

## MEKANİK AYRILMIŞ ETİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

### QUALITY CHARACTERISTICS AND USES OF MECHANICALLY DEBONED MEAT

Nuray KOLSARICI, Kezban CANDOĞAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Dışkapı 06110 Ankara

**ÖZET:** Mekanik ayrılmış et (MAE), büyük parça etlerin elle ayrılmasından sonra karkastan mekanik yollarla ayrılan ettir ve etin elde edildiği türe göre mekanik ayrılmış tavuk eti, mekanik ayrılmış balık eti veya mekanik ayrılmış dana eti şeklinde adlandırılır. Ekonomik olması ve iyi fonksiyonel özellikleri nedeniyle, sosis ve benzeri emülsiyon ürünlerine, köftelere ve hatta kuru çorba karışımlarına ingredient olarak katılmaktadır. Elle ayrılan ete göre, kemik iliği ve ufalanmış kemik oranının yüksek olması nedeniyle MAE'in bileşimi farklıdır. Yüksek kalsiyum, flor ve demir içeriği, iyi düzeyde emülsiyon stabilitesi, emülsiyon kapasitesi ve su tutma kapasitesi dolayısıyla dikkat çekicidir. Ancak, lipid oksidasyonuna duyarlı olması ve yüksek bakteri yükü, MAE'in olumsuz özelliklerindedir.

Hayvansal protein açığının kapatılmasında iyi bir kaynak olan MAE'in stabilitesini artırmak ve ürün kalitesini iyileştirmek yönünde araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

**ABSTRACT:** Mechanically deboned meat (MDM) is the meat separated from carcass by mechanically deboning after removal of the large pieces from carcass by hand and called as mechanically deboned chicken meat, mechanically deboned fish or mechanically deboned veal according to the meat type used for production. It is added to the formulation of beef patties, dry soups and emulsion type products such as frankfurters as an ingredient due to its good economical and functional properties. Composition of MDM differs from hand deboned meat because of its bone marrow and powdered bone contents. MDM is of great importance due to its high calcium, fluorine, and iron content and due to its good emulsion stability, emulsion capacity and water holding capacity. However, susceptibility to oxidative rancidity and high microbial load are disadvantages of MDM.

Research needs to be done on MDM, which is a good protein source from animal origin in eliminating protein shortages, in order to achieve good product stability and improve the product quality.

#### 1. MEKANİK OLARAK AYRILMIŞ ET NEDİR?

Önemli ölçüde protein açığı bulunan ülkemizde özellikle hayvansal protein açığının kapanması için eldeki kaynakların randımanlı bir şekilde kullanımına özen göstermek gerekir. Bu hem ülke, hem de dünya ekonomisi açısından önemlidir. Bu anlamda, mekanik ayrılmış etlerin et sanayiine katkısı dikkat çekicidir.

Mekanik olarak ayrılmış et (MAE), elle büyük parça etler ayrıldıktan sonra kemiklerden mekanik yolla ayrılan ettir. Gerek kırmızı, gerekse beyaz etlerde ana parçalar ayrıldıktan sonra karkas üzerinde kalan etin değerlendirilmesi düşüncesiyle yola çıkarak, kemik üzerinde kalan et mekanik olarak ayrılarak teknolojiye kazandırılabilir. Bu şekilde elde edilen ürün, etin türüne göre mekanik ayrılmış tavuk eti, mekanik ayrılmış hindi eti, mekanik ayrılmış balık eti veya mekanik ayrılmış dana eti olarak ifade edilir ve etin bütün besin öğelerini içerir. Bugün dünyada, mekanik olarak ayrılmış kanatlı ve balık etleri hayvansal protein kaynağı olarak et teknolojisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (STADELMAN ve ark. 1988; PARRY 1995).

Son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de tavuk eti tüketiminde bir artış gözlenmekte, özellikle tavuk but, göğüs ve kanat gibi parçalara olan talep sürekli olarak artmaktadır. Tavuk karkasının göğüs, but ve kanat gibi temel parçalarının ayrılmasından sonra geriye göğüs kafesi, sırt ve boyunu içeren ve tüm karkasın yaklaşık % 40'ını oluşturan kısmı kalır. Karkas üzerindeki etin azımsanmayacak bir bölümünü oluşturan bu etler, mekanik yollarla ayrılarak teknolojiye kazandırılabilir. (DAWSON ve GARTNER 1983; SHADIDI ve ark. 1992; TRZISKA ve ark. 1993). Ülkemiz gıda sektöründe, mekanik ayrılmış et üretimi sadece tavuk

endüstrisinde göze çarpmaktadır. Bu şekilde elde edilen yüksek protein içeriği ile iyi teknolojik özelliklere sahip ve daha ucuz olan mekanik ayrılmış etlerin, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de salam, sosis gibi emülsiyeli et ürünlerinin üretimi yanında köfte, burger tipi ürünlerin üretiminde kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır.

