaz unda bulunan amilaz enzimi aktivitesi artarak nişastanın bir kısmı maltoza dönüşür.

Ekmeğin bileşiminde ortalama % 35-46 rutubet, % 6-7 azotlu maddeler, % 2-3 şeker, % 45-56 nişasta, % 0.3-1.2 yağ, % 0.9-1.5 kül bulunur. Havasız ve nemli yerlerde saklanan ekmekte küfler kolayca ürer. Nişasta ile beslenen küf sporları havada bulunurlar ve ekmek gibi iyi bir besi ortamında ürerler. Ekmekte değişik renkler oluşur. Siyah lekeler Rhizopus nigricans beyaz lekeler Mucor mucedo ve Botrydis grisea, kırmızı lekeler Didium aureum tarafından meydana getirilir. Bacillus mesentericus gibi mikroplar da ekmeğin içini iplik şeklinde sümüklü yapışkan bir hale sokarlar.

Bayatlamış ekmeklerin bileşiminde su eksilir, nişasta ve protein yapılarında değişiklikler olur.

Ekmek analizi:

Ekmek kokusu, tadı, pişkinlik derecesi, içinin kalitesi, kabuğunun rengi, rutubet ve bozunma açısından incelenir.

Rutubetli bir yerde ve etüv derecesinde saklandığı zaman bozunup bozunmadığına bakılır. Mesentericus ile kontamine ekmekler bu şartlarda luzüci bir kıvam gösterir ve özel bir koku yapar.

Ekmeğin mikroskopik araştırmasında, yapıldığı unun cinsi ve kalitesi incelenir, ayrıca mikroorganizma kontaminesyonu varsa neden olan mycellium ve sporlar görülebilir. Patates nişasta taneleri metilen mavisi ile renklenir.

Ekmekte su miktarı (rutubet) tayini: Ekmek dört tarafından simetrik olarak 2-3 mm kalınlığında dört dilim kesilerek çok çabuk tartılır. 103-105°C de sabit ağırlığa kadar kurutulularak tartılır. Gitsiger yöntemi ile ekmekte rutubet tayininin prensibi ise (ekmeğin ksilen veya toluen ile) distilasyona dayanmaktadır.

Ekmekte asidite, kül, tuz tayini genel yöntemlere göre yapılır.

Ekmekte süt veya süt tozu araştırılması için, ekmekten yağ eterle ekstrakte edilerek ayrılır. Yağın Reichert-Meissl indisi tayin edilir. Buğday yağlarında RMT ortalama 1.8 dir. Süt yağ ile bu değer yükselir. Ayrıca laktoz aranarak tayin edilir. Süt yağ bulunmadığı halde laktozun varlığı yağsız süt tozu kullanıldığını gösterir.

Ekmek kabartma maddeleri: Ekşimiş hamur, bira mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kabartma için kullanıldığı gibi bazı kimyasal tozlar da ekmek ve diğer hamur müstahzarlarında kabartma tozu olarak kullanılırlar. Maya ve kabartma tozları ile hamurun kabarması gayet küçük CO₂ taneciklerinin oluşması nedeni ile olur.

Ekmek mayası: Ekmek mayası (Presmayası) buğday ekmeği yapımında kullanılır. Presmayası sabit nitelikte özel *Saccharomyces cerevisiae* ırkından elde edilir. Bu saf kültür pancar ve kamış şekeri karışımında, şeker pancarı melasında ve bazan evirtik şeker şurubunda üretilir. Ortalama besleyici olarak fosfatlar, amonyum tuzları ve organik azotlu maddeleri katılır. Gerekli diğer birçok işlemlerden geçirildikten sonra ekmek pasta halinde piyasaya verilir. 0°C de saklamakla aktivitesi korunur. Hamura su ile yapılmış suspansiyonu katılır.

Mayada bulunan başlıca enzimler invertaz, maltoz, zimas ve diastas'dır . İnvvertaz sakkarozu, maltaz maltozu hidroliz eder. "Zimas" ise evirtik şeker ve glukoz üzerine etkisini gösteren enzimler karışımına verilen addır. Bu enzimle kompleks şekerlerden mayalanma sonucu ekmeğin kabarmasını sağlayan CO₂ ve alkol oluşturur. Diastaz ise amilazlar karışımı olup, nişastayı maltoza çevirir.

Hamur kabartma tozları:

Kabartma tozları olarak sodyum veya amonyum bikarbonat, bu amaçla kullanılır. Evlerde genellikle üç cins kabartma tozu kullanılmaktadır:

1) Primer kalsiyum fosfatlı kabartma tozları: NaHCO₃ (% 27, CO₂ verici), asit bileşen olarak primer kalsiyum fosfat (% 35) ve inert madde olarak nişasta (% 38) karışımından hazırlanırlar. % 14 CO₂ verirler.

2) Şaplı kabartma tozu: % 27 NaHCO₃, % 27 şap [NaAl(SO₄)₂] ve % 46 nişasta içerir.

3) Tartarat tozu: % 27 NaHCO₃ % 60 tartar kaymağı (KHC₄H₄O₆), % 13 nişasta veya % 24 tartarik asit ve % 49 nişasta içerirler.

Ekmekçilikte ise pirofosfatlı (Na₂H₂P₂O₇ + NaHCO₃) ve laktatlı $[Ca(C_3H_5O_3)_2 + NaHCO_3 + Ca(H_2PO_4)_2]$ kabartma tozları kullanılır.

Makarnalar: Unlu maddelerden makarnalar ise glutence zengin "sert" unlardan yapılır. Ortalama olarak makarnalarda % 10-13 su, % 13-15 protein, % 70-75 karbohidrat, % 0.6-1 mineral bulunur. Yumurta katılmışsa doğal olarak azotlu maddeler miktarı, yağ ve lesitin ilavesiyle de besin değerleri artar.

Unlu maddelerin analizi

Rutubet gravimetrik veya distilasyon yöntemi ile tayin edilir.

Unlu besin maddesine ilave edilen yumurta sayısını bulmak için eterli ekstre hazırlanır. 30 gram un edilmiş madde 150 ml eterle arada sırada çalkalayarak 2 saat bırakılır. Eter fazınının 100 ml'si distile edilir, kurutulur ve tartılır. Normalde ekstrenin miktarı % 0.2 - 0.6 arasında değişir. Ancak 50 gram una 1 yumurta ilavesinde ekstrede % 0.5 artma olur. Bundan yararlanarak:

$$\text{Yumurta sayısı} = \frac{\% \text{ eterli ekstre} - 0.4}{0.5} \text{ formülü ile yaklaşık hesaplanır.}$$

Ayrıca eterli ekstrenin refraksiyon indisi ölçülür. Yumurtalı ekstrede refraktometre sayısı 40°C de 61-70, yumurtasız olanlarda ise 80-85 dir. Ekstrenin iyot indisi tayin edilir. Yumurtalı ekstrelerde 70-80, yumurtasızlarda ise bu değer 90-100 arasındadır. Ayrıca yumurta miktarı, lesitin fosfatının tayini ile de anlaşılabilir.

Yapay boyar maddelerin aranması için 20 gram öğütülmüş un 40 ml eterle karıştırılır. Eter tabakası sarı olursa yumurtanın doğal boyar maddesi olan lutein vardır. Eğer renk nitrit asiti (HNO₂) ile gitmezse yapay boyar madde olduğu anlaşılır.

20 gram un, 40 ml % 50 lik alkol ile 15-20 dakika su banyosunda ısıtıldığında sarı renk olması yapay boya olduğunu gösterir.

Ayrıca unlu besinlerde genel analizler (kül, asidite, protein, yağ gibi) veya özel analizler (pişirme deneyi gibi) gıda maddeleri tüzüğüne göre yapılır.

GMT'ne göre un ve unlu besinler

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün XI.Bölümü "Tahıl-Bulgur-Yemeklik Baklagil ve Kuru taneleri" nin özellikleri ile ilgili maddeleri (Madde 252-270); XII.Bölümü Tahıl unları, irmik, yemeklik baklagil unları, Kuru Sebze tozları, nişasta" ile ilgili

maddeleri; XIV.Bölümü ise "Ekmek ve Benzerleri-Hamur Müstahzarları" ile ilgili maddeleri (Madde 299-343) içermektedir.

Burada kısaca GMT`ne göre un ve ekmeklerin istenen özelliklerinden bahsedilecektir.

1. Unlar(Madde 272 ye göre a) ekstra-ekstra un (71`e kadar randımanlı (71) dahil; b) ekstra un (74-76 (76 dahil) randımanlı; c) birinci nev`i un (79-81 (81 dahil) randımanlı; d) ikinci nev`i un (84-86 (86 dahil) randımanlı olmak üzere 4 gruba ayrılırlar.

Ekstra-ekstra un özellikleri (madde 273): 6 no:lu (1 cm² de 900 deliği bulunan) elek kalıntısı: % 1 den fazla; kül miktarı: % 0.650 den fazla, külün % 10 luk HCl de çözünmeyen kısmı: % 0.10 dan fazla; serbest asiditesi % 0.04 den fazla; kuru gluten: % 9 dan az olmamalıdır.

Ekstra unun özellikleri (madde 274): Elek kalıntısı % 3 den; kül miktarı % 1 den, külün % 10 luk asitte çözünmeyen kısmı % 0.10 dan serbest asiditesi % 0.04 den fazla, kuru gluten % 9 dan az olmamalıdır.

Birinci nev`i unun özellikleri (madde 275): Elek kalıntısı % 5 den, kül miktarı % 0.905 ten, külün % 10 luk asitte çözünmeyen kısmı % 0.12 den, serbest asiditesi % 0.05 den fazla; kuru gluten ise % 8.5 dan az olmamalıdır.

İkinci nev`i unun özellikleri (madde 276): Elek kalıntısı % 10 dan, kül % 1.2 den, külün asitte çözünmeyen kısmı % 0.15 den, serbest asiditesi % 0.06 dan fazla, kuru gluten miktarı % 7 den az olmamalıdır.

