

YOĞURTTA AROMA VE LEZZET BİLEŞİKLERİNİN OLUŞUMU

Suzan Yalçın*

The formation of aroma and flavour compounds in yoghurt

Summary: *Yoghurt, which is a fermented milk product, is obtained from coagulation of milk by Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus.*

Lactic acid fermentation is considerably important in yoghurt manufacture. During the manufacture of yoghurt, lactic acid fermentation provides lactic acid, carbonyl compounds, volatile fatty acids and alcohols. Carbonyl compounds consist of acetaldehyde, diacetyl, acetoin (acetylmethylcarbinol), acetone and butanone-2. Of these, acetaldehyde is principal flavour component of yoghurt.

Yoghurt has a different lactic taste and aroma from the other fermented milk products since 90 % of carbonyl compounds in yoghurt forms acetaldehyde.

The combined effects of L. bulgaricus and S. thermophilus are required for desired flavour of yoghurt.

Özet: *Fermente süt ürünü olan yoğurt, sütün Lactobacillus bulgaricus ve Streptococcus thermophilus tarafından pıhtılaştırılması ile elde edilir.*

Yoğurt yapımında, laktik asit fermantasyonu oldukça önemlidir. Yoğurt yapımı süresince, laktik asit fermantasyonu laktik asit, karbonil bileşikleri, uçucu yağ asitleri ve alkollerini oluşturur. Karbonil bileşikleri asetaldehit, diasetil, asetoin (asetilmetil karbinol), aseton ve butanon-2'dir. Bunlardan, asetaldehit yoğurdun başlıca lezzet unsurudur.

Yoğurtta karbonil bileşiklerin % 90'ını asetaldehit oluşturduğu için, yoğurt diğer fermente süt ürünlerinden farklı bir laktik tat ve aromaya sahiptir.

L. bulgaricus ve S. thermophilus'un ortak etkileri yoğurtta arzu edilen lezzetin oluşması için gereklidir.

*Araş. Gör., A.Ü. Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye

Yoğurt, sütün özel koşullarda belirli bakteriler (*Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) tarafından fermentasyonla pıhtılaştırılması sonucu elde edilen bir süt ürünüdür (11, 35, 42).

Yoğurt, yapımı süresince, laktik asit fermentasyonu sonucu, başlıca ürün olan laktik asidin yanısıra, az miktarlarda karbonil bileşikleri, uçucu yağ asitleri ve alkollerden ibaret bazı parçalanma ürünlerini de içerir. Yoğurtta, özellikle, laktik asit taze ve asit bir tat, yan ürünler de hoş giden karakteristik aroma verir.

Yoğurdun aroması, başlıca, süttten, süt unsurlarının ısıyla parçalanması sonucu ve fermentatif işlemlerden orijini alan uçucu bileşiklerden kaynaklanır. Bu bileşiklerin bazıları yoğurdun aroma ve lezzetinde önemli bir rol oynar. Diğerleri ise aroma bileşiklerinin dengelenmesine yardım ederler. Yoğurdun aroma ve lezzet bileşikleri Tablo 1'de gösterilmektedir (30).

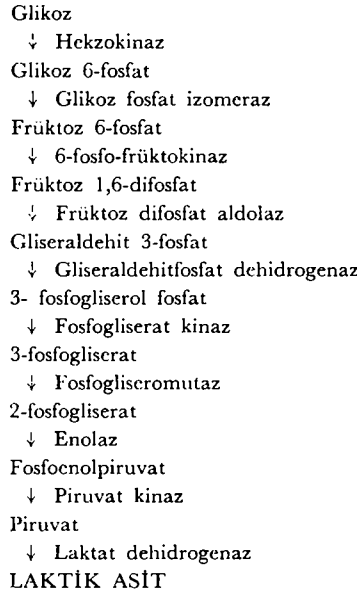
Tablo 1. Yoğurdun aroma ve lezzet bileşikleri

Bileşik	Mikroorganizma	Rol	Kaynağı	
			Primer	Sekunder
Asetaldhit	<i>L. bulgaricus</i> ve <i>L. jugurti</i> 'nin birçok suşu	Aroma bileşiği	Laktöz transformasyonu	Bazı amino asitlerin transformasyonu
Diasetil	<i>S. thermophilus</i> 'un bazı suşları	Aromaya katkı	Sitrik asit transformasyonu	Laktöz transformasyonu
Asetoin	<i>S. thermophilus</i> 'un bazı suşları, <i>L. bulgaricus</i>	İkinci derecede önemli	Sitrik asit transformasyonu	Laktöz transformasyonu
Uçucu asitler	<i>S. thermophilus</i> , <i>L. bulgaricus</i>	Aroma bileşiklerinin dengelenmesine katkı	Laktöz transformasyonu	Protein ve yağın parçalanması
Aseton, butanon-2	→ Yoğurt bakterileri	İkinci derecede önemli İkinci derecede önemli	Süt Laktöz ve yağ transformasyonu	Yağın ısı ile parçalanması
Etanol	Yoğurt bakterileri	Önemsiz	Laktöz transformasyonu	
Süt unsurlarından orijini alan bazı bileşikler	→	Bazı aroma bileşiklerinin oluşumuna katkı	Laktöz, yağ ve proteinlerin ısı ile parçalanması	

