

ISI İŞLEMİNİN SÜTE ETKİLERİ

Mehmet DEMİRCİ (1)

ÖZET

Soğutmanın aksine sütü mevcut sıcaklığın daha yukarılara getirme işlemi çoğu kez "ısıtma" diye tanımlanır. Isıtma süt teknolojisinin her dalında ve her safhasına çok geniş kullanma alanına sahiptir. Kısaca söyleyebiliriz ki ısıtma, olmadan süt işlenemez ve değerlendirilemez.

Isıtmanın süte zarar vermemesi için son derece dikkatli ve ölçülü olarak uygulanması gerekmektedir. Bu bakımdan sıcaklıkla süt arasında ki ilişkiyi yakinen bilmenin faydası büyüktür.

1. Isıtma Metodları

Isının sütün çeşitli özelliklerine etkilerini tek tek ele almadan önce yaygın olarak kullanılan ısıtma metodlarına kısaca değinmek istiyorum. Sütün ısıtılmasında çeşitli metodlar kullanılmaktadır. Sütün dayanıklılığını arttırmak için bu metodlarda sıcaklık derecesi ve süresi farklılık göstermektedir. Burada değişik derecelerde mikroorganizmaların öldürülmesi veya sütün sterilizasyonu amaçlanmaktadır (18).

En çok kullanılan metodlar şunlardır:

1. Düşük derecede pastörizasyon 63-65°C de 30 dakika (Devamlı pastö).
2. Kısa zaman ısıtma 71-74°C de 40 saniye, içme sütünün büyük bir çoğunluğu Avrupa'da bu ısıtma metoduna tabi tutulmaktadır.
3. Yüksek derecede pastörizasyon, 85°C de 10-15 saniye.
4. Sterilizasyon, 110-120°C de 10-30 dakika tutulur.
5. UHT (Ultra hoch temperatur) 135-150°C de bir kaç saniye.

Bu ısıtma metodları toplu halde cetvel halinde sunulmuştur (Cetvel 1). UHT metodu ile hazırlanan süt en az 6 hafta gibi çok iyi dayanıklılığı dolayısıyla H süt

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ürünleri Bölümü Doçenti.

olarak ifade edilir. UHT metodunda direkt buhar püskürtme metodu ve endirekt metod fark göstermektedir.

Çiğ süt karakterinin geniş ölçüde muhafaza edildiği pastörizasyon metodlarında patojen mikroorganizmaların tamamı süt ve ürünleri için önemli olan patojen olmayan mikrofloranın büyük bir kısmının yok edilmesi sağlanır (16).

Çevre 1. Sütteki Isıtma Metodları (19)

Isı İşlemleri	C°	Isıtma Süresi	Mikroorganizmanın ölme derecesi %
Termizasyon			
(Yalnız peynir sütleri için)	68—72	8 —40 saniye	99
Devamlı pastörizasyon	63—65	30 dakika	95
Kısa zaman ısıtma	71—74	40—45 saniye	99,5
Yüksek derecede ısıtma	85	8 —15 saniye	99,9
UHT	135—150	2—8 saniye	99,9—100
Sterilizasyon	110—125	20—50 dakika	100

2. Patojen Mikroorganizmaların Öldürülmesi

Tüketicinin hastalıklara karşı korunmasını sağlayabilmek için süt pastörizasyonunun çok önemli bir görevi vardır. Kullanılan tüm ısıtma metodları ile tüm hastalık yapıcı mikroorganizmaların öldürüldüğü belirlenmiştir. Bu, sütün ve diğer gıdaların hijyenik olarak değerlendirilmesi için ekseriya test mikroorganizması olarak kullanılan koli bakterileri için de geçerlidir (18).

Sığır hastalıklarından olan ve ekseriya önemli bulunan çiğ sütte zaman zaman karşılaşılan tüberküloz bakterileri ve brusellozis (malta humması) pastörizasyonla kesin olarak öldürülürler. Zaten pastörizasyon normları seçilirken sıcaklığa en dayamlı bu mikroorganizmaların öldürülme derecesi esas alınmıştır.

