

## Sosis Tipi Et Ürünlerinde Emülsifikasyon

Yrd. Doç. Dr. A. Hamdi ERTAŞ

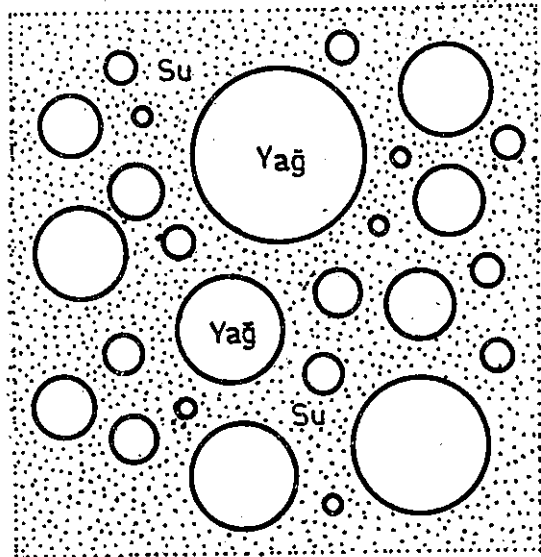
A.Ü. Ziraat Fak., Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı — ANKARA

Herbir işlenmiş et ürününün kendine özgü karakteristikleri ve hazırlama yöntemleri vardır. Et ürünlerinden bazılarının —ham, bacon, pastırma gibi— üretiminde büyük parça halindeki etlerden yararlanılır ve etin dilimlenmesi ya da daha küçük parçalara ayrılması söz konusu değildir. Buna karşın bazı et ürünlerinin üretiminde, etin daha küçük parçalar halinde doğranması ya da parçalanması gerekir. Parçalamanın derecesi, etin dilimlenmesinden emülsiyeye atmeye kadar varan geniş bir değişim gösterir.

Sucuk üretiminde etin parçalanması, etin genellikle 3 mm çaplı aynadan geçirilerek kıyma haline getirilmesi şeklindedir.

Sosislerin ve salamların üretiminde ise parçalamanın derecesi çok daha fazla olup genellikle emülsifikasyon şeklindedir. Bu nedenle, sosis ve salamlar, «emülsiyeye et ürünleri» olarak belirtilirler.

Bilindiği gibi emülsiyon, birbirini ile karışmayan iki sıvıdan birinin diğeri içerisinde çok küçük damlacıklar ya da globüller halinde dağılmasıyla elde edilen karışımlar olarak tarif edilir. Bu karışımda, küçük damlacıklar halinde dağılan sıvı, «dağılan faz» (disperse phase)



Şekil 1. Yağ-su emülsiyonunda, sürekli faz (su) içerisinde dağılan fazın (yağ damlacıkları) dağılımı.

olarak, içerisinde küçük damlacıkların dağıldığı sıvı ise, «sürekli faz» (continuous phase) olarak isimlendirilir.

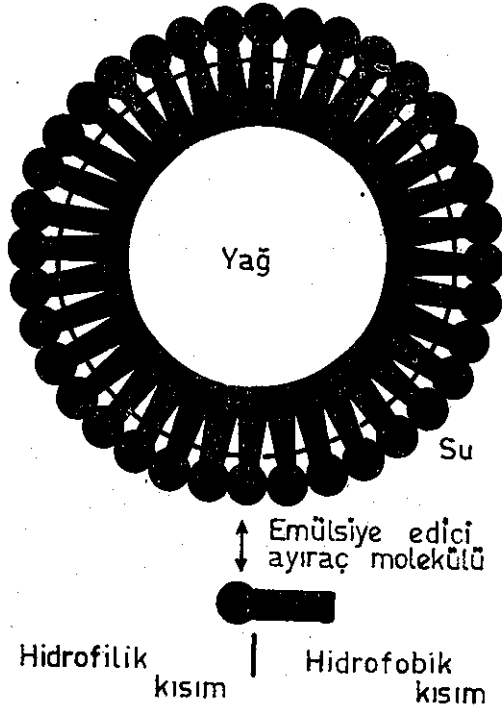
Mayonez ve homojenize edilmiş süt emülsiyonunun tipik iki şeklidir. Her ikisinde de yağ damlacıkları sulu ortam içerisinde dağılmıştır (Şekil 1). Bu tip emülsiyonlarda dağılan faz damlacıklarının boyutu 0.1 - 0.5 µm arasında değişir.

