

BELGE 2

Mehmet ERDEMİR
Genel Müdür
KARADENİZ BAKIR İŞL. A.Ş.
Özel

ZİYA GÖKALP CAD.
NO 17/8 ANKARA
TELEFON 95 10 30

07 1061/5663

Sayın Nerim Yula
Çağdaş Metal-İş Sendikası
Şube Başkanı

05.1975

İrmak cad. İbrahim Müteferrika
sok. No. 2
SAMSUN

Sayın Başbakan Süleyman Demirel'e geçtiğiniz 16.4.1975 tarihli telinizde "DISK'e bağlı mühendisler Karadeniz Bakır İşletmeleri A.Ş. de çalışan işçilere yoğun baskı yapmaktadırlar. Bu durumun önlenmesi için alfa ve emrin ilgililere verilmesini rica ederis" denilmektedir.

"DISK'e bağlı mühendisler" deyiminden neyin kastedildiği açık olarak anlaşılmamakla birlikte daha önce bana da gönderdiğiniz bir telgraftan çıkardığım sonuca göre, bu deyimle bundan bir süre önce Samsun İşletmesinde kurulan ve DISK'e bağlı olarak faaliyet gösteren ikinci sendikayı ve yakın zamanda bu sendikaya üye olmuş bulunan mühendisleri kastedtiğiniz anlaşılmaktadır.

Konu tarafımdan daha önce incelettirilmiş ve söz konusu mühendislerin, yasal olarak kurulmuş bir sendikaya yasal haklarını kullanarak girmekten öteye bir hareketlerinin görülmediği tesbit edilmiştir.

Yine yaptırdığım incelemelere göre, söndü edilen mühendislerin işçilere baskı yapmadıkları anlaşılmıştır. Ancak delillere dayanan somut baskı olayları varsa bunların tarafıma bildirilmesi halinde gereken işlemin yapılacağı tabiidir.

Bilginisi rica ederis.

MEHMET ERDEMİR

GENEL MÜDÜR

4 Haziran 1975 de işletmede yetkili sendikayı saptamak üzere bir referandum yapılmış, ancak referandum işçilerin bir kısmının tatilde olması dolayısıyla 347 ye karşı 344 oyla Çağdaş Metal-İş lehine sonuçlanmıştır. Bu sayı kayıtlı üyelerin salt çoğunluğu olan 359'u sağlamadığından Maden-İş durumu iş mahkemesine aksettirmiştir.

Yetkinin Çağdaş Metal-İş'e verilmesi olayı sırasında Çağdaş Metal-İş'in üye kayıt fişleri üzerinde tahrifat yaparak ve sahte imzalar kullanarak yolsuzluk yaptığı anlaşılmış ve bu yoldaki müracaatlar sonucu, daha sonra savcının yaptığı araştırma da işçilerin bu iddiasını doğrulamıştır. Bu arada 68 işçi daha Çağdaş Metal-İş'ten Maden-İş'e geçmiştir. Bütün bu haksızlık ve yolsuzluklar iş huzurunu tamamen bozmuş, gerginliği arttırmıştır.

Tam bu sıralarda işletmede çalışan iki mühendisin işine son verilmiştir. Bunlardan biri iki senedir aynı işletmede çalışmakta olan Halim Duran'dır. Yüksek mühendis Halim Duran'ın çalışmasından işverenin memnun olmadığı, kendisinden beklenenin % 5 ini bile veremediği gerekçesiyle işine son verildiği belirtilmiş, kararın siyasî amaçlı olmadığı vurgulanmak istenmiştir.

Oysa fabrikayı işletmeye alan, çalışkanlığı, bilgi ve tecrübesi çalışma arkadaşlarınca da bilinen Halim Duran, KBİ Samsun İşletmelerindeki aksaklıklar ve giderilmesi konularındaki raporları ile yöneticileri sık sık uyarmıştır. Bu iki mühendisin işten atılması, «bardağı taşıran son damla» olmuş, işçiler, 1 Ağustos 1975 de direnişe geçmişler, işverenden atılan mühendislerin görevlerine iadesi ve sahtekârlık yapan Çağdaş Metal-İş sendikacılarının tespit edilerek gereken yasal işlemlerin yapılmasını istemişlerdir.

Daha sonra Ankara'dan uzmanlar mahkemeler aracılığıyla gönderilmiş, evrak tetkik ettirilmiş, 147 sahte üye kaydı 23 sahte noter istifası (işçilerin Maden-İş'ten istifa ettiğine dair) ve üye kartları üzerinde 10 giriş tarihi tahrifatı ortaya çıkarılmış ve iş mahkemesi daha önce Çağdaş Metal-İş'e verilen yetki hakkında ihtiyat-ı tedbir (kararı durdurma) kararı almıştır.

Bundan sonra direnişte bulunan mühendisler bir protokol yaparak tekrar göreve başlamak istemiş, işçiler de aynı düşünce ile direnişte olmalarına karşın, Flash fırınına sıcak tutmuş, her an işbaşı yapmak üzere işverenin yaklaşımını beklemişlerdir. Birkaç maddelik bir protokol taslağı belirlenmiş, işverene (yetkili yasal bir sendika olmadığından) kendileri tarafından anlatılmış, bu maddeler üzerinden bazı ödünler vererek de olsa işe başlamak istediklerini bildirmişlerdir. Ancak işveren bu isteklere kayıtsız kalmıştır.

Soruna çözüm bulabilmek için kendilerinden yaklaşım beklenen yöneticiler, çeşitli uydurma basın beyanları vermiş ve ısrarla fabrikaya polis sokma çabası içinde oldukları öğrenilmiştir.

PATLAMA OLAYI

18 Ağustos gecesi saat 03'30 sularında fabrikada flotasyon tesisini besleyen konveyör bandın elektrik kontrol tablosunda bir patlama olmuştur. Tabloyu koruyan kulübe yer yer çatlamış, elektrik panosu hasar görmüştür. Böylece band durmuş, flotasyon tesisinde besleme faaliyeti engellenmiştir. Ancak toplam zarar 10-15 bin lira civarındadır ki bu rakam teknik müdür muavini Avni Çomu tarafından verilmiştir. Hasarın onarılması veya şimdilik bandın manuel olarak kontrol edilerek çalıştırılması mümkündür, kolaydır. Yeni ve otomatik bir kontrol tablosu 200 bin TL civarındadır. Oysa o gün basında zararın 50 milyon TL olduğu bildirilmiştir.

Patlama olayı öncesi akşamı Samsun A.P. milletvekili Hüseyin Özalp'in şehir kulübünde işverenle toplantı yaptığı bilinmektedir.

Ertesi sabah, patlama olayı ile ilgili olarak işverene çok ağır hakaretler yağdıran bir bildiri, kimin yazdığı ve dağıttığı saptanamadan fabrika önünde sergilenmiştir. Provokasyon niteliğindeki bildiriyle hiçbir ilişkileri olmadığını direnişe katılan işçiler ifade etmişlerdir. Aynı sabah 5'i mühendis olmak üzere 17 kişi öncelikle tutuklanmış, 38 saat sonra serbest bırakılmış ancak bu arada 158 işçinin işine son verilmiştir. Tabii patlama olayı arkasından polis fabrikaya girmiş ve tam kontrol sağlamıştır.

19 Ağustos ve takibeden günlerde yeni yeni listelerle işçilerin iş akitleri feshedilmiştir. Bu arada 11 Maden-İş üyesi bekçi işe alınmayınca mahkemeye başvurmuşlardır. İşçilerin işten çıkarılması ve mühendislerin sözleşmelerinin iptali işverenin iş hakimini fabrikaya çağırıp zaman zaman (3 defa) yoklama yaptırması ve arka arkaya 3 gün gelmemiş elemanların iş kanununun 17. maddesine dayanarak yapıldığı açıklanmıştır. İş akitlerinin feshi noter ve PTT yoluyla atılanlara bildirmişse de bazı mühendis ve işçiler resmi yazıyı almadıklarını söylemişlerdir.

21.8.1975 sabahı işine son verilenleri işletmeden çıkartmak amacıyla polis ve komando birlikleri fabrikaya girmiş, atılmış olanların işletmeyi terketmelerini istemiştir. Bunun üzerine tüm Maden-İş üyeleri işyerini olaysız terketmiş ve direnişe katılmışlardır.

Böylece fabrikada çoğu vasıfsız işçi olan Çağdaş Metal-İş üyeleri kalmıştır. Direnişin başladığı günlerde (3 Ağustos) Çağdaş Metal-İş üyeleri «can güvenliği olmadığı» gerekçesiyle arka arkaya 3 gün (6 Ağustos gününe dek) işe gelmemiş, ancak sözü edilen komando birliği nezaretinde işbaşı yapmışlardır. İş kanununun 17. maddesi gereğince bunlar hakkında da diğer işçilere uygulanan işlemler yapılması zorunlu olduğu halde, işveren bu işçiler için hiçbir uygulamaya geçmemiş, «daha sonra işbaşı yaptıkları için bunların belki yönetim kurulunca affedileceği» ifade edilmiştir.

Olaya Devlet Güvenlik Mahkemesi el koymuş olup sürekli olarak, olayın takibatını yapmaktadır. Olayın işveren tarafından tertiplendiği söylentileri anlamlı görünmektedir, çünkü fabrikaya yapılacak en zararsız sabotaj, söz konusu elektrik panosu olabilirdi. Üretimi durdurmak veya büyük hasar yaratmak niyetinde olan biri için çok daha elverişli noktaların olduğu su götürmez bir gerçektir.

Mühendis ve işçiler bir an evvel hasarı onararak üretime başlamak istemekte, ne var ki duruma bir çözüm getirmek açısından tek bir çıkış mümkün görünmektedir, o da bir protokolla işvereni razı etmek.

Halen 429 işçi direniş yapmakta, her gün yeni listelerle bir kısmının işten atıldığı belirtilmekte, 17 mühendisin işine son verilmiş olup, iş mahkemesinin sendikaların yetkisi konusundaki anlaşmazlığı 9 Eylül günü karara bağlayacağı bilindiği halde karar 22 Eylül'e ertelenmiştir. Sonunda yetkinin Maden-İş'e verilmesi kararına varılmış ve yargının adaleti gerçekleşmiştir. Son aşamada sendikal özgürlük uğruna işten atılan işçilerin tekrar işe alınmaları hedeftir.

SONUÇ :

Başlangıçta ifade edildiği gibi, olay geniş boyutlara sahiptir ve bu açıkça görülmektedir. Klâsik bir işçi-işveren anlaşmazlığı olmayıp, tamamen ayrı

nitelikte iki sendikanın yetki alma mücadelesi ve bu mücadelede taraf tutan siyasî ve toplumsal güçlerin açığa çıkan kavgalarıdır. Teknik elemanların işçi ile bütünleşmek yönündeki eğilimleri onların da bazı güçlerin hiddetine maruz kalmalarına ve işten atılmalarına neden olmuştur. Olayda teknik eleman-ışçi dayanışması dikkati çekmektedir.