Aynı sıcaklık derecesi, Salmonelleler, Q Humması denilen hastalığın virusları olarak Riketsiyeler, Listeleriler ve diğer patojen mikroorganizmalar için bağlayıcıdır. Sütte bulunan spor yapıcıların çok azı patojen cinstendir. Mamafih UHT metoduyla ısıtma ile spor dahil tamamı öldürülürler (18).

Viruslar yükseltilmiş sıcaklıkta çok çabuk inaktif hale gelir ve bundan dolayı sütün pastörizasyonu genelde çok uzun ömürlü değildir. Sadece şap hastalığı viruslarının inaktif hale gelmesi için 80°C nin üstünde birkaç dakikalık sıcaklık lüzumludur.

Kısa zaman ısıtmada (71-74°C 40 saniye) asit yapıcılarla, asit yapmayanlar arasındaki münasebet oldukça muhafaza edilmiştir. Yüksek derecede ısıtmada bu

münasebet sıcaklığa oldukça dayanıklı peptonize olmuş bakteriler basiller ve sıcaklığa dayanıklı süt asidi bakterilerin lehine bozulmuştur (16).

UHT ve Sterilizasyon mikropsuz süt vermektedir. Sıcaklık derecesi ve süresine göre arzu edilen bakteriyolojik sonucun yanında az veya çok arzu edilmeyen kimyasal değişmeler, her şeyden önce enzimlerle, vitaminler ve proteinlerde söz konusudur. Burada mikroorganizmaların tamamen öldürülmesi yanında, sütün bileşenlerindeki kayıp, sıcaklık ne kadar yüksek ve sıcaklık süreside ne kadar düşükse o derece düşük olmaktadır (16).

Sütün önemli bileşenleri üzerindeki sıcaklığın etkilerini ayrı ayrı inceleyeceğiz.

3. Isının Sütün Çeşitli Bileşenlerine Etkileri

3.1. Enzimler ve Organik Asitlere Etkisi

Çiğ sütteki mevcut enzimler sıcaklığa karşı dayanıklılıkları belirgin olarak farklılık göstermektedir. Buradan direkt olarak beslenme fizyolojisi yönünden herhangi bir sonuç çıkarmak mümkün değildir. Çünkü gıdadaki enzimlerin bu cins önemleri çok az tanınmışlardır. Kısa zaman ısıtmamın şartları altında alkali fosfataz ve yüksek ısıtmada peroksidaz inaktif olduğundan bu enzimlerden yeterli pastörizasyonun teşhisinde yararlanılmaktadır. Aynı şekilde bunlar peynircilikte de peynirin çiğ süttенmi yoksa pastörize süttенmi yapıldığını anlamada kullanılırlar (18). Dayanıklılıkları ile alakalı olarak lipazlar ve proteazlar vs. daha az analitik öneme sahiptirler. Lipazlar sıcaklığa karşı en hassas enzimlerden birisidir. Ancak 90°C deki bir ısıtmada bile henüz düşükte olsa bir artık aktivitesi teşhis edilebilir, böylece bu sütün daha sonraki peynire işlenmesinde lipolize olmasına bununla tat yönünden değişmeler meydana gelmesine sebep olabilir. Benzeri durum sütteki proteaz içinde geçerlidir.

Asit fosfataz 100°C de henüz tam olarak inaktif olmaması yanında Xantinoksidaz 85°C nin üzerinde inaktif olur. UHT sütte 3-Glucuronidazın ve Ribonükleazın enzim artışı tesbit edilmiştir (14).

Süt proteini, katalaz ve fosfatazın sıcaklıkla inaktif olmasına karşı muhtemel bir koruma etkisine sahiptir. Sıcaklık inaktivasyonundan sonra bazı sütün enzimlerinde kısmen bir regenerasyon tesbit edilmiştir. Bu herşeyden önce alkali fosfataz da daha fazla görülmüştür. Fakat peroksidaz ve xantinoksidaz da izlenebilmiştir, buna karşılık lipazda çok azdır (18).