## 2. MEKANİK AYIRMA İŞLEMİ

Kanatlı etlerinin mekanik ayrılmasında geliştirilen birçok yöntem olmasına rağmen, iki aşamalı burgu tipi sürekli sistem ve tek aşamalı pres sistemi yaygın olarak kullanılan iki sistemdir. Bu sistemlerde kullanılan makineler, üreten firmaya göre birtakım farklılıklar gösterse de çalışma prensipleri genelde aynıdır (MAST ve ark. 1982; PARRY 1995).

Burgu tipi kemik ayırma makineleri dünyanın pek çok ülkesinde yaygın olarak kullanılır. Bu sistem, üzerindeki etle birlikte kemiği önce küçük parçalara ayıran bir öğütücü, öğütülen karışımdaki etin ve kemiklerin bir sonraki bölüme aktararak ayrılmasını sağlayan basınçlı bir bölme ve delikli plakalar, silindirik veya elekten ibarettir. Parçalanmış et ve kemik karışımı basınç çemberi vasıtasıyla ince delikli eleğe doğru beslenir. Kemik kalıntıları ve istenmeyen bağ doku elek üstünde kalır, artık ürün olarak tutulurken, et de ince bir akıntı halinde elek altına geçip ayrılır (MAST ve ark. 1982; OCKERMAN ve HANSEN 1988).

Hollanda'da geliştirilen ve Avrupa'da kullanılan diğer bir sistem ise tek aşamalı hidrolik pres tipi makinelerdir. Stork Protecon makineleri bu sistemin en popüler örnekleridir. MAE üretiminde kemikler, üzerindeki etlerle birlikte bir ön parçalanma olmadan, direkt olarak makinaya yerleştirilir ve burada yüksek basınç uygulamasıyla (315-473 kg/cm<sup>2</sup>) et kemiklerden ayrılarak bir seri filtreden geçirilir (MAST ve ark. 1982; PARRY 1995).

Pres tipi makinelerle üretimde sıcaklık fazla yükselmez. Bununla birlikte, bu makinelerle elde edilen MAE verimi burgu tipi makinelere kıyasla daha düşüktür. Pres tipi sistemde elde edilen mekanik ayrılmış etlerin fibröz yapısı zayıf olduğundan tekstür özellikleri de iyi değildir. Genel olarak, pres tipi makinelerle elde edilen mekanik ayrılmış kanatlı etleri (MAKE), burgu tipi makinelerle elde edilene göre daha fazla kartilaj doku ve daha az oranda kemik içerir. Ayrıca, pres tipi makinelerle elde edilen etlerde rastlanılan kemik partiküllerinin boyutları daha büyüktür (MAST ve ark. 1982; KOOLMES ve ark. 1986; PARRY 1995).

## 3. MEKANİK AYRILMIŞ ETİN KİMYASAL BİLEŞİMİ

Mekanik olarak kemiğinden ayrılan et, elle ayrılan ete göre daha fazla kemik iliği, ufalanmış kemik ve daha az bağ dokusu içerir, bu nedenle kimyasal bileşimi farklıdır (OCKERMAN ve HANSEN 1988). Mekanik ayrılmış etin bileşimi hayvanın yaşı, cinsi, kemik:et oranı, kesim metodları, kanatlılarda deri içeriği, kemik ayrıştırma durumu ve olası protein denatürasyonuna göre değişiklik gösterir. Mekanik ayırma genellikle kemik iliğindeki hem pigmenti ve lipid bileşiklerini serbest bırakarak etteki oranlarının artışına neden olur. MAE'lerde elle ayrılan etlere göre hemoglobin miktarı fazla, myoglobin miktarı aynı olup, 2-3 kat daha fazla demir ihtiva ettiklerinden bu etler, % 25-30 oranında daha koyu kırmızı bir görünüme sahiptirler. Bu durum, MAE'in et ürünleri üretiminde kullanım oranını sınırlandırır (FRONING 1976; SHADIDI ve ark. 1992). Ayrıca, hem pigmentleri etteki lipid oksidasyonunu katalize ederek arzu edilmeyen flavorun gelişmesine de neden olur (DAWSON ve ark. 1988; PARRY 1995).