Laktik Asit Fermantasyonu Süresince Aroma ve Lezzet Bileşiklerinin Oluşumu

Laktik asit

Laktik asit üç karbon atomu bulunan bir organik asittir (14) ve yoğurdun yapımı süresince, fermantasyon ürünü olarak laktik asit bakterileri tarafından oluşturulur (14, 35). Laktik asit bakterileri, laktik asidin sentezlenmesi için gerekli olan laktat dehidrogenaz enzimine sahiptirler (35). Laktoz, laktaz enzimi ile hidrolize olarak glikoz ve galaktoza, glikoz da laktik aside parçalanır. Glikozdan laktik asit oluşumu Şekil 1'de gösterilmektedir (25).



Şekil 1. Glikozdan laktik asit oluşum mekanizması

Laktozun fermantasyonu sonucunda laktik asit, D (-), L (+) veya DL (±) şeklinde oluşur. Laktik asit bakterileri, türlerine bağlı olarak, farklı şekillerde laktik asit oluştururlar (35). Tipik bir yoğurt kültürü, L (+) - laktik asit oluşturan *S. thermophilus* ile D (-) - laktik

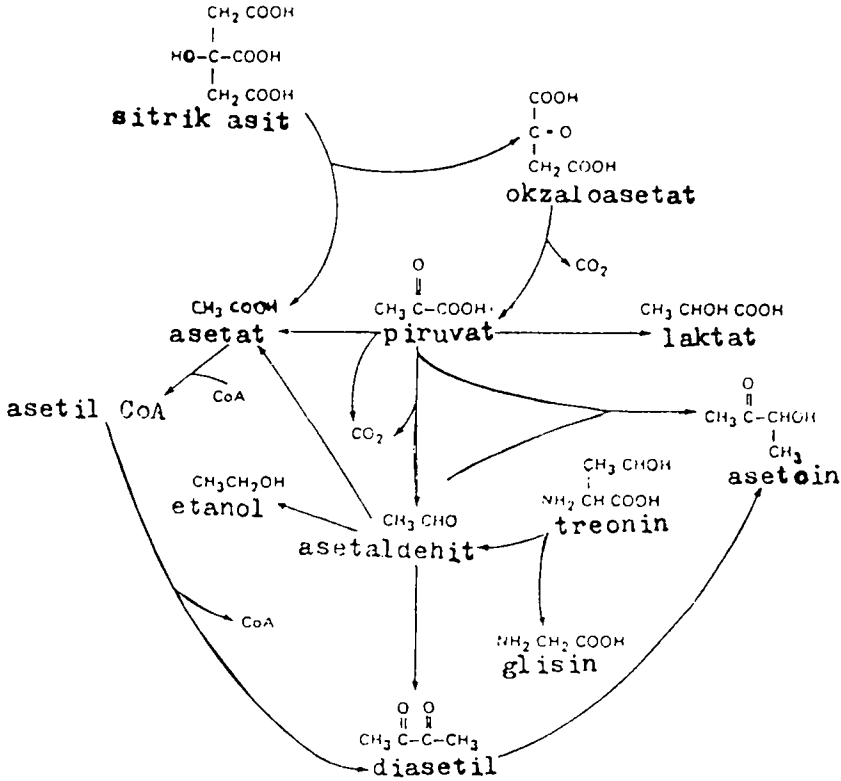
asit oluşturan *L. bulgaricus*'u içerir (14, 26). Böylece, yoğurt her iki izomerin bir karışımını kapsar (7). *S. thermophilus*, inokülasyondan sonra, *L. bulgaricus*'dan daha çabuk asit oluşturur. Diğer bir deyişle, henüz yeterince asit oluşmamış taze yoğurtta, başlıca, L (+) - laktik asit bulunur. İnkübasyon süresi uzun olan ve/veya uzun süre muhafaza edilen yoğurtta, yüksek asiditeden ötürü, *S. thermophilus*'un gelişmesi inhibe olur (pH 4.5) veya tamamen durur (\leq pH 4.3). *L. bulgaricus* asit oluşturmaya devam ederek D (-) - laktik asit düzeyini artırır. D (-) - laktik asidin miktarı da muhafaza süresince gittikçe artar (7,14).