Ekmek: GMT`nın XIII.Bölümünde Kısım: I ekmek ve benzerlerini içermektedir. Ekmekler yapıldıkları un isimleri ile (birinci nev`i ekmek, ikinci nev`i un) satılırlar. Francala, pide, simit, sandöviç ekmeği, tost ekmeği ekstra-ekstra veya ekstra undan yapılır (Madde 302).

Ekmeklerde tuz miktarı % 1.5 gramdan fazla olmayacak, kül ve külün % 10 luk HCl de çözünmeyen kısmı tuz miktarı çıkarıldıktan sonra yapıldığı un cinsindeki miktarlarda olmalıdır (Madde 307).

Asidite ise: 10 gram ekmeği (100 ml sudaki ekstresini) fenolftalein karşısında nötrale etmek için gereken 0.1 N kalevi miktarı 7.5 ml yi geçmemelidir (7.5 ml N-NaOH/100 gram ekmek) (Madde 308).

Su miktarı: Francalada % 35 ten, simitte % 24 den, buğday ekmeğinde % 37 den, pidede % 38 den, çavdar ekmeğinde % 42 den, 80 den fazla randımanlı un ile diğer tahıl ve mısır ekmeklerinde % 40 dan fazla olmamalıdır. Rutubet miktarı ekmek ve benzeri ürünlerin fırından çıktıktan sonra 6 saat sonra bulunacak değerlerdir (Madde 309).

Mayalar, hamur kabartma tozları: GMT'nün XIV.Bölümü (madde 335-343), hamur müstahzarlarında yardımcı madde olarak kullanılan maya ve hamur kabartma tozlarına ayrılmıştır.

Toz ekme mayası, *saccaromyces cerevisea* cinsinden kültürün pH 4.5 da üretilmesi ve suyunun bir kısmının presde giderilmesi ile hazırlanır. Bu mayanın GMT'ne göre en çok % 2 ölü hücre içerebileceği, yabancı maddeler (ağırlaştırıcı, nişasta gibi) katılamayacağı ve % 75 den fazla su içermemesi gerekir.

GMT'de ayrıca kuru ekme mayası (% 30 dan fazla ölü hücre içermeyecek, nem en fazla % 14 olacak) ve ıra mayasının (pH sı 4.3 - 5.7 arasında olacak, yabancı madde ilave edilmeyecek) özellikleri de belirtilmiştir.

Hamur tozları toplam olarak GMT'de (madde 333) "amonyum karbonat, amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat ile sodyum karbonatın, sodyum fosfat, asit sodyum pirofosfat asit , tartarik asit, sitrik asit gibi zararsız asit bileşikleri ile olan karışımları" şeklinde tanımlanmıştır.

BÖLÜM III

1- BESİN ZEHİRLENMELERİ

Besin maddeleri ile meydana gelen zehirlenmeleri başlıca 4 sınıfta inceleyebiliriz:

1. Patojen mikroorganizmalarla oluşan zehirlenmeler
2. Mikrobiyel bozunmalar
3. Besinlerde doğal olarak bulunan toksik maddeler (toksinler)
4. Kimyasal kirleticiler (kontaminantlar)

1. Patojen mikroorganizmalar

Besinlerde bulunan patojen mikroorganizmalar ve toksik metabolitlerinin (toksinler) neden olduğu sorunlar çok çeşitlidir. Oluşturduğu zehirlenme şiddetleri, nisbeten hafif bağırsak bozukluklarına yol açan Clostridium perfringens veya staphylococcus organizmalardan oldukça letal (öldürücü) intoksikasyona yol açan Clostridium botulinum'a kadar değişen mikroorganizmalar vardır.

Botulizm: Clostridium botulinumun geliştiği ve bunun toksinini içeren besinler botulizm zehirlenmesine yol açarlar. Bu organizma spor teşkil eden anaerob bir toprak saprofitidir, sebzelere buradan geçer. İnsanlara çoğunlukla sosis, balık ve uygun şekilde hazırlanmamış sebze konservelerinden geçer.

Botulizm sıklığı (insidansı) insanlarda düşüktür, daha büyük ölçüde zehirlenmeler hayvan popülasyonlarında görülmektedir. Toksinin 6 değişik antijen tipi teşhis edilmiştir. Bütün bu tipleri anaerob olmakla beraber, uygun büyüme koşullarında hücreler çok çabuk çoğalır. Sporları oldukça dayanıklıdır, fakat toksin normal ısıtma ile tahrip olur. pH 4.5 üstünde uygun koşullarda C.botulinum çoğalır ve dolayısı ile toksin üremesi de artar.

Ticari olarak konserve edilmiş besinlerde sporun yaşama ihtimali minimaldir. Dumanlı ve fermente olmuş balık, karaciğer ezmesi, evlerde konserve edilmiş sebzeler, özellikle yeşil fasulyenin sık olarak botulizme neden olduğu gösterilmiştir. Ayrıca vakumda ambalajlanmış, düşük asitli maddeler ve plastik ambalajlarda saklanan işlenmemiş et ve dumanlanmış balık gibi besinler botulizm toksinlerinin etkin kaynağı olarak bilinmektedir. Bu tip ürünler deıma 3°C altında veya dondurulmuş olarak saklanmalıdır.

Botulizm belirtisi, genellikle zehirli besinin yenmesinden 24 saat sonra görülür. Bulantı, şğık mide karışıklıkları ve kusma olabilir. İshal erken görülebilir. Hastalığın sonuna doğru kabız olabilir. Merkezi sinir sisteminin paralizi (felç) tipiktir. Çift görme, yutmada zorluk, solunum depresyonu dikkati çeker.

Ölüm genellikle solunum yetersizliği sonucu görülür. Ölüm çoklukla 3-4 günde olur, tehlikesiz vakalarda iyileşme yavaş gelişir.

Botulizm (zehirlenmesi) antitoksin (A,B ve E tipi antitoksinlerin kombinasyonu) kullanılması ile azalmıştır. Bu şekilde Amerika'da botulizm ile ölüm oranları % 60 dan % 25'e düştüğü bildirilmektedir.

Stafilokoksik besin zehirlenmesi: Besinlerin tüketiminden önce besinde oluşan stafilokok toksinleri neden olur. Botulizme göre çok daha az tehlikelidir.

Stafilokoklu besin zehirlenmesi belirtileri bulaşmış besinin yenmesinden 2-6 saat içinde görülür. Bulantı, kusma yanında dışkıda ve kusmukla kan görülebilir. İshal olmaz. Ölüm ihtimali çok azdır. Özel bir tedavisi yoktur.

Besinlerin stafilokoklarla bulaşmalarını engellemek imkansızdır. Ancak çoğalmalarını besinleri soğukta saklamak yolu ile azaltmak mümkün olabilir. 4-6°C de enterotoksinlerin gelişmediği görülmektedir.

Salmonella besin zehirlenmesi: Salmonella toksin yapmaz, doğrudan doğruya barsak bulaşması şeklinde etki eder. Pastörizasyonla çabuk yıkılırlar. Salmonella ile zehirlenme, besinin yenmesinden 2 saat içinde görülebildiği gibi bir iki gün içinde de görülebilir. Ölüm oranı % 1 den azdır.

Bu tip zehirlenmelerden korunmak için en etkin yöntem kesilen hayvanların sıkı muayene edilmesidir.

2. Mikroorganizmalar etkisi ile besinlerdeki bozunma sonucu oluşan zehirlenmeler (mikrobiyel zehirlenmeler):

Bazı bakteri tipleri, besinlerde üreyerek metabolizmaları sırasında besinlerin bozunmalarına yol açarlar. Sonuçta istenmeyen ve toksik maddeler oluşarak besinlerin koku ve tadı değiştiği gibi zehirlenmelere de neden olurlar.

Bakteri toksinleri ile ilgili zehirlenmelere yukarıda değinilmiştir. Burada ise bakterilerin etkisi ile besinlerdeki kimyasal ayrışmadan bahsedilecektir.

Besin maddesinin kimyasal bileşimi mikroorganizmanın üremesi ve faaliyet göstermesi için büyük önem taşır. Her organizmanın besin maddesini enerji kaynağı ve büyümesi için kullanma yeteneği farklıdır.

Besin maddesinin kimyasal yapısı dışında ortamın sıcaklığı, pH'sı ve hidrojen iyonu konsantrasyonu, nem oranı, O-R potansiyeli ve ortamda bulunması muhtemel inhibitör maddeler mikroorganizmaların etkilerinde önemli rol oynar.

a) Azot içeren organik maddelerin önemli bir kısmı protein yapısındadırlar. Besinlerdeki bu maddeler mikroorganizmaların enzimleri tarafından polipeptidler → daha basit peptidler → aminoasitlere parçalandıktan sonra ancak

kullanılırlar. Böylece proteinazlarla oluşan peptidler besinlere acı tad, peptidazlarla oluşan aminoasitler ise besinlerin tadını besin maddesinin cinsine göre bozarlar veya olgunlaştırırlar.

Diğer taraftan besinlerdeki proteinlerin, peptid ve aminoasitlerin anaerobik dekompozisyonu ile hoşça gitmeyen kokular oluşur. Bu olaya "putrefaksiyon" adı verilir. Özellikle kükürtlü bileşikler (hidrojen-, metil-, etil sülfürler, merkaptan), ayrıca amonyak ve aminler (histamin, tiramin, piperidin, putrescine ve kadaverin), indol skatol ve yağ asitleri bu lezzet ve koku bozukluğuna neden olurlar.

Escherichia coli, Pseudomonas, Clostridium proteinleri bozan mikroorganizmalar arasındadır.