Bu arada şunları da not etmek gereği görülmüştür :

1. Mühendis ve işçiler tüm olanlara rağmen üretime devam edebileceklerini ve hattâ eski seviyeyi açabileceklerini söylemektedirler ve bu bizce de mümkün görülmüştür. Mühendis ve teknisyenler işverenle anlaşıp, eski işçi kadrosu ile işe başladıkları takdirde en geç 8 gün içinde bakır üretimini gerçekleştirebileceklerini belirtmektedirler.
 2. Şu sıralarda işverenin üretimi yapabilmek için yurt içi ve yurt dışından eleman sağlamak istedikleri doğrudur. Ancak, uygulanan teknolojinin özelliği dolayısıyla ihtisaslaşmayı gerektiren uzun bir süre için bakır üretiminin imkânsız olduğu görüşündeyiz.
 3. Patlama olayı sonrasında fabrikanın polis ve asker tarafından boşalttırılması sırasında olay çıkmadığı ve işçiler az tartaklandığı için (!) Samsun Emniyet Müdürünün ertesi gün görevinden alınması dikkate değerdir.
 4. Yabancı kumpanyaların hataları yüzünden 4 yıldır çalışmayan asit fabrikasının yıllık 365.000 ton üretim kaybı üzerinde durulmazken işçilerin 2 aylık direnişi nedeniyle üretim kaybı hesaplarına girilmiştir. İşletme yöneticileri kendi teknik iflaslarını çalışanların sırtına yüklemeye çalışmaktadır. Zaten fabrika çalıştığında zararı çalışmadığından daha fazla olmaktadır. Çünkü tonu 40.222 liradan mal edilen bakırın dış pazarlara satışı tonu 14.000 - 16.000 liradan yapılmaktaydı. Bu da işletme yöneticilerinin ne denli başarılı (!) olduklarını kanıtlamaktadır. Fabrikanın 1974 zararı 105 milyon liraydı.
 5. Fabrikanın geçmiş yıllardaki zararının nedeni, Murgul'daki üretimin dışa bağımlı kılınması, fabrikaya yeterince hammadde sağlanamaması, fabrikada operasyon ve montaj hataları bulunmasıdır. Fabrika, projeye göre % 98,63 randımanla çalışması gerekirken % 75,70 (1974-75 yılı) randımanla çalışmakta, bu da zararın bir göstergesi olmaktadır. Bazı üniteler sık sık arıza yapmakta, cevherin toz halinde kaybı büyük olmaktadır. Fabrika tam kapasiteyle çalışmamaktadır.
 6. Tamamen işverenin hatasından doğan bu olay sonucu üretimi duran fabrikada bir aylık zararın 100 milyon TL olduğu yöneticiler tarafından bildirilmiştir. Aslında bu, bazı siyasî düşünceler uğruna ülke ekonomisini hiçe sayan ve gereğinde milliyetçi geçinenlerin milliyetçiliğine açık ve somut bir örnektir.
- İşçiler lehine bir anlaşmayla fabrika üretime başlatılmalı, sendika seçme hakkı gerçek bir özgürlük olarak işletmede sağlanmalı ve teknik elemanların da işçi sendikaları içinde örgütlenmelerine olanak sağlanmalıdır. Atılan mühendisler eski görevlerine iade edilmeli, yolsuzluk yapan sendikacılar saptanarak gerekli yasal işlemler yapılmalıdır.
- Kuşkusuz bunlar birtakım şartların gerçekleşmesi ve ülkede genel uygulama ortamı bulan faşist yönetimle sıkı sıkıya ilişkilidir. Gerçek demokrasinin tüm ülkede sağlandığı gün, bu tür problemlere kesin çözüm bulunmuş olacaktır.

İŞSİZLİK SORUNU ve BİR ÇAĞRI...

Kimya mühendislerinin sayısı günden güne artıyor. Bu yıl sonunda yurdumuzda kimya mühendisi sayısı yaklaşık olarak 6200 olacak. Ne yazık ki teknik elemanlar içinde en yüksek işsizlik oranına kimya mühendislerinde rastlıyoruz. Bunun nedenlerini araştırmak gerekir. Hemen yüzeyde görünen bazı gerçekler var.

Türkiye'de özellikle 1960 dan sonra hızla nan çarpık sanayileşme çabaları içinde kimya sanayii ve ilgili sektörlere yatırım çok fazla oldu. Örneğin kimya sanayii ile ilgili işyeri sayısı 1963-1973 arasında % 100 arttı. İmalat sanayiine yapılan yatırımların içinde kimya ile ilgili olanlar 1963 de % 6,6 iken, 1968 de % 18,9 a yükseldi. Bu oran batının gelişmiş toplumlarında bile bu kadar yüksek değil. Ancak sadece nicelik değişimine bakmak, değişimin niteliğini görme mek, burada olduğu gibi bizi yanıltır. Bu nasıl sanayileşmedir ki, o geliştikçe işsizlik de gelişir? Bu noktada sanayimizin niteliğine bakmak gerekiyor.

Sanayimiz genel olarak dışa bağımlı, montajcı ve büyük ağırlıkla tüketim malları üretimine yönelik bir yapı gösteriyor. Patent, lisans, know-how anlaşmalarıyla yabancı sermayenin güdümünde kurulan anahtar teslimi fabrikalar, son derece yüksek ücretli yabancı teknik elemanların eğitim alanı oluyor. Yerli teknik eleman anahtarını teslim aldığı fabrikayı anahtarı kendisine devredildikten sonra tanımaya, öğrenmeye başlıyor. Böylelikle bir yandan yerli teknolojinin, teknik bilginin üretim ve gelişimi engellenirken, bir yandan da işsiz dolaşan teknik elemanlarla alay edercesine, yüksek ücretle yabancı teknik eleman istihdam ediliyor. 1970 yılında yerli teknik hizmet tutarı 237 milyon TL. iken, yabancı teknik hizmet tutarı 1 milyar 343 milyon TL. idi Yani biri diğerinin altı katı.

Öte yandan yatırımlar ağırlıklı olarak tüketim malları üretimine yönelik. Böyle olunca doğal olarak tüketim teşvik edilecek. Oysa yeni iş sahaları açmak için yatırım malları ve ara malları üretmek gerek. Ama kapitalist üretimde itici güç daha fazla kâr isteğidir. Yatırım sadece daha fazla kâr edilebilecekse yapılır. Toplumsal yarar söz konusu değildir. Örnek vermek gerekirse 3. Beş Yıllık Kalkınma Planına bakmak yeter: Bu dönemde ara ve yatırım malları ithalatı, tüm ithalatımızın % 90 ını oluşturuyor; buna karşılık makina ve makina aksamı gibi yatırım ve ara malı ihracatı tüm ihracatımızın % 0.5 i oranında kalıyor.

Böylelikle yatırımların ve bunların içinde kimya sanayii yatırımlarının payının nicelik olarak artmasına rağmen, işsiz kimya mühendisi sayısı da artıp gidiyor. Ekonomik gelişme, büyüme her yıl artan çalışma bilir nüfusa iş yaratacak olumlu bir dinamizme sahip değil. Böylece sorunun ekonomik işleyişten kaynaklandığını, sadece kimya mühendisleri değil tüm işsizler için temelde aynı kaynaktan çıktığını görüyoruz. Sorun tüm çalışanların sorunudur. Bu bakımdan çok daha geniş boyutlarıyla incelenmesi gerekir.

Özellikle son aylarda uzun zamandır iş arayan, çeşitli haksızlıklara uğrayan meslektaşlarımızın Odamıza başvurması, öte yandan yüksek oranda işsizliğin meslektaşlarımız için yıllardan beri varolması bu konuya daha yakından eğilme gereğini ortaya çıkardı. Şimdi yönetim kurulu olarak meslektaşlarımızı bu çok önemli soruna eğilmeye çağırıyoruz. İlgilenmek isteyen üyelerimiz bu konudaki düşüncelerini ve deneylerini olanak olduğu ölçüde inandırıcı kaynak da göstererek bize aktarsınlar. Öte yandan olanağı olan işsiz meslektaşlarımızı da, deneylerini bize aktarmaya ve olanakları olduğu ölçüde bizzat bu çalışmaya katılmaya çağırıyoruz.

KMO Yönetim Kurulu

Enzim Teknolojisi ve Enzim Mühendisliği

Prof. Dr. Burhan PEKİN*
Ege Üniversitesi
Fen Fakültesi

Özet :

Willy Kühne'nin «Enzim» olarak tanımladığı biyokatalizatorlerin, gıda ve fermentasyon endüstrisinde kullanılmaları oldukça geriye gider. Örneğin; karbohidrazlar 1972, proteazlar 1950 ve sellüloz da 1952 yılından beri teknolojiye uygulama alanı bulmuştur. Bununla beraber dünya nüfustaki hızlı artış, enerji bunalımı, gıda ve ilaç sanayinin gereksindiği çok saf ürünlerin elde edilmesi gibi sorunlar; tıp ve biyoteknolojik yöntemlerin geliştirilmesi için doğal enzimler yerine bazı modifiye enzimlerin kullanılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır.

Modifiye (immobilize) edilmiş enzimlerin üstünlükleri şunlardır.

- 1) Enzimlerin kararlılığını artırır ve birçok kez yeniden kullanılabilme olanağını ortaya çıkarır.
- 2) Üretim ortamında kirlenme yapmadığı için ürünlerin saflığını ve kalitesini yükseltir.
- 3) Sürekli kolon düzeneklerinde kullanılabilir.
- 4) Endüstri koşullarına uygun yeni yöntemler uygulanabilir.

1960 yılından beri heterojen kataliz yöntem ve kurallarının bu tür enzimlere uygulanması ile yazımızın başında belirttiğimiz sorunların çözümlenmesini amaçlayan «Enzim Mühendisliği» adı altında yeni bir bilim dalı gelişmiştir. Bu amaçla 1971 yılında Amerika'da Kimya Mühendisliği Cemiyeti - Gıda ve Biyomühendislik alt bölümünce New Hampshire'de düzenlenen konferans çeşitli bilim dallarının uzmanlarınca büyük bir bilgi görmüştür. Enzim Mühendisliği dalı enzim teknolojisi için çok önemli olan şu sorunları çözümlmeye uğraşmaktadır:

- 1) doğal kaynaklardan saf enzim elde etmedeki maliyeti düşürmek,

2) aynı enzimi birçok kez kullanabilme yöntemlerini geliştirmek,

4) bol enzim üretimi için en uygun bir şekilde kullanılacak gerekli kaynakları geliştirmek,

5) sentetik enzimler ve enzim modelleri yapmak ve geliştirmek,

6) immobilize edilmiş enzimlerin kinetik parametrelerini saptamak ve endüstriyel alanlarda kullanılabilme olanaklarını araştırmak,

7) immobilize enzimler için uygun reaktör düzenlemek.

Tarihçe :

Glikoz çözeltisinin ya da üzüm suyu (şıra) gibi doğal ve basit şeker karışımlarının fermentasyon sonunda etil alkol ve karbon dioksit dönüşümü uzun yıllardan beri biliniyordu.

Eğer üzüm suyu ısıtılarak pastörize edilir ve fermentasyon aygıtının ağzı kapatılacak olursa reaksiyonunun durduğu gözlenir. İşte, Edward Buchner'in bu olayı da içeren deneysel raporlarına dayanarak 1897 yılında Pastör «Fermentasyon olayının canlı organizmalar tarafından meydana getirildiğini» öne sürdü. Bunu izleyen yıllarda, yukarıda sözünü ettiğimiz, «alkolik fermentasyonu» meydana getiren mikroorganizmalar da «maya yeast» olarak tanımlandı. Taze maya bir miktar saf su ile havanda ezilir ve süzülürse, süzüntü canlı hücrelerden arıtılmış olur. Fakat bu süzüntünün de ferment edebilme özelliğini koruduğu saptanmıştır. Bu süzüntü, üzüm suyu ile karıştırılır ve fermentasyon bitiminde fermentasyon karışımından alınan bir miktar çözeltinin de taze hazırlanmış yeni üzüm suyunu fermente edebildiği gözlenmiştir. Öyle ise canlı organizmalarda fermentasyon reaksiyonunun

* Halen Pennsylvania Üniversitesinde Fulbright Profesörü

hızlandıran fakat reaksiyon sonunda değişmemiş olarak kalan özel bir maddenin varolduğunu kabul etmek gerekiyordu. Bu özellik 1834 yılında J.J. Berzelius'un katalizör tanımına uyuyordu. İşte, biyolojik kaynaklarda oluşan bu özel maddeleri «biyo - katalizörler» olarak düşünmemiz gerekiyordu.

Willy Kühne biyo - katalizörler için «hücrede bulunan» anlamına gelmek üzere «enzim» deyimini ortaya attı. Bununla beraber bazı Alman ve Fransız kaynaklarında enzim yerine «ferment» deyiminin kullanıldığına rastlanmaktadır. Oysa bu deyim doğru değildir. Çünkü fermenti, enzimin organizmadan ayrılmamış hali olarak kabul etmek daha doğrudur. Enzimlere kimi zaman «Anzim» de denilebilirse de, bu deyim bilimsel terminolojiye uymamaktadır. İşte yukarıda sözünü ettiğimiz ve bazı şeker çözeltilerini alkol ve CO₂'e dönüştüren bu özel enzim «ZİMAZ (Zymase)»dır. Yapılan araştırmalar zimaz'ın glikozu birçok ara kademeler üzerinden alkole dönüştüren farklı enzimlerin karışımından oluştuğunu göstermiştir. Bugün zimaz içerisinde bulunan hangi enzimin, hangi kademe reaksiyonunu katalize ettiği kesinlikle saptanmıştır. Genellikle hemen hemen her reaksiyon için özel bir katalizör gereklidir. Ve bu tür reaksiyonlar, katalizörsüz ortamda pratik yönden önemsenmeyecek derecede çok yavaş olarak ilerlerler. Ancak çok fazla dış enerji verilmek suretiyle bir reaksiyon katalizörsüz olarak meydana getirilebilirse de reaksiyon hızı katalizörlü duruma kıyasla çok yavaştır.

Kimyasal reaksiyonları kilitli bir kapının açılması şeklinde düşünmek gerekirse, katalizörleri kapı kilidinin anahtarı olarak kabul etmek yerinde olur.