Organik asitler arasında Oratikasit ve Nulelotidler sıcaklık muamelesine karşı stabildir. Aynı şekilde noyraminik asitlerde alışlagelmiş ısıtma metodlarında bozulmazlar, sitrik asit miktarı pastörize sütte belirgin olarak azalır (18).

3.2. Mineral Maddelere Etkisi

Çiğ sütte bulunan çeşitli disosiyе ve disosiyе olmayan çözünmüş ve kolloidal olarak çözünmüş maddeler arasındaki sıcaklığa bağlı dengenin bozulması üzerindeki araştırmalar pek fazla sayılmamaktadır.

Sütün ısıtılmasında çözüner kalsiyum ve fosfor oranları azalır. Bu azalmanın derecesi, sıcaklık işleminin şiddetine bağlıdır ve UHT ve sterilize sütte çözüner kalsiyum yaklaşık % 40-50 tutmaktadır. Yalnız meydana gelen olay dönüşlüdür. Beslenme fizyolojisi yönünden müsbet sonuçta buradan ileri gelmektedir. Çünkü fare denemelerinde sütün UHT veya sterilizasyonu ile çiğ süte kıyasla kalsiyumun kullanılabilirliği pek fazla zarar görmemektedir (6).

Isıtılmış sütteki bozulan mayalanma kabiliyeti kalsiyum dengesinin bozulmasının bir sonucudur. Büyük miktarlarda fosfat sütün kaynatılması sırasında bir tabaka teşkil etmektedir (16).

3.3. Süt yağına Etkisi

Sütün ısıtılması metodlarının hiçbirinde süt yağının beslenme fizyolojisi ile ilgili özelliklerine negatif bir etki beklenmez. Herşeyden önce sıcaklığa maruz bırakılan diğer sıvı ve katı yağlarda da sıhhat yönünden menfi bir etki sözkonusu değildir. Çok fazla ısıtmanın sonucu olarak peroksitler, hidroperoksitler, karbonil bileşikleri ve hidroksi yağ asitleri meydana gelir, ki peroksit ihtiva eden yağlar farelerde ağızdan alınmasıyla uzun şüre toksik olmamıştır. Ekstrem sıcaklık şartlarında örneğin 200°C de 20 dakika sıcaklık işlemi fare denemelerinde negatif etkiye sahip bulunan termik olarak oksitlenmiş fazla doymamış yağ asitlerinden polimerizasyon ürünleri meydana gelebilir. Konsorejen maddeler bizzat çok fazla yüksek derecede ısıtılmış yağlarda bile ortaya çıkmamıştır (18).

Isıtılmış süt yağında çok düşük miktarda laktonlar bulunur. Bunlar muhtemelen hidroksi yağ asitlerinden meydana gelir ve bunlardan bazıları süt ürünlerinin tadlarında hisse sahibidirlere. UHT metoduyla elde edilmiş sütte bundan başka karbonil bileşikleri, her şeyden önce metil ketonlar teşhis edilmişlerdir. Aynı sıcaklık derecesine tabi tutulan diğer yağların aksine olarak süt yağında hiçbir toksik madde teşekkül etmez. Bununla alakalı olarak ısıtılmış süt yağı karaciğer ve safra kesesi hastalıklarında diğer bazı yağlardan daha iyi tehammül edilmekte olduğu konusu da dikkatten uzak tutulmamalıdır.

Sütün pastörizasyonu, süt yağının çok fazla doymamış yağ asitleri ve esansiyel yağ asitlerinin miktarları üzerine hiç bir etkiye sahip değildir. Çünkü örneğin linoleik asit çok yüksek bir sıcaklık stabilitesine sahiptir. Steril sütte ve UHT sütte esansiyel yağ asitlerinin herbirinin miktarlarında çok az azalma söz konusudur. Isıtılmış süt yağında süt aromasının bir komponentini teşkil eden şiddetli sıcaklık etkisinde oldukça büyük ölçüde diğer süt komponentleri ile bileşik yapan serbest

yağ asitleri azalır. Değişmeler bundan başka ısıtılmış süt ürünlerinde fosfolipidlerin yağ asidi bileşiminde de görülmüştür (5).