"Ptomain" adı verilen diaminler (putrescin, kadaverin) besinlerin tadını bozduğu gibi bu tip bozunma sonucu olan zehirlenmelerden sorumlu tutulan başlıca bazlardır. Tablo 16 da, aminoasitlerin bozunması ile oluşan maddeler görülmektedir.

b) Karbohidratlar, mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Kompleks polisakkaridleri mikroorganizmalar genellikle basit şekere hidroliz olduktan sonra besin olarak tüketirler. Monosakkaridler de aerobik olarak CO_2 ve H_2O ye; anerobik olarak ise 6 tip fermentasyona uğrayarak parçalanır:

- 1) Alkolik fermentasyonla: Etanol + CO_2 ;
- 2) Laktik asit fermentasyonu ile: Laktik asit;
- 3) Karışık laktik asit fermentasyonu: Laktik asit, asetik asit, etanol, gliserin ve CO_2 ;
- 4) Koliform tipi fermentasyonla: Laktik asit, formik asit, etanol, CO_2 , H_2 ve muhtemelen aseton ve butandiol;
- 5) Propionik fermentasyonla: Propionik, asetik ve suksinik asitler ve CO_2 ;
- 6) Bütirik-bütül-izopropil fermentasyonu ile bütirik ve asetik asitler, CO_2 , H_2 ve bazı örneklerden aseton, bütülen glikol, butanol, 2-propanol oluştururlar.

Ayrıca karbohidratlar değişik mikroorganizmalar tarafından da yüksek karbonlu yağ asitleri, diğer organik asitler, aldehitler ve ketonlara parçalanırlar.

Tablo 16- Aminoasitlerin mikrobiyel bozunma ürünleri

<u>Reaksiyon Tipi</u>	<u>Parçalanmış Ürünler:</u>
1) Oksidatif deaminasyon	Keto asit + NH ₃
2) Hidrolitik deaminasyon	Hidroksi asit + NH ₃
3) Redüktif "	Doymamış yağ asiti + NH ₃
4) Dehidrojenasyon deaminasyon	Doymamış yağ asiti + NH ₃
5) D-R arasında parçalanma	Keto asit + yağ asiti + NH ₃
6) Hidrolitik deaminasyon + dekarboksilasyon	Primer amin + NH ₃ + CO ₂
7) Redüktif deaminasyon + dekarboksilasyon	Hidrokarbon + NH ₃ + CO ₂
8) Oksidatif deaminasyon + dekarboksilasyon	Yağ asiti + NH ₃ + CO ₂

c) Lipidler, mikrobiyal lipaz ile gliserin ve yağ asitlerine parçalanarak sindirilirler. Ancak bazı mikroorganizmalar yağların otooksidasyonla bozunmalarına yol açarlar. Bu konu daha önce yağlar bölümünde görülmüştür.

Fosfolipidler ise fosfat, gliserin, yağ asitleri, azotlu baza (kolin) parçalanırlar. Lipoproteinler ise proteinler, kolesterol esterleri ve fosfolipidlerden oluştuğu için bozunmaları bu maddelerle ilgilidir.

Besin maddelerinin mikroorganizmaların etkisi ile bozunmaları, enfeksiyonu ve kontaminasyonu ve zehirlenme konusu mikrobiyoloji derslerinde daha ayrıntılı görülmektedir.

3) Besinlerde doğal olarak bulunan toksik maddeler:

Besinlerdeki doğal toksik maddeler (toksinler) üç kategoride incelenebilir:

a) mikotoksinler, b) bitki toksinleri, c) zootoksinler

Doğal kaynaklı besin toksinleri içinde ilgi en çok mikotoksinlere yönelmiştir. Diğerleri hakkında bilgiler daha azdır ve zehirlenme riski tayini de güçtür. Ancak son zamanlarda bu toksinlerin etiyolojik rolü ve insan sağlığına etkileri üzerinden gittikçe artan bir ilgi vardır. Bazı uluslararası kuruluşta örneğin IUPAC, Resmi Analitik Kimyacılar kuruluşu (AOAC), Avrupa Komisyonunun Referans Büro Topluluğu (European Commissions Community Bureau of Reference: BCR) ve DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü) bu konuya eğilmişlerdir (Food Laboratory News No 20 ve 21, 1990).

Mikotoksinler

"Mikotoksinler" küflerin (mantar) sekonder metabolitleri olup hayvan ve muhtemelen maruz kalma koşullarında insanlarda da akut ve kronik toksik etki gösteren maddelerdir. Bu toksik etkiler kanserojenik, mutajenik, teratojenik ve östrojenik tipte olabilir. Mikotoksinlerle insan ve hayvanlarda oluşan zehirlenmelere "mikotoksikozis" denir. En eski mikotoksikozis olayı uzun zamandanberi (Avrupa'da Orta Çağ'da "kutsal ateş" olarak) bilinen *Claviceps purpurea* toksinleri ile enfekte olan çavdarın yenmesi sonucu görülen "ergotizm" dir. 1960'lı yıllarda aflatoksinlerin keşfine kadar mikotoksikozis, "ihmal edilmiş hastalıklar" olarak kalmıştır. Aflatoksinlerden sonra, besin maddelerini kontamine eden, sayıları 100'ü aşan mikotoksin keşfedilmiştir. Bu mikotoksinler çoğunlukla *Aspergillus*, *penicillium* ve *fusarium* mantar türleri tarafından oluşturulurlar. Bazı önemli mikotoksinlerin kimyasal yapıları şekil 21'de görülmektedir.

Burada bazı önemli mikotoksinlerden kısaca bahsedilecektir.

Aflatoksinler: *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* gibi küfler tarafından oluşan metabolitlerdir. Bu toksinler toksisite ve kanserojenik özellikleri nedeni ile geniş ölçüde incelenmiştir. "Aflatoksikozis" ilk kez 1960'da aflatoksinle enfekte yer fıstığı ile beslenen hindilerde görülen ölüm ve ciddi zehirlenme olayı ile dikkati çekmiştir. Daha sonra bu zehirlenme olayı ördek ve danalarda da görülmüştür.

Aflatoksinler yer fıstığı, fındık, ay çiceği gibi yağlı tohum, incir ve hububatın *Aspergillus flavus*la kontaminasyonu sonucu, nemli ve sıcak ortamda bu besinlerde çoğalır.

Aflatoksinler yapıca birbirine çok benzeyen Aflatoksin B₁, -B₂, -G₁ ve E₂ olarak isimlendiren maddelerin karışımıdır. Genel yapıları fukokumarin türevleridir. En toksik olanı Aflatoksin B₁ dir. Besinlerde 1 ppm (1 ug/kg) bulunması çok tehlikelidir. Toksisitesi akut olmaktan çok kronik tiptedir. Özellikle Aflatoksin B₁ in karaciğer kanserine neden olduğu gösterilmiştir. Güneydoğu Asya ve Afrika gibi ülkelerde yaşayan halk arasında görülen yüksek insidanslı karaciğer kanseri, bu bölgelerde aflatoksinle kontamine hububat, yer fıstığı ve diğer besin maddelerinin tüketilmesine bağlanmaktadır.

Süt ve süt ürünleri de, aflatoksinle kontamine yemler nedeni ile, aflatoksin M₁ (aflatoksin B₁ in 4 hidroksi türevi ve metaboliti) içerebilirler. Bu metabolitine de daha az potent olmakla beraber, kanserojen etkisi şüphesi vardır. Yapılan analizlerde sütlerde düşük konsantrasyonlarda olabileceği gösterilmiştir.

Sterigmatocystin: Aspergillus versicolor ve Aspergillus nidulans`ın metabolitidir. Yapıca aflatoksinine benzer sterigmatocystinin deney hayvanlarında karaciğer ve akciğer tümörlerine neden olduğu gösterilmiştir. Aflatoksin B₁ e göre daha az potent kanserojendir. Sterigmatocystin doğal olarak besinlerde sınırlı bulunmaktadır. Daha çok hububat ve sert peynirlerin dış yüzeyinde oluşur. Sterigmatocystin konsantrasyonu, kontamine peynirlerde dış yüzeyden içe doğru gittikçe azalır. Peynirlerde mantarın çoğalması ve toksininin üremesini laktoz, yağ ve yağ hidrolizi ile oluşan ürünlerin stimüle ettiği gösterilmiştir.

Okratoksin A (Ochratoxin A): Aspergillus ochraceus ve penicillium viridicatum`un metabolitidir. Hububatta oluşur ve bazı hayvanların (özellikle domuzlar) organ ve kanı ile taşınır. Tüm hayvan türlerinde, kuş, balık ve memeliler dahil, potent bir nefrotoksin olduğu gösterilmiştir. Bazı Balkan ülkelerinde görülen "Balkan endemik nefropatisi" adı verilen böbrek hastalığının bu mikotoksinle ilgili olduğuna ait görüşler vardır.

Okratoksin A fare, sıçan, hamster ve civcivlerde etki gösterir. Başlıca etkisi merkezi sinir sistemi üzerinde olmak üzere teratojen bir maddedir. Fare ve sıçanlarda böbrek tümörlerine neden olduğu da gösterilmiştir.

Patulin: Penicillium expansum ve penicillium patulinum metabolitidir. Sebze ve meyve (elma) üzerinde toksin oluşur. Patulinin deney hayvanlarında toksik etkisi hemorazi, ödem oluşumu ve barsak genişlemesi şeklindedir. Patulin insan ve hayvan sağlığı açısından ciddi bir tehlike değildir, ancak sebze ve meyve üzerinde küfün çoğalmış olması, üretim tekniğinin kötülüğünü gösteren bir indikatördür.

Ergot alkaloidleri: Ergo alkaloidleri en çok çayır ve hububat üzerinde çoğalan Claviceps purpurea`nın mikotoksinleridir. Lizerjik asit türevi olan bu alkaloidler içinde ergometrin, ergotamin ve ergokristin en önemlileridir. Başlıca etkileri düz kas üzerinedir. Şiddetli zehirlenmelerde periferik arterlerin konstiriksiyonu, dokuların kuru gangreni ve ekstremitelerin kaybı görülür. Ayrıca ciltte kızarıklık, şiddetli kas krampı, spazm, konvülsiyon, fiziksel bozukluk gibi nörolojik belirtiler de ortaya çıkar. Ergo alkaloidleri mikotoksin olarak hububat kontaminantı olmaları dışında, tıpta migren, Parkinson hastalığı, postnatal hemoraji, post-operatif stimülatör ve prolaktin inhibitörü olarak terapötik amaçla kullanılan maddelerdir.