L (+) - ve D (-)-laktik asidin yoğurtta oluşma oranları başlıca, starter kültürün inokülüm oranı, kültürler arasındaki oran, inkübasyon ısısı, yoğurdun muhafaza süresi ve laktik asidin düzeyine bağlıdır (35). Üründeki laktik asidin predominant olan izomeri, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* mikroorganizmalarının sayısı ile asidite oluşturma yeteneklerine bağlıdır (14). Yoğurt yapımında, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un tek tek veya birlikte kullanılmaları da belirli bir süre sonunda oluşan asitliği etkilemektedir. *L. bulgaricus* kültürünün, *S. thermophilus*'a oranla, daha fazla asitlik oluşturduğu (8,11); buna karşılık bu mikroorganizmaların birlikte kullanılmaları ile yoğurtta oldukça kısa sürede daha fazla asitliğin oluştuğu belirlenmiştir (3, 28,37). *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'un ortak etkileri yoğurdun kendine özgü asit gelişimi ve arzu edilen lezzetin oluşması için gereklidir (13, 33, 34). Hollanda'da Pette ve Lolkema (29), yoğurtta optimum lezzetin laktik asit cinsinden % 0.85-0.90 asiditede elde edildiğini bildirmektedirler. Türk Standardları Enstitüsü'ne (39) göre yoğurtta asitliğin, laktik asit cinsinden % 0.8'in altında ve % 1.575'in üzerinde olmaması gerektiği öngörülmektedir. Oysa Türkiye'de son asiditesi % 1.25 olan yoğurtların en fazla lezzete sahip olduğu belirtilmektedir (36). Yoğurtta asitliğin fazla oluşması lezzetin ekşi, az oluşması ise yavan olmasına neden olur (11).

Karbonil bileşikleri

Bu bileşiklerin başlıcaları, asetaldehit, diasetil, asetoin (asetil metil karbinol), aseton ve butanon-2'dir (30). Yoğutta karbonil bileşiklerin % 90'ını (ürünün % 5'ini) asetaldehit teşkil ettiği için, yoğurt diğer fermente süt ürünlerinden farklı bir laktik tat ve aromaya sahiptir (17). Ayrıca, asetaldehit, diğer bazı karbonil bileşiklerin (asetoin,

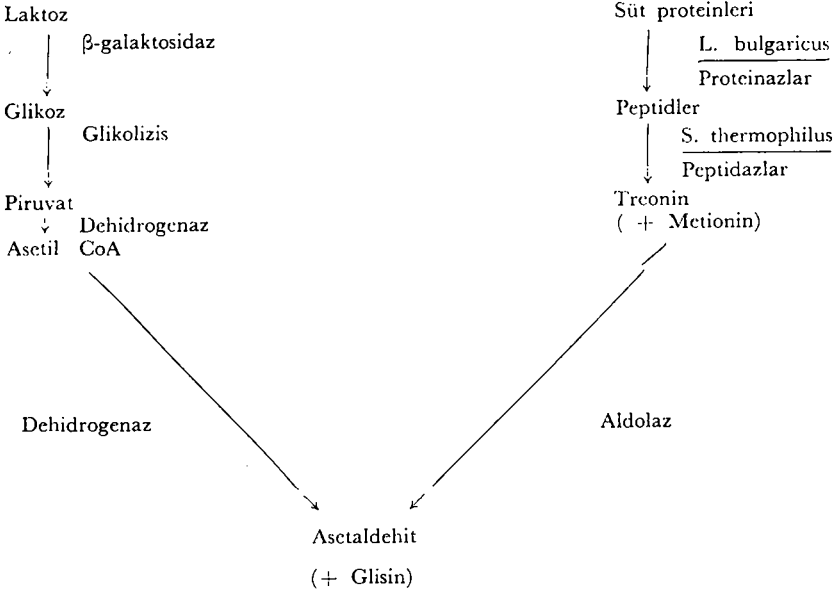
diasetil ve etanol bu bileşiklerden oluşur) önemli bir kaynağını da oluşturur. Lezzet bileşiklerinin oluşumu Şekil 2'de gösterilmektedir (27).



Şekil 2. Lezzet bileşiklerinin oluşumu

Asetaldehit: Asetaldehit, yoğurdun başlıca aroma ve lezzet unsuru olarak belirtilir (5, 15, 16, 29, 32, 34, 40). Yoğurt starterleri tarafından asetaldehidin oluşum yolları Şekil 3'de gösterilmektedir (19).