Anahtarsız bir kapı nasıl büyük bir çaba ve enerji harcayarak uzun bir süre çalışma sonunda açılabilirse, katalizörsüz bir reaksiyon da aynı şekilde zorlukla ve çok yavaş olarak meydana gelir. Her kapının özel bir kilidi olduğu gibi genellikle biyolojik reaksiyonları katalize eden enzimler de özeldir.

Kimi durumda biyolojik bir reaksiyon özel enzimi dışında başka inorganik katalizatörler ya da enzim modelleri tarafından da hızlandırılabilir. Örneğin,



formülüne göre sakkarozun hidrolizi sükras (sucrase) enzimi tarafından hızlandırıldığı gibi aynı reaksiyon H₃O⁺ iyonları ile de katalize edilebilir.

Bununla beraber enzimlerin aktiviteleri öteki katalizörlerden çok daha fazladır. Esas olarak tüm enzimler protein yapısındadırlar ve ancak yaşayan sistemlerde oluşurlar. Canlı organizmalarda meydana gelen reaksiyonların hemen hemen hepsi enzimler tarafından katalize ve kontrol edilir. Bu nedenle hayvan, bitki ve mikroorganizmalarda meydana gelen ENABOLİK ve katabolik olayların

tümünü farklı enzimler katalize ettiği için, bilinen enzimlerin sayısı çok fazladır ve her geçen gün yeni yeni enzimler bulunmakta ya da saf olarak ayrılmaktadır. Endüstriyel önemi olan pek çok reaksiyon, çeşitli canlı sistemlerde çok daha kolay ve normal koşullar altında meydana gelir. Öyle ise, endüstride enzimlerin kullanılması, çok yüksek basınç ve sıcaklık gibi koşulları gerektirmeyeceği, ayrıca kimyasal katalizörlere kıyasla çok daha etken olmaları nedeni ile büyük ekonomik ve pratik yararlar sağlayacağı açıktır. Enzimlerin ayrılmasının bugünkü gibi gelişmediği dönemlerde maya - ferment gibi mikroorganizmaların bileşiminde bulunan enzimlerden gıda teknolojisinde, fermentasyon gibi işlemlerde büyük ölçüde yararlanılıyordu. Bununla beraber mikroorganizmalarda bulunan birçok yabancı maddeler ile toksinleri reaksiyon karışımından ayırmadaki olanaksızlıklar ve daha başka sakıncalar sonunda birçok endüstriyel işlemlerde saf enzimlerin kullanılmasının daha yararlı olabileceği fikri doğdu. Ancak bu amaçla enzimlerin canlı organizmalardan ayrılma tekniğini geliştirmek, enzim kinetiği ve mekanizmalarını çok iyi anlamak ve kimi zaman endüstriyel koşullarda aktivitelerini uzun süre koruyabilmek özel enzim sistemleri hazırlama yöntemlerini bulmak gerekiyordu. Modifiye edilmiş özel enzimlere «İmmobilize enzimler» denilmektedir. İşte endüstride enzim kullanılmasındaki gereksinimler ve bunun için gerekli ve teknik çalışmalar «Enzim Mühendisliği» adı altında yeni bir uzmanlık dalının doğmasına neden olmuştur. Enzim Mühendisliğinin ortaya çıkışı ile son yıllarda dünyadaki enzim satışlarında önemli bir artış olmuştur. Aşağıdaki çizelgede değişik alanlarda dünyadaki enzim satışındaki artışlar görülmektedir.

ÇİZELGE :: 1

Kullanılma Alanı	1964 Milyon Dolar	1968 Milyon Dolar	1970 Milyon Dolar
Gıda	17,0	20,0	21,0
Tarım	5,5	8,0	8,4
Endüstri	4,4	7,0	7,4
İlaç Sanayii	2,8	4,0	5,0
Yıkama Sanayii	0,0	10,0	32,0
Toplam	29,7	49,0	73,8

Doğal Enzimlerin Gıda Teknolojisindeki Kullanılışı :

Bazı enzimlerin, özellikle gıda ve fermentasyon sanayiinde kullanılması oldukça eskiye gider. Aşağıdaki çizelgede bazı enzim türlerinin bu amaçla kullanılmaya başladığı yıllar görülmektedir. (Çizelge : 2.) Türkiye'nin bugünkü nüfusunu 40 milyon kabul edersek bu 2000 yılında yani 25 yıl son-

ra yaklaşık olarak iki katına ulaşacak ve 75 milyon geçecektir. Dünya nüfusu da 2000 yılında iki katını geçecektir. Birçok ülkelerde şimdiden gıda sıkıntısı olduğu bir gerçektir. Bu durum giderek artacaktır. Bunu önlemek amacı ile 1974 yılında Romada Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nin düzenlediği «Gıda ve Tarım Konferansında» çok ilginç önerilerde bulunulmuştur. Bunların arasında nüfus planlaması, besicilerin dengeli bir şekilde bölüşülmesi ve üretimin artırılması

gibi konular yer almaktadır. İşte bu nedenle gıda üretiminin artırılması amacı ile enzimlerin gıda teknolojisindeki kullanılışı çok büyük hızla gelişmekte ve yazımızın bundan sonraki kısmında belirtceği gibi «İmmobilize Enzim»lerin geliştirilmesi ile bu sanayi alanında çok ilginç projeler ortaya çıkmaktadır. Şimdi, gıda sanayiinde kullanılan bazı önemli doğal enzimlerden biraz söz edelim.

ÇİZELGE : 2

Enzim	Kullanış Alanı	Kullanılmaya Başladığı yıl
Karbohidrazlar	Çukolata Endüstrisi (Şuruplarda Viskozite kontrolü)	1929
Karbohidrazlar	Biranın Berraklaştırılması	1940
Karbohidrazlar	Unlu yiyeceklerde nişastayı modifiye etmek ve karakteristik özellikleri ortaya çıkarmak	1947
Karbohidrazlar	Meyva sularının berraklaştırılması	1950
Karbohidrazlar	Alkol Üretimi	1952
Proteazlar	Et Gevrekleştirilmesi	1952
Proteazlar	Hayvan yemi olarak kullanılan balık artıklarının modifikasyonu	1950
Sellulaz	Kahve konsantrasyonlarından vizkozite kontrolü	1952
Glikoz Oksidaz	Yumurtalı ürünlerin glikozdan arıtılması	1952
Katalaz	Konservelerde (oksijen çıkarılışı)	1955
Pektinazlar	Meyva suyu sanayiinde	1930
Lipaz	Peynir sanayiinde	1952

I EKZOAMİLAZLAR (α - Amilaz, β - Amilaz, malt diastaz v.b.)

Bu enzimler nişastanın glikozidik bağlarını hidroliz ederek, nişastadan mono ve disakkaritleri oluştururlar. Bu bakımdan böyle enzimlere «sak karifiye edici (ya da şeker oluşturan) enzimler» adı verilmektedir. Bu enzimlerin en çok kullananları β -amilazdır. Bu enzimin bilimsel adı 1,4 - glukon maltohidrolaz'dır. Bu enzim nişastayı % 85 oranında maltoza hidroliz eder. Diğer bir ekzoamilaz enzimi de α -amilaz'dır. α amilaz; nişasta şurubunun hidrolizinde ve meyva sularında pektin içinde bulunan nişastayı parçalayarak meyva sularının berraklaştırılmasında kullanılır. Ticarete malt amilaz adı ile satılan enzim α ve β amilaz karışımıdır, ve malt şurubu hazırlamakta kullanılır. Saflaştırılmış α -amilaz ve malt diastaz nişastalı yiyeceklerin hazırlanmasını kolaylaştırmak amacı ile ilaç olarak hazırlanan enzim preparatlarına katılmaktadır.

II. PEKTİK ENZİMLER (Pektinaz, pektin esterase, pektin metil esterase, poligalakturonaz v.b.)

Bu enzimler pektini hidroliz ettiği için meyva ve sebze sularının ve şarapların berraklaştırılmasında kullanılır.

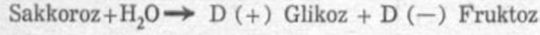
III. SELLULAZ (β -1; 4 - glukon - 4 - glukano hidrolaz; β -1,4 Poliglukosidaz, β -1,4 - glukozidaz v.b.)

Sellulozun glukozidik bağlarını kopararak sellulozu hidrolize uğratan enzimlerdir. Selluloz ürünlerini glikoza dönüştürmekte kullanılır. Saflaştırılmış selluloz, sellulozlu yiyeceklerin hazırlanmasına yardımcı olarak ilaç yapımında da kullanılır.

IV. İNVERTAZ

Sukraz (glikopironosil fruktofuranoz); β -fruktosidaz, glukozidaz gibi enzimler bu türdendir. Sak-korozun inversiyonunda kullanılır. İnversiyon so-

nunda meydana gelen fruktoz, sakkarozdan daha tatlı olduğu için şeker ve şekerli yiyeceklerin yapımında kullanılır.



$$[\alpha]_D = +66,5^\circ \quad [\alpha]_D = +52,5^\circ + [\alpha]_D = -92^\circ$$

$$[\alpha]_D = -20^\circ$$

Bu enzimler kristallenmeyi önleyici olarak da şekerli şuruplara ve reçellere katılmaktadırlar.

V. PROTEOLİTİK ENZİMLER (PROTEAZLAR, TRİPSİN, KİMOTRİPSİN, PAPAİN, RENNİN, RİSİN, BROMELAİN, PEPSİN gibi).

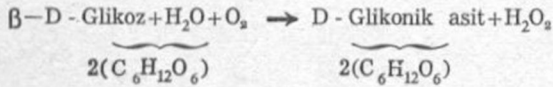
Bu enzimler etlerin ve su ürünlerinin gevşekleştirilmesinde, hayvansal ve bitkisel proteinlerin hidrolizinde, jelatin çözeltilerinin viskozitelerinin azaltılmasında, kazeinin çöktürülmesinde ve peynir sanayiinde kullanılmaktadır.

Proteolitik enzimler, bakterial amilazlar ile kombiye olarak unlu kraker, bisküvi ve ekmek yapımında fermentasyon başlatıcı ve gluten geliştirici olarak da kullanılır. Saflaştırılmış proteaz ve ya çinko - proteaz, proteinli yiyeceklerin hazırlanmasında yardımcı olarak ilaç yapımında da kullanılmaktadır.

VI. LİPAZLAR (Süt lipazları, bitkisel lipazlar v.b.) Lipitlerin hidrolizinde kullanılır.

VII. OKSİREDÜKTAZLAR (Glikoz - Oksidaz, Katalaz, Polifenol oksidaz, lipoksidazlar v.b.)

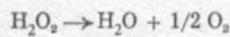
a) Glikoz Oksidaz



reaksiyonuna göre gıdalarda bulunan glikoz ve oksijeni ortamdaki uzaklaştırılarak konserve gıdaların bozulmasını önlemede kullanılır. Bazı koku ve tat yapıcı maddeler glikozla birleşerek gıdanın kalitesinde bozulmalara yol açacağı için bu işlemin yapılması son derece önemlidir. Oksijenin ortamdan uzaklaştırılması da konserve sanayiinde büyük önem taşımaktadır. Yukarıdaki reaksiyondan yararlanılarak biyolojik sistemlerde glikoz tayini de yapılabilmektedir.

b) Katalaz ve Peroksidazlar

Bu enzimler



reaksiyonunu hızlandırdığı için glikoz tayininde, glikoz oksidazlarla beraber olarak kullanılır. Ayrıca sütlerin H_2O_2 ile basit soğuk pastörizasyonu sonun-

da ortamdaki H_2O_2 ile basit soğuk pastörizasyonu sonunda ortamdaki H_2O_2 'yi çıkarmak için de kullanılmaktadır.

c) Polifenol Oksidaz

Bu enzim tirozinaz, katekolaz ve fenolaz gibi ticari adları da vardır. Bu enzim, çay fermentasyonu sırasında önemli bir rol oynar, Toplandıktan sonra bazı meyvaların da kararmasına yol açar.

Bu bakımdan meyvaların SO_2 v.b. gibi maddelerle muamele edilerek meyvalarda bulunan bu enzimden inhibe edilmesi gerekmektedir.

d) Lipoksidaz ya da Lipoksidazlar

Bu enzimler doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu katalize ederler. Gıdalarda bazı tat ve koku yapıcı maddelerin ve A vitamininin okside olmasına yol açtığı için bu enzimler inhibe edilmelidir.