Isıtmada yağın kendinden ziyade bunun kaymak bağlama kabiliyeti üzerinde kesin olarak etkide bulunurlur. Kısa zaman ısıtma metoduna tabi tutulmuş sütte kaymak bağlama kabiliyeti çiğ süte göre çok az düşmesinin yanında yüksek derecede ısıtmada süt çok düşük oranda kaymak bağlamaktadır (16).

3.4. Vitaminlere Etkisi

Çiğ sütün vitamin miktarı bilhassa büyük ölçüde yemlemeye bağlı olduğu için büyük varyasyon göstermektedir. Oksijen, ışık ve ağır metaller vitaminlerin az veya çok hızlı bozulmasına etki etmektedir (16).

Yağda çözünen vitaminler A,D, ve E aynı şekilde B-kompleks vitaminleri riboflavin, pantatonik asit, bitoitin ve niasin sıcaklık tesirine karşı nisbi olarak hassas değildir. Böylece sütün ısıtılmasıyla kaide olarak bu vitaminlerde hemen hiçbir kayıp ortaya çıkmamaktadır. Yalnız uzun süreli ısıtmada veya sterilizasyondan dolayı vitamin A,E ve B₂ nin miktarlarında çok az azalma görülebilir. Burada vitamin A ve E için muhtemel oksidasyon olayları aynı zamanda oksijen etkisiyle birlikte sorumlu tutulabilir (8,12).

Buna karşılık tiamin, pridoksin, kobalamin, folik asit ve askorbik asit sıcaklık derecesine karşı dayanıklı değildirler. Böylece sıcaklığın şiddetine paralel olarak artan vitamin kayıpları tesbit edilmiştir. Cetvel 2 de çok sayıdaki araştırmadan ortaya çıkan ortalama vitamin kayıpları gösterilmiştir. Buradan şu sonucu çıkarabiliriz: Pastörize sütteki vitamin kayıpları çok düşük sayılmalıdır. Bundan dolayı beslenme değeri kaybindan söz edilemez. Bu tesbit hemen aynı ölçüde UHT süt içinde uygundur. Cetvelden de görüldüğü gibi bu kayıplar büyük bir çoğunlukla % 10-20 nin üzerine çıkmamaktadır (18). UHT metodlu ile ısıtmada direkt ve indirekt metod arasında vitamin kayıpları açısından fark mevcuttur. (14).

Buna karşılık normal sterilizasyon metodunda elde edilen sütteki vitamin etkinliği azalması oldukça fazla olarak ifade edilmektedir. Çünkü kobalamin tamamen ve tiamin, folik asit ve askorbik asit hemen hemen yarı yarıya zarar görmektedir. Bunlar arasında Vitamin B₆ sıcaklığa karşı daha fazla dayanıklılık göstermektedir. Pastörizasyon ve UHT metodları için optimum sıcaklık zaman kombinasyonun iyi seçilmesi gerekmektedir. Bununla mikroorganizmalar için arzu edilen ölme oranında vitaminlerin ve diğer gıda bileşenlerinin en iyi muhafazası amaçlanmaktadır (18).

Askorbik asit kaybı ilk sırada artan sıcaklık derecesi ile alakalıdır. İkinci sırada oksijen etkisi önemlidir. Oksijensiz şartlarda sütün pastörizasyonunda Vitamin C nin çok az kaybı söz konusudur. Oksijen varlığında Vitamin C nin kaybı kısa zaman ısıtmada yüksek derecede pastörizasyondan daha az olmaktadır.