Mekanik ayrılmış ette yağ oranı elle ayrılmış ete göre fazla ve protein içeriği daha azdır. MAE, elle ayrılmış olana kıyasla daha fazla miktarda sarkoplazmik protein ve protein olmayan nitrojene sahipken, aynı miktarda myofibrillar protein ve daha az stroma proteini içerir. Kemik iliği birçok gıdada çok az miktarda bulunan elzem amino asitlerinden lizin, lösin ve histidin açısından iyi bir kaynaktır, dolayısıyla MAE'lerde bu amino asitlerin oranı da yüksektir. MAKE'nin yağ içeriği başlangıç materyali olarak kullanılan kanatlıların deri içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Deri içeriği arttıkça nem ve protein içeriği azalır, kollagen sabit kalır. Deri proteini olarak kollagenin büyük çoğunluğu kemik kalıntısı ile kalırken, kemik ayırma işlemi sırasında yağ, deriden ete geçer (Çizelge 1). MAE'te RNA değeri ile purin düzeyi elle ayrılmış olanla aynı oranda, DNA değeri ise kemik iliği içerdiği için daha yüksektir (OCKERMAN ve HANSEN 1988).

Çizelge 1. Mekanik Ayrılmış ve Elle Ayrılmış Etlerin Kimyasal Bileşimi (OCKERMAN ve HANSEN 1988)

| Ürün                             | Kuru madde (%) |                  | Yağ (%)       |                  | Protein (%)   |                  | Kül (%)       |                  | Kalsiyum (%)  |                  |
|----------------------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
|                                  | Elle ayrılmış  | Mekanik ayrılmış | Elle ayrılmış | Mekanik ayrılmış | Elle ayrılmış | Mekanik ayrılmış | Elle ayrılmış | Mekanik ayrılmış | Elle ayrılmış | Mekanik ayrılmış |
| <b>Kasaplık domuz</b>            |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| But                              | 50.39          | 54-55            | 27.99         | 39.42            | 15.67         | 10-11            | 0.54          | 4.07             | 0.029         | 1.39             |
| Boyun                            | 42.25          | 40-46            | 22.29         | 42.37            | 19.17         | 9.06             | 0.68          | 3.68             | 0.043         | 1.22             |
| <b>Dana</b>                      |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Kürek                            | 24.33          | 26.27            | 3.06          | 7.56             | 20.23         | 12.85            | 0.92          | 5.36             | 0.035         | 1.76             |
| Sırt                             | 24.29          | 24.21            | 3.69          | 5.81             | 18.69         | 15.98            | 1.05          | 2.21             | 0.042         | 0.54             |
| <b>Dişi sığır</b>                |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Kaburga                          | 47.97          | 50.33            | 31.65         | 31.87            | 14.16         | 12.98            | 0.81          | 4.59             | 0.013         | 1.55             |
| But                              | 33.43          | 58.06            | 11.85         | 41.89            | 17.56         | 10.05            | 0.80          | 4.35             | 0.083         | 1.55             |
| Bel                              | 43.42          | 50.97            | 22.52         | 33.83            | 16.38         | 11.62            | 0.98          | 4.35             | 0.014         | 1.50             |
| <b>Erkek sığır</b>               |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Boyun                            | 30.16          | 35.13            | 8.99          | 10-24            | 19.33         | 16-17            | 1.05          | 3.43             | 0.056         | 1.06             |
| Kaburga                          | 51.89          | 49-70            | 27.92         | 40-50            | 13.20         | 9-12             | 0.50          | 4.35             | 0.051         | 1.49             |
| <b>Broiler, boyun</b>            |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Derili                           | -              | 34.00            | -             | 21.80            | -             | 11.50            | -             | 0.70             | -             | 0.03             |
| Derisiz                          | -              | 28.30            | -             | 7.90             | -             | 15.30            | -             | -                | -             | -                |
| <b>Broiler, sırt</b>             |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Derili                           | -              | 34.50            | -             | 20.20            | -             | 13.70            | -             | 0.60             | -             | 0.04             |
| Derisiz                          | -              | 37.60            | -             | 21.20            | -             | 13.20            | -             | -                | -             | -                |
| <b>Yumurtadan kesilmiş tavuk</b> |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Yumurtadan kesilmiş tavuk        | -              | 35.40            | -             | 18-26            | -             | 13-15            | -             | -                | -             | -                |
| <b>Hindi</b>                     |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Sırt                             | -              | 27.60            | -             | 11.70            | -14.80        | -                | -             | 1.10             | -             | 0.06             |
| Göğüs kafesi                     | -              | 27.30            | -             | 12-14            | -12-16        | -                | -             | -                | -             | -                |
| <b>Balık</b>                     |                |                  |               |                  |               |                  |               |                  |               |                  |
| Dil balığı                       | -              | 16-23            | -             | 2-8              | -             | 12-14            | -             | 1.3-2.1          | -             | -                |
| Kaya balığı                      | -              | 23-27            | -             | 7.5-8            | -             | 14.5             | -             | 1.6-2.0          | -             | -                |
| Morino balığı                    | -              | 17.20            | -             | 2-4              | -             | 14-15            | -             | 1.3-1.5          | -             | -                |