VIII. FRUKTOZ İZOMERAZ

Özellikle mısır nişastası, A.B. Devletlerinde glikoz elde edilmesinde önemli bir ham maddedir. Mısır nişastasından elde edilen glikoza «Mısır Şeker» ya da «Dekstro» adı verilir. 1940 yılında «fungal amilaz» ile mısır şurubunun % 40 dekstroza dönüştürülecek bir patent sistem geliştirildi. Sonradan 1950 yılında bu enzim yerine «Glikoamilaz» kullanıldı. Enzimden pahalı olması nedeni ile son yıllarda asit - enzim prosesi geliştirildi. Bu işleme göre nişasta önce asitle hidroliz edilmekte. Fakat asit hidrolizi stokiometrik olarak tam olmadığından kalan karışım enzimatik hidrolize uğratılmaktadır.

Son yıllarda Japonya'da asit - enzim işlemi yerine enzim - enzim prosesi geliştirilmiştir. Bu işleme göre : Glikozdan elde edilen glikoz - 6 - fosfat, fruktoz izomeraz enzimi ile

D - Glikoz - 6 - Fosfat $\rightarrow$ D - Fruktoz - 6 - Fosfat dönüşümüne uğratılır. D - Glikoz - 6 - fosfattan da defosforilasyon yolu ile çok tatlı özellikte olan fruktoz elde edilir. Bu yoldan dünyadaki şeker eksikliğinin büyük ölçüde önleneceği düşünülmekte ve bu teknoloji büyük bir hızla gelişmektedir.

Enzimlerin doğal kaynaklardan elde edilme proseslerinin geliştirilmesi, model enzimlerin yapımı ve endüstriyel koşullara uyabilme özelliğini sağlayacak enzim modifikasyonları ile heterogen kataliz yöntemlerinin bu tür enzimlere uygulanması gibi sorunların çözülmesi amacı ile son 15 yıldan beri «Enzim Mühendisliği» adı altında yeni bir uzmanlık dalı geliştirilmektedir. Bu amaçla 1971 yılında Amerikan Kimya Mühendisliği Cemiyetinin Gıda ve Biyomühendislik Bölü-

münce New Hampshire'de düzenlenen konferans çeşitli bilim dallarınca büyük bir ilgi görmüştür. Konferansa katılanların % 25'i Kimya Mühendisi; % 26'sı biyokimya ve biyofizikçi; % 10'u mikrobiyolojist; % 11'i kimyager; % 8'i besin uzmanı; % 2'si tıp ve % 18'i de öteki bilim dallarındandır.

Çok yeni bir dal olan enzim mühendisliği; enzim teknolojisi ve biyoteknoloji için çok önemli olan şu sorunları çözümlmeye uğraşmaktadır:

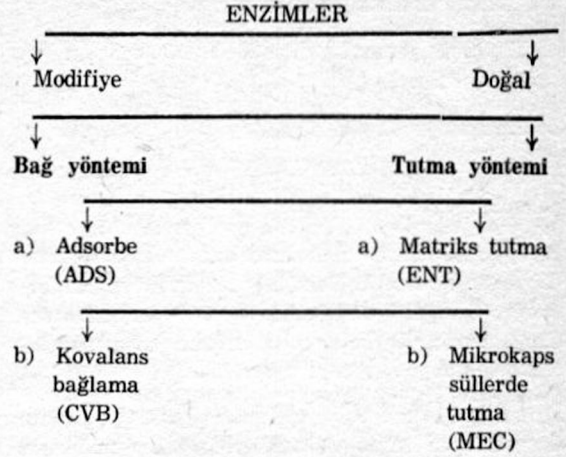
1. Doğal kaynaklardan saf enzim elde etmedeki maliyeti düşürmek
2. Aynı enzimi birçok kez kullanabilme yöntemlerini geliştirmek
3. Enzimlerin kararlılıklarını arttırmak
4. Bol enzim üretimi için en uygun bir şekilde kullanabilecek gerekli kaynakları geliştirmek
5. Enzim modelleri yapmak ve geliştirmek
6. Modifiye (immobilize) edilmiş enzimlerin kinetik parametrelerini tayin etmek ve bunların endüstriyel uygulamalarda kullanabilme olanaklarını araştırmak
7. Endüstride kullanılmak amacı ile immobilize enzimler için uygun reaktörler düzenlemek

Modern enzimoloji ve enzim kinetiğinde 1960 yılına değin yapılan çalışmalar bu yıldan sonra yukarıdaki sorunları da çözümlmeye yönelmiş ve bu amaca yardımcı olmak üzere Kimya Mühendisliği kinetiği ve termodinamiği, polimer kimyası, immunokimya, mikrobial genetik ve kromatografi çalışmaları geliştirilmiş ve bu araştırmalar «enzim mühendisliğinin» ana temellerini oluşturmuştur. Bu çalışmalar sonunda aşağıdaki yöntemler hızla geliştirilmeye başlanmıştır.

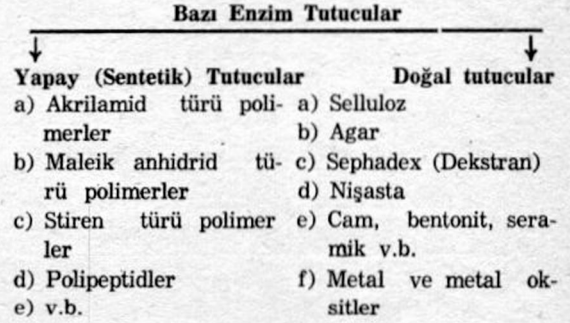
1. Enzim saflaştırma yöntemleri
2. Enzimlerin immobilizasyonu
3. Katı evre (solid-faz) peptid sentezleri
4. Seçimli ve modifiye enzim elde etmek için mikrobiyal genetik ve mikrobiyoloji yöntemleri.

Yukarıda belirtildiği gibi immobilizasyon, katalitik işlemler için enzimleri lokalize etme yöntemidir. Bu, enzimleri suda çözünen ya da çözünmeyen inorganik veya organik tutuculara (özellikle polimerlere), jellere, mikrokapsüllere, yarı geçirici membranlara kovalans olarak bağlamak, protein moleküllerine çapraz bağlamak ya da fiziksel yoldan desorb ettirmek şeklinde yapılır.

Aşağıdaki şemada enzimlerin modifizasyonu görülmektedir.



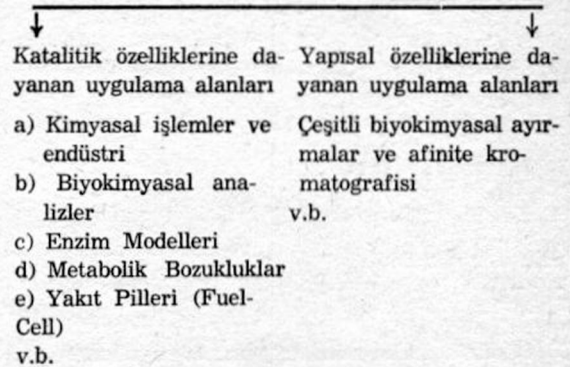
Aşağıdaki şemada bazı enzim tutucuları görülmektedir.



Enzim immobilizasyonu, enzimleri bir tutucu yardımı ile belirli bir bölgede tutabilme yöntemidir.

Bu alandaki gelişmeleri İsrailde E. Katchalski, Almanya'da G. Manecke, İngiltere'de Crook ve çalışma arkadaşları ile Amerika, İsveç ve Japonya'daki çeşitli araştırıcı grupların çalışmalarına borçluyuz. Immobilize enzimlerin uygulama alanları aşağıda şematik olarak gösterilmektedir.

İMMOBİLİZE ENZİMLERİNİN UYGULAMA ALANLARI



İmmobilize enzimlerin üstünlükleri şunlardır :

1. Enzimlerin kararlılığını artırır ve birçok kez kullanılabilme olanağı ortaya çıkarır.
2. Kirlenme yapmadığı için ürünlerin saflığını ve kalitesini artırır.
3. Sürekli işlemlerde kullanılır.
4. Endüstri koşullarına uygun yeni yöntemler uygulanabilir.

Endüstri ve ticarete enzimlerin hangi tutucu üzerinde ve ne şekilde bağlandığı bazı kısaltmalarla belirtilir. Örneğin; «CM-Cellulose CVB Trypsin» denildiği zaman Karboksimetil sellüloza kovalans olarak bağlanmış tripsin anlaşılır.

İmmobilize enzimlerin aktiviteleri başlangıç hızları ile verilir ve belirtilen koşullarda beher miligram kuru immobilize enzim preparatı için ($\mu\text{mol/dak}$) olarak gösterilir. Eğer enzim, membran gibi bir yüzeye bağlanmışsa beher alanın ($\mu\text{mol/dak}$) cin-

sinden gösterdiği başlangıç hızı belirtilir. Bunlara ek olarak, immobilize enzimler için aşağıdaki hususlar da belirtilmelidir.

- a) İmmobilize enzimin kurutulması koşulları
- b) Kuru preparattaki protein miktarı
- c) Enzimin immobilizasyondan önceki spesifik aktivitesi
- d) İmmobilize enzimin ölçülen kinetik sabitleri doğal enzimin gerçek kinetik sabitlerinden farklıdır. İmmobilizasyon sonunda difüzyon, yüzey alanı vb. gibi etmenler de reaksiyon hızına etki eder. Bu bakımdan gözlenen kinetik sabitler (K_m) gözlenen vb. şekilde belirtilmelidir.

Enzimlerin teknolojiye kullanılışı ve enzim mühendisliğinin gelişmesi için bilimsel ve uygulamalı çalışmalar son derece büyük bir hızla gelişmektedir. Yapılan istatistiksel sonuçlara göre enzimler üzerindeki bilgilerimiz 30 yıla kadar şu şekilde gelişecektir.

ÇİZELGE — 3

Konu	Bilgiler % 50 artacak	Bilgiler % 90 artacak
Enzimlerin etki mekanizmalarının anlaşılması	20 yıl sonra	30 yıl sonra
Enzim sentezlerindeki gelişmeler	10 yıl sonra	20 yıl sonra
Biyosentezlerde enzimlerin kullanılmasında bazı noktaların açıklanması	10 yıl sonra	20 yıl sonra
Enzimlerin Tıpta kullanılışı	15 yıl sonra	30 yıl sonra
Enzim anomalitelerinin kontrolü için özel biyokimyasal testlerin geliştirilmesi	10 yıl sonra	20 yıl sonra

Enzim mühendisliği tıp, kimya, ilaç, gıda ve artık maddeleri temizleme endüstrisinde gün geçtikçe daha büyük önem kazanmaktadır. Aşağıda, immobilize enzimlerin bazı uygulama ve kullanış alanları özetlenmektedir.

1. Gıda Teknolojisinde
2. Antibiyotik, hormon, vitamin ve başka biyokimyasal sentezlerde
3. Yüksek yağ alkoller gibi bazı petrokimyasal maddelerin elde edilmesinde
4. Sellüloz ve nişastadan glikoz ve alkol üretilmesi
5. Sakkarozdan invert şurup elde edilmesi
6. Kazein ve proteinlerin hidrolizi ve amino asitlerin elde edilmesi
7. Amino asit sentezi
8. Resemik amino asit karışımlarının ayrılması

9. Süt ürünlerinin kalitesinin artırılması, örneğin Renin enzimi ile sütün sürekli koagülasyonu, laktaz-tripsin çift enzim sistemi ile laktoz hidrolizi ve koku ile tat maddelerinin ortaya çıkarılması
10. Glikozdan fruktoz elde edilmesi
11. Glikoz oksidaz-katalaz enzim çifti yardımı ile glikozdan glukonot sentezi
12. Meyva sularının oksijensizleştirilmesi
12. Laktozdan asit sentezi
14. Gıda ve suların pestisidlerden, hidrokarbonlardan v.b. zararlı maddelerden arıtılması
15. Asidik suların arıtılması
16. Gıda ve konservelerden oksijenin çıkarılması
17. Enzim filtreleri yardımı ile havanın virüslerden arıtılması
18. Melasdan oksidaz enzimi ile rafinozun ayrılması

19. Et ve balık kalitesinin geliştirilmesi
20. Tıpta yapay organların hazırlanması asparjinaz ile bazı tümörlerin tedavisi, proteolitik enzimler ile hemoliz ve trombizid tedavisi, kanama ve pıhtılaşmayı önleyici hazım sistemi ilaçları olarak
21. Afinite kromatografisi
22. Otomatize edilmiş biyokimyasal analiz yöntemlerinin geliştirilmesi
23. Özel enzim elektrotlarının hazırlanması
- Örneğin İmmobilize üreaz elektrodu ile üre, L — amino asit oksidaz ile L—amino asitler, glutaminaz ile glutamin, β — glukozidaz ile amigdalin ve kolinesteraz elektrodu ile de organo fosfor bileşikler gibi tayinler yapılabilir.
24. Diş çürüklerinin tedavisi
25. Gramicidin S sentezi
26. Polipeptid yapısında antibiyotik sentezi
27. Aminoasitlerin oksidaz—katalaz enzim sistemi ile okside edilerek keto asitlere dönüştürülmesi
28. N—asetiltirosin esterlerin (α — kinotripsin enzimi ile) sentezi
29. Bacitracin sentezi
30. Deoksikolik asitlerin sentezleri
31. Azot tesbiti ve bu yoldan yeni bir Gübre Sanayiinin doğuşu

32. Biyokimyasal yakıt ve enerji elde edilmesi, örneğin hücre yakıtı, güneş enerjisinin biyo-konversiyonu, hidrojenaz enzimi ve fotoliz yardımı ile hidrojen elde edilmesi, enerji depolanması v.b. gibi alanlarda.