Et emülsiyonları da iki fazlı bir sistemdir. Bu tip emülsiyonlarda, dağıtılan faz sıvı ya da katı yağ partiküllerinden, sürekli faz ise sudan oluşur. Bu su, erir ve erimez tuzları ve proteinleri içerir. Bu nedenle, et emülsiyonları da yağ su emülsiyonları olarak belirtilebilir. Ancak, ticari et emülsiyonlarında yağ partiküllerinin boyutu 50 µm den daha fazla olduğu için klasik emülsiyonlara uymazlar.

Emülsiyonlar, eğer ortamda emülsiyeye edici ya da stabilize edici ayırıcılar olarak bilinen diğer bileşikler yoksa, genellikle kararlı değildirler. Yağ, su ile temasa geçtiğinde, iki faz arasında yüksek derecede iç yüzey gerilimi oluşur ve yağ, sudan ayrılmaya eğilim gösterir. Emülsiyeye edici ayırıcıların yağ ve su fazını birbirinden ayırıcı özellikleri, moleküllerinin gerek su gerekse yağa karşı affiniteye sahip olmalarındandır. Bu tip ayırıcıların suya karşı affiniteye sahip olan kısımları «hidrofilik kısım» olarak isimlendirilirken, yağa karşı affiniteye sahip olan kısımları «hidrofobik kısım» olarak isimlendirilir. Emülsiyeye edici ayırıcının hidrofilik ve hidrofobik kısımları yağ ve sulu faz arasında kendiliğinden sıraya dizilerek, yağ ve sulu faz arasında kesiksiz bir tabaka oluştururlar. Böylece, iki fazı birbirinden ayırarak emülsiyonun kararlılığını sağlarlar (Şekil 2).

Et emülsiyonlarının bileşenleri Şekil 3. de şematik olarak gösterilmiştir. Bu tip emülsiyonlar; kas liflerinin, konnektif doku liflerinin, suda eriyen proteinlerin ve diğer kas unsurlarının serbestçe dağıldığı bir ortamdan ibarettir. Suda eriyen proteinler ile sarılmış olan yağ damlacıkları bu ortam içerisinde dağılmışlardır. Sosis emülsiyonlarında, sulu fazda erimiş hal-

de bulunan erir proteinler, yağ damlacıklarının çevresini sararak ortamda dağılmalarını sağlarlar ve emülsiyeye edici ayıraçların görevini üstlenirler. Emülsiyeye işlemi sırasında, yağ partikülleri, protein matrisi içerisinde hapsedilmiş haldedir. Daha sonra gelen ısı işlemde proteinler kuagüle olarak yağ partikülleri çevresinde bir protein kılıfı (kesesi) oluşur.



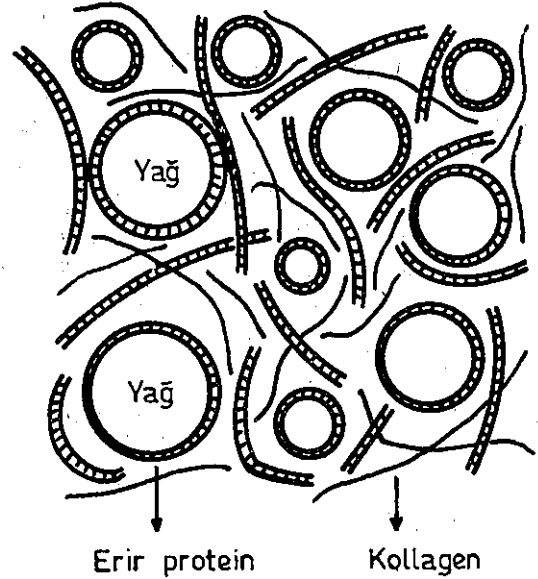
Şekil 2. Emülsiyeye edici ayıraç moleküllerinin yağ partiküllerini su fazından ayırması.