Diğer mikotoksinler: Deoksinivalenol, Fusarium graminearum mikotoksini- dir. Orta iklimde özellikle hububat üzerinde oluşur. Dünyada yaygındır. Hayvanlarda diyare, şiddetli hemoraji ve immunotoksik etki gösterir.

Zearolenon, Fusarium roseum ve Fusarium graminearum gibi türlerin metabolitidir. Mısır ve buğday başta olmak üzere hububat üzerinde ürer. Hayvanlarda (domuzlar çok hassas) östrojenik ve anabolik etki gösterir.

Mikotoksinlerle ilgili gıda yönetmelikleri:

Mikotoksinlerin insan ve hayvan sağlığına olan zararlı etkileri hakkında bilgilerin artması, besin maddeleri ve hayvan yemlerindeki kontaminasyonlarının kontrolünü zorunlu hale getirmiştir. En az 60 ülkede bu konuda yönetmelikler hazırlanmış ve bilinmektedir.

Bu toksinler besin maddelerinde μg (10^{-6} gr dır) ve daha düşük düzeylerde olduğu için çok duyarlı ve güvenilir yöntemler gerekmektedir. En çok aflatoksinlerle ilgili standard yöntemler üzerinde durulmaktadır. Bu şekilde 1 gram besin maddesinde nanogram (10^{-9} gr) aflatoksin B₁ tayin edilebilmektedir. (AOAC, 1980).

Bitki toksinleri

Bitki toksinleri, bitkilerin doğal bileşenleri olup ya doğrudan toksik etkili veya besin maddelerinin biyoyararlılığını inhibe eden maddelerdir (anti-nutrient). Bunlar arasında patates, domates, patlıcan ve paprika'da bulunan gastrointestinal ve nörolojik bozukluklara neden olan glikoaldehitler (α -solanin gibi); karnıbahar, kabak, turp, lahanası gibi Brassica türlerinde bulunan glukozinolatlar (sinigrin); ıspanak gibi sebzelerde bulunan ve kalsiyum metabolizmasını etkileyen okzalal örnek verilebilir. (Food Laboratory News, no: 21, 1990).

Zootoksinler

Deniz canlıları içinde en az 200 balık türünün venomları kanalı ile zehirli etki gösterdikleri bilinmektedir.

Balıklar içinde en önemli toksin içeren tetrodon (balon balıkları) cinsi balıklardır. Karaciğer, deri ve yumurtaları "tetrodoksine" toksinini içerir. Bu toksin aminoperhidrokinazolin yapısındadır. 1-45 dakikada dudak ve dilde batıcı his, deride uyuşukluk ve konvülsiyon, felç ve ölüme neden olur. Çok toksiktir (farelerde LD₅₀: 0.02 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Yenen bir balık olan tetrodonların temizlenmesi ve hazırlanması özel dikkat ister (Japonya'da ancak belli restoranlarda tetrodon balığı bulundurulduğu bilinmektedir).

Zehirli mantarlar:

Yenilebilen mantarlar arasında, yanlışlıkla çok toksik toksinleri içeren (Amanita Phalloides, Amanita Verna) şapkeli mantarların yemesi ile zehirlenme olaylarına ülkemizde de raslanmaktadır.

Kazaya uğrayan Chernobyl nükleer santralından havaya salınan radyoaktif çekirdekler (radyonüklidler) içinde en önemlileridir: İyot-131 (I-131), sezyum-134 (Cs-134) ve sezyum-137 (Cs-137) dir. Reaktöre yakın çevredeki halk bu direkt radyasyondan hemen etkilenmiştir. Avrupa'nın bazı bölgeleri, Türkiye dahil, bu kaza sonucu radyoaktif yağışlardan (300.000 Becquerel/m) etkilenmiş ve sebze ve otlanan hayvanlarda sorunlara yol açmıştır. Diğer ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de insan, çevre (hava, su, toprak) ve besinlerin radyoaktivite izlenmeleri yapılmıştır. Bizde ve dış ülkelerde yapılan çalışmalar sonucu nükleer kazaların, kaza yerine bağlı olarak besin, çevre ve canlılarda radyoaktif kirlenmeye neden olacağı ve bu kirlenmenin de zararlı dozlara ulaşabileceğini göstermiştir (AET ülkelerinin dış ülkelere aldıkları kuru gıdalar için kabul ettikleri radyasyon üst sınırı 600 Bq/kg; Üye ülkeler arasındaki alışveriş için bu limit 1000 Bq/kg dır. Türkiye önceleri 600 Bq/kg kabul ettiği halde daha sonra bunu 280 Bq/kg'a indirmiştir. Dünya Sağlık Örgütü ise besinlerde üst radyasyon sınırını 2000 Bq/kg olarak tavsiye etmektedir. Ancak ülkelere göre bu sınırlar değişmektedir).

2- BESİNLERİN SAKLANMA VE KORUNMA YÖNTEMLERİ

Besin maddelerinin tüketim sürelerini uzatmak, bir yerden diğer yere gönderme sırasında bozulmalarını sağlamak için bazı tekniklerle korunmaları yapılmaktadır.

Besin maddelerinin bozulmasını önlemek için 1) Mikrobiyolojik reaksiyonlar durdurulmalıdır. Saklama sırasında mantar ve bakteriler üreyerek besinlerin bozulmasına yol açarlar, 2) Bitkisel ürünlerde, solunumlar yavaşlatılmalıdır. Tohumlar, fındık ve ceviz gibi taneli besinler uygun nemli ve sıcak havada filizlenirler, 3) Besinlerde oluşan kimyasal reaksiyonlar kontrol edilmelidir, 4) Besinlere zarar veren böcek ve diğer zararlıları yok etmelidir,

Besin maddelerine uygulanan koruma teknikleri ise:

1. Isı uygulaması (pişirme, pastörizasyon, kurutma gibi)
 2. Soğuk " (dondurma işlemi gibi)
 3. Kurutma
 4. Fermentasyon
 5. Kimyasal maddelerle işlem (şeker, tuz-baharat, asitler ve diğer katkı maddeleri, pestisitlerin uygulanması)
 6. Fiziksel işlemler (vakum, yoğunlaştırma, ışınlama gibi)
- Bu tekniklerden önemlileri kısaca açıklanmıştır.

Zearolenon, Fusarium roseum ve Fusarium graminearum gibi türlerin metabolitidir. Mısır ve buğday başta olmak üzere hububat üzerinde ürer. Hayvanlarda (domuzlar çok hassas) östrojenik ve anabolik etki gösterir.

Mikotoksinlerle ilgili gıda yönetmelikleri:

Mikotoksinlerin insan ve hayvan sağlığına olan zararlı etkileri hakkında bilgilerin artması, besin maddeleri ve hayvan yemlerindeki kontaminasyonlarının kontrolünü zorunlu hale getirmiştir. En az 60 ülkede bu konuda yönetmelikler hazırlanmış bilinmektedir.

Bu toksinler besin maddelerinde μg (10^{-6} gr dır) ve daha düşük düzeylerde olduğu için çok duyarlı ve güvenilir yöntemler gerekmektedir. En çok aflatoksinlerle ilgili standard yöntemler üzerinde durulmaktadır. Bu şekilde 1 gram besin maddesinde nanogram (10^{-9} gr) aflatoksin B₁ tayin edilebilmektedir. (AOAC, 1980).

Bitki toksinleri

Bitki toksinleri, bitkilerin doğal bileşenleri olup ya doğrudan toksik etkili veya besin maddelerinin biyoyararlılığını inhibe eden maddelerdir (anti-nutrient). Bunlar arasında patates, domates, patlıcan ve paprika'da bulunan gastrointestinal ve nörolojik bozukluklara neden olan glikoaldehitler (α -solanin gibi); karnabahar, kabak, turp, lahanalar gibi Brassica türlerinde bulunan guatrojen etkili glukozinolatlar (sinigrin); ıspanak gibi sebzelerde bulunan ve kalsiyum metabolizmasını etkileyen okzalal örnek verilebilir. (Food Laboratory News, no: 21, 1990).