Cetvel 2. Çeşitli Isıtma Metodlarında Sütteki Vitamin Kayıpları (4,11)

Isıtma metodları	Kayıplar %				
	Tiamin	Pridoksin	Kobalamın	Folik asit	Askorbik asit
Pastörizasyon	10	0—5	10	5	5—15
Kaynatma	10—20	5—8	20	15	15—20
UHT	5—15	10	10—20	10—20	10—20
Sterilizasyon	30—40	10—20	80—100	40—50	30—50

Askorbik asit ve Dehidroaskorbik asitin her iki vitamin C etkili formları sıcaklık etkisi altında farklı reaksiyon göstermektedir. Askorbik asit ilk olarak belli bir zamandan sonra parçalanmasına rağmen Dehidroaskorbik asit çok çabuk sıcaklıkla bozulabilmektedir, yani sıcaklığa daha az dayanıklıdır ve aynı şekilde çok hızlı parçalanır. Bu durum askorbik asidin oksijen varlığında meydana getirdiği duruma benzerdir. Burada Dehidraaskorbik asit lakton halkasının açılmasıyla dönüşsüz olarak biyolojik bakımdan inaktif Diketoglon asidine dönüşür. Sütün ısıtılmasında dehidroaskorbik asit kaybı askorbik asitten oldukça fazladır. Pastörize sütte miktar yarıyarıya azalır, UHT sütte indirekt metoda göre bu belirlememektedir (9).

3.5. Süt Proteinlerindeki Değişmeler

Her ısıtma çeşidi proteinlerin kısmen veya tamamen denatürasyonuna sebep olmaktadır. Her birprotein fraksiyonu arasında veya proteinler ile diğer süt bileşenleri arasında reaksiyonlara sebep olur. Burada işin ayrıntısına girmeden bazı analitik veya teknik enteresan sonuçlar şöyle sıralanabilir (16):

- Süt proteinlerinin, bunlar arasında bilhassa albuminin çökmesi,
- Redoks potansiyelinin düşmesi,
- Kaymak bağlamanın azalması,
- Mayalanma kabiliyetinin zayıflaması.

Süt proteinlerinin denatürasyonu asıl olarak beslenme fiziyojisi yönünden değerlendirilirken genelde negatif bir karaktere sahip değildir. Bundan çok kere proteinin spesifik olarak hacimsel dizilişindeki değişmeler, yani sekonder strüktürde yüksek ve sıcaklık altında bir çözelti olmaması anlaşılmaktadır. Yaklaşık 80 °C den itibaren denatüre olayları başlar. Burada denatüre olma kısmen dönüşsüz de olabilir. Sütün kazeini, nişbi olarak daha fazla sıcaklığa dayanıklıdır. Sıcaklıkla pınlama ancak 125 °C de 60 dakikanın üzerinde bir sıcaklığa tabi tutulunca meydana gelebilir. Bu sıcaklık işleminde süt işleme de alışılmamış bir durumdur (18).

Serum proteini değişik ısıtma metodlarında farklı ölçüde denatüre olurlar. Denatüre, sıcaklığın derecesi ve süresine bağlı olarak değişmektedir (16).

Sütün serum proteinleri arasında globulin sıcaklığa en hassas olanıdır. Bunu serum albumin ve β -laktoglobulin takip eder. Bunun yanında α - laktoalbumin sıcaklıkla denatüre olmaya karşı en stabil olanıdır. β - laktoglobulinde bir varyasyon söz konusudur. 15 dakikalık etki süresi içerisinde ilk denatüre belirtisi immunglobulinde 74 C de, serum albuminde ve β - laktoglobulinde 84-86 °C de görüldüğü halde, α -laktoalbuminde bunun için 100 °C de en az 5 dakika lüzumlu olmaktadır (18). Bundan dolayı serum proteinin denatürasyonu pastörizasyonda yalnız % 10 tutmaktadır. Sütün kaynatılmasında bu oran daha çok yüksektir. UHT sütte serum proteinleri % 50-90 oranında denatüre olmaktadır UHT de de indirekt metod daha yüksek bir denatüre derecesi göstermektedir. Normal sterilizasyon metodunda serum proteinleri hemeu tamamen denatüre olurlar.