Şekil 3'den anlaşılacağı üzere *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* ya glikozdan glikolizis ile oluşturduğu piruvat ve asetil CoA'dan yada treoninden asetaldehit oluştururlar. *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un birlikte kullanılmaları ile oluşturulan asetaldehit miktarı, bu kültürlerin tek başlarına kullanılmaları ile elde edilen asetaldehit miktarından oldukça fazladır (12). Tek kullanıldığında *L. bulgaricus* kültürlerinin, *S. thermophilus*'dan daha fazla asetaldehit oluşturduğu ortaya



Şekil 3. Yoğurt starterleri tarafından asetaldehit oluşumu

konmuştur (10,12). Öte yandan *S. thermophilus*'un oluşturduğu asetaldehidin yoğurdun aroma ve lezzetine katkısı oldukça önemsiz bulunmuştur (30).

Lees ve Jago (21), *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'daki treonin aldolaz aktivitesini incelemişler ve bu aktivitenin, özellikle glikozun mevcudiyetinde, *L. bulgaricus*'da oldukça yüksek olduğunu; inkübasyon ısısının 30°C'den 37°C ye artırılması halinde *S. thermophilus*'un aktivitesinin azaldığını bulmuşlardır.

Rasic ve Kurmann (30), yoğurtta asetaldehit oluşumunun başlıca kaynağının laktozun parçalanması olduğunu, ayrıca bazı amino asitlerin (özellikle valinin) transformasyonunun da asetaldehit oluşumunda bir kaynak olabildiğini belirtmişlerdir. Buna karşılık Lees ve Jago (24) ise yoğurtta bulunan asetaldehidin büyük bir kısmının kazeinden kaynaklandığını ve kazeinden asetaldehit oluşmasında *L. bulgaricus*'un sentezlediği treonin aldolaz enziminin önemli bir rol oynadığını açıklamışlardır. Asetaldehit oluşumunda diğer bir yol, DNA'nın (deoksiribonükleik asit) yapısını bozarak timidin'den asetaldehit oluşturan enzim deoksiriboaldozun aktivitesidir (22,35). Lees ve Jago (22,24),

bu enzimin *L. bulgaricus*'da bulunmadığını ve *S. thermophilus*'un dört suşundan sadece birinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Asetaldehidin oluşum oranı, büyük ölçüde ürünün asidite seviyesine bağlıdır (30). Şöyleki, asetaldehit, pH 5.0'de oluşmaya başlamakta; miktarı pH 4.4-4.3'e kadar hızlı (42°C de yaklaşık 3 saatte), daha sonra yavaş yavaş artarak pH 4.0 civarında stabilize olmaktadır (6). Aynı zamanda, asetaldehit içeriğinin, asiditenin laktik asit cinsinden % 1.148 olması halinde azaldığı tesbit edilmiştir (30).

Hamdan ve ark. (12), yoğurtta asetaldehit oluşumunun inkübasyonun beşinci saatinde en yüksek düzeye ulaştığını ve sonra gittikçe azaldığını belirtmişlerdir. Zamanla asetaldehit miktarında meydana gelen bu azalma laktik organizmaların asetaldehidi etanole indirgeme yeteneğini göstermesinden dolayıdır. Bazı araştırmacılar (1, 12), farklı kültürlerle yapılan yoğurtların bazılarında asetaldehit miktarının yoğurdun muhafazası süresince azaldığını, diğerlerinde ise sabit değerlerde kaldığını belirlemişlerdir. Bu durumu, bazı araştırmacılar (30), kültürlerin asetaldehidi indirgeme yeteneklerinin farklı olmasıyla açıklamaktadırlar.

Bills ve ark. (4), % 8 veya daha fazla sakkaroz (sukroz) içeren ortamda asetaldehit oluşumunun azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, yoğurt yapımında kullanılan sütün çeşidi, yoğurt bakterilerinin özellikleri, süte yüksek ısı işlemi uygulanması, yağsız süt tozu ilavesi veya sütün konsantre edilmesiyle kurumadde miktarının artırılmasının asetaldehit oluşumunu etkilediği açıklık kazanmıştır (30).