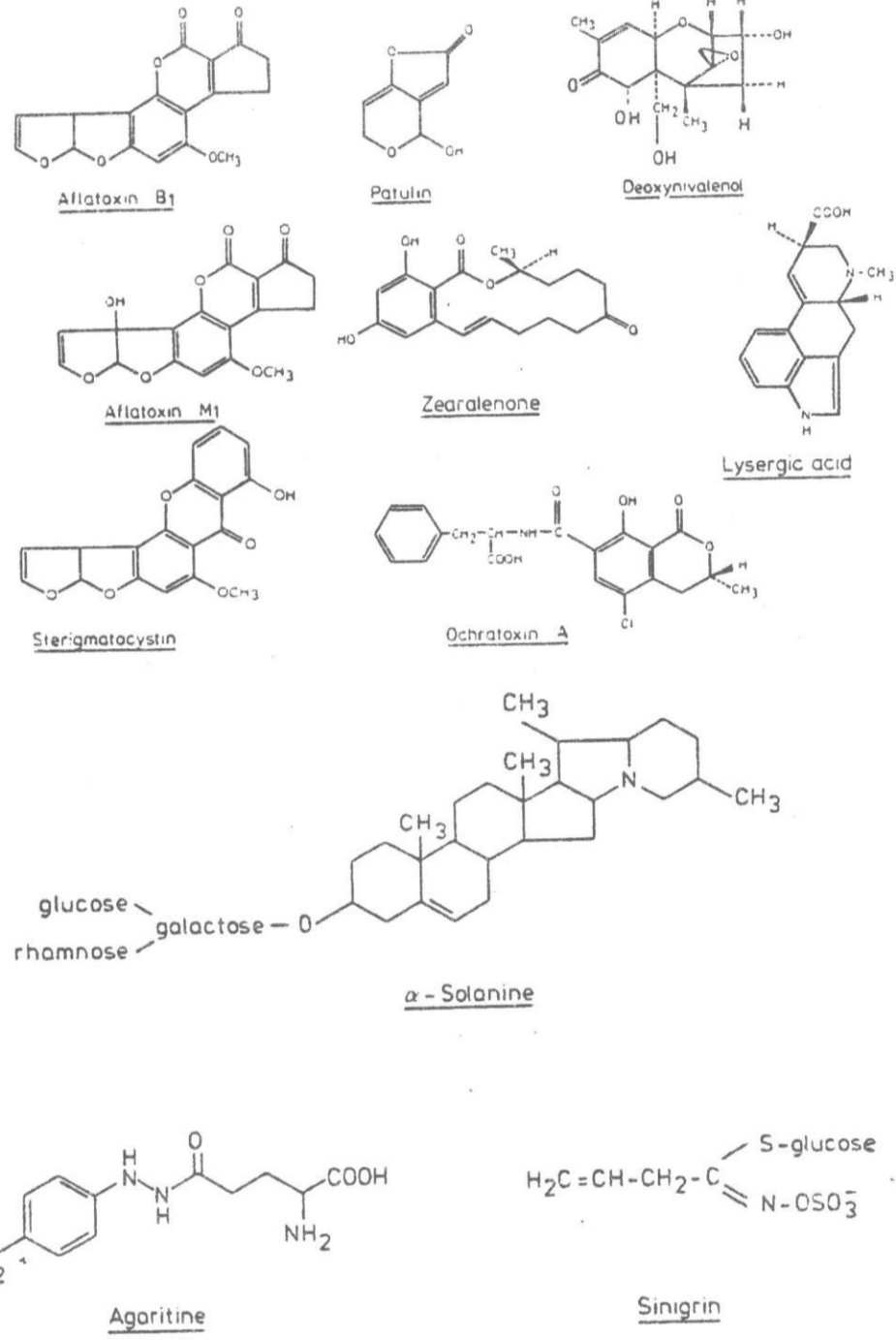
Zootoksinler

Deniz canlıları içinde en az 200 balık türünün venomları kanalı ile zehirli etki gösterdikleri bilinmektedir.

Balıklar içinde en önemli toksin içeren tetrodon (balon balıkları) cinsi balıklardır. Karaciğer, deri ve yumurtaları "tetrodoksın" toksinini içerir. Bu toksin aminoperhidrokinazolin yapısındadır. 1-45 dakikada dudak ve dilde batıcı his, deride uyuşukluk ve konvülsiyon, felç ve ölüme neden olur. Çok toksiktir (farslerde LD₅₀: 0.02 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Yenen bir balık olan tetrodonların temizlenmesi ve hazırlanması özel dikkat ister (Japonya'da ancak belli restoranlarda tetrodon balığı bulundurulduğu bilinmektedir).

Zehirli mantarlar:

Yenilebilen mantarlar arasında, yanlışlıkla çok toksik toksinleri içeren (Amanita Phalloides, Amanita Verna) şapkali mantarların yenmesi ile zehirlenme olaylarına ülkemizde de raslanmaktadır.



Şekil 21- Önemli bazı mikotoksinler ve bitkisel toksinler

Doğal kaynaklı besin toksinleri ile ilgili bilgiler diğer derslerde (farmakognozi, toksikoloji) daha geniş yer verilmektedir. Bu nedenle burada konuya kısaca değinilmiştir.

4) Kimyasal kirleticiler

Besinlerin kimyasal maddelerle kontamine olması (kirlenmesi) sonucu oluşan zehirlenmeler toksikoloji (özellikle besin toksikolojisi) derslerinde geniş olarak incelenmektedir.

Bu kirletici maddeler "amaçsız besin katkı maddeleri" grubuna girmektedir.

Metal ve metal bileşikleri nedeni ile oluşan besin zehirlenmeleri kompleksdir. Çünkü bunların bir kısmı besinlerde esansiyel element olarak (Se, Mo gibi) besinlerde eser miktarda bulunurlar. Bir kısmı da amaçlı besin katkı maddeleri olarak (demir tuzları, magnezyum silikat, alüminyum amonyum sülfat gibi) kullanılırlar.

Metaller kirletici (kontaminant) olarak besinlere topraktan (selenyumlu topraklar, radyoaktif kirleticiler), pestisit olarak kullanılmaları (arsenik, bakırlı bileşikler), Çevre kirlenmesi (kurşun, cıva, kadmiyum) sonucu ulaşırlar. Ayrıca besinlerin saklandığı, pişirildiği metal kaplar da (çinko, kalay, alüminyum, bakır, kurşun gibi) besinlere belirli koşullarda toksik miktarda geçerek zehirlenmelere neden olurlar.

Bunun dışında birçok organik maddeler de yukarıda açıklanan nedenlerle besinleri kirleterek zehirlenmelere yol açarlar. Özellikle tarımda; zararlılarla savaşta kullanılan pestisitler (DDT, benzen heksaklorür, organik fosfat esterleri gibi) bu kirleticiler arasında önemli yer tutarlar. Besin ambalajı olarak kullanılan plastik maddeler önemli bir sorundur. Halen üzerinde çalışılan bir konudur. Plastiğin kendisi gözünmeyen büyük moleküller yapıda olduğu halde, içerdiği monomer veya parçalanmış polimerler, plastifiyan, boyar madde gibi katkı maddeleri temasta olduğu besin ve çevre için toksikolojik sorun yaratırlar. Örneğin ftalik asit esterleri (FAE) plastifiyan olarak besin ambalajında kullanılan tabaka halindeki plastiklerde bulunmaktadır. Aynı zamanda plastik torbalar da saklanan kana bu katkı maddelerinin geçtiği gösterilmiştir. Alkollü içkilerin konulmasında kullanılan polivinilklorür (PVK) plastik madde ambalajlarının ise alkolle etkileştiği gösterilmiştir.

Radyoaktif kirleticiler ve Chernobyl kazası:

Çevre kirlenmesi ve endüstri kazaları sonucu besin maddelerinin kontaminasyonu ile sağlığa zararlı olabileceğini gösteren olaya örnek olarak Chernobyl kazası gösterilebilir. 26 Nisan 1986 günü, Rusya'da Kiev kentinin 100 km kadar kuzeyindeki Çernobil Nükleer santralında büyük bir nükleer kaza meydana gelmiştir.

Kazaya uğrayan Chernobyl nükleer santralından havaya salınan radyoaktif çekirdekler (radyonüklidler) içinde en önemlileridir: İyot-131 (I-131), sezyum-134 (Cs-134) ve sezyum-137 (Cs-137) dir. Reaktöre yakın çevredeki halk bu direkt radyasyondan hemen etkilenmiştir. Avrupa'nın bazı bölgeleri, Türkiye dahil, bu kaza sonucu radyoaktif yağışlardan (300.000 Becquerel/m) etkilenmiş ve sebze ve otlanan hayvanlarda sorunlara yol açmıştır. Diğer ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de insan, çevre (hava, su, toprak) ve besinlerin radyoaktivite izlenmeleri yapılmıştır. Bizde ve dış ülkelerde yapılan çalışmalar sonucu nükleer kazaların, kaza yerine bağlı olarak besin, çevre ve canlılarda radyoaktif kirlenmeye neden olacağı ve bu kirlenmenin de zararlı dozlara ulaşabileceğini göstermiştir (AET ülkelerinin dış ülkelere aldıkları kuru gıdalar için kabul ettikleri radyasyon üst sınırı 600 Bq/kg; Üye ülkeler arasındaki alışveriş için bu limit 1000 Bq/kg dır. Türkiye önceleri 600 Bq/kg kabul ettiği halde daha sonra bunu 280 Bq/kg'a indirmiştir. Dünya Sağlık Örgütü ise besinlerde üst radyasyon sınırını 2000 Bq/kg olarak tavsiye etmektedir. Ancak ülkelere göre bu sınırlar değişmektedir).

2- BESİNLERİN SAKLANMA VE KORUNMA YÖNTEMLERİ

Besin maddelerinin tüketim sürelerini uzatmak, bir yerden diğer yere gönderme sırasında bozulmalarını sağlamak için bazı tekniklerle korunmaları yapılmaktadır.

Besin maddelerinin bozulmasını önlemek için 1) Mikrobiyolojik reaksiyonlar durdurulmalıdır. Saklama sırasında mantar ve bakteriler üreyerek besinlerin bozulmasına yol açarlar, 2) Bitkisel ürünlerde, solunumlar yavaşlatılmalıdır. Tohumlar, fındık ve ceviz gibi taneli besinler uygun nemli ve sıcak havada filizlenirler, 3) Besinlerde oluşan kimyasal reaksiyonlar kontrol edilmelidir, 4) Besinlere zarar veren böcek ve diğer zararlıları yok etmelidir,

Besin maddelerine uygulanan koruma teknikleri ise:

1. Isı uygulaması (pişirme, pastörizasyon, kurutma gibi)
2. Soğuk " (dondurma işlemi gibi)
3. Kurutma
4. Fermentasyon
5. Kimyasal maddelerle işlem (şeker, tuz-baharat, asitler ve diğer katkı maddeleri, pestisitlerin uygulanması)
6. Fiziksel işlemler (vakum, yoğunlaştırma, ışınlama gibi)

Bu tekniklerden önemlileri kısaca açıklanmıştır.

Pastörizasyon: Bakteri sayısını % 10 oranında azaltmak ve patojen mikroorganizmaları öldürmek amacı ile uygulanan bir ısı tekniğidir. Çoğunlukla işlem 63°C de 30 dakika tutarak uygulanır. Bu ısıtma tüberküloz basillerini, brusellosis, tifo, difteri, salmonella, kolera, poliomiyelit etkenlerini yok eder. Ancak pastörizasyonla Anthrax bacillus (şiri pençe) ve Clostridium botulinum basili yok edilemez. Fakat taze süt veya pH'sı 4.5 dan aşağı meyve sularından botulizm gelmesi pek enderdir.

Pastörizasyon süt, meyve suları, meyve kurularında değişen ısı ve süre içinde uygulanır.

