

Tat-Koku İnteraksiyonları

Ceren Yaparel, Yeşim Elmacı ✉

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 12.05.2015, Kabul Tarihi (Accepted): 18.11.2015

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): yesim.elmaci@ege.edu.tr (Y. Elmacı)

☎ 0 232 311 13 11 📠 0 232 342 75 92

ÖZ

Gıdalarda lezzet algısının, burunda ve ağızda meydana gelen uyarıların kombinasyonu sonucunda meydana geldiği bilinmektedir. Tat, temel olarak dil üzerinde algılanırken, koku burun boşluğunun üst kısmında direkt olarak veya ağızın arka kısmında algılanmaktadır. Ayrıca, koku ve tat duyularının yanında dokunma duyuları da lezzet algısını değiştirmekte ve lezzet algısı duyuların interaksiyonlarından etkilenmektedir. Ayrı ayrı algılanan tat ve kokunun beyin tarafından ilişkilendirilmesi tat-koku interaksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Bu derlemede, tat-koku interaksiyon mekanizmaları olan fizikokimyasal, fizyolojik ve psikolojik mekanizmalar incelenmiş, tat-koku interaksiyonlarını etkileyen görev-odaklı, uyarıcı-odaklı ve kişi-odaklı faktörler ele alınmıştır. Ayrıca, kokunun hayal edilmesinin tat algısı üzerine etkisini inceleyen çalışmalar da değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tat-koku interaksiyonu, Tat Algısı, Koku algısı, Lezzet, Kokunun hayal edilmesi

Taste-Odor Interactions

ABSTRACT

It is known that the flavor perception of foods occur as the result of the combination of the stimuli which occur in the nose and the mouth. Taste is perceived by the receptors on the tongue while smell is perceived in the nose directly or at the back of the mouth. Also, sense of touch can affect the flavor perception beside the taste and smell sensations and the interactions between the sensations can change the flavor perception. Taste and smell perceptions which are perceived separately are associated by brain and this phenomenon is defined as taste-odor interaction. In this review, physicochemical, physiological and psychological mechanisms of taste-odor interactions were investigated and task-driven, stimuli-driven and subject-driven factors which affect taste-odor interactions were covered. In addition, studies about the effects of odor imagination on the taste perception were mentioned.

Keywords: Taste-odor interaction, Taste perception, Odor perception, Flavor, Odor imagination

GİRİŞ

Tat algısı, gıdanın ağıza alınmasıyla tat aktif bileşenlerinin dildeki tat tomurcuklarını uyarması ile meydana gelmektedir. Tat algısı; tatlı, tuzlu, umami, ekşi ve acı olmak üzere 5 temel tattan oluşmaktadır. Tat algısı yalnızca 5 temel tatla ilişkili olmayıp uyarıcının sıcaklık, soğukluk, sertlik ve acı verme gibi karakteristikleri de algılanan tadı etkilemektedir [1]. Koku algısı, ağıza alınan bir gıda maddesinden çıkan uçucu

bileşenlerin burun boşluğundaki koku alma reseptörlerini uyarması sonucunda oluşmaktadır. Lezzet algısı ise, tat ve koku algılarının bileşimi olarak ifade edilmektedir. Tat ve kokunun yanı sıra lezzet; koku-ağıza alınan bir gıda maddesinden çıkan uçucu bileşenlerin koklama yoluyla algılanması, tat-ağızda çözünen maddelerin tatma yoluyla algılanması ve kimyasal algı-ağız ve geniz boşluğundaki sinirlerin uyarılması ile algılanan acı hissi, burukluk gibi kavramlardan oluşmaktadır [1]. Başka bir ifadeyle; lezzet algısı, koku bileşenlerinin geniz

boşluğunda algılanmasıyla; gıda maddesinin burun kapalı iken ağıza alınması ve gıda yutulduktan sonra burnun açılarak değerlendirme yapılması sonucunda meydana gelmekte ve gıdaların tat, koku, görünüş, ses ve doku özelliklerine bağlı sinyallerin birleştirilmesi sonucunda oluşmaktadır [2, 3].