İnek sütünden yapılan yoğurdun lezzeti ile keçi sütünden yapılan yoğurdun lezzeti arasında önemli bir fark vardır. Bazı araştırmacılar (2,42) keçi sütünden yapılan yoğurttaki asetaldehit miktarının inek sütünden yapılan yoğurttakine nazaran oldukça az olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum, keçi sütünden yapılan yoğurtta meydana gelen asetaldehidin asetata dönüşmesi veya muhtemelen mevcut olan bisülfid iyonlarının asetaldehit ile birleşmesi sonucu tipik yoğurt lezzetinin oluşumunun engellenmesiyle açıklanmaktadır (27). Yaygın (42), koyun sütünden yapılan yoğurdun asetaldehit miktarının inek sütünden yapılan yoğurdunkinden daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Bottazzi ve Vescovo (5), yoğurdun asetaldehit miktarı, 4.0 ppm'den daha az olduğu zaman atipik ve zayıf bir lezzete, 8.0 ppm veya daha fazla olduğu zaman ise iyi bir lezzete sahip olduğunu; bazı

araştırmacılar ise yoğurdun optimum aroma ve lezzetinin genellikle pH 4.4-4.0 (17, 30) ve 23.0 - 41.0 ppm asetaldehit içerdiğinde (30) oluştuğunu bildirmektedirler.

Groux (9), asetaldehit çok az miktarda bulunduğu zaman⁹ diasetil ve hatta asetoinin kısmen asetaldehidin yerine geçebildiğini ve böylece tipik yoğurt lezzetinin muhafaza edildiğini belirtmiştir. Yoğurtta asetaldehit/aseton oranı yaklaşık 2.8 olduğu zaman çok iyi ve belirgin, 0.4 ve 1.0 arasında ise zayıf ve atipik bir lezzet ve aroma elde edilmektedir (5).

Diasetil ve Asetoin : Yoğurtta diasetil ve asetoin genellikle çok düşük düzeyde bulunur. Ancak, asetoin miktarı, diasetilden biraz fazladır (30).

Diasetil ve asetoinin oluşumunda başlıca rolü, *S. thermophilus*'un bazı suşları oynar. Bu türlerin farklı suşları diasetil oluşturmada önemli farklılıklar gösterir. *L. bulgaricus*'un suşları sadece iz miktarlarda asetoin oluşturur (30). Bottazzi ve Vescovo (5), termofilik laktobasil-lerin diasetil oluşturmadığını, termofilik streptokokların ise az miktarda oluşturduğunu açıklamışlardır. Yoğurt kültürüne *S. diacetilactis*'in ilavesi, yoğurttaki diasetil miktarı (saf yoğurt kültürüne nazaran 3 misli veya daha fazla miktarda) ile asetaldehit miktarının artmasına neden olur (30,31). Rasic ve Milanovic (31), yoğurda % 0.5 oranında *S. diacetilactis* ilavesi ile diasetil miktarının 5 ppm'e kadar artırıldığını belirlemişlerdir.

Sitratların transformasyonu yoğurtta diasetil ve asetoin oluşumunun başlıca kaynağı olarak kabul edilmektedir. Belirli şartlar altında, laktozun parçalanması da bu bileşiklerin önemli bir kaynağını oluşturabilmektedir.

Yoğurtta diasetil az miktarlarda (ortalama 0.90 ppm) hoş ve nefis bir lezzet ve aroma oluşmasına neden olur (30).

Aseton ve Butanon-2 : Aseton ve butanon-2'nin yoğurdun lezzetine az miktarda da olsa katkısı olduğu kabul edilmektedir. Aseton ve butanon-2 az miktarda, genellikle süten kaynaklanır. Ayrıca, yoğurt bakterileri tarafından da belirli miktarlarda oluşturulur. Sütte bu ürünler az miktarlarda bulunmasına rağmen laktoz transformasyonu ve yağın parçalanması sonucu da oluşabilmektedir (30).

Yaygın (42), 95°C de 15 dk. ısıtılmış inek, koyun, keçi ve manda sütlerinden benzer koşullarda yaptığı yoğurtlarda aseton miktarını

sırasıyla ortalama olarak 11.4, 12.5, 14.6 ve 15.8 ppm olarak belirlenmiştir.

Alkoller

Laktik asit fermantasyonu süresince oluşan etanolün, yoğurdun lezzetine katkısı oldukça azdır. Yoğurttan etanol yoğurt bakterileri tarafından laktoz transformasyonu ile oluşturulur (23, 30).

Lees ve Jago (20), alkol dehidrogenaz enziminin *S. thermophilus*'un dört suşunun sadece ikisinde yüksek aktivitede bulunduğunu ve bu enzimin yardımı ile asetaldehidin etanole indirildiğini belirtmişlerdir (23).