Kurutma: Disjenetik bir konserve etme yöntemidir. Besinlerin içerdiği su % 15 altına düşürülür. Böylece mikroorganizmaların üremesini engelleyen ortam sağlanmış olur. Bu şekilde sebze ve meyveler saklanabildiği gibi, ayrıca tuz ilavesiyle et ürünleri de (sucuk, pastırma) bir süre bozulmadan kalabilirler.

Kutulama (Konserve): Bu teknikle besinlerin saklanması, teneke kutularda besinler için normal veya zararlı mikroorganizmaların ısı ile yok edilmesi ve sıkı bir kapama işlemi ile de dıştan gelecek mikroorganizmalara engel olma şeklinde uygulanmaktadır. Et, balık, süt ve ürünleri, sebze, meyvalar bu şekilde güvenilir bir yöntemle sterilize edilmektedirler. Konserve besinlerin dayanabilmeleri için, besinlerin önceden bozukluğa uğramamış olmaları gerekir. Enzimlerin inaktivasyonunu sağlamak için de önceden hafifçe pişirilmelidir. Kutuların havasını boşaltdıktan sonra, ağızları kapatılmalı ve otoklavda 1-2 saat 120°C de sterilize edilmelidir. Konserve besinler kıvam, manzara ve lezzet yönünden o besinlerin pişirilmiş şekilleridir. vitaminleri kaybolmaz. Et konserveleri 5 yıl, balık, sebze ve meyve konserveleri 2 yıla kadar kullanılabilir.

Konserve kutuları 0.31 - 0.50 mm kalınlığında tenekelerden yapılmalı ve lehimlerdeki As ve Pb miktarları belli bir sınırı (% 0.01 As için % 0.3 - 0.5 Pb için) aşmamalıdır. Tenekeler emaye levhalarla kaplanmış iseler emaye tabakanın tenekeye iyice kaplanması gerekir. Meyveler için aside dayanıklı olmalıdır. Besinlerden çıkan uçucu sülfür bileşiklerine karşı tenekenin dayanıklı olması için oleoreşineli emayeye ZnO ilave edilmiştir. Greyfrut, armut, elma gibi bazı meyvalara kalayın ağartıcı etkisi olduğu için, emavesiz teneke konserve kutuları kullanılır. alüminyum kutular daha çok balık konserveleri için kullanılır. Ayrıca konserve kabı olarak cam kavanozlar da bulunmaktadır.

Konserve analizi: Konserveler Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün VI.Bölümünde yer almıştır. Konservelerde fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve histolojik kontrol yapılır.

a) Fiziksel muayenede kutunun dış incelemesi yapılır. Bombeleşme olup olmadığı, pas durumu, gövdedeki lehim çizgisinin durumu, kutunun brüt ağırlığı kontrol edilir. 38°C de etüvde 1-2 gün bekledildiğinde kutunun şişip şişmediğine bakılır.

b) Kutu muhteviyatının analizi fiziksel ve kimyasal olarak yapılır: Renk, koku, kıvam, pişirme deneyi gibi organoleptik incelemelerden geçirilir. Kutu açıldığı zaman çıkacak gazın mahiyeti (H₂S, hidrojen, amonyak, merkaptan olabilir) koku ve kimyasal deneyler yolu ile araştırılır.

Konserve kutusunun lehim yerinin kurşun ve arsenik içermemesi gerekir. Muhteviyatı boşaltıldıktan sonra lehim yeri distile su ile yıkanır ve birkaç damla seyreltik asetik asit, 1-2 damla % 10 luk potasyum iyodür çözeltisi damlatılır. Birkaç dakika sonra sarı çökelek oluşması kurşun olduğunu gösterir. Gerekirse kurşun ve arsenik kantitatif olarak tayin edilir.

Konserve edilmiş gıda maddesinde pH, prezervatif maddeler (nitrat, nitrit ve diğerleri) ve ilgili gıda maddesinin özelliği ile ilgili analizler yapılır.

c) Bakteriyolojik analizde konservelerin doğrudan doğruya veya 38°C lik etüvde 5 gün bırakıldıktan sonra havalı veya havasız şartlarda yapılan bakteriyolojik kültürün tamamen steril olup olmadığı araştırılır.

Reçeller: Meyvelerin bir saklama şekli de bunları şekerle reçel, marmelat, şurup şekline sokmaktır. Meyveler uygun şekilde parçalandıktan sonra tartımlarının 2-2.5 misli şeker ve az su ile kaynatılır. Kavanozlara yerleştirilir ve sebzelerde olduğu gibi otoklavda sterilize edilirler. Reçel yapılırken ilave edilen limon suyu, limon tozu veya tartarik asit sakkarozun bir kısmının inversiyona uğratarak reçelin şekerlenmesini engeller.

Marmelat ise meyvelerin etli kısmının rendelenmesiyle veya ezilmesiyle yapılan bir reçel şeklidir. Genel olarak reçel ve marmelatlar % 45-75 şeker, % 4-12 ekstrakt maddeleri, % 0.5 - 1.7 asit (tartarik, limon asiti gibi), % 0.25 - 1.5 mineral maddeler içerir.

Soğukta besin maddelerinin korunması son yıllarda dünyada en çok kullanılan yöntemlerden biri olmuştur. Prensipte 0°C altında bütün canlıların, stabil kalmasına dayanmaktadır. Soğukta saklama genel olarak (-2°) veya (-3°) C de yapılır. Bu ısıda birçok mikroorganizmalar (tenya sistiserkleri dışında) ölmezse de üremeleri olmayacağı için et., süt, yumurta, balık, meyve ve sebzeler bir süre bozulmadan saklanabilir.

Dondurarak saklama ise (-35°C) - (-40°C) de yapılır. Bu şekilde etler 6 ay - 1 yıl saklanabilirler. Dondurma işlemi, değişik bakterileri değişik oranlarda yok eder. Dondurulmuş besinler nedeniyle botulizm olayına raslanmamıştır. Trichinella spiralis -18°C de yok edildiği gözlenmiştir.

İsleme: Et, balık, sosis gibi besinlere uygulanır. Talaşın yakıldığı yerlere konulan bacalara besinler asılır.

Ateş içine konulan formaldehit, fenol bileşikleri gibi antiseptik maddelerin bu etkisi ile besinler kurutulur ve islenir.

Radyasyon tekniği ile koruma ise, besinlere belirli ışınların uygulanması ile mikroorganizmaların yok edilmesidir. Burada saklama amaçlarına göre uygulanan radyasyon enerjisi miktarı da değişmektedir. Besinlerin sterilizasyonu için 1-10 Mrad (Mrad= 10^6 rad, 1 rad= ışınlamak için kullanılan radyasyon enerjisi, ışınlanan gram madde tarafından absorblanan 100 erglik enerji) ışınlama yapılmaktadır. Bakteriler 1-5 Mrad, virüsler 5-10 Mrad, stafilokok endotoksini ise $21-26^{\circ}\text{C}$ de 2.7 Mrad dozda ışın ile yok olur. Besinlerin pastörizasyonu için 0.1-1 Mrad seviyede ışınlama ve beraberinde soğutma da gerektirir. Meyvelerin bozulmaları % 75 önlenir, deniz ürünlerinin depolanma süreleri 3-5 kat uzatılabilir. Besinlerdeki enzimlerle oluşan metabolik aktiviteyi engellemek için 5-100 Mrad dozda ışınlama yapılmaktadır.

Işınlama tekniği ancak standard kalite besinlere ve belirli koşullarda uygulanabilir. Ayrıca ışınlar ile oluşabilecek zararlı etkiler de gözönünde bulundurularak uygulama tekniği ve kontrol yöntemlerinin çok iyi seçilmesi gerekir.

Zamanımızda, 11 ülkede kullanılan en az 24 ticarî düzeneklerle çeşitli besin maddeleri iyonlaştırıcı radyasyonla işlem görmektedir. Bir çok düzeneklerde kobalt-60 (Co-60) kullanıldığı bildirilmektedir. Chernobyl kazasından sonra besinlerin radyasyonla korunması tartışmaya yol açmıştır. Birçok ülkelerde tüketici grupları, besin irradyasyon tekniğini eleştirerek önlenmesini istemektedirler. Bu tartışmalara rağmen, bu teknik bazı ülkelerde de yaygınlaşmaktadır. Örneğin Çin'de yılda 35.000 ton besinin, 500.000 curie'lik bir radyasyon kaynağı ile işlem göreceği bildirilmiştir (Food Laboratory Newsletter, No: 7, 1986).

Radyasyon birimleri: Birçok radyoaktivite ve radyasyon birimleri vardır. Besin maddelerinde kullanılan önemli birimler:

Curie: Radyoaktivite birimi olup, 1 curie, saniyede 3.7×10^{10} radyoaktif atom disintegrasyonu olarak tanımlanır. GMT'de, içme sularında bulunabilecek radyoaktivite, kaynak sularında α -vericiler için en çok 1 pikoküri

(1 picocurie = 10^{-12} curie), β -vericiler için en çok 10 pikoküri olarak verilmiştir (Madde 417). Aynı değerler içme ve kullanma suları içinde geçerlidir (Madde 425).

Becquerel (Bq): Saniyede bir atom disintegrasyonu 1 Bq olarak tanımlanır.

Rad ve rem: Absorbe olan radyasyon birimleridir. Rad her radyasyon cinsi olarak kullanılır ve "herhangibir madde içinde 100 erg/g enerji absorpsiyonu sağlayan radyasyon dozu 1 rad" olarak tanımlanır. Rem ise bir radyasyonun insan için yorumlanmış dozu olup, rad ile radyasyon cinsine bağlı olarak bir faktörün çarpımına eşittir (rem= radxfaktör).

Sievert (Sv) = 100 rem /kg (absorbe olan radyasyon dozu); 1 Gray (Gy)= 100 rad= 1J/kg (iyonizasyon radyasyonu) olarak tanımlanırlar.

Codex Alimentarius komisyonunun hazırladığı "Codex Alimentarius Volume XV" de irradiye besinlerle ilgili genel standartlar, teknikler ve limit değerler verilmiştir. Radyoaktivite birimi olarak Bq, absorbe olan radyasyon dozu için Gy ve Sv kullanılmıştır.