Daha önce de belirtildiği gibi 1930-1968 yılları arasında gıda tüketimi % 18 oranında artmıştır. Gidererek artan bu tüketimi karşılamak için enzim mühendisliğinden yararlanmak üzere özellikle A.B.D. ve İsveç'te çeşitli uluslararası kongreler düzenlenmekte ve bu konu ile ilgili çok önemli projeler önerilmektedir. Örneğin 1967 yılında M.I.T. Üniversitesinde yapılan uluslararası konferansa tarım artıkları ve parafinlerden protein üretimi (single cell protein-SCP) projesi, melas v.b. gibi yan ürünlerin mikroorganizma besini olarak kullanılması, sellulozdan nişasta üretimi v.b. gibi önemli projeler sunulmuştur.

Sellulozdan nişasta üretimi için 1972 yılında Stanford Üniversitesi ile Ames Research Center tarafından aşağıdaki 3 proje geliştirilmiştir.

1. Sellulozun yenilebilir ürünlere dönüştürülmesi
2. Petrokimyasal ürünlerin karbonhidratlara dönüştürülmesi
3. Hidrojen ile karbondioksidi indirgeyerek fotosentetik yoldan şeker ve nişasta üretimi

Bu projelerde 13 farklı enzim kullanılmış ve en ekonomik maliyet durumu aşağıda çıkarılmıştır.

ÇİZELGE 4

Üç Projede Pound Başına Sent Olarak Maliyetler

	Sellulöz Projesi		Fosil Yakıt Projesi		CO ₂ tesbiti Projesi
	Sellulöz ↓ Glikoz	Glikoz ↓ Nişasta	Gliseralehid ↓ Glikoz	Glikoz ↓ Nişasta	H ₂ CO ₂ — Nişasta
İşletme	3,0	1,0	2,3	1,0	3,0
Enzim Üretimi	0,4	1,4	1,8	1,4	10,0
ATP	—	3,4	6,0	2,6	60,0
Ham Madde	1,1	—	17,0	—	4,0
Toplam	4,5		27,1	5,0	77
Genel Toplam	10,3	5,8	32,1		77

Yukarıdaki projelerle 100 tonluk nişasta üreten bir tesis 250.000 kişinin bir günlük karbonhidrat gereksimini karşılayabilmektedir. Sellulöz projesi için

gerekli tesis giderleri 3,5 milyar dolardır. 1970 yılında tarımsal ürünlerden elde edilen beher pound nişastanın maliyeti A.B.D.'nde :

Patatesten elde edilen nişasta için	2,6 Sent
Prinçten elde edilen nişasta için	2,6 »
Buğdaydan elde edilen nişasta için	6,7 »
Mısırdan elde edilen nişasta için	13, »

olarak saptanmıştır.

Yukarıda 2 inci olarak belirttiğimiz petrokimya projesinde; triokinaz, fosforilat, gliseralehid ve dihidroksiaseton, aldolaz enzimi ile fruktoza, fruktoz da fruktoz izomeraz enzimi yardımı ile glikoza dönüştürülür. Bu işlem ham madde fiyatının uygunluğu bakımından ilginç ve çekicidir. Selluloz projesinde şeker kamışı artıkları kesilerek alkali ile karıştırılıp safsızlıklarından arıldıktan sonra fungus selluloz enzimi ile reaksiyona sokulur. Enzim % 10 - 15 oranında glikoz çözeltisi meydana getirir ve bundan sonraki 3 kademeli işlem sonunda mikrobiol enzimler yardımı ile nişasta elde edilir. Bu üç kademedeki ikincisinde heksokinaz ve fosfogluktomutaz enzimleri yardımı ile ATP'den glukozu bir fosfat ile aktive edilmiş glikoz polimerize nişastaya dönüştürülür. Ürünlerin ayrılması sonunda ele geçen ADP, ATP'ye dönüştürülerek yeni işlemlerde hayvan yemlerinin hazırlanmasında temel madde olarak kullanılır.

Sakkoroz, enzimatik ya da asidik hidroliz yolu ile kendisinden çok daha tatlı olan fruktoza çevrilir. Mısır ve patates nişastalarından fruktoz yapımı 1980 yılına kadar birçok ülkelerde yaygın hale gelecek ve şeker fiyatlarında oldukça büyük ölçüde bir düşüş sağlanabilecektir. Bu yöntem sonunda yılda 200 milyar dolar tasarruf sağlanacaktır. Çünkü şeker kamışı veya pancarından elde edilen sakkarozdan plâstik, tekstil, ilaç, patlayıcı madde, deterjan, polimer gibi sanayi alanlarında kullanılabilme ve ayrıca oksal asidi, gliserin, monitol, sorbitol, imidazol, laevulunik asit, laktik asit v.b. gibi yeni maddelerin elde edilme olanağı bulunabilecektir. Artık sanayii sularının temizlenmesinde de immobilize enzimlerden yararlanılır.

Tıpta Yapma Organlar :

Canlı membranlarından geçiş ve taşınma ilkelerinin geliştirilmesi ile bu yolda büyük aşamalar yapılmıştır. Örneğin, karbohidraz enzimi CO₂'nin membranından geçişini kolaylaştırır. Katalaz enzimi kalp-ciğer makinelerinde oksijenin geçişini hızlandırır. Bu olay sun'i ciğer yapımında önemlidir. Sun'i böbrek yapımında da immobilize-ürez sistem kullanılır. Bu arada sun'i hücre yapımında da enzim sistemlerinin önemini belirtmek yerinde olur.

Genetik hastalıklar ve kanserin immobilize asparjinaz enzimi ile tedavisi önemlidir. Ayrıca, immobilizasyon tekniği ile haberci RNA izolasyonu üzerine yapılan çalışmalar giderek önem kazanmaktadır.

Enerji Üretimi ve Hücre Yakıtı :

Canlı organizmalarda pek çok sayıda enerji nakli olayları meydana gelmektedir. Bu olayları canlı sistemlerin dışında gerçekleştirmek ve bunlardan yararlanmak olanağı düşünülemez miydi? Enzim Mühendisliği bu konuya da önemle eğilmiş yeni gelişim ve girişimlerde bulunmuştur. Örneğin, uygun bir enzim sistemi ile kimyasal enerji, elektriksel enerjiye dönüştürülerek ya da elektriksel enerjiyi enzimlerle katalize ederek endüstriyel maddeler, besin ve bazı ilaç sentezleri yapılmaz mıydı?

Biyolojide enerji transferinin çok karmaşık ve kompleks oluşu bu konularda çok derin araştırmaları gerektirmektedir. Halen kullanılan yakıt hücrelerinin % 70 - 80 i inorganik katalizatörlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler 100 yıl kadar önceye gider. Fakat, katalizatör olarak kullanılan metallerin pahalı olması, 150-500°C gibi yüksek sıcaklığı gerektirmesi ve elektrot dizaynında ve polarizasyonundan ötürü ortaya çıkan güçlükler bu konunun daha hızlı gelişmesini engellemiştir.

Enzimlerin seçicilik özelliğinin fazla oluşu, 20 - 40°C gibi daha düşük sıcaklıklarda aktif olabilme gibi özellikleri öteki inorganik hücre yakıtı katalizatörlerine göre üstünlükleridir.

Enzimler ile katalize edilen hücre yakıtlarında 3 genel problem vardır :

- 1 Substrat-enzim-kofaktör kompleksinden dış devreye elektron nakli,
- 2 Kütle transferi, konsantrasyon polarizasyonu ve elektrot dizayni,
- 3 Enzimin kararlılığı,

Bu amaçla şu projeler geliştirilmektedir :

1. Enzim katalizli hidrojen hücre yakıtı (Moskova Üniversitesi Projesi),
2. Metanolün biyokimyasal oksidasyonu için özel enzimlerin hazırlanması (MIT Projesi),
3. Biyokimyasal hücre yakıtlarında elektron transferi problemlerinin incelenmesi (İsveç Projesi),
4. Biyokimyasal hücre yakıtlarında oksijen elektronunun kullanılması (İsveç Projesi),
5. Enzimatik katalizle enerji taşınması (Amerikada Pittsburg Üniversitesi Projesi),
6. Hücre yakıtlarında kullanılan enzimlerin immobilize edilerek kararlılığının artırılması (İsrail Projesi),

Hücre yakıtlarında genellikle hidrojenaz enzimleri kullanılır. Bunların ortalama molekül tartısı 70000 Dalton ve $k_{cat} = 10 \text{ sn}^{-1}$ olduğuna göre 70 Kg. saf enzim saniyede 10⁶ elektroon transferi sağlar.

Bu değer, beher mol hidrojenaz için 6×10^9 amperlik elektriksel akıma eşdeğerdir. Hücrelerde iletken olarak grafit kullanılır ve 1 kg. hidrojenazdan 10^4 wat elektrik elde edilir.

Bu hücrelerde metanol de enerji kaynağı olarak kullanılır. Metanolün oksidasyonu için NAD(Q)H, FADH₂ gibi kofaktörler kullanılır. Metanol CO₂ ve H₂ den



ya da



denkleme göre (ICI-Projesi) oldukça düşük basınçlarda veya CH₄ den % 99,5 saflıkda ve oldukça ucuz olarak üretilebilir. Son yıllarda Japonya'da yapılan çalışmalarda metanolü okside edici özel bakterilerden elde edilen dahidrojenaz gibi özel enzimler ile 1 - glutamik asit ve öteki amino asitler, sitrik ve formik asit ile hipoksantin elde etme çalışmaları da ilerlemektedir.

Biyokimyasal hücre yakıtlarında, yapısında Fe ve Co bulunan enzimlerden yapılmış özel bir anotla oksijen katot kullanılarak çok daha ekonomik ve iyi sonuçlar alınmıştır. Katalize enerji transferi

yöntemi ile glikozun oksidasyonundan da elektriksel enerji üretimine geçilmiştir. Bu amaçla poliakrilamid jelinde immobilize edilmiş glikoz oksidaz enzimi oksidasyon, Pt'de redüksiyon elektrodu olarak kullanılmaktadır.

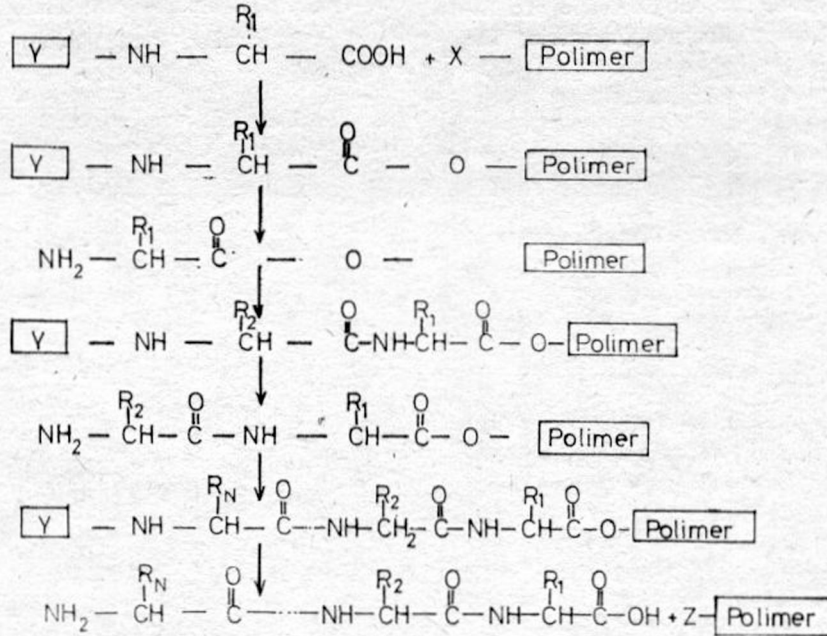
Sentetik Enzimler ve Enzim Modelleri :

1971 yılının Ağustos ayında Rockefeller Üniversitesi biyokimya Profesörü R. Bruce Merfield bir «Protein sentez makinası» yaptığını açıkladı. Bu makine hiç kuşkusuz 1965 yılında Stewart ve Young tarafından bulunan «Katı faz peptid sentezi» çalışmalarının bir sonucu ve ürünü idi. Bu yöntemin tanımı kısaca şöyledir :

Kademe 1 : Y ile bloke edilen bir amino karboksil ucu önce gözenekli inert bir polimere bağlanır. Kademe 2 : Bloke edici Y grubu çıkarılarak amino grubu serbest bırakılır.