Denatüre olma bir molekül toplanması ile alakalıdır. Bu iş sütte intermoleküller disülfid bağları formunda veya denatüre serum proteinin kazein partüküllerinde meydana gelen kompleks bileşik herseyden önce α - kazein ve β - laktoglobulin arasındaki karşılıklı etkiye dayanır ve uygulanan sıcaklığın şiddetine bağlıdır. Böylece bu sterilize sütte en fazla olarak kendini göstermektedir (18).

Sütün pastörizasyonunda denatürasyonun sadece kısmen olduğunu belirtmişti. $(NH_4)_2SO_4$ çözeltisinin önceki berrak filtratı burada ısıtma sırasında serum proteinlerinin denatürasyonuna başlaması sonucu bulanmaktadır. Pastörize süt ile sterilize sütü ayırmada kullanılan Aschaffunburg'un bulanıklık testi bu olaya dayanmaktadır. Buna karşılık pastörize sütle UHT sütü ayırmada bu test uygun değildir. Çünkü UHT sütte serum proteinleri aynı şekilde tam olarak denatüre olmazlar ve bu bulanıklık testi tamamen sterilizasyona rağmen pozitif netice vermektedir (16).

Burton ve Perkin (10)'e göre direkt ve indirekt ısıtılmış süt arasında fark meydana gelmektedir. Aynı çiğ süttten hazırlanmasına rağmen indirekt ısıtmada -laktoglobulinin % 82 si ve (abuminin % 53 ü denatüre olmaktadır. Halbuki direkt UHT metodunda bu rakamlar sırayla % 66 ve % 40 dır. İndirekt ısıtılmış sütte Ca ilavesinden veya PH mn düşürülmesiyle pepsinle direkt muameleye tabi tutulmuş süttten biraz daha hızlı pıhtılaşır. Steril sütle mukayesede UHT süt ile pastörize süt arasındaki büyük benzerlik PH 4.6 da çöken kazein fraksiyonlarında da kendini göstermektedir. Bunlar normal sterilizasyonla geniş ölçüde fazla çökmesine karşılık, pastörize ve UHT de ki miktarlarda yakın benzerlik görülmekte, çiğ sütle aralarında büyük fark bulunmamaktadır (16) (Cetvel 3).

Cetvel 3. PH 4.6 da çöken kazein fraksiyonları

Deneme Nr.	Kazein N nin miktarı (100 g sütte mg olarak)			
	Muamele görmemiş	Pastörize 85°C	UHT 150°C/2.4 sn	Sterilizasyon 117°C/ 15 dak.
1	411.9	434.1	446.1	472.1
2	428.1	445.6	446.4	492.6

Kazeinle birlikte albüminin çöktüğünü böylece miktarındaki çığ süte göre önemli değişikliği Cetvel 4 göstermektedir. Burada diğer protein fraksiyonlarındaki değişme pek fazla değildir (16).

Cetvel 4. Çığ sütte ve UHT sütte toplam Azotun % si olarak protein fraksiyonları

İşlem	PH 4.6 da çöken kazein fraksiyonları	Albumin %	Globulin %	Protein olmayan Azot %
Çığ süt	77.0	10.70	2.35	6.00
140°C nin üzerinde ısıtılmış süt	84.7	2.85	2.20	6.25

Pastörizasyon yada sterilizasyon metodlarının sütteki konserve edici etkileri proteinden meydana gelmiş olan mikroorganizmaların uygun sıcaklıklarda denatüre olması sonucu ölmesi esasına dayanmaktadır (1).

Sütün ısıtılmasıyla süt proteinlerinin amino asit bileşiminde hiç bir önemli değişme ortaya çıkmamaktadır. İlk defa sıcaklığın 120°C nin üzerinde bazı amino asitleri parçalanırlar. Sütçülük yönünden alışıla gelmiş metodlar çok az değer düşmesine yol açabilir. Çünkü ilk defa yüksek sıcaklığın çok uzun süre etkisi belirgin kayıplara yol açmaktadır. Lisin miktarının azalması pastörize sütte % 1-2. kısa süre kaynatmada % 5, UHT sütte % 4, sterilize sütte % 6-10 olarak kabul edilebilir. Bundan başka her şeyden önce sterilize sütte esansiyel amino asitleri metionin, lösin, izolösin, valin ve triptofan, aynı şekilde sistemin ve histidin de çok az değişmeler ortaya çıkmaktadır (4).