Myofibriller proteinler, daha fazla emülsiyeye edici etkiye sahiptirler ve böylece daha fazla emülsiyon stabilitesi sağlarlar. Biindiği gibi myofibrillar proteinler (aktin ve myosin) suda ve düşük konsantrasyondaki tuzlu solüsyonlarda erimezler fakat yüksek konsantrasyonlu tuzlu solüsyonlarda erirler. Sosis emülsiyonlarına tuz ilave etmenin önemli bir fonksiyonu da bu proteinlerin sulu fazda erimelerini sağlamak ve bunun sonucu olarak da yağ partiküllerinin çevresini sarabilecek hale getirmektir.

#### Emülsiyon Oluşumuna ve Stabilitesine Etki Eden Faktörler

Stabil bir emülsiyon oluşumu birçok faktörlerin etkisi altındadır. Bu faktörler; emülsifi-

kasyon sırasındaki sıcaklık ve pişirme işlemi sırasındaki hızlı sıcaklık yükselişi ile yüksek sıcaklık uygulaması, yağ partiküllerinin boyutu (parçalama), pH ve erir proteinlerin miktarı ve tipidir.



Şekil 3. Et emülsiyonunun şematik gösterimi.

#### Emülsifikasyon sıcaklığı ve pişirme sıcaklığı :

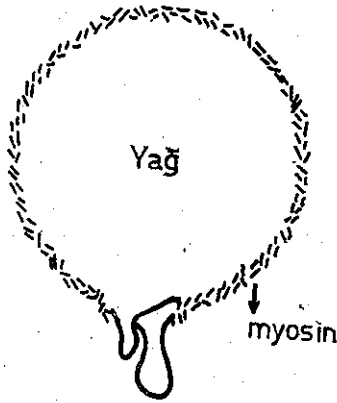
Parçalama ve emülsifikasyon sırasında, kutter paletlerinin ve milinin sürtünmesi nedeniyle emülsiyonun sıcaklığı yükselir. Sürtünme ile emülsifikasyon sırasında sıcaklık fazla yükselirse, daha sonraki pişirme işlemi sırasında emülsiyon kırılması meydana gelebilir. Dönme hızı fazla olan emülsiyon milleri kullanıldığında, emülsiyon stabilitesine zararlı herhangi bir etki olmadan 20-25°C lik bir final emülsiyon sıcaklığına kadar çıkılabilir. Düşük dönme hızlı parçalayıcılar ile emülsiyon oluşturuluyorsa, emülsiyon sıcaklığı düşük tutulmalıdır. Emülsifikasyon sırasında sıcaklığın fazlaca yükselmesi arzulanan bir durum değildir. Zira, erir proteinlerin denatürasyonu, emülsiyon viskozitesinin azalması ve yağ partiküllerinin erimesi söz konusudur. Emülsiyeye edici ayıraçlar olarak hizmet gören erir proteinlerin emülsifikasyon sırasında ısınma ile denatüre olmaları, emülsiyonun kırılmasına neden olabilir.