Yaygın (42), inek, koyun, keçi ve manda sütlerinden yaptığı yoğurtlarda etanol miktarını sırasıyla ortalama olarak 92.7, 82.8, 125.5 ve 71.9 ppm olarak saptamıştır. Araştırmacı, keçi sütünden yapılan yoğurtlarda etanolün fazla miktarda bulunmasının, keçi sütünün özelliğinden ileri geldiğini belirtmiştir.

Alkollerin, yağ asitleri ile esterleri oluşturarak, lezzetin oluşmasında bir ölçüde katkısı olabileceği sanılmaktadır (18).

Uçucu yağ asitleri

Yoğurttan yağın parçalanması çok az bir düzeyde olur. Ancak oluşan bazı yağ asitleri lezzetin oluşmasında rol oynarlar (35). Diğer bir deyişle, uçucu yağ asitleri, yoğurttan başlıca lezzet unsurları olarak düşünülmezler; sadece lezzet bileşiklerinin dengelenmesine katkıda bulunurlar.

Uçucu asitlerin serbest bırakılması hem *S. thermophilus* hem de *L. bulgaricus*'un metabolik aktivitesinin bir sonucu olarak meydana gelir. *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*'dan daha fazla uçucu asit oluşturur. Bu durum da muhtemelen *L. bulgaricus*'un protolitik aktivitesinin yüksek olmasına bağlanmaktadır (30).

Laktoz transformasyonu, belirli düzeyde yağ parçalanması ve amino asitlerin transformasyonunun, uçucu asitlerin oluşumunda bir kaynak teşkil ettiği bildirilmektedir (30).

Yoğurdun yapımı süresince, uçucu yağ asitleri miktarı önemli ölçüde artar (30). Turcic ve ark. (38), yoğurdun yapımı süresince asetik, butirik, kaproik ve kaprik asitlerin miktarının arttığını, propiyonik, izovalerik ve kaprilik asitlerin ise azaldığını belirtmişlerdir.

Koyun sütünden yapılan yoğurt inek sütünden yapılan yoğurda nazaran daha spesifik bir lezzet ve aromaya sahiptir. Rasic ve Kurmann (30), bu durumu, koyun sütünden yapılan yoğurtlarda asetaldehit miktarının daha düşük ve uçucu yağ asitleri miktarının ise daha yüksek olması ile açıklamışlardır. Yaygın (42) ise, koyun sütünden yapılan yoğurttaki asetaldehit miktarının inek sütüne nazaran fazla olduğunu belirtmiş, fakat uçucu yağ asitleri miktarını belirlememiştir.

Proteolizis Ürünleri

Groux (9), yoğurt lezzetinin oluşumu için enzimatik proteolizisin önemli olduğunu ve proteolizis sonucu oluşan serbest amino asitlerin yoğurdun lezzetinin arzu edilen düzeyde olmasına yardım eden diğer bazı aromatik unsurların habercileri olabileceği hakkında bir fikir verdiğini belirtmiştir.

Süt Unsurlarının Isı ile Parçalanması Sonucu Oluşan Bileşikler

Süte ısı işleminin uygulanması yağ, protein ve laktoz gibi önemli süt unsurlarının parçalanmasına ve sayısız uçucu bileşiklerin oluşumuna neden olur. Başlıca süt unsurlarının ısı işlemiyle parçalanması sonucu oluşan bileşikler Tablo 2'de verilmektedir (41).

Tablo 2. Sütün başlıca unsurlarından ısı işleminin etkisiyle oluşan bileşikler

Yağ	Yağ ve/veya		
	Laktoz	Laktoz	Protein
Aseton	Benzaldehit	Furfural	Dimetil sülfid
Butanon	Benzil alkol	Furfiril alkol	Dimetil sülfon
3-Penten-2-on	Metil benzoat	5-Metilfurfural	İzo-butiraldehit
2-Hekzanon		Furilmetilketon	Fenil-asetaldehit
2-Heptanon		2,5-Dimetil-furan	
2-Nonanon		2-furil-3-propional	
2-Undekanon		Furil-etil-keton	
gamma-Valero-lakton		2-Pentilfuran	
delta-Kapro-lakton			
delta-Kaprilakton			
delta-Tridekalakton			
Pentan			
Metilsiklopentan			
Asetilpropionil			
2-Hidroksi-3-pentanon			
3-Hidroksi-2-pentanon			

Tablo 2'den de anlaşılacağı üzere yoğurt yapımında süte uygulanan ısı işleminin etkisiyle sütteki yağ, laktoz ve proteinlerden yaklaşık 31 bileşik oluşmaktadır. Bu bileşiklerden bir kısmının yoğurdun lezzetinin oluşmasında az da olsa dolaylı olarak etkili olabileceği ileri sürülmüştür (30).