Kemik iliği lipidleri deri altı ve kas içi yağlarına göre daha çok doymamış yağ asitleri, daha fazla fosfolipid ve kolesterol içerir. Dolayısıyla, MAE'lerde artan yağla birlikte bütün bu komponentlerde de artış gözlenir. MAE fosfolipidleri yağ asitleri deri fosfolipidlerinden çok, kemik ve et fosfolipidlerine benzerlik gösterir. Bununla birlikte, kolesterol içeriği kas kolesterolünden çok, deri kolesterolünü yansıtır. Mekanik ayrılmış kırmızı etteki kolesterol düzeyi elle ayrılmış olana çok yakındır, fakat kanatlı etlerinde omurilik nedeniyle kolesterol seviyesi ikiye katlanır. MAE'lerde pH da elle ayrılmışlardan daha yüksektir (OCKERMAN ve HANSEN 1988; STADELMAN ve ark. 1988).

Mekanik ayrılmış etin kül içeriği, elle ayrılanlara göre daha yüksektir. Bu miktar hayvanın yaşına, türüne, kemikten ayırma sıcaklığına ve ayırma tipine bağlıdır. Yaşlı hayvanların kemikleri daha sert olup, makinede daha kolay parçalandıklarından dolayı bunlardan elde edilen mekanik ayrılmış etler daha fazla kül içerirler. Ayrıca soğuk ayrılmış et, rigor öncesi sıcak ayrılmış ete göre mineral bakımından zengindir, dolayısıyla kül miktarı da bu etlerde daha yüksektir. Kül miktarı makine verimi ile de doğru orantılı olarak artış gösterir. MAE'te bulunan başlıca mineral madde kalsiyumdur (Çizelge 2). Kalsiyum oranının yüksek olması, özellikle laktaz eksikliği bulunan ve sütü sindiremeyen kişiler açısından önemlidir. Demir içeriği de hem pigmentli artışına bağlı olarak elle ayrılan ete göre 2-3 kata daha fazladır. MAE'te bulunan kalsiyum ve demir insan vücudunda kolayca absorbe olabilmesi ve MAE'lerde bu iki mineralin elle ayrılan etlere göre daha yüksek oranlarda bulunması

beslenme açısından büyük önem taşır. Fosfor düzeyi mekanik ayrılmış ve elle ayrılmış et arasında önemli bir değişiklik göstermezken, diğer minerallerden kurşun, flor ve stronsiyum 90 da kalsiyum artıka artar. Fluorid, yetişkinlerde diş çürümesini önlerken küçük çocukların dişlerinde lekelenmelere yol açar. Bu nedenle, Amerikan Birleşik Devletleri'nde et ve tavuk ürünlerinde MAE kullanımı % 20 ile sınırlandırılarak, çocuk veya bebek gıdalarında mekanik olarak ayrılmış kırmızı et kullanımı yasaklanmıştır.

Kanatlı etlerinden MAE üretiminde böbreklerin önceden ayrılması önerilir. Çünkü böbrek, MAE'te istenmeyen kadmiyum birikimine neden olur. MAE'ler genel olarak en az 2.5'lik protein elverişlilik oranına sahiptir ve % 33 esansiyel amino asit içerir. Eğer MAE 2.5'in altında protein elverişlilik oranı gösteriyorsa, kalsiyum seviyesi, % 0.75 altında tutularak veya kemik ayırma işleminden önce kemik üzerinde daha fazla yağsız et bırakılarak protein elverişlilik oranı artırılabilir (OCKERMAN ve HANSEN 1988, STADELMAN ve ark. 1988; BAKER ve BRUCE 1995).

Vitamin içeriği açısından da elle kemiklerden ayrılmış et ile mekanik olarak ayrılmış etler arasında farklılıklar belirlenmemiştir. B grubu vitaminlerden tiamin ve riboflavin -18 °C de 180 gün süresince depolanmış MAKE'de ve MAKE ilave edilerek üretilmiş bologna ve frankfurterlerde değişim göstermemiştir (STADELMAN ve ark. 1988).

#### 4. MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL KALİTE

İyi mikrobiyolojik kalitede MAE elde edebilmek için ayırma öncesi etin düşük sıcaklıkta saklanması ve hijyenik koşullarda işlem görmesi gerekir. Mekanik ayırma işlemi, makinenin tipine bağlı olarak üretim esnasında sıcaklığın 1-8 °C arasında meydana gelen bu artış ve yoğun mikrobiyolojik bulaşma olan dış dokunun, temiz iç dokuyla karışması, mikrobiyel gelişmeyi teşvik eder (BIJKER ve ark. 1987; OCKERMAN ve HANSEN 1988). Bu nedenle mekanik olarak kemiğinden ayrılan et, kemik ayrıldıktan sonra 4°C'ın altına soğutulmalı ve 24 saat içinde kullanılmalı ya da -18°C'da veya altındaki sıcaklıklarda dondurularak saklanmalıdır. Eğer sıcaklık hızla düşürülür ve 4°C'da tutulursa 24 saatlik depolama sırasında mikrobiyel yükte artış çok az olur (OCKERMAN ve HANSEN 1988; MRAVCOVA ve ark. 1984).