Emülsifikasyon sırasında sıcaklık yükselmesi, buz ilavesiyle kontrol altına alınabilir. Buz, sudan farklı olarak, ek bir erime sıcaklığına gerek göstermesi nedeniyle sudan daha üstün bir soğutucudur. 1 g buzun 0°C deki su haline dönüştürülmesi için 0°C de yaklaşık 80 kaloriye ihtiyaç vardır. 1 g suyun sıcaklığının 1°C yükseltmek için 1 kalorilik ısıya gerek vardır. Böylece 1 g buzun eritilmesi için gerekli ısı miktarı, 1 g suyun sıcaklığını 80°C ye yükseltmek için yeterlidir. Emülsifikasyon sırasında yükselen sıcaklığı düşürmek için kullanılan diğer etkin bir yöntem de donmuş et parçalarının ilave edilmesidir.

Pişirme sırasında sıcaklığın hızlı yükselişi veya yüksek sıcaklık uygulaması da emülsiyon stabilitesinin kırılması ya da üründen yağ ayrılması sorununu ortaya çıkarır (ısı kırılması).

Emülsiyonda rol alan proteinler; 54-57°C de kuagüle olurlar ve 64°C nin üzerinde ise sertleşirler daha doğrusu büzülmeye eğilimlidirler.

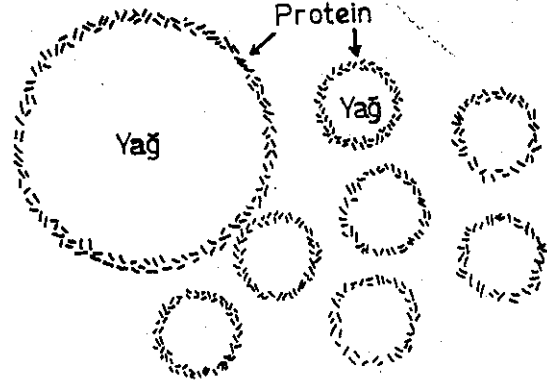
Ayrıca hızlı ısıtma sırasında yağ partikülleri genişler buna karşılık, yağ partiküllerini saran protein büzülmeye eğilimlidir. Bu iki birbirini tamamlayan zıt etki nedeniyle yağ partiküllerini saran kuagüle olmuş protein kılıfı kırılır ve yağ ayrılır (Şekil 4). Bu oluşum sonucu, sosis yüzeyinde hafif bir yağlanma belirir. Bu tip yağ ayrılması meydana geldiğinde, pişirme ve tütsüleme sıcaklıklarının yeniden gözden geçirilerek ayarlanması gereklidir.



Şekil 4. Yüksek sıcaklık nedeniyle protein kılıfının kırılmasının ve yağın ayrılmasının şematik olarak gösterilmesi.

#### Yağ Partiküllerinin Boyutu :

Emülsifikasyon sırasında, emülsiyon oluşuncaya kadar et içerisinde bulunan yağ, çok küçük parçacıklar ve partiküller haline parçalanabilmelidir. Yağ partikülleri küçüldükçe, yağ partiküllerinin toplam yüzey alanları oransal olarak yükselir. Yağ partiküllerinin çapının küçülmesi, toplam yüzey alanının yükselmesine neden olur (Şekil 5). Örnek olarak, 50 µm çapındaki bir yağ küreciği, 10 µm çapındaki küreciklere parçalandığında 125 yağ küreciği oluşur, bu parçalanmanın sonunda, yağ küreciklerinin yüzey alanlarının toplamı 7850 µm<sup>2</sup> den 39250 µm<sup>2</sup> ye ulaşır. Yani yağ partiküllerinin toplam hacmi aynı kaldığı halde, oluşan yağ partiküllerinin toplam yüzey alanı 5 kat artar.