Geçmişten bu yana, duyarlar arasındaki interaksyonlar merak konusu olmuştur; kişiler birçok koku algısını, tat duyusuyla ilişkilendirmekte ve koku duyusunu tat algısı olarak belirtmektedir. Tat ve koku algıları arasındaki karışıklığın, kişilerin gıdaları ağıza alıp çiğnemeleri esnasında ağıza çıkan uçucu bileşenlerin geniz yoluyla koku reseptörlerine ulaştığından habersiz olmaları nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir [4]. Kimyasal duyarlar arasındaki interaksyonların reseptör hücreleri seviyesinde gerçekleşmediği, merkezi sinir sistemine dayalı olduğu belirtilmektedir [5]. Gıda algısı, sadece tat, koku ve doku ile ilgili olmayıp, bu faktörlerin birbirleriyle interaksyonları sonucunda kapsamlı bir gıda görüntüsünün tüketici tarafından algılanması ile oluşmaktadır [6]. Koku alma duyusunu yitiren birçok kişi tat alma konusunda da problem yaşadıklarını ifade etmektedirler. Nöroanatomi olarak bakıldığında tat ve kokunun farklı duyarlar olduğu ve birbirinden bağımsız olduğu bilinmekle birlikte, tat ve koku sistemlerinden beyne gelen uyarılar birleştirilerek lezzet algısını oluşturmaktadır [7]. Koku ve diğer duyasal algılar arasındaki ilişkiyle ilgili yapılmış birçok çalışma koku ve tat algısının birbirleriyle karıştığını, ayrı ayrı algılanmalarının zor olduğunu göstermiştir [8-10].

Ayrı ayrı algılanan tat ve kokunun beyin tarafından ilişkilendirilmesi tat-koku interaksyonu ile açıklanmaktadır. Duyusal bilimciler yıllardır tat ve koku arasındaki interaksyonu araştırmakta, interaksyonun mekanizmalarını ve nerede gerçekleştiğini ağıza çıkarmak için çalışmalar yapmaktadır. İnteraksyonun nasıl ağıza çıktığının araştırılmasının, tat ve koku algısının anlaşılmasına yardımcı olacağı ve bilginin beyinde nasıl işlendiğinin aydınlatılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

TAT-KOKU İTERAKSİYON MEKANİZMALARI

Tatma ve koklama reseptörleri ve reseptörlerin sinirler tarafından beyne iletim yolları fiziksel olarak farklı olmasına rağmen, koklama ve tatma duyarlarının birlikte uyarılması, her birinin algılanma yoğunluğunu etkilemektedir. Bu etki sonucunda, tat ve koku yoğunluğunun artması veya baskılanması ile sonuçlanan, çapraz tip duyasal etkileşim adı verilen bir etkileşim oluşmaktadır. Tat bileşeninin konsantrasyonu arttığında koku algısının arttığı, koku bileşeninin yoğunluğu arttığında da tat algısının arttığı belirtilmektedir [11-13]. Yapılan birçok çalışma sonucunda, tatlı, acı, tuzlu ve ekşi algısının aroma kullanımıyla artırılabilirliği görülmüştür [12, 14]. Çapraz tip etkileşimin meydana geldiği Cayeux ve Mercier [15] tarafından yapılan bir çalışma, ekşi tadın algılanan elma ve limon lezzetini arttırdığını ağıza çıkarmıştır. Bunun yanında, Dalton ve ark. [16], belirli tat bileşenlerinin koku algısını değiştirebileceğini de göstermiştir. Benzaldehit (kiraz-badem kokusu) olan koku duyarlılığı ağızda eşik

altı konsantrasyondaki sakkarin varlığıyla artırılmış, ağızda su veya diğer bir tat bileşeninin bulunması bir farklılık yaratmamıştır. Tat ve koku etkileşimlerine, fizikokimyasal, fizyolojik ve psikolojik mekanizmaların etki ettiği belirtilmektedir [17].