Kimyasal maddelerle koruma: Besinler üzerindeki hoş gitmeyen gereksiz değişiklikleri geciktirmek, zorlaştırmak veya maskeleyen için kullanılan kimyasal maddelere "koruyucular" (veya prezervatifler) denir. Bu amaçla tuz, şeker, asitler (asetik asit, propiyonik asit, sorbik asit gibi), baharat, epoksitler, nitrit ve nitratlar kullanılır. Prezervatifler besin katkı maddeleri grubunda daha geniş olarak incelenecektir.

3- BESİN KATKI MADDELERİ

Besinlere bir takım kimyasal maddelerin ilavesi tekniği aslında çok eskidir. İnsanın eti tuzla koruması (prezervasyon) ile başlar. Yüzyıllar boyunca besin prezervasyonu araştırılmıştır. diğertaraftan besinlerin görünüşünü güzelleştirmek için çeşitli boyalar denenmiştir.

Bugün 700 kadar madde besinlere koku, renk verme, prezervasyon veya başka amaçlar için "katkı maddesi" olarak kullanılmaktadırlar. Besin endüstrisinde katkı maddelerinin kullanılması esas olarak ancak geçen yüzyıl başlamıştır.

"Besin katkı maddeleri" değişik açıdan tanımlanabilir. Genel olarak "temel besin maddesi dışında, besin maddesinin üretimi, işlenmesi, depolanması veya ambalajlanması sonucu o besin maddesinin içerdiği madde veya maddeler karışımı besin katkı maddesi" olarak tanımlanır. Bu tanım yoruma açıktır ve besin maddesine "amaçlı olarak" katılmayan ve besinlerde gayri safiyet olarak bulunan kimyasal maddeler de girer. Pestisitler, ambalaj maddeleri, gübre maddeleri gibi

besinlerde ancak dolaylı olarak bulunan kimyasal bileşikleri de içerir. Bazı tanımlarda ise "besin maddelerine amaçsız, kazae ve kirletici olarak bulunan kimyasal maddeler" katkı maddeleri olarak kabul edilmez. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Kuruluşları (FAO), "besine amaçlı olarak, az miktarda ilave edilen ve besin maddesinin görünüş ve depolanma özelliklerini geliştirmek için kullanılan beslenme değeri olmayan maddeler" olarak tanımlanmaktadır.

Katkı maddelerinin sınıflandırılmaları:

Katkı maddeleri başlıca I.Amaçlı: Intentional ve II."Amaçsız: unintentional" olarak ikiye ayrılabilirler.

Birinci grup yani "amaçlı" veya "direkt" katkı maddeleri besin maddesine, yasal olarak da uygun olan, belli bir özel fonksiyonu görmek için kullanılırlar. Bu fonksiyonlara ve kullanma amaçlarına göre katkı maddeleri sayısı ve sınıflandırma ise: prezervatifler (30); antioksidanlar(28); sekuastranlar (44); yüzey aktif maddeler (85); stabilizörler (31); ağartıcı ve olgunlaştırıcılar (24); tampon asit ve alkaliler (60); boya maddeleri (35); özel tatlandırıcılar(9); besin destekleyiciler (116); tat ve koku vericiler (720); doğal kaynaklı tat ve koku maddeleri (357) ve değişik maddeler (158) şeklindedir. Ancak bu maddelerden 600 kadarının kullanılmaları sağlık açısından "kesin güvenilir" olarak kabul edilmektedir.

ikinci grup yani "amaçsız" olarak besin maddelerinde bulunan katkı maddeleri indirekt katkı maddeleri olup, daha çok tarım ürünlerinde kabul edilebilir ve yasal tolerans limiti içinde olmalıdırlar. Radyoizotoplar, pestisit kalıntıları örnek verilebilir. Pestisitlerden insektisit kalıntısı olarak bitkisel kaynaklı besinlerde kurşun arsenat gibi ağır metal bileşikleri; DDT ve dieldrin gibi klorlu hidrokarbonlar, hayvansal kaynaklı besinlerde ise antibiyotikler (penisilin, tetrasiklin gibi), hormon aktif maddeleri (iyotlandırılmış kazein, dietilstilbesterol gibi) kalıntıları örnek verilebilir. Tablo 17'de amaçsız besin katkılarının besinlerde bulunma nedenlerine, göre sınıflandırılmaları verilmiştir.

Önemli besin katkı maddeleri:

1. Prezervatif yani besin maddelerinin bozulmasını engelleyen maddelerin en önemlisi "antimikrobiyal besin katkı maddeleri" oluşturur. Antimikrobiyeller besin maddelerine zarar veren bakteri, küf ve mayalara karşı kullanılırlar. Bunlardan benzoik asit ve tuzları ile, p-hidroksibenzoat esterleri (parabenler) geniş bir antimikrobiyal spektrumları olduğu halde; örneğin propionatların sadece küflere karşı etkisi vardır. Bunun yanında sülfid, nitrit ve nitratlar daha geniş maksatla kullanılırlar. Nitrit ve nitratlar etlerde asıl renk muhafazası için kullanılırlarsa da antimikrobiyel etkileri de vardır.

Tablo 17- Amaçsız besin katkı maddelerinin kaynakları

A. Üretim sırasında

1. Hastalıkların tedavisinde kullanılan antibiyotikler ve diğer ilaçlar,
2. Büyümeyi teşvik edici maddeler
3. Toksikolojik açıdan önemli mikroorganizmalar
4. Parazitler
5. Pestisit kalıntıları
6. Toksik metal ve bileşikler
7. Radyoaktif bileşikler

B. İşleme (imalat) sırasında

1. Mikroorganizmalar ve toksik metabolitler
2. İşleme sırasında kullanılan kimyasal maddeler (organik çözücüler gibi)
3. Radyoaktif çekirdekler

C. Ambalajlama ve Depolama sırasında

1. Etiketleme maddeleri
2. Mikroorganizmalar ve toksik metabolitleri
3. Ambalaj maddelerinden geçen maddeler
4. Dış kaynaklı (çevreden) toksik maddeler

2. Antioksidanlar ve besin stabilizörleri: Antioksidan maddeler, özellikle katı ve sıvı yağların işlenmesinde ve pazarlanmasında önem taşırlar. Genel olarak antioksidan ve besin prezervatifleri, besinlere tat, koku, renk ve herhangi bir görünüş özelliği vermezler. Ham maddelerin işlenmesi sırasında kullanılarak "besin maddesinin işlenmesi, ambalajlanması ve depolanması sırasında kalitesinin muhafazasını sağlamak" amacı ile kullanılırlar.

Antioksidanların etkileri lipid oksidasyonu üzerinde incelenmiştir. Bu araştırmalara göre antioksidanlar yağlardaki peroksitten enerji alarak; veya lipid antioksidanın aromatik halkasına katılarak; lipid ile antioksidanın aromatik halkası arasında kompleks oluşturarak etkilerini gösterirler. Diğer bir görüşe göre de, antioksidan, katıldığı besin maddesinden önce oksijen tutarak etkisini gösterir (seçimli yükseltgenme). Ağır metaller antioksidan etkisini azaltır veya yok ederler.

Gıda maddelerinde kullanılan antioksidanlara örnek olarak: Bütillenmiş hidroksianisol (BHA: tersiyer bütül-4-metoksifenol) bütillenmiş hidroksitoluen (BHT: 2,6-ditersiyer bütül -p-krezol), propil gallat (PG: 3,4,5-trihidroksi-benzoik asitin propil esteri), nordihidroguayeretik asit (NDGA); doğal kaynaklardan susam yağında bulunan sesamol, sesamin, sesamolin, pamuk yağında bulunan gossipol (zehirli olduğu için tek olarak kullanılamaz), tokoferoller (E vitamini) örnek verilebilir. Genel olarak antioksidanlar et ve ürünlerine, balık yağ ve balık ürünlerine, yağlara % 0.02 (200 ppm) oranında katılır (Tablo 19).

Antioksidanların analizi: Antioksidanlar önce gıda maddesinden buhar distilasyonu, sıvı-sıvı ekstraksiyonu, sıcak çözücü ekstraksiyonu, kolon kromatografisi gibi yöntemlerle ayrılır.

Kantitatif tayinleri ise izole edilmiş antioksidanın kolorimetrik, ultraviyole veya infrared gibi değişik yöntemlerle yapılır: 1) "Emmerie-Engels Yöntemi" ile yağlarda fenolik antioksidanlar tayin edilebilir. Yöntemin prensibi antioksidanın ferri klorürdeki ($FeCl_3$), Fe^{+3} ün Fe^{+2} ye indirilmesi ve demir bipiridil kompleksinin renginin spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayanır. 2) "Turnbull mavisi" yöntemi ise antioksidanların ferri iyonunu ferro iyonuna indirilmesi ve ferro iyonunun potasyum ferri siyanürle Turnbull mavisi rengini meydana getirmesine dayanır. 3) BHA spesifik olarak "Gibbs Yöntemi" ile tayin edilebilir. BHA, 2,6-diklorokinonklorimid ile mavi indofenol boyası verir. Diğer fenolik maddeler reaksiyonu etkilemez. 4) BHT "Szalkowski-Garber Yöntemi" ile tayin edilebilir. Yöntem, dianisidin, sodyum nitrat ve BHT'nin turuncu-kırmızı renk vermesine dayanır. Bu boyar madde kloroformla ekstrakte edildiğinde menekşe (mor) renk alır ve spektrofotometrik olarak tayin edilir. Propilgallat reaksiyonu etkilemez.

Katkı maddelerinin analizleri ile ilgili yöntemler ilgili standartlarda bulunmaktadır (AOAC yayınları).