Şekil 5. Emülsifikasyonda yağ partiküllerinin parçalanması.

$$\text{Kürenin hacmi; } V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V_{50} = \frac{4}{3} \times 3.14 \times 25^3 = 65416.6 \mu\text{m}^3$$

$$V_{10} = \frac{4}{3} \times 3.14 \times 5^3 = 523.3 \mu\text{m}^3$$

$$\frac{V_{50}}{V_{10}} = \frac{65416.6}{523.3} = 125; \text{ oluşan yağ küreciği sayısı}$$

$$V_{10} \text{ toplam} = 523.3 \times 125 = 65416.6 \mu\text{m}^3$$

$$V_{50} = V_{10} \text{ toplam} = 65416.6 \mu\text{m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Kürenin alanı; } S &= 4 \pi r^2 \\ S_{50} &= 4 \times 3.14 \times (50/2)^2 = 7850 \mu\text{m}^2 \\ S_{10} &= 4 \times 3.14 \times (10/2)^2 = 314 \mu\text{m}^2 \\ S_{10} \text{ toplam} &= 314 \times 125 = 39250 \mu\text{m}^2 \\ S_{10} \text{ toplam} \\ \hline &= 39250/7850 = 5 \text{ kat} \\ S_{50} \end{aligned}$$

Toplam yüzey alanındaki 5 kat artış, yağ küreciklerinin yüzeyini tamamen kaplayacak erir proteinlere duyulan gereksinimi de o oranda artırır. Parçalamaya devam edildiğinde, yağ partiküllerinin çapları çok küçülür ve yağ partiküllerinin toplam yüzey alanları anormal bir şekilde artar. Yağ küreciklerinin yüzey alanlarının çok fazla artmasıyla ortamda bulunan erir proteinler, yağ küreciklerini tamamen örtmeye yetmez, stabil bir emülsiyon oluşmayabilir ve bunun sonucunda da emülsiyon kırılması meydana gelir. Çünkü, sarılmamış veya kısmen sarılmamış yağ kürecikleri stabil bir emülsiyon oluşturamazlar. Protein ile sarılmamış veya tamamen sarılmamış yağ partikülleri, pişirme işlemi sırasında, karışımdan ayrılır ve yağ cepçeri oluşturur. Genellikle, stabil bir emülsiyon için parçalama tekniğinin, yağ partiküllerinin proteine gerek duyulur. Bu oluşumu önlemek için parçalanma tekniğinin, yağ partiküllerinin çapının uygun bir şekilde oluşmasını sağlayacak şekilde yapılması gerekir.

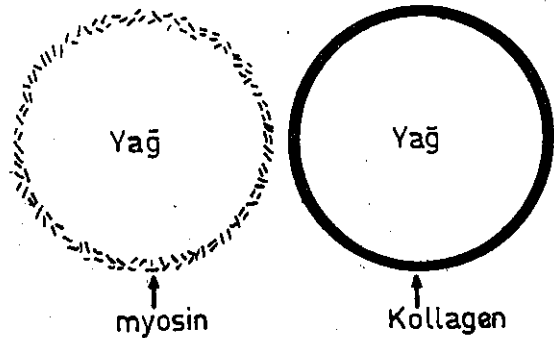
#### pH'nin Etkisi :

Et emülsiyonlarının hazırlanmasında, karetenin tuz ilave edilerek parçalanması, proteinlerin serbest hale geçmesini kolaylaştırır. Böylece, emülsiyon edici ayraçlar olarak etki eden erir proteinlerin faydalanabilen miktarının yükselmesiyle emülsiyon stabilitesi de artar. Kas pH'sı yükseldikçe daha fazla protein serbest hale geçer. Bu da yüksek pH değerlerinde daha stabil bir emülsiyon oluştuğunu belirtir. Emülsiyon olma yönünden, rigor-mortis devresini tamamlamamış et, rigor-mortis devresini tamamlamış etten daha üstündür, çünkü bu tip etlerden, tuzlu solüsyonlarda erir proteinlerden serbest hale getirilebilenleri % 50 kadar daha fazladır. Bu nedenle, rigor-mortis devresini tamamlamamış etlerden ayrılan proteinler, rigor-mortis devresini tamamlamış aynı miktar-

daki etlerden ayrılan proteinlerden daha fazla miktardaki yağı emülsiyon ederler. Her bir protein ünitesinin emülsiyon ettiği yağ miktarı, «emülsiyon kapasitesi» olarak belirtilir. Et emülsiyonları hazırlanırken, iyi bir emülsiyon için; olgunlaşmamış et kullanımının yanında, emülsifikasyondan önce et; buz, tuz ve kür maddeleri ile karıştırılır ve 0-4°C de 12 saat bekletilir. Böylece çok daha uygun bir protein ayrılması sağlanır.