Fizikokimyasal mekanizmalar, tat bileşenleri ve uçucu bileşenler arasındaki fiziksel ve kimyasal etkileşimleri içermektedir. Gıda matrisindeki bazı tat bileşenlerinin varlığı bazı uçucu bileşenlerin ayrımını, molar konsantrasyonunu, su aktivitesi katsayısını etkileyebilmektedir. Bunun sonucunda ise tepe boşluğundaki uçucu bileşenlerin konsantrasyonu artmakta, azalmakta veya sabit kalmaktadır. Tuz veya asit, polar olmayan uçucu bileşenlerin konsantrasyonunu arttırmakta, böylece aroma özelliklerinin yoğunluğunun, uçucu bileşenlerin konsantrasyonundaki değişimin fonksiyonu olarak artması beklenmektedir [18-20]. Tat-aroma arasındaki interaksyonun fizikokimyasal etkileşim mi yoksa çapraz etkileşim mi olduğunu belirlemek zor olmakla birlikte tat-aroma uyarıcıları arasındaki kayda değer ölçüdeki fizikokimyasal değişimlerin sadece 100 g/L üzerindeki konsantrasyonlarda meydana geldiği belirtilmektedir [21].

Fizyolojik mekanizmalar, gıdanın ağıza alınmasından sonra meydana gelen tükürük salgılama, sıcaklık değişimi, mukoza yapısı, çiğneme ve yutma ile gıdanın matris yapısında değişime neden olarak tat ve koku maddelerinin konsantrasyonunu ve salınım hızını etkilemektedir. Dolayısıyla meydana gelen bu değişimler, lezzet maddelerinin ve uçucu bileşenlerin tat reseptörlerine taşınımını ve difüzyonunu etkileyerek tat reseptörleriyle koku maddelerinin interaksyonu üzerinde değişimlere neden olmaktadır [22, 23].

Psikolojik mekanizma ise, tat ve koku arasındaki uyum kavramıyla ilişkilidir. Uyum, tat ve koku bileşenlerinin gıda ürününde birlikte kullanımı için iki uyarının uygunluğu olarak tanımlanmıştır ve dikkate alınması gereken önemli bir kriterdir [5]. Örneğin, meyve tadı tatlılık veya ekşilikle uyumludur. Bu olgunun ağıza çıkmasının belirli bir tat ve aroma kombinasyonuna sürekli maruz kalındığında mümkün olabileceği belirtilmektedir [24]. Bu konuyla ilgili olarak, Noble [22] tat ve koku maddeleri arasındaki etkileşimin, uyum olduğunda en kuvvetli olduğunu belirtmiştir.

TAT-KOKU İTERAKSİYONLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kokunun tat üzerine etkilerini açıklayan 3 temel faktörden bahsedilmektedir. Bu faktörler; görev odaklı, uyarıcı odaklı, kişi odaklı olarak sıralanmaktadır [7].

Görev Odaklı Faktörler

Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar, panelistlerin bir oturumda değerlendirdikleri tat çeşidi sayısının büyük önem taşıdığını göstermiştir. Örneğin, yapılan bir çalışmada, panelistlerin sukroz ve sukroz-çilek aroması karışımlarının ilk olarak sadece tatlılığını, ardından tatlılık, ekşilik ve meyvemsiliğini değerlendirmeleri