Kademe 3 : İkinci amino asit 1 incinin NH₂ ucuna bağlanır ve bu işlem belirli zincir uzunluğuna (2n-1) kadar sürdürülür.

Kademe 4 : Son 2 n'inci grup polimerden ayrılır, bu durumlar aşağıda şematik olarak görülmektedir.



Bu teknik; afinite kromatografisi, enzim immobilizasyonu, homojen metal kompleks katalizatörlerin immobilizasyonu, iyon değiştirici reçineler ve protein sentezlerinde önemlidir.

Enzim Mühendisliği ve immobilize enzimlerin endüstride kullanılma olanaklarını genişletmek amacı ile Amerika Ulusal Araştırma Konseyi tarafından

Pennsylvania, M.I.T. ve California Üniversitelerinde çok büyük araştırma grupları kurulmuş; bunların dışında diğer bazı üniversitelerde de bu konuları içeren önemli çalışmalar yapılmakta ve Kimya Mühendisliğinin yeni bir uzmanlık dalı olarak Biyokimya Mühendisliği öğretime geçilmiş bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Eds. Chose, T.K.; Fiechter, A. and Blakebrough, N. : Advances in Biochemical Engineering, Springer — Verlag Berlin (1974).
2. Ed Wingard, Jr. : Enzyme Engineering. Wley - Interscience New York (1972).
3. Barman, T. E. : Enzyme Handbook. Springer - Verlag (1969).
4. Levenspiel : Chemical Reaction Engineering. Wiley International Edition (1975).
5. Shuichi Aiba and Nancy F. Millis. Biochemical Engineering. Academic Press, Inc. (1973).
6. Anfinsen, C. B. Aspects of Protein of Protein Biosynthesis. Academic Press (1970).
8. Linsen, B. G. and others. Physical and Chemical Aspects of Adsorbents and Catalysts. Academic Press (1969).
9. Whitaker, John. R. Food Related Enzymes. A. C. Society Advances in Chemistry No. 136 (1974).
10. Heden Carl Goran. : Socio-Economic and Ethical Implications of Enzyme Engineering The International Federation of Institutes for Advances Study-Sweedon
11. Ed. Othmer Kirk. : Encyclopedia of Chemical Technology. Intersciences (1965).
12. Nord, F. F. Advances in Enzymology Vol. 1 - 34. Interscience (Wley) (1971).
13. Enzymes and specialty Chemicals for the food and beverage Industry. Wallerstein Company
14. Eds, Boyer, Paul. D. and others Annual Review of Biochemistry. Annual Reviews, Inc. (1966).
15. Vardar, Y; Pekin, B, Enzimlerin Hücre Metabolizması Bakımından Genel Anlamları ve Kimyasal - Kinetiksel İlişkileri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları (1968)
16. Pekin, B : Enzim Teknolojisi Ders Notları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi
17. Pekin, B. : Endüstriyel Kataliz Ders Notları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi

Çiğ Etin Enzimlerle Gevrekleştirilmesi

Y. Prof. Dr. Suntay H. EDİZ
O.D.T.Ü.

Giriş :

Okyanusya'da ilkel insan toplulukları asırlar boyunca papaya meyvesinden elde ettikleri sıvı özünü av hayvan etleri ile bulamaç yaptıktan sonra pişirerek etin gevrekleşmesini sağlamışlardır. Bu sıvı özün içeriği bilimsel olarak araştırılmış ve çiğ eti gevrekleştiren maddenin enzimlerden ileri geldiği saptanmıştır (1).

Etin enzimlerle gevrekleştirme araştırmaları II. Dünya Savaşından sonra yoğunlaşmış ve günümüzde Batı ülkelerinde çeşitli baharat ve tuzla karıştırılmış et gevrekleştirme enzimleri ev kadının kullanabileceği şekilde ufak şişeler içinde satılmaktadır. Özellikle, büyükbaş hayvan etlerinin bu suretle gevrekleştirilmesi pişirilen etin daha kolay çiğnenmesini sağlamaktadır.

Çiğ Eti Gevrekleştirme Yöntemleri :

Çiğ etin gevrekleştirilmesi başlıca üç yöntemle yapılmaktadır : A — Hayvan kesilmeden 2 dakika — 2 saat önce atar damarına sıkılan bazı kimyevi maddeler ile, B — Hayvanın kesilmesinden sonra etin buz dolaplarında bekletilerek dinlendirilmesi ile, C — Çiğ etin proteolitik* enzimlerle muamelesi ile.

Kas Histolojisi :

Enzimlerin çiğ eti yumuşatmasındaki işlevini anlayabilmek için kas topluluğu histolojisine ve biokimyasal yapısına ait bir açıklama yapalım: Çok miktarda suyu bir kenara bırakırsak, kaslar birleştirici ve büzücü dokulardan oluşur. Birleştirici dokunun elastin kolojen ve retikulin proteinlerini (2), büzücü dokularında aktin, mayosin ve tropomayosin proteinlerini içerdiği çeşitli araştırmalar sonunda saptanmıştır (3, 4, 5). Kas sıvısında bulunan ve sarkoplazmik proteinleri ismi verilenler ise hemoglobin, mayogloblin ve mayojendir (6).

Mayosinin protein olduğu kesinlikle saptanmış ve kas büzülmesinde hem enzimsel hemde fiziksel katkısı olduğu anlaşılmıştır (7). Elektron mikroskopla incelendiğinde mayosinin yuvarlak ve düz olmak üzere iki kısımdan oluştuğu görülmüştür (8). Mayosinin fiziksel yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Tripsin enzimi mayosini hidrolize ettiği zaman açık meromayosin ve koyu meromayosin olmak üzere Şekil 2'de görüldüğü gibi iki ürün verir (9, 10). Koyu meromayosinin enzimsel eylemleri ile mayosinin enzimsel eylemleri aynıdır (9).

Bundan ötürü enzimsel özelliğin mayosinin yuvarlak kısmında olduğu belirlenmiştir. Mayosin molekülü papain enzimi tarafından hidrolize edildiği zaman biri mayosinin düz kısmına, ikiside yuvarlak kısmın yarısına karşılık olan kısımlar olmak üzere Şekil 3'de görüldüğü gibi üç ürün verir (11). Ayrıca mayosinde çok sayıda asit ve baz amino asitlerinin olduğu saptanmıştır (12, 13).

Tropomayosinin mayosine benzerliği azdır çünkü enzimsel özelliği olmadığı gibi mayosinde olan varlık kısmında yoktur (3). Tropomayosinin kas büzülmesindeki fonksiyonu tam olarak anlaşılmamıştır. Ancak Şekil 4'de görüldüğü gibi Z çizgisi içinde çok miktarda bulunduğu saptanmıştır (10, 14, 15).

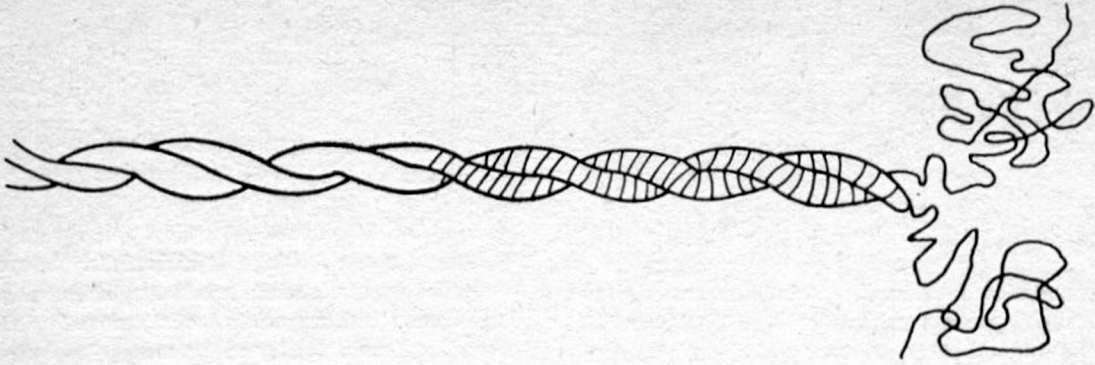
Aktin, F ve G olmak üzere iki türdür. F-aktin, G-aktinin polimeridir (16). Çözelti halinde bulunan G-aktine kimyasal tuz katılırsa, G-aktin polimerleşerek F-aktini oluşturur (17).

Aktin ile mayosinin kas büzülmesindeki ilgisi Şekil 4'de gösterilmiştir. Büzülmüş kasda mayosin ile aktin, koyu meromayosin vasıtası ile birbirine bağlanarak aktomayosini oluşturur. Gevşeyen kasda da aktomayosin tamamen mayosin ile aktine dönüşür. Büzülme ve gevşeme sonucunda da Şekil 5'de görüldüğü gibi aktin mayosinin üzerine kayarak birleşir ve yine kayarak ayrılır. İşte bu kayma esnasında oluşan ve sonra da kopan bağları, mayosin molekülündeki koyu meromayosinin enzimsel özelliği sağlar ve sarkomer mayofibrilin bir kısmı olup Z çizgisinden diğer Z çizgisine uzanır (18, 19).

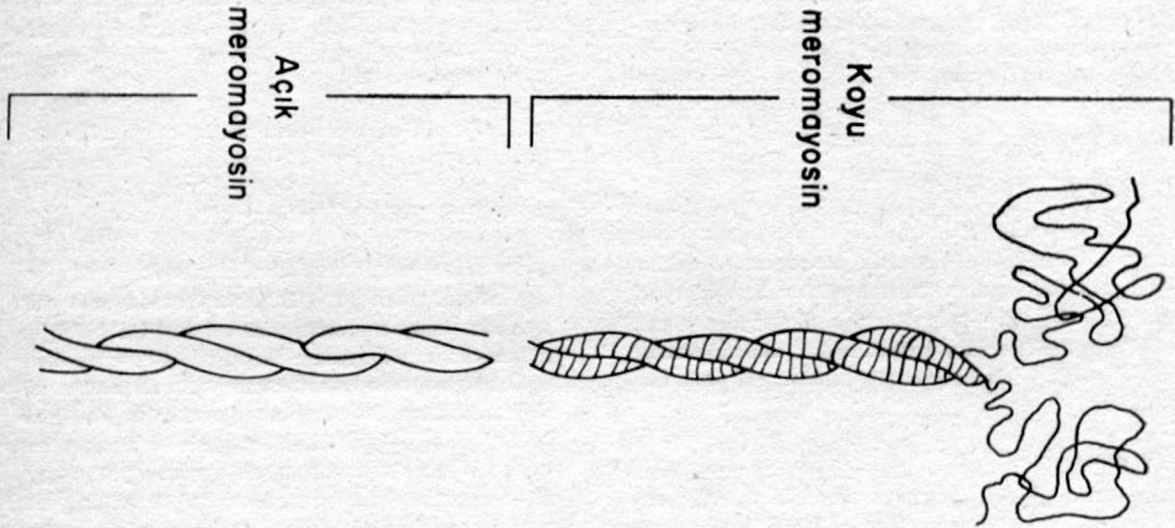
Endomaysium dokuları, mayofibrilleri hem bir birine tutturarak hemde çevreliyerek Şekil 6'da görüldüğü gibi kas liflerini oluşturur (20). Perimaysium dokularıda kas liflerini birbirine bağlayarak Şekil 7'de görüldüğü gibi kas destesini meydana getirir (21). Endomaysium, perimaysium ve epimaysium dokuları kasın birleştirici dokularıdır. Yukarıda belirtildiği gibi kolojen, elastin ve retikulundan oluşur. Retikulun diğerlerine oranla miktarca azdır (22).