Besin katkı maddeleri ile ilgili standard ve yönetmelikler:

Besin katkı maddeleri Uluslararası ve Ulusal düzeydeki yasa ve yönetmeliklerde kontrol altına alınmıştır. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), FAO-WHO-FAO, Codex Alimentarius, Ortak Pazar Uluslararası kuruluşlar olarak konu ile ilgilenmektedirler. Akut, kronik ve özel toksik etkileri incelenerek, ancak devamlı alınabilecek katkı maddelerine izin verilmektedir. Türkiye'de Gıda Maddeleri Tüzüğü'nde katkı maddeleri ile ilgili bir yönetmelik (1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanununun 187 ve 188 inci maddesi mucibince yenecek ve içilecek şeylere katılabilecek boyalarla, muhafaza maddeleri ve antioksidan maddeler hakkında yönetmelik, Resmi Gazete 19 Şubat 1962 tarih ve 11039 sayı'da) yayınlanmıştır.

Daha sonra bu yönetmelik birçok değişikliklere uğramış ve halen 7 Haziran 1990 tarih ve 20541 sayılı resmi gazete ile yayınlanan "Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği" yürürlüktedir.

Bu yönetmelikte Gıda Katkı Maddesi: "Normal şartlarda tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve tipik gıda ana bileşeni olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan ya da olmayan, gıdanın işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında teknolojik amaçla beklenen sonucu elde etmek için mamule ya da bir yan komponentini elde etmek için yan ürüne doğrudan veya dolaylı olarak katılan maddeler";

Maksimum miktar: Bir gıda katkı maddesinin son üründe (mamulde) bulunmasına izin verilen en yüksek miktar olarak tanımlanmıştır.

Avrupa Topluluğu-AT (European Community-EC) Kodu: Her bir gıda katkı maddesi için AT tarafından belirlenen kod numarasını;

Renk Kodu-RK (Colour index-CI)-Gıda renklendiricileri için Uluslararası kod numarasını ifade ettiği belirtilmiştir.

Besin katkı maddelerinin gıda maddelerine katılabilecek en yüksek miktarları (MAK) yanında, o katkı maddesinin biyolojik bir etki uyandırmadan, yani zararsız olacağı günlük alınabilecek en yüksek miktar (ADI:Allowable Daily Intake,mg madde/kg insan) da bilinmelidir. Birçok ülkelerin Gıda standardlarında bu değerler de bulunmaktadır.

Yukarda açıklanan gıda katkı maddeleri yönetmeliğimizde, katkı maddeleri kullanma amaçlarına göre 18 sınıfa ayrılmıştır. Tablo 19'da Türkiye'de kullanılan gıda katkı maddelerine örnekler verilmiştir.

Tablo 18
Gıda Katkı Maddeleri
(Türkiye'de kullanılmasına izin verilenler)

Sınıf adı	EC	Maddenin adı	Kullanıldığı yerlere örnek	MAK
1. Asit düzenleyiciler	E260	Asetik Asit	Domates salçası	UTG* (GMP)*
	E270	Laktik Asit	Bebek gıdaları	2 gr/kg
	E334	Tartarik Asit	Meyve konserveleri	UTG (GMP)
	E331	Sodyum Sitrat	Margarinler	UTG (GMP)
2. Topaklanmayı önleyiciler	E559	Aliminyum Silikat	Süt tozu	10 g/kg
	E504	Magnezyum karbonat	Rafine sofrata tuzu	20 g/kg
	E551	Silikon dioksit	Hazır kek unları	5 g/kg
3. Antioksidanlar ve antioksidan sinerjistleri	E306	Doğal ve sentetik alfa tokoferol ve tokoferol karışımları	Soslar, mayonez, margarinler	UTG (GMP)
	E300	Askorbik Asit	Ekmek	75 mg/kg
	E320	Butillendirilmiş hidroksi anisol (BHA)	Bisküvi, gofret, kek, pasta vb.	100 mg/kg
	E321	Butillendirilmiş hidroksi toluen (BHT)	Margarinler	100 mg/kg
	E312	Dodesil gallat	Katı ve sıvı bitkisel yağlar	100 mg/kg
	E310	Propil Gallat	Çikletler	750 mg/kg
4. Tat ve koku maddeleri		Doğal ve doğala özdeş tat ve koku verenler	Muhtelif gıdalar	UTG (GMP)

Sınıf adı	EC	Maddenin adı
5. Tatlandırıcılar		
5.1. Yapay tatlandırıcılar		Potasyum sakkarin Sodyum sakkarin Aspartam
5.2. Doğal tatlandırıcılar	E421	Mannitol Sorbitol
6. Renklendiriciler- boyalar	E160 E150 E127 E110 E102 E124	B-Karoten Karamel (sade) Eritrosin Sanset yellow Tartrazin Ponso 4R
7. Emilgötürler	E332 E491	Lesitin Sorbitan mono stearat
8. Emilsüfye edici tuzlar	E339 E450	Sodyum fosfat Sodyum pirofosfer
9. Enzimler		Katalaz Proteinazlar İzaamilaz
10. Starterler		Streptokoklar Laktobasiller Funfuslar

Kullanıldığı yerlere örnek MAK

Diyet gıdalar	150 mg/kg
" "	150 mg/kg
" "	600 mg/kg
Çikletler	UTG (GMP)
Şekerlemeler	UTG (GMP)
Aromalı pudingler	10 mg/kg
Aromalı pudingler	6 g/kg
İçecek tozları	50 mg/kg
Hazır jöle karışımları	200 mg/kg
Karides konserveleri	30 mg/kg
Şekerlemeler	100 mg/kg
Margarinler	UTG (GMP)
Tahin helvası	10 g/kg
Eritme peynir çeşitleri	9 g/kg
Kabartma tozları	UTG (GMP)

Kullanılacakları
mamül ve MAK değer-
leri mürautlara
göre Bakanlıkça
belirlenir.

Sınıf adı	EC	Maddenin adı	Kullanıldığı yerlere örnek	MAK
11. Aroma arttırıcılar	E627	Monosodyum glutamat	Hazır çorbalar	UTG (GMP)
12. Modifiye nişastalar		Modifiye nişasta çeşitleri	Puding, soslar	UTG (GMP)
13. Koruyucular	E210	Benzoik asit	Margarinler	1 g/kg
	E220	Propiyonik asit	Peynir çeşitleri	3 g/kg
	E250	Sodyum nitrit	Salam, sosis	150 mg/kg
	E251	Sodyum nitrat	Sucuk	400 mg/kg
14. Stabilizörler	E509	Kalsiyum klorür	Sebze, meyve konserveleri	350 mg/kg
	E170	Kalsiyum karbonat	Et suyu tabletleri	50 g/kg
15. Jelleştiriciler kıvam arttırıcılar	E406	Agar Agar	Dondurmalar	5 g/kg
	E414	Arap zankı	Kakaolu mamüller	UTG (GMP)
	E440	Pertin	Eritme peynir çeşitleri	5 g/kg
	E400	Aljinik asit	Sardalya tipi balık konserveleri	20 g/kg
	E401	Sodyum aljinat	Krem peynirler	5 g/kg
	E466	Sodyum karboksimetil selüloz	Uzun ömürlü ayranlar	UTG (GMP)
16. Çözücü ve taşıyıcı solventler	E422	Gliserol		Kullanılarak miktarlar müracaatlara göre Bakanlıkça belirlenir
	E270	Laktik asit		
17. Yapışkanlığı azaltan kaplama maddeleri	E572	Magnezyum stearat	Şekerler, cikletler	UTG (GMP)
18. Diğerleri		Malt unu	Ekmeç	UTG (GMP)
		Glukoz	Ekmeç	30 g/kg
		Meyan balı	Şekerleme	40 g/kg

*UTG(GMP): Teknolojisine uygun olarak imalatçı firma sorumluluğunda bulunabilecek en yüksek miktar.

KAYNAKLAR

- 1- Aydın,M., Gıda Kontrolü ve Mevzuatı, T. Odalar Birliği Matbaası, Ankara, 1976.
- 2- Baltes,N., Lebersmittelchemie, Springer-Verlag, Berlin, 1983.
- 3- Codex Alimentarius Comission, Codex General Standard for Irradiated Foods and Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities Used for the Treatment of Foods, Codex Alimentarius Volume XV, First Edition, Rome, 1984.
- 4- Doull,J., Klaassen,C.D., Amdur,M.D., Casarett and Doull's Toxicology, Second edition 1975 ve Third Edition, 1980.
- 5- Food Laboratory News, The Swedish National food Laboratory, Uppsala 6, 1986 ve 20, 1990.
- 6- Frazier,W.C., Westhoff,D.C., Food Microbiology, McGraw Hill Book Company, Third Edition, 1978.
- 7- Furia,T.E., Hanbook of Food Additives. The Chemical Rubber CO., Cleveland, Ohio, 1968.
- 8- Göktürk,F., Örün,H., Benoğlu,V., Gıda Maddelerinin ve Umumi Sağlığı İlgilendiren Eşya ve Levazımın Hususi Vasıflarını Gösteren Tüzük, Titiz Ofset Matbaası, Ankara, 1982.
- 9- Horwitz,W., Methods of Analysis the Association of Officinal Analytical Chemists, XI.Ed., Washington, 1970.
- 10- İçme Suları, Türk Standartları Enstitüsü, Üçüncü Baskı, Saim Toraman Matbaası, Ankara, 1972.
- 11- Keskin,H., Besin Kimyası, İstanbul Üniversitesi Yayını, Fatih Yayınevi, Cilt I 1981, Cilt II 1982, İstanbul.
- 12- Meyer,L.H., Food Chemistry, Reinhold Publishing Co., NewYork, 1961.
- 13- Sağlık Bakanlığı Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Resmi Gazete sayı 20541 7 Haziran 1990.
- 14- Tolgay,Z., Tetik,İ., Gıda Kontrolü ve Analizleri Kılavuzu, Ege Matbaası, Ankara, 1984.
- 15- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Türkiye'de Çernobil Sonrası Radyasyon ve Radyoaktivite ölçümleri, Terhan Ofset Ticaret Ltd.Şt., Ankara, 1988.
- 16- Ungan,A., Besin Analizleri, Refik Saydam Hıfzısıhha Müessesesi, Yeni Matbaa, Ankara, 1949.