istenmiştir. Tatlılık tek başına değerlendirildiğinde, sukroz-çilek aroması karışımı sukroz çözeltisinden daha tatlı olarak değerlendirilmiş, çilek aromasının tatlılığı arttırdığı görülmüştür. Katılımcılar aynı anda tatlılığı, ekşiliği ve meyvemliliği değerlendirdiklerinde ise tatlılıkta artış gözlenmemiştir [25]. Diğer bir durumda, panelistlerden önce sukroz-çilek aroması karışımının toplam lezzet yoğunluğunu derecelendirmeleri ardından 6 farklı derecelendirmeyi (tatlı, tuzlu, ekşi, acı, meyvemsi ve diğer) ayrı ayrı yapmaları istenmiştir. Bu durumda ise, sukroz-çilek aroması karışımı sukroz çözeltisinden daha az tatlı olarak değerlendirilmiş, çilek aromasının sukroz çözeltisinin tatlılığını azalttığı belirlenmiştir. Frank ve ark. [25] panelistlere alternatif skalalar sunmanın panelistlerin tat ve kokuyu ayırt etmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Van der Klaauw ve Frank [26] tarafından yapılan bir çalışmada, panelistlerin değerlendirmeleri istenen alternatif skala sayısının veya alternatif skalaların birbiriyle uygunluğunun etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, 6 tane değerlendirme koşulu kullanılmıştır; 1) sadece tatlı, 2) tatlı ve acı, 3) tatlı, acı ve çiçeğimsi, 4) tatlı ve çiçeğimsi, 5) tatlı ve meyvemsi, 6) tatlı veya meyvemsi veya acı. Çalışma sonucunda, alternatif skala sayısının tatlı tadın artışını belirlemede önemli bir rol oynamadığı; alternatif sayısı artırıldığında koku kaynaklı tat artışında azalma olmadığı saptanmıştır. Bunun yanı sıra, acı gibi diğer skalalarla uyumlu olmayan alternatiflerin sunulması durumunda tattaki artışın hissedilmesinde azalma belirlenmemiştir.

Katılımcılara çoklu skalaların sunulması, duyuların ayrı ayrı algılanmasını kolaylaştırırken, tekli skala kullanımı duyuların birlikte algılanmasına neden olmaktadır. Örneğin, sukroz-çilek aroması karışımını değerlendirmek için panelistlere sadece tatlılık skalasının verildiği durumda, çilek aromasının yarattığı tatlılık algısı ile sukrozun tatlılığı birlikte değerlendirildiğinde algılanan tatlılıkta artış gözlenmektedir. Tatlılık ve meyvemlilik skalasının birlikte verilmesi durumunda ise, aromanın tatlılık algısı tatlılık skalasına dahil edilmediğinden algılanan tatlılıkta azalma gözlenmektedir [27].

Uyarıcı Odaklı Faktörler

Tat ve koku etkileşimlerine etki eden diğer bir faktör, tat ve koku maddelerinin karışımlarının doğal olarak sahip oldukları özellikleridir. Stevenson ve ark. [28] tarafından tat ve koku maddeleri arasındaki ilişkinin derecesinin (uyum) tat-koku etkileşimi için büyük önem taşıdığı; etkileşimin tat ve koku maddelerinin önceden birlikte denenmesi durumunda daha etkin olarak meydana geleceği ifade edilmiştir. Birbiriyle uyumlu görülen aroma ve tat karışımlarının tekrarlanan ölçümleri sonucunda, tat algısında artış gözlenmiştir [29, 30]. Birbiriyle uyumlu olmayan karışımlarda ise, uyarıcılar ayrı ayrı algılandığında algıda değişim gözlenmemiş ya da baskılama olduğu gözlenmiştir [31]. Ancak, yapılan çalışmalarda tat ve koku maddeleri arasındaki uyumun panelistler tarafından dikkate alınmadığı, uyum konusunun araştırmacıların varsayımlarına dayandığı bildirilmektedir. Ayrıca, tat ve koku maddeleri arasındaki

ilişkinin yapısının da belirleyici faktör olduğu ifade edilmektedir. Murphy ve Cain [24] tat ve koku arasındaki uyumu inceledikleri çalışma sonucunda, sitral ve sukroz gibi uyumlu olan ve sitral ve sodyum klorür gibi uyumlu olmayan karışımların birbiriyle etkileşiminin aynı modellerde gerçekleştiğini açığa çıkarmıştır.