Mekanik ayrılmış etlerin mikrobiyolojik kalitesi dolayısıyla raf ömrü, elle ayrılmış ete göre daha kısadır. Buzdolabında saklama sırasında bakteriyel yük hızla artar. Bakteriyel yükün artışı NaCl ve NaNO<sub>2</sub> ile belirli bir düzeyde inhibe edilebilir (KOLOZYN 1987; OCKERMAN ve HANSEN 1988). Ayrıca pişirme ile aerobik ve anaerobik bozulma yapan bakteri yükü azalabilir (RAY ve FIELD 1983).

MAE'in stabilitesi türe, et tipine, kompozisyona, cinsine, yaşa, hem pigmenti miktarına, makinenin tipine, makinenin metal kısmıyla temasa ve ayırma sıcaklığına bağlıdır. Et ürünleri üretiminde kullanılan mekanik ayrılmış etin oranı arttıkça duyusal özelliklerde bozulma görülür. Tat ve genel kabul edilebilirlik skorları azalır, bazı ürünler kabul edilemez olarak değerlendirilir ve sululuk skorlarında % 10-20'lik artış olur. Bu nedenlerden ötürü, mekanik olarak ayrılmış etin elle ayrılmış ete katılması genellikle sınırlandırılmıştır. Et ürünlerinde MAE genellikle soya proteinleriyle kombine edilir, koyu renk ve sulu yapı soya ürününün daha açık yapısıyla dengelenir (STADELMAN ve ark. 1988; OCKERMAN ve HANSEN 1988).

Çizelge 2. Mekanik Ayrılmış Etin Mineral içeriği

| Mineral             | Domuz1         | Sığır1          | Brolirerde sırt ve boyun | Hindi2 |
|---------------------|----------------|-----------------|--------------------------|--------|
| Kül (%)             | 0.89 - 1.77    | 1.12-2.36       | 0.96                     | 1.50   |
| Fosfor (%)          | 0.157 - 0.292  | 0.165-0.241     | -                        | -      |
| Kalsiyum (mg/100g)  | 85.25 - 291.18 | 204.32 - 621.54 | 138                      | 160    |
| Magnezyum (mg/100g) | 13.75 - 32.37  | 15.96-27.07     | 12                       | 21.3   |
| Sodyum (mg/100g)    | 109.30-240.02  | 107.84-198.32   | 40                       | 76.9   |
| Potasyum (mg/100g)  | 252.37-465.20  | 267.34-475.30   | 104                      | 234.8  |
| Demir (mg/100g)     | 4.54-9.88      | 5.11-9.21       | 1.57                     | 7.8    |
| Çinko (mg/kg)       | 12.00-24.11    | 11.53-24.11     | 12.9                     | 24     |
| Bakır (mg/kg)       | 0.18-3.25      | 0.44-3.08       | 0.65                     | 26     |

<sup>1</sup> OCKERMAN ve HANSEN (1988).

<sup>2</sup> STADELMAN ve ark. (1988).

Mekanik ayırmanın bir diğer dezavantajı da ısı işlem sonucu % 100 mekanik ayrılmış etin (bu durum mekanik ayrılmış hindi etlerinde daha çok görülür) kas fibrillerinin yapısının bozulması ve üründe kaba bir yapı oluşmasıdır. MAE'in tek başına et ürünleri üretiminde kullanılması, tüketici açısından kabul edilebilir yapının oluşmasında önemli olan protein bağlanmasında problem yaratabilir. MAE'lerde bu problemin giderilmesinde, soya proteini başta olmak üzere değişik protein kaynaklarının ürüne ilavesi veya ekstrüzyon ve ısı muamelesinin birlikte uygulanması alternatif çözüm yollarındandır (LAMPILA ve ark. 1985).