Sonuç

Sonuç olarak, yoğurdun aroma ve lezzetini veren başlıca bileşiklerin asetaldehit, laktik asit, diasetil ve asetik asit olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, süte uygulanan ısı işleminin etkisiyle sütteki besin unsurlarının (laktoz, yağ ve protein) parçalanması sonucu oluşan yaklaşık 31 kimyasal bileşiğin de yoğurdun kendine has aroma ve lezzetine muhtemelen bir ölçüde katkıda bulunduğu, temel teşkil ettiği veya bu bileşiklerin dengelenmesinde rol oynadığı sanılmaktadır.

Kaynaklar

1. **Abrahamsen, R.K.** (1978). *The content of lactic acid and acetaldehyde in yoghurt stored at different temperature*. Brief Communications. 20 th Int. Dairy Cong., 829-830. Congrilaite, Paris.
2. **Abrahamsen, R.K., Svensen, A. and Tufto, G.N.** (1978). *Some bacteriological and biochemical activities during the incubation of yoghurt from goats' and cow's milk*. Brief Communications. 20 th Int. Dairy Cong., 828-829. Congrilaite, Paris.
3. **Accolas, J.P., Bloquel, R., Didienne, R. et Regnier, J.** (1977). *Propriétés acidifiantes des bactéries lactiques thermophiles en relation avec la fabrication du yoghourt*. Lait, 57 (561/562): 1-23.
4. **Bills, D.D., Yang, C.S, Morgan, M.E. and Bodyfelt, F.W.** (1972). *Effect of sucrose on the production of acetaldehyd and acids by yogurt culture bacteria*. J. Dairy Sci., 55 (11): 1570-1573.
5. **Bottazzi, V. and Vescovo, M.** (1969). *Carbonyl compounds produced by yoghurt bacteria*. Neth. Milk Dairy J., 23: 71-78.
6. **Bottazzi, V., Battistotti, B. et Montescani, G.** (1973). *Influence des souches seules et associées de Lactobacillus bulgaricus et Streptococcus thermophilus ainsi que des traitements du lait sur la production d'aldéhyde acétique dans le yaourt*. Lait, 53 (525/526): 295-308.
7. **Deeth, H.C. and Tamime, A.Y.** (1981). *Yogurt: Nutritive and therapeutic aspects*. J. Food Protect., 44 (1): 78-86.
8. **Görner, F., Palo, V. und Bertan, M.** (1968). *Veränderungen des gehaltes der flüchtigen stoffe während der joghurtreifung*. Milchwissenschaft, 23 (2): 94-100.

9. **Groux, M.** (1973). *Etude des composants de la flaveur du yoghourt*. Lait, 53 (523/524): 146-153.
10. **Gürsel, A.** (1983). "Yoğurt Yapımında Starter Miktarı ve Niteliğinin Asit ve Aroma Maddeleri Oluşumuna Etkisi". Doktora tezi. Teksir, Ankara.
11. **Hadi, Y.A.** (1982). "Yoğurtlardan İzole Edilen Kimi Bakterilerin Starter Olarak Seçilme Olanakları". Doktora tezi. Teksir, Ankara.
12. **Hamdan, I.Y., Kunsman, J.E. and Deane, D.D.** (1971). *Acetaldehyde production by combined yogurt cultures*. J. Dairy Sci., 54 (2): 1080-1082.
13. **Heath, H.B.** (1983). *Flavours in milk and dairy products*. Dairy Ind. Int., 48 (9):19-21, 27.
14. **Hunger, W.** (1984). *Dextro-rotatory and levo-rotatory lactic acid: Their significance and occurrence in sour milk products*. Danish Dairy Ind... worldwide, 4: 39-42.
15. **Keenan, T.W. and Bills, D.D.** (1968). *Metabolism of volatile compounds by lactic starter culture microorganisms*. A review. J. Dairy Sci., 51 (10): 1561-1567.
16. **Keogh, B.P.** (1978). *Microorganisms in dairy products-Friends and foes*. Aust. J. Dairy Technol., 33 (2): 41-45.
17. **Kroger, M.** (1976). *Quality of yoghurt*. J. Dairy Sci., 59 (2): 344-350.
18. **Labropoulos, A.E., Palmer, J.K. and Tao, P.** (1982). *Flavor evaluation and characterization of yogurt as affected by ultrahigh temperature and vat processes*. J. Dairy Sci., 65 (2): 191-196.
19. **Law, B.A.** (1981). *The formation of aroma and flavour compounds in fermented dairy products*. Review Article No: 180. Dairy Sci. Abst., 43 (3): 143-154.
20. **Lees, G.J. and Jago, G.R.** (1976). *Acetaldehyde: An intermediate in the formation of ethanol from glucose by lactic acid bacteria*. J. Dairy Res., 43 (1): 63-73.
21. **Lees, G.J. and Jago, G.R.** (1976). *Formation of acetaldehyde from threonine by lactic acid bacteria*. J. Dairy Res., 43 (1): 75-83.
22. **Lees, G.J. and Jago, G.R.** (1977). *Formation of acetaldehyde from 2-deoxy-D-ribose-5-phosphate in lactic acid bacteria*. J. Dairy Res., 44 (1): 139-144.
23. **Lees, G.J. and Jago, G.R.** (1978). *Role of acetaldehyde in metabolism: A review. 1. Enzymes catalyzing reactions involving acetaldehyde*. J. Dairy Sci., 61 (9): 1205-1215.
24. **Lees, G.J. and Jago, G.R.** (1978). *Role of acetaldehyde in metabolism: A review. 2. The metabolism of acetaldehyde in cultured dairy products*. J. Dairy Sci., 61 (9): 1216-1224.
25. **Lehninger, A.L.** (1975). "Biochemistry". 2 nd ed., Worth Pub., Inc. NewYork.
26. **Lunder, T.L.** (1972). *The determination of the configuration of lactic acid produced in milk*. Milchwissenschaft, 27 (4): 227-230.
27. **Marshall, V.M.** (1982). *Flavour compounds in fermented milks*. Perfumer and Flavorist, 7 (4/5): 27-34.
28. **Moon, N.J. and Reinbold, G.W.** (1976). *Commensalism and competition in mixed cultures of Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus*. J. Milk Food Technol., 39 (5): 337-341.