Isıtma ile denatüre olmuş süt proteinleri tabii formdan daha iyi sindirim kabiliyeti gösterirler. Çünkü strüktür değişmesiyle proteine enzimatik olarak daha iyi etki edilir ve parçalanabilir. Çığ süte kıyasla bundan dolayı ekseriya pastörize sütte proteinin çok iyi bir istifade edilebilirliği tesbit edilmiştir. Tripsinle yapılan sindirim denemelerinde, süt proteinlerinin iyileşen bu parçalanma durumu doğrulanmıştır. Bundan başka ısıtılmış süt proteini mide bağırsak kanalında iyi bir asit çözünürlüğü verdiği için bununla enzim faaliyeti aynı şekilde kolaylaşmaktadır (3).

UHT ile ısıtma sırasında süt proteinlerinde ortaya çıkan değişmeler öyle çok azdır ki, biyolojik değeri hiçbir şekilde zarar görmez. Fare denemelerinde protein değerlendirilmesinde pastörize süte göre hiç bir fark görülmemiştir. UHT süt için önemi bir tarafta, kazein ve serum protein arasındaki kompleks teşkili ile kazeinin pıhtılaşmasında biyolojik olarak yüksek değerli serum proteininin birlikte çökmesinde görmekteyiz. Bunun için bu şekilde elde edilen Quark toplam protein kalitesi göstermektedir (17).

Süt proteinlerinin biyolojik değeri ve sindirim kabiliyeti dikkatli iyi bir sterilize işleminde aynı şekilde bozulmaz. Çünkü hayvanlar üzerinde yapılan denemelerde kısmen azot retensiyonunda ve değerlendirilmesinde aynı şekilde kan serumunun protein fraksiyonlarında pastörize süte göre hiç bir fark meydana gelmemiştir. Ancak steril sütte kısmen protein değerlendirilmesi ve biyolojik değerlik çok az zarar görmekte ve UHT sütle hayvanlarda en fazla büyüme hızı elde edilmiştir (18).

3.6. Sütün Isıtılmasında Mailard Reaksiyon

İlk basamakda mailard reaksiyon serbest amino grupları, herşeyden önce lisinin α -amino grupları ile karbonhidratların aldehit grupları veya yağlarla sütte esas olarak laktozun indirgen grupları ile bir bağa sebep olur. İkinci basamakda ürünleri kahverengiye dönüştüren, sarı kahveden siyaha kadar renk alan melenoidinler meydana gelir. Kuvvetli ısıtmadan arzu edilmeyen bir koku ve tadla alâkalı olabilen uçucu maddelerden bir dizi teşekkül etmektedir. Mailard reaksiyonundan dolayı aroma komponentleri olarak ısıtılmış süt ürünlerinde hidroksi metil furfurool (HMF) da meydana gelir (7). Genellikle Mailard reaksiyonu besin maddelerinin değer kaybına neden olur. Bu sırada şeker protein bileşikleri meydana gelebilir ki, bu maddeler sindirim enzimleri tarafından ya hiç, ya da çok yavaş parçalanırlar (13). Örneğin süt proteinlerindeki temel amino asitlerden lisin α -amino gruplarının bloke edilmesiyle bu esansiyel amino asit biyolojik olarak inaktif hale gelir (7).