Aktin'in mayosin üzerine kayması ile sarkomerin kısalması (23) ile kasın büzüldüğü yukarıda belirtilmiştir. Adelenin büzülmesi için gereken enerji

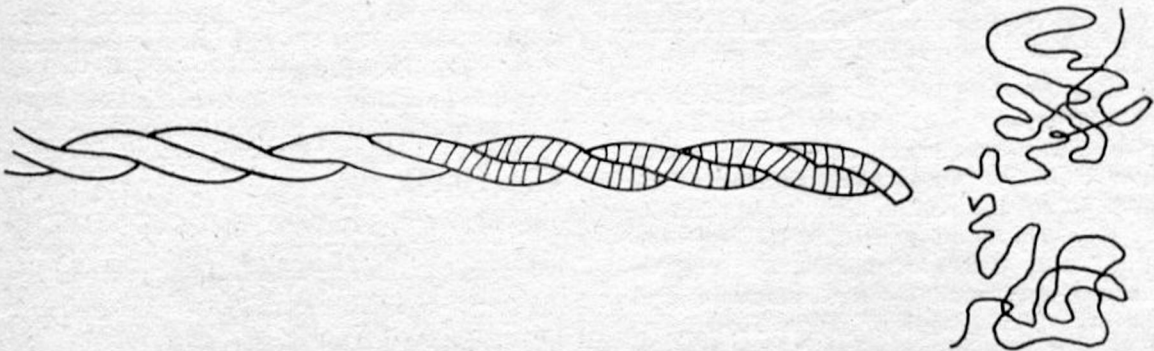
* Proteinleri etkileyen.



Şekil 1 : Mayosin'in fiziksel yapısı.



Şekil 2 : Mayosin'den tripsin enzimiyle hidroliz sonucu elde edilen ürünler.



Şekil : 3 Mayosinden papain enzimiyle hidroliz sonucu elde edilen ürünler.

sarkomerin içindeki ATP^b meleküllerinin hidrolize olması ile sağlanır (24). Hayvan canlı iken gereken ATP glikolizis devresinden gelir. ADP (Adenosine Diphosphate) ye dönüşen ATP, üçüncü fosfat grubunu kreatin fosfattan aldıktan sonra tekrar ATP'ye dönüşür (25). Hayvanın kesilmesinden sonra kreatin fosfat miktarı düşmeye başlar. Kreatin fosfatın, hayvanın sağlığındaki normal miktarının % 70'ine indiğinde ATP miktarı da düşmeye başlar. Ancak ATP miktarı ile glikolizis hızı arasında bir bağlantı yoktur (25). Hayvanın kesilmesinden sonra kan dolaşımı durduğundan ATP nin aerobik olarak sentez edilmesine imkan olmadığından, anaerobik olarak oluşan ATP ortamda laktik asidin fazlalaşmasına ve dolayısıyla pH'nın düşmesine yol açar (26). Yeni kesilen hayvanlarda oluşan bu değişiklikler «rigor mortis» denilen ölüm sertliğinin nedenlerindendir. Kasın sertleşmesi ve kısılmasının, kasın büzülüp kalmasından veya oluşan aktomayosinin mayosin ile aktine dönüşmemesinden ileri geldiği sanılmaktadır (27).

Kas histolojisi ve hemen kesilen hayvanın mayofibrillerinde oluşan değişiklikler incelendikten sonra, etin gevrekleşmesi daha açık şekilde görülmektedir.

Hayvan Etinin Dinlendirilerek Gevrekleştirilmesi :

Hayvan etinin buz dolaplarında dinlendirerek tabii şekilde gevrekleştirilebilir. Bu hususta sarkoplazmik proteinlerin bir fonksiyonu yoktur. Etde bulunan proteolitik enzim katepsinin, etin dinlendiği zaman sürecinde eti gevrekleştirdiği araştırmacılar arasında doğan genel bir kanıdır, çünkü dinlendirme anında proteinlerden oluşmayan azot miktarının fazlalaştığı bilinmektedir (28, 29, 30, 31, 32). Bazı proteinlerin amino asitlere dönüştüğü bilindiği halde etin gevrekleşmesi ile proteinlerin amino asitlere dönüşmesi arasında bir bağ kurulamamıştır (29, 32). Tavşan ve sığır etinin dinlendirilmesi üzerinde yapılan çalışmalarda da çoğalan amino asitlerin sarkoplazmik proteinlerden gel-

^b Adenosine triphosphate

diği anlaşılmıştır (33). Proteinleri amino asitlere dönüştüren enzimin katepsin (34, 35) olduğu ve bu enzimin mayofibril proteinlerinden ziyade (36) sarkoplazmik proteinlerle reaksiyona girdiği saptanmıştır (37). Zaten katepsin mayosin, aktin ya da aktomayosinle reaksiyona girmemektedir (36). Katepsin enzimi ile et gevrekleşmesi arasında bir ilgi olduğu kesin olarak söylenemez (38). Etin gevrekleşmesi ile sonuçlanan etdeki değişikliklerin birleştirici dokularla ilgili olmadığı daha çok mayofibrillerle ilgili olduğu yapılan bazı araştırmalarla kesinlik kazanmıştır (39, 40, 41, 42). Onun içindir ki katepsin ile birleştirici dokular üzerinde bu konuda çok az araştırma vardır. Katepsin B'nin katepsin C veya katepsin D'ye kıyasla kas proteinlerini amino asitlere dönüştürdüğü saptanmışsa da (43) bu enzimlerin hangi kas doku proteinleri üzerinde faaliyet gösterdiğine dair bir kayıt yoktur. Katepsin enziminin sarkoplazmik proteinlerle reaksiyona girdiği belirlenmişse de (33, 34, 44), katepsinin eti gevrekleştirdiği öne sürülemez çünkü sarkoplazmik proteinlerin kas gevrekleşmesinde hiç bir rolü saptanamamıştır (45).

Etin Enzimle Gevrekleştirilmesi :

Kasın sertliğini protein olan kolojen ile elastinin oluşturduğu bilinen bir gerçektir (46, 47, 48, 49, 50, 51). Ayrıca kolojenin içindeki bağlar ne kadar fazla olursa kas o kadar sert olur (52, 53, 54, 55.)

Kolojenin eritgenliği nemli olarak ısıtılmakla veya suda kaynatılarak jelatine dönüştürülmek suretiyle sağlanabilir (50, 56). Sonuç olarak etin gevrekleştirilmesini dinlendirmeden sağlamak için, yalnız kolojen lifleri üzerinde etken olabilecek enzim türlerini araştırmak yerinde olur.

Birleştirici doku proteinlerinin suda çözülmesi, sarkoplazmik proteinlerin suda çözülmesi ve myofibrillerin yalnız tuzlu suda çözülme özelliklerini kullanarak bir çok enzimlerin hangi protein grupları üzerinde etkili olduklarını saptamak mümkündür (Cetvel I, 57).

CETVEL I

Enzim Etkisi ile Etin Erime Yüzdesi

Enzim	Etin Parçalanması		
	Suda Eriyebilen (%)	Tuzlu Suda Eriyebilen (%)	Erimeyen (%)
Bromelain	16	33	51
Collagenase	13	26	61
Ficin	9	54	37
Papain	25	60	15
Rhozyme P-11	34	45	21
Tripsin	19	38	43

Cologenase, bromelain ve tripsin birleştirici doku proteinlerine daha fazla etkinlik gösterdiği halde, papain, Rhozyme P-11 ve fisin birleştirici dokularla sarkoplazmik proteinlerden daha çok mayofibril

proteinleri üzerinde etkili olmuştur.

Çeşitli enzimlerin hangi kas proteinleri üzerinde faaliyet gösterdiği de saptanmıştır. (Cetvel II, 58).

CETVEL II

Übör Enzim Preparatının Kas Doku Birleşimleri Üzerindeki Etkenliği

Enzim Preparatı	pH	Kas Lifleri		Birleştirici Doku Lifleri	
		Aktamayosin	Kolojen	Elastin	
Protease I5	6.4	+++	—	—	
Rhozyme P-11	6.8	++	—	—	
Rhozyme A-4	7.3	++	—	—	
HT Proteolitik	6.9	++++	eser miktar	—	
Fungal amylase	7.1	+++	» »	—	
Hydralase D	7.4	+++	» »	—	
Hydralase TP	6.9	++	» »	—	
Fisin	5.2	+++	+++	+++	
Papain	5.1	++	+	++	
Bromelin	6.3	++	+++	+	
Tripsin	5.7	eser miktar	+	+	

Cetvel II de gösterilen onbir enzimin hem endüstride hem evde en fazla kullanılanı papaindir çünkü papain enziminin ham maddesi olan papaya meyvesi çok ucuz olup, meyveden enzimi hazırlama yöntemi çok basittir (59).

Papainin kas lifi (Şekil 66) üzerindeki etkisi hemen belli olmaktadır: Sarkolemma incilir, nukleus ile lif boyunca uzanan çizgiler kaybolmakta ve sarkolemmasız kas lifleri oluşmaktadır. Et peltemsi bir görünüş almaktadır (60, 61, 62, 63). Sarkolemmaların bozulması ile etin üzerinde pürüklük meydana gelmektedir (64). Papain kas lifi üzerindeki azami etkinliğini 80°C'de gösterir (62, 65), 60°C'de de kolojenle elastine etkinliği fazladır (62). Ayrıca papainin etdeki etkinliği 55°C'de 28 saat devam eder fakat 100°C'de enzim özelliğini tamamen kaybetmektedir (65).

Papain ete sürüldüğünde etin yüzeyinden ancak 0,5-2,0 mm derinliğine kadar dağılması nedeni ile etkisi istenilen şekilde olmamaktadır (66, 67). Ayrıca papain etkinliğinin en fazlasını 60-80°C arasında gösterdiğine göre etin gevrekleşmesi et pürüklükten olur.

Hayvan Sağken Atar Damarına Sıkılan Enzimlerle veya Bazı Kimyevi Maddelerle Eti Gevrekleştirme :

Hayvan kesilmeden 2 dakika ile 2 saat önce atar damarına sıkılan papain preparatı hayvan kesil-

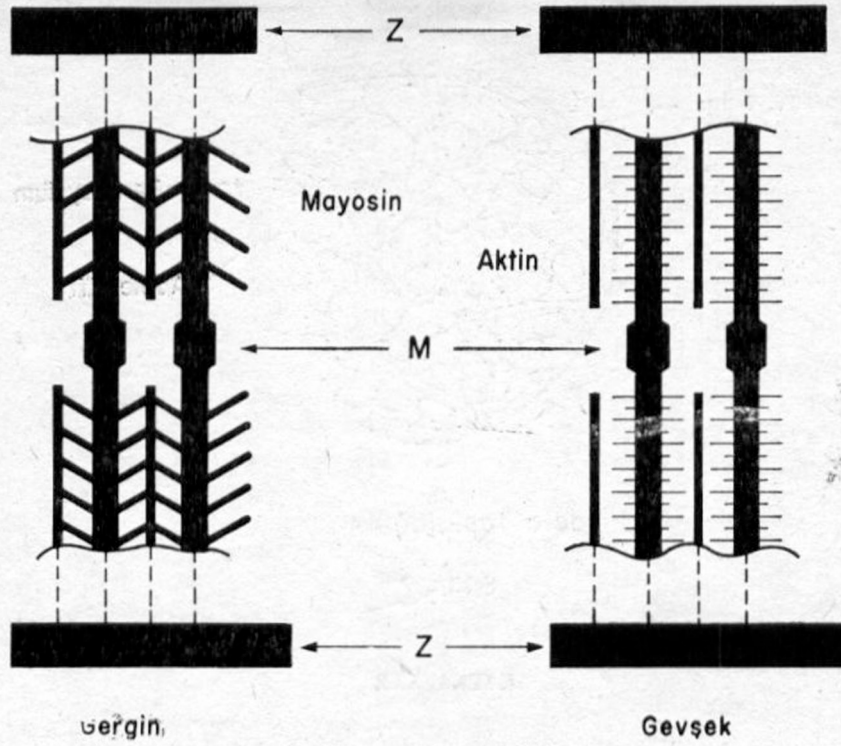
dikten sonra etin gevrekleşmesi daha yaygın olarak sağlanmaktadır (68, 69, 70, 71). Bu yöntem muhakkak ki hayvana azap vermektedir, çünkü atar damarının sıkılan maddeden sonra hayvan titremeye başlamaktadır (71).

Etin yumuşatılmasında ki diğer bir yöntem de, sağ hayvanın etinde bulunan katepsin enzimini faaliyete geçirmektir. Cysteine'nin katepsini faaliyete geçirdiği bilinmektedir (72). Weber (73) sığırın kesilmesinden önce hayvana cysteine sıkılmış ve eti yedi gün dinlendirdikten sonra normal şekilde kesilen ve dinlendirilen ete oranla daha gevrek olduğunu görmüştür. Jenevein (74) ise yedi eşit dozda ki B-aminopropionitrili sıkarak hayvanın kesilmesinden bir gün sonra fevkalade gevrek et elde etmiştir.