## 5. OKSİDASYON VE RENK ÜZERİNE ETKİLERİ

Mekanik olarak kemik ayırma işlemi, genellikle kemik iliğindeki hem pigmenti ve lipid bileşiklerini serbest bırakarak, etteki oranlarının artışına neden olur. Daha yüksek orandaki hem pigmenti MAE'in rengini etkiler, eti daha koyu renkli yapar ve bu etlerin üretim kullanım oranını sınırlandırır (FRONING ve JOHNSON 1973; FRONING 1977; OCKERMAN ve HANSEN 1988; SHAHIDI ve ark. 1992). Mekanik ayırma işlemiyle lipid içeriğinin, özellikle doymamış yağ asitleri oranının artması sonucu, etin hem pigmentleri lipid oksidasyonunu katalize ederek arzu edilmeyen flavorun gelişmesine de neden olur. Yalnız, MAE'lerde lipid oksidasyonunun tek nedeni bu değildir. Kemik ayırma işlemi sırasında lipidlerin basınca, sıcaklık artışına ve oksijenle yoğun temasa maruz kalması da lipid oksidasyonunun hızlanmasına neden olur (MOERCK ve BALL 1974; OCKERMAN ve HANSEN 1988; SHAHIDI ve ark. 1992).

Et endüstrisinde MAE'in başarı ile kullanılması ve stabilitesinin korunmasına yönelik uygulamalar için ilk şart MAE lipidlerinin ve bunlarda oluşan değişimlerin belirlenmesidir. Oksidasyon 10°C'ın üzerinde çok hızlı bir şekilde oluşmakta ise de -30°C'da bile problem olabilmektedir. Oksidasyonu önlemek için mekanik ayrılmış ete antioksidan ilavesi yararlı olabilir. Fakat, dokuda çözünürlükleri az olan fenolik antioksidanların kullanılmaması gerekir (DAWSON ve GARTNER 1983; OCKERMAN ve HANSEN 1988).

MAE'lerin CO<sub>2</sub> ile soğutulması oksidasyonu artırıcı etki gösterir. Bununla birlikte, CO<sub>2</sub>, ısıyı düşürmek ve mikrobiyolojik büyümeyi kontrol etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Soğutma amacıyla kullanılan sıvı nitrojen ise oksidasyonu artırıcı etkisi olmadığı için CO<sub>2</sub> ile soğutmaya alternatif bir uygulamadır (OCKERMAN ve HANSEN 1988).

## 6. EMÜLSİYON ÖZELLİKLERİ VE SU TUTMA KAPASİTESİ

Mekanik olarak ayrılmış, elle ayrılmış et kadar iyi bir emülsiyon kapasitesi ve su tutma kapasitesine sahip olup, emülsiyon stabilitesi ise elle ayrılmış etlerden biraz daha iyidir. Mekanik olarak ayrılmış etin donmuş depolanması emülsiyon kapasitesini düşürür. Donmuş depolama sıcaklığı ne kadar yüksekse emülsiyon kapasitesi de o kadar azalır. Formülasyondaki MAE miktarı arttıkça karışımın viskozitesi de artar. MAE'nde deri miktarı arttıkça, artan yağa bağlı olarak emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesinde az da olsa bir düşme olur (OCKERMAN ve HANSEN 1988; STADELMAN ve ark. 1988; BAKER ve BRUCE 1995).

Emülsiyon et ürünlerinde kullanım açısından mekanik olarak ayrılmış et, elle ayrılmış olan etlerle karıştırıldığında, bağlanma özellikleri, ürünün soyulma kolaylığı, yağını dışarı verme derecesi ve tütsüleme büzüşme durumları yönünden önemli bir fark olmadığı ve MAE'in bu kalite kriterleri göz önünde bulundurulduğunda, iyi özellikler gösterdiği saptanmıştır. Bu durum, bağ dokusu düzeyindeki azalmaya ve pH'daki artışa bağlıdır. (OCKERMAN ve HANSEN 1988). Mekanik olarak ayrılmış et pH'sındaki artış kırmızı kemik iliğinden (pH 6.8-7.4) ve kemikteki kalsiyum fosfattan kaynaklanır (THOMSEN ve ZEUTHEN 1988). MAE, elle ayrılmış etlerle karıştırıldığında su tutma kapasitesinde artış görülür. Bu da emülsiyon oluşumunu, etin işlenmesini, depolama, pişirme ve dondurma özelliklerini olumlu yönde etkiler. Artan pH ile su tutma kapasitesinde iyileşme gözlenirken, kalsiyum, mağnezium, potasyum, demir ve bakır seviyelerindeki artış su tutma kapasitesini olumsuz etkiler. Dondurma, özellikle yavaş dondurma su tutma kapasitesini azaltır. Eğer MAE optimum koşullarda işleme tabi tutulursa, su tutma kapasitesi elle ayrılmış etle hemen hemen aynı düzeyde olur (OCKERMAN ve HANSEN 1988; STADELMAN ve ark. 1988).