Pastörize içme sütünde mailard reaksiyonuna henüz hiç rastlanmamıştır. UHT sütte de aynı şekilde hiç bir esmerleşme reaksiyonu tesbit edilememiştir. Çünkü sıcaklığın 130 °C nin üzerine yükselmesinde mikroorganizmalar için ölme oranı, esmerleşme reaksiyonu örneğinde olduğu gibi kimyasal değişmelerden oldukça daha büyüktür. Yalnız indirekt UHT metodunda yükselen bir hidroksi metil furfurool (HMF) oranı tesbit edilebilmiştir. Klasik sterilizasyonda sütte karamel cinsinden bir tada sebep olan ve yüksek HMF oranı ile ilişkili olan hafif bir kahverengi renk belirlenebilmektedir. Sütçülükte kullanılan medotlarda biyolojik protein değerliğindeki bununla ilgili değişmeler nisbi olarak düşüktür. Sterilize süte % 0.01 oranında L-sistein ilavesiyle esmerleşme reaksiyonu etkili olarak düşürülebilir (2, 20).

Farelerde, mailard reaksiyon ürünlerinin yedirilmesinde karaciğerde artan bir yağ depolanması dikkati çekmiştir. Bu her bir esansiyel amino asidin azalan kullanılabilirliği ile alakalıdır. Hayvanlarda bundan başka melenoidinler nisbi olarak yüksek oranlarda da geciktirilmiş bir büyümeye sebep olurlar. Hidroksi metil furfuroolun ağızdan yedirilmesi de yüksek bir doz içinde zararsız olarak görülür. Çünkü HMF metabolizmada çok hızlı olarak parçalanır, bundan dolayı süt ürünlerinde ve diğer gıdalardaki düşük HMF miktarlarından hiç bir şekilde sıhhi

yönden zararlı bir etki ortaya çıkarmaz. Şayet ısıtılan gıda, duyuşal olarak yeni-
lebilir, içilebilir olarak görülebiliyorsa bunun sıhhat yönünden bir tehlikesinin bu-
lunmadığı tesbit edilmiştir. Mialard reaksiyonu çerçevesinde nitrozaminlerin ortaya
çıkması kesin olarak imkânsızdır (18).

LİTERATÜR LİSTESİ

1. ANONOMYS. 1979: Lebensmittelchemie und Ernährungslehre VEB Fach-
buchverlag, Leipzig.
2. ARNOLD, R.R.G. 1969: J. Dairy Sci. 52, 882.
3. BALTES, W. 1970: Michwissenschaft. 25. 627.
4. BALTES, W. 1973. Ernahr. Umschau 20, 35-41.
5. BAUGHAN, M.A.: E. COON; E. HANSEN. 1963: J. Dis. Child. 106, 529-535.
6. BİRYUKOVA, R.A. 1969: Dairy Sci. Abst. 31, 100.
7. BRİESKORN, C.H., 1972: Ernahr. Umschau 19, 198-202.
8. BURTON, H.; J.E. FORD; J.G. FRANKLİN; J.W.G. PORTER. 1967:
J. Dairy Res. 34, 193-197.
9. BURTON, H. 1972: Dairy Industr. 37, 197-201.
10. BURTON, H., A.G. PERKIN, 1970: Int. Milch. Kong. A. 4.1. 15.177
11. CAUSERET; J.M. LAUİSSİER; D. HUGOT. 1970: Ann. Nutr. Aliment.
24, B 169-200.
12. FEDHEIM, F. 1970: Milchwissenschaft, 25,625.
13. KESKİN, H. 1981: Besin Kimyası Cilt I. İstanbul Üni. Yayınları No: 2888.
Kimya Fak. No: 47.
14. KİERMEİER, F. 1972: Deut. Milchwissenschaft 2, 836-844.
15. KİERMEİER, F., M. DORUK. 1972: 2. Lebensmittel. Untersuch. -Forsch.
150, 220-224.
16. KİERMEİER, F., E. LECHNER. 1973: Milch und Milcherzeugnisse. Verlag
Paul Parey, Berlin und Hamburg.
17. PORTER, J., W.G. 1971: Food Technol. Austr. 23,37.
18. RENNER, E. 1974: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Men-
schen. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH. Kempten.
19. SPREER, E. 1978: Technologie der Milchverarbeitung, VEB Fachbuchverlag,
Leipzig.
20. ZADOW, J.G. 1970: Austr. J. Dairy Technol. 25, 123-126.