#### Proteinlerin Miktarı ve Tipi (Kara et azlığı) :

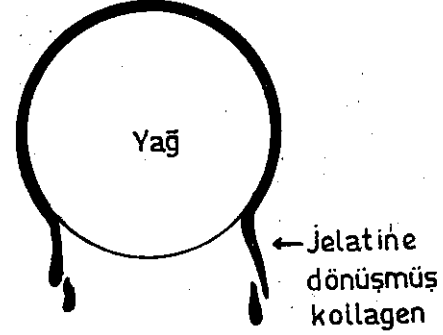
Bu sorun, et bileşenleri içerisinde myosin ve kollagenin dengeli olmamasıyla ilgilidir. Şekil 6. da yağ partiküllerinin myosin ve kollagen ile sarılmış halleri görülmektedir.



Şekil 6. Yağ partiküllerinin myosin ve kollagen proteinlerle sarılmış halleri.

Kollagen proteini 62-64°C de uzunluklarının 1/3 oranında kısalır ve sıcaklık daha da yükseldiğinde jelatin formuna dönüşür. Emülsiyon etme işlemi sırasında kollagen fazla oranda su çeker. Isıtma işlemi sırasında (pişirme), kollagen büzülür, daha sonrada jelatine dönüşür ve yağ yüzeyinden ayrılır (Şekil 7). Böylece protein ile sarılmamış yağ partikülleri ortaya çıkar ve bunun sonucu olarak sosis yüzeyinde yağlı bir tabaka oluşur. Bu sorun emülsifikasyonda yeterince kas proteini (kara et) olmadığı bir sonucudur. Bu bakımdan stabil bir emülsiyon için kas proteini miktarının yeterli düzeyde olması gerekir. Bu sorun ortaya çıktığı zaman, formülasyon yeniden düzenlenmeli ve kara et ilave edilmelidir.

Şüphesiz emülsiyon ürünlerde emülsiyonun kırılması arzulanmaz ve bu durumdan kaçınılmalıdır. Eğer üründe emülsiyon kırılması meydana gelirse, bu kırılma genellikle ürünün ısıtılması işlemi sırasında oluşur. Isıtma işlemi sırasında, protein ile sarılmamış olan yağ kürecikleri erir ve sıvı haldeki yağ kürecikleri birbirleriyle tekrar birleşmeye eğilimlidirler. Bu oluşum, erir proteinler ile sarılmış olan yağ küreciklerinde çok daha azdır. Büyüyen yağ partikülleri, ürünün yüzeyinde veya içerisinde yağ cepleri halinde ortaya çıkar.



Şekil 7. Jelatine dönüşmüş kollagenin yağ partikülünün yüzeyinden ayrılması.

#### KAYNAKLAR

Anonim (1960). *The Science of Meat and Meat Products*, American Meat Institute Foundation, W H, Freeman and Company, San Francisco.

Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge, R. A. Merkel (1975). *Principles of Meat Science*, Chapter-9, W H, Freeman and Company, San Francisco.

Kramlich, W. E. A. M. Pearson, F. W. Tauber (1973). *Processed Meats*, Chapter-7, The AVI Publishing Comp., Inc., Westport, Connecticut.

Lawrie, R. A. (1975). *Meat Science*, Second Edition. Pergamon Press Ltd., Oxford.

*Kurban Bayramınızı kutlar,  
sağlık, Esenlik ve Başarılar dileriz.*

Gıda Teknolojisi Derneği  
Yönetim Kurulu