## 7. MEKANİK AYRILMIŞ ETLERİN ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

Mekanik olarak ayrılmış kırmızı etler sığır eti esaslı köftelere, yeniden yapılandırılmış ürünlere, taze, tütülenmiş ve pişmiş sosis tipi ürünlere, soslara, sürülebilir ürünlere, kuru çorba karışımları ve diğer bazı "fast-food" ürünlerine ingredient olarak katılabilir. Mekanik olarak ayrılmış kanatlı etleri ve balık etinin diğer et kaynaklarına göre daha ucuz olması bu etlerin düşük fiyatla satılan ürünlere kullanımını yaygınlaştırmıştır (MEGARD ve ark. 1985; OCKERMAN and HANSEN 1988). Normal olarak elle ayrılmış ete mekanik ayrılmış et yüksek oranda karıştırılırsa tat ve genel kabul edilebilirlik skorları azalır, renk koyulaşır. Bazı ürünlere kıvam ve sululuk skorlarında % 10-20 artış olur. Bu yüzden mekanik olarak ayrılış etin elle ayrılmış ete katılması genellikle sınırlandırılmıştır. MAE uygun oranlarda et karışımına eklendiğinde, kemik iliği ve kemik miktarına bağlı olarak, son ürünün lezzetinde, tekstüründe ve sululuğunda kemik iliğinin kimyasal özelliklerinden kaynaklanan artışlar görülür. Önerilen oran % 5-20 (genellikle % 10) civarındadır. Et ürünlerinde ingredient olarak kullanıldığında, mekanik ayrılmış etlerin koyu rengi ve sulu kıvamı, genellikle soya proteinleriyle karıştırılarak, soya ürününün daha açık rengi ve elastiki yapısıyla dengelenir (OCKERMAN ve HANSEN 1988; MEGARD ve ark. 1985; SCOTT ve BAKER 1989).

MAE çorba ve köfte yapımında kullanılmakla beraber, yüksek oranda parçalanabilme özelliğinden dolayı emülsiyer ürünlerde kullanıma çok uygundur. MAE'ler yüksek oranda nem içerdiğinden bunlardan üretilen frankfurterlere daha az su eklenir ve mekanik ayrılmış et ile hazırlanan ürünlere nem miktarı fazla olduğu için üründe kabuk oluşmaz. MAE'lerin belirli oranda kullanımı ile üretilen ürünlere fiyat önemli ölçüde düşük olduğundan, bugün et ürünleri üretiminde kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır (OCKERMAN ve HANSEN 1988).

ABD'de MAE iki gruba ayrılarak kullanılır. Bunlardan biri 10 analiz ortalamasında % 14, tek bir analizde % 13 minimum protein ve 10 analiz ortalamasında maksimum % 30, tek bir analizde ise maksimum % 33 yağa izin verilen grup, diğeri ise protein veya yağa bu şekilde sınırlama getirilmeyen, sadece yağ içeriği düşük olan ürünlere kullanılmasına izin verilen MAE'lerdir. ABD'de mekanik ayrılmış etlerin bebek besinlerinde, preslenmiş jambonda, dilimlenmiş sığır etinde, hamburgerde, kürlenmiş domuz etinde kullanılması istenmez. Sığır eti köftelerinde tütülenmiş ve pişirilmiş sosislerde, haşlamalık olarak hazırlanmış etlerde, soslar ve benzeri ürünlere sınırlı oranlarda kullanılabilir. Eğer mekanik olarak ayrılmış et 20 mg veya daha fazla kalsiyum içeriyorsa etikette mutlaka kalsiyum düzeyinin belirtilmesi gerekir. Danimarka'da ise, et ürünlerinde ingredient olarak kullanılan MAE, ürün formülasyonuna % 2'nin üzerindeki oranlarda katılıyorsa etikette belirtilmesi gerekmektedir. Yine, Avustralya'da ürün üzerindeki etikette "yenilebilir mekanik ayrılmış et" diye belirtilmekte ve maksimum kalsiyum, nem ve minimum protein içeriği bildirilmektedir (OCKERMAN ve HANSEN 1988; BAKER ve BRUCE 1995).

## SONUÇ

Mekanik ayrılmış et, ucuz et kaynağı ve bağlayıcı ajan olarak et ürünlerinin bir kısmında kullanılabilir. Ucuz olmasına rağmen çeşitli dezavantajlarının olması etiket üzerinde belirtilmesini zorunlu kılar. Mekanik ayrılmış etlerin raf ömrünü uzatmak ve mikrobiyel kalitesini iyileştirmek için pH ayarlaması, tuzla karıştırma, pastörizasyon, antioksidantlar ve polifosfat eklenmesi, santrifüjleme, elle ayrılmış et ve bitkisel proteinlerle karıştırma, ekstrüzyon ve tekstrüzyonla (şekillendirme, kıvam, yapı v.s kazandırma) şekil verme gibi yöntemler uygulanabilir. Ürünün kullanım çeşitliliğini artırmak için tekstrüzyon en uygun yol olarak görülmektedir (KUMAR ve ark. 1983).