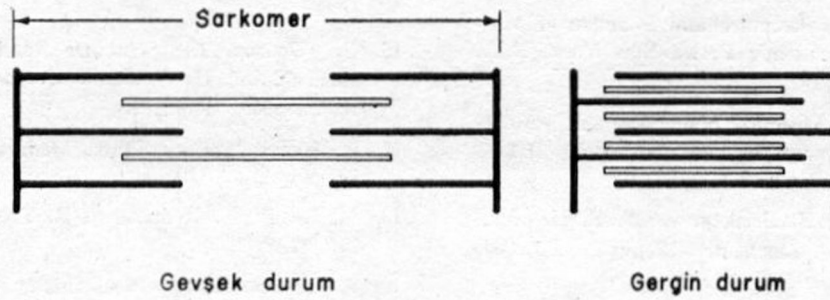
Sonuç :

Günümüzde, etin çeşitli şekillerde yumuşatılması üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Bu araştırmaların hemen hemen hepsi enzimsel yöntemlerde toplanmıştır. Hem hayvan sağken hem de hayvan kesildikten sonra kasta oluşan değişiklikler tam olarak saptandığında muhakkak ki kullanılacak enzimlerde iyice belirlenecektir.

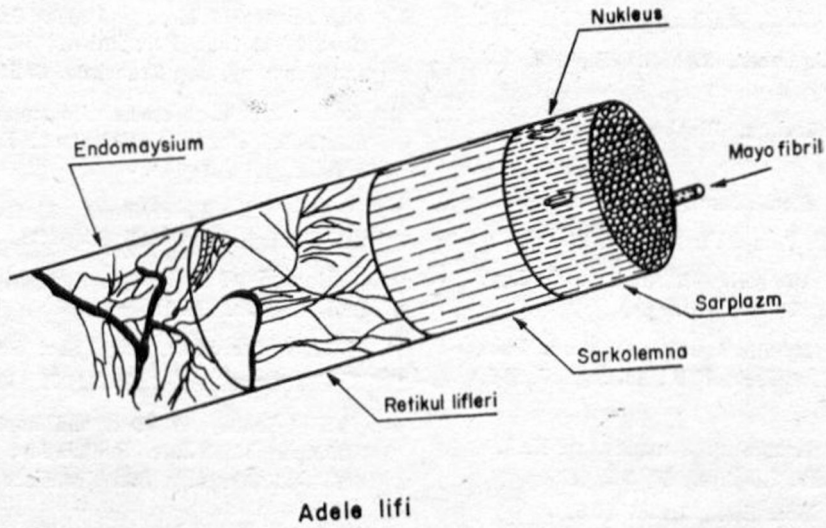
Enzimler biokimyasal olarak protein olduklarından etin pişmesiyle, enzimsel özelliklerini kaybederler. İnsan sağlığına zararlı olmadıkları da saptanmıştır (1, 75).



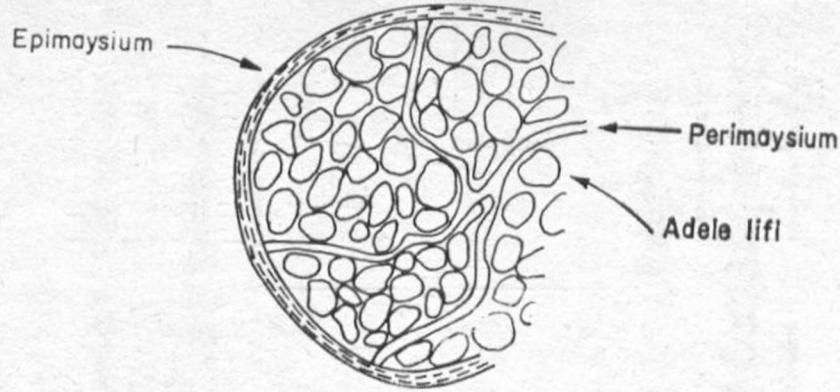
Şekil 4 : Aktin ile Mayosinin kas büzülmesindeki ilişkisi.



Şekil 5 : Aktinin mayosinle kayarak birleşip ayrılması.



Şekil : 6



Adele topluluğu

Şekil : 7

KAYNAKLAR

1. G. Reed, *Enzymes in Food Processing*, Academic Press, New York, N.Y., 1966, s. 354.
2. E. Walls, *The Structure and Function of Muscle*, Cilt I, Academic Press, New York, N.Y., 1960, Bölüm 2.
3. J. Bendall, *Muscles, Molecules and Movement*, Heinemann Educational Books, LTD., London, 1969, Bölüm I.
4. T. Fukazawa, E. Briskey, ve W. F. H. Mommaerts, *Arch. Biochem. Biophys.*, 137, 500 (1970).
5. D. Hartshorne ve H. Mueller, *Biochim. Biophys. Acta.*, 175, 301 (1969).
6. S. Perry ve A. Corsi, *Biochem. J.*, 68, 5 (1958).
7. S. Lowey ve C. Cohen, *J. Mol. Biol.*, 4, 293 (1962).
8. R. V. Rice, *Biochim. Biophys. Acta.*, 52, 602 (1961).
9. J. Gergely, *J. Biol. Chem.*, 200, 543 (1953).
10. K. Laki, *J. Cell. Comp. Physiol.*, 49, 249 (1957).
11. D. Kominz, T. Mitchell, T. Nikei ve C. Kay, *Biochemistry*, 4, 2373 (1965).
12. A. L. Lehninger, *Biochemistry*, Worth Publishers, Inc., New York, N.Y., 1971, Şekil 26-5, s. 589.
13. D. Kominz, A. Hough, P. Symonds, ve K. Laki, *Arch Biochem. Biophys.*, 50, 148 (1954).
14. H. Huxley, *J. Mol. Biol.*, 7, 281 (1963).
15. D. Goll, W. Mommaerts, M. Reedy ve K. Se-raydarian, *Biochim. Biophys. Acta.*, 175, 174 (1969).
16. G. Bourne, *The Structure and Function of Muscles*, Cilt II, Academic Press, New York, N. Y., 1960, Bölüm I.
17. F. Straub, *Studies Ints. Med. Chem. Univ. Szeged*, 3, 23 (1943).
18. M. Reedy, K. Holmes, ve R. Tregear, *Nature*, 207, 1276 (1966).
19. A. L. Lehninger, *Biochemistry*, Worth Publishers, Inc., New York, N. Y., 1971, Şekil 26-4, s. 586.
20. *The Science of Meat and Meat Products*, American Meat Inst. Foundation, W. H. Freeman and Company, San Fransisco, Calif., 1960, s. 12.
21. J. R. Bendall, *Muscles, Molecules and Movement*, Heinemann Educational Books, LTD, London, 1969, s. 18.
22. P. C. Paul, *Proceedings Meat Tenderness Symposium*, Campbell Soup Co., 1963, s. 235.
23. J. Hanson ve H. Huxley, *Symposia Soc. Exptl. Biol.*, IX, 228 (1955).
24. H. H. Weber, *Proc. Royal Soc.*, 139B, 512 (1952).
25. J. Bendall, *J. Physiol.*, 114, 71 (1951).
26. *The Science of Meat and Meat Products*, American Meat Ints. Foundation, W. H. Freeman and Company, San Fransisco, Calif., 1960, s. 76.

27. G. Bourne, **Structure and Function of Muscle**, Cilt III, Bölüm VIII, Academic Press, New York, N. Y., 1960.
28. R. Thompson, F. Bautista ve R. Cain, **J. Food Science.**, 26, 412 (1961).
29. G. Gardner ve D. Stewart, **J. Sci. Fd. Agri.** 17, 491 (1966).
30. R. Locker, **J. Sci. Fd. Agri.**, 11, 520 (1960).
31. F. Parrish, Jr., D. Goll, W. Newcomb II, B. de Lumen, H. Chaudry ve E. Kline, **J. Fd. Sci.**, 34, 196 (1969).
32. C. Davey ve K. Gilbert, **J. Fd. Sci.**, 31, 135 (1966).
33. J. Sharp, **J. Sci. Food Agri.**, 14, 468 (1963).
34. C. Bodwell ve A. Pearson, **J. Fd. Sci.**, 29, 602 (1964).
35. F. Parrish, Jr., ve M. Bailey, **J. Agr. Food Chem.**, 14, 232 (1966).
36. C. Bodwell ve A. Pearson, **J. Fd. Sci.**, 29, 602 (1964).
37. F. Parrish, Jr. ve M. Bailey, **J. Agr. Food Chem.**, 15, 88 (1967).
38. D. Goll ve R. Robson, **J. Fd. Sci.**, 32, 323 (1967).
39. H. Herring, R. Gassens ve E. Briskey, **J. Sci. Fd. Agri.**, 166, 379 (1965).
40. E. Wierbiki, L. Kunkle, V. Cahill ve F. Deatherage, **Food Tech.**, 8, 506 (1954).
41. M. Winegarden, B. Lowe, J. Kastelic, E. Kline, . Plagge, ve P. Shearer, **Food Research**, 17, 172 (1952).
42. D. de Fremery ve I. Streeter, **J. Fd. Sci.**, 34, 176 (1969).
43. A. Lutalo - Bosa, ve H. Macrea, **J. Fd. Sci.**, 34, 401 (1969).
44. M. Berman, **J. Fd. Sci.**, 32, 568 (1967)
45. C. Davey ve K. Gilbert, **J. Fd. Sci.**, 34, 69 (1969)).
46. R. Hiner, E. Anderson ve C. Fellers, **Food Tech.**, 9, 80 (1955).
47. H. Robinson ve P. Goesser, **J. Home Econ.**, 54, 195 (1962).
48. S. Cover ve W. Smith, **Food Research**, 21, 312 (1956).
49. D. Miyada ve A. Tappel, **Food Research**, 21, 217 (1956).
50. L. Irvin ve S. Cover, **Food Tech.**, 13, 655 (1959).
51. P. Nottingham, **J. Sci. Food Agri.**, 7, 51 (1956).
52. D. Goll, W. Hoekstra ve R. Bray, **J. Fd. Sci.**, 29, 615 (1964).
53. D. Goll, R. Bray ve W. Hoekstra, **J. Fd. Sci.**, 29, 622 (1964).
54. D. Goll, W. Hoekstra ve R. Bray, **J. Fd. Sci.**, 29, 608 (1965).
55. D. Goll, R. Bray ve W. Hoekstra, **J. Food Sci.**, 28, 503 (1963).
56. P. Paul, «Proceedings Meat Tenderness Symposium», Campeell Soup Co., 1963, 225
57. C. Kang ve E. Rice **J. Fd. Sci.**, 35, 563 (1970).
58. H. Wang, Weir, M. Birkner ve B. Ginger, Proceedings of the Ninth Research Conference, American Meat Institute, 69 (1957).
59. «Worthington Enzymes», Worthington Biochemical Corporation, Freehold, New Jersey, 1972.
60. H. Wang ve N. Maynard, **Fd. Res.**, 20 587 (195).
61. H. Wang, C. Weir, Mi Birkner ve B. Ginger, **Fd. Res.**, 23, 423 (1958).
62. A. Tappel, D. Miyada, C. Sterling ve V. Maier, **Fd. Res.**, 21, 375 (1956).
63. M. Sosebee, K. May ve S. Scmittle, **Poultry Sci.**, 43, 553 (1964).
64. C. Weir, H. Wang, M. Birkner, J. Pearsons ve B. Ginger, **Fd. Res.**, 23, 411 (1958).
65. G. Gottschall ve M. Kies, **Fd. Res.**, **Fd. Res.**, 7, 373 (1942).
66. J. Fry, P. Waldroup, E. Ahmed ve H. Lydick, **Fd. Tech.**, 20, 952 (1966).
67. A. Tappel, D. Miyada, C. Sterling ve V. Maier, **Fd. Res.**, 21, 375 (1956).
68. J. Smallings, J. Kemp, J. Fox ve W. Moody, **J. Animal, Sci.**, 32, 1107 (1971).
69. D. Huffman, A. Palmer, J. Carpenter, D. Hargrove ve M. Koger, **J. Animal Sci.**, 26, 290 (1967).
70. D. Huffman, A. Palme, J. Carpenter ve R. Shirley, **Poultry Sci.**, 40, 1627 (1961).
71. D. Huffman, A. Palmer, J. Carpenter, J. Carpenter, J. Hentges ve R. Shirley, **J. Animal Sci.**, 26, 285 (1967).
72. J. Snoke ve H. Neurath, **J. Biol. Chem.**, 187, 127 (1956).
73. M. Weber, U.S. Patent 3, 561, 976.
74. E. Jenevin, U.S. Patent 3, 577, 242.
75. G. Boyd, «Proceedings Meat Tenderness Symposium», Campbell Soup Co., 1963, s. 5.