29. **Pette, J.W. und Lolkema, H.** (1950). *Yoghurt. III. Zuurvorming en aromavorming in yoghurt.* Neth. Milk Dairy J., 4: 261-273.
30. **Rasic, J. and Kurmann, J.A.** (1978). "Yoghurt. Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations 1". Staempfli + Cie AG, Berne.
31. **Rasic, J. and Milanovic, Z.** (1966). *Influence of Str. diacetilactis culture on the flavour of yoghurt.* 17 th Int. Dairy Congr., E/F: 637 - 642.
32. **Robinson, R.K., Tamime, A.Y. and Chubb, L.W.** (1977). *Acetaldehyde as an indicator of flavour intensity in yogurt.* Milk Ind., 79 (4): 4-6.
33. **Sandine, W.E. and Elliker, P.R.** (1970). *Microbially induced flavours and fermented foods. Flavour in fermented dairy products. A review.* J. Agr. Food Chem., 18 (4): 557-562.
34. **Sandine, W.E., Daly, C., Elliker, P.R. and Vedamuthu, E.R.** (1972). *Causes and control of culture-related flavor defects in cultured dairy products.* J. Dairy Sci., 55 (7): 1031-1039.
35. **Tamime, A.Y. and Deeth, H.C.** (1980). *Yogurt: Technology and biochemistry.* J. Food Protect., 43 (12): 939-977.
36. **Tekinşen, O.C.** (1982). "Süt Ürünleri Teknolojisi". Teksir, Besin Kontrolü ve Teknolojisi Birimi, A.Ü. Veteriner Fakültesi, Ankara.
37. **Tramer, J.** (1973). *Yogurt cultures.* J. Soc. Dairy Technol., 26 (1): 16-21.
38. **Turcic, M., Rasic, J. and Canic, V.** (1969). *Influence of Str. thermophilus and Lb. bulgaricus culture on volatile acids content in the flavour components of yoghurt.* Milch-wissenschaft, 24 (5): 277-281.
39. **Türk Standardları Enstitüsü** (1974). "Yogurt". TS 1330, Mart 1974, Birinci Baskı. Türk Standardları Enstitüsü-Ankara.
40. **Vedamuthu, E.R.** (1978). *Fermented milks.* Microlife Technics, 199-226. Sarasota, Florida 33578.
41. **Viani, R. and Horman, I.** (1974). *Composition of yoghurt aroma.* Nestle Research News, 1974/75: 53-54.
42. **Yaygın, H.** (1981). "İnek, Koyun, Keçi ve Manda Sütlerinden Yapılan Yoğurtlarda Asetaldehit ve Diğer Bazı Uçucu Aroma Maddeleri Miktarı Üzerinde Bir Araştırma". E.Ü. Zir. Fak. Yay.: 444. E.Ü. Zir. Fak. Ofset Ünitesi, İzmir.
18.4.1985 günü gelmiştir.