Mekanik ayrılmış et ekonomik olması nedeniyle hayvansal protein açığının kapatılmasında iyi bir kaynak oluşturur. Son yıllarda diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de özellikle MAKE üretimi ve kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu etlerde stabilitenin belirlenmesi ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi yönünde araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

**KAYNAKLAR**

- BAKER, R.C., BRUCE, C.A. 1995. Further processing of poultry. In *Processing of Poultry*. Ed. G.C. Mead. Chapman and Hall, London.
- BIJKER, P.G.H., VAN LOGTESTIJN, J.G., MOSSEL, D.A.A., 1987. Bacteriological quality assurance (BQA) of mechanically deboned meat (MDM). *Meat Sci.* 20:237-252.
- DAWSON, L.E., GARTNER, R., 1983. Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. *Food Technol.* 37(2) 112-116.
- DAWSON, P.L., SHELDON, B.W., BALL, H.R. 1988. Extraction of lipid and pigment components from mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* 53(6): 1615-1617.
- FRONING, G.W., JOHNSON, F. 1973. Improving the quality of mechanically deboned fowl meat by centrifugation. *J. Food Sci.* (38): 279-281.
- FRONING, G.W. 1976. Mechanically-deboned poultry meat. *Food Technol.* 30 (9): 50-63
- KOLOZYN, K., 1987. Microbiological problems of mechanically deboned pork meat production and Processing. Proceedings of European Meeting of Meat Research Workers, 33(1, 2, 3): 56-59.
- KOOLMES, P.A., BIJKER, P.G., VAN LOGTESTIJN, J.G., TUINSTRAMELGERS, J., 1986. Histometrical and chemical analysis of mechanically deboned pork, poultry and veal. *J. Anim. Sci.* 63:1830-1837.
- KUMAR, S., WISMER, P.J. 1983. Methods of improving mechanically deboned poultry meat quality. A Review. *Avian Research.* 67 (3): 108-115.
- LAMPILA- L.E., FRONING, G.W., ACTON, J.C., 1985. Restructured turkey products from texturized mechanically deboned turkey. *Poultry Sci.* 64:653-659.
- MAST, M.G., UIJTENBOOGAART, T.G., GERRITS, A.R., DECRIES, A.W., 1982. Effect of auger and press-type mechanical deboning machines on selected characteristics of mechanically deboned poultry. *J. Food Sci.* 47: 1757-1762.
- MEGARD, D., KITABATAKE, N., CHEFTEL, J.C., 1985. Continuous restructuring of mechanically deboned chicken meat by HTST extrusion-cooking, *J. Food Sci.* 50: 1364-1369.
- MOERCK, K.E., BALL, H.R., 1974. Lipid autoxidation in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* 39:876-879.
- MRAVCOVA, I., LUKACKA, J., STRELECKA, D., RYBAROVA, B., 1984. Technology of technical deboning of poultry meat- effect of processing, packaging and transport on meat quality. *Hydinarsky Priemysel.* 26 (5/6): 197-207.
- OCKERMAN, H.W., HANSEN, C.L., 1988. Edible tissue bone. In *Animal By-Product Processing*. Ed. Ockerman H.W. and Hansen C.L.: Ellis Horwood Ltd, Chichester, England. pp 158-175.
- PARRY, R.T. 1995. Technological developments in pre-slaughter handling and processing. In *Processing of Poultry*. Ed. G.C. Mead. Chapman and Hall, London. pp. 65-101.
- RAY B., FIELD, R.A. 1983. Bacteriology of restructured lamb roasts made with mechanically deboned meat. *J. Food Protect.* 46 (1) : 26-28.
- SCOTT, D.L., BAKER, R.C. 1989. Frankfurters made from broiler and turkey neck mechanically deboned using two different machines. *Poultry Sci.* 68:1653-1657.
- SHAHIDI, F., SYNOWIECKI, J., ONODENALORE, A.C., 1992. Effects of aqueous washings on colour and nutrient quality of mechanically deboned chicken meat. *Meat Sci.* 32:289-297.
- STADELMAN, W.C.J., OLSON, V.M., PASCH, G.A.S., 1988. Egg and poultry-meat processing. Ellis Horwood Ltd. Sistr. Chishester, England, p:211.
- THOMSEN, H.H., ZEUTHEN, P. 1988. The influence of mechanically deboned meat and pH on the water-holding capacity and texture of emulsion type meat products. *Meat Sci.*
- TRZISKA, T.L., UIJTENBOOGAART, T.G., SCHREURS- F.J.G., 1993. Myofibrillar protein isolate from mechanically deboned chicken meat. Characteristics from various procedures. *Fleischwirtschaft*, 73: 1049-1071.