Schifferstein ve Verlegh [5] tarafından tat ve koku arasındaki uyumun etkisi incelenmiş ve birbiriyle uyumlu karışımlarda (sukroz-çilek) tatlılık artışı gözlenirken, uyumsuz karışımlarda (sukroz-jambon) artış gözlenmemiştir. Cliff ve Noble [32], şeftali aromasının kullanıldığı bir çalışmada, aroma konsantrasyonundaki artışın glikoz çözeltisinin algılanan tatlılık yoğunluğunu arttırmasının yanı sıra tatlılığın sürekliliğini de arttırdığını saptamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, maymunların orbitofrontal korteks hücrelerinin koklama ve tatma duyularından sorumlu olduğu belirlenmiş, ancak çoğunlukla glukoz ve meyveli koku gibi uyumlu uyarıcılar için bu durumun geçerli olduğu belirtilmiştir [33, 34].

Schifferstein ve Verlegh [5], tat-koku arasındaki uyumun kokuyla uyarılmış tat artışı miktarıyla doğrusal bir korelasyon göstermediğini, ancak uyuma bakılarak kişilerin oluşturulan kombinasyondan ne kadar hoşlandıkları hakkında bilgi sahibi olunabileceğini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra, koku maddeleri ile algılanan tatlılık hissinin (örneğin çilek aromasının tatlılık derecelendirmesi) koku ile uyarılmış tat artışı konusunda daha iyi bir fikir verebileceği belirtilmiştir. Stevenson ve ark. [35] kokuyla uyarılmış tatlılık artışı veya azalışının yaklaşık %60'ının koku maddelerinin yarattıkları tat algısıyla tahminlenebileceğini ifade etmişlerdir.

Tat-koku arasındaki uyumun kokuyla uyarılmış tat artışı üzerine etkisiyle ilgili şimdiye kadar yapılmış çalışmalar içinde en şaşırtıcı sonuç asit-vanilya karışımı için gözlenmiştir. Bu karışım birbiriyle uyumlu olarak görülmemesine, vanilya aroması ekşi koku olarak algılanmamasına rağmen ekşilikte artış gözlenmiştir [36]. Bu nedenle, vanilyanın ekşilik üzerine pozitif etkileri tat ve koku maddeleri arasındaki algısal benzerlik veya bilişsel ilişkiyle açıklanamamaktadır. Bu sonuç, tat ve koku maddesi arasındaki benzerlik veya farklılığın tat algısındaki artışın meydana gelebilmesi için gerekli koşul olmayabileceğini göstermektedir.

Lawrence ve ark. [3] tarafından yapılan çalışmada, sulu çözeltilerdeki koku maddeleriyle tuzluluk algısı arasındaki etkileşimler araştırılmıştır. Öncelikle, 81 tüketiciden 86 adet gıda ürününden bekledikleri tat özelliklerini belirtmeleri istenmiştir. Ardından tuzlu olarak belirtilen gıdalarla ilişkili olan 14 adet aroma maddesi, hamsi, domuz pastırması, havuç, tavuk, Comte peyniri, konsantre peynir, keçi peyniri, jambon, yer fıstığı, rokfor peyniri, sardalya, soya sosu, domates, ton balığı olarak seçilmiştir. Aroma maddelerinin tuzluluk artışı sağlayıp sağlayamayacağı, tuzsuz aroma çözeltilerinin koklamaya ve geniz yoluyla, 0.2 M tuzlu aroma çözeltisinin ise geniz yoluyla değerlendirilmesiyle araştırılmıştır. 59 tüketici koku ve tat (acılık, ekşilik, tuzluluk ve tatlılık) yoğunluğunu burun ve geniz boşluğunda algılama yoluyla derecelendirmişlerdir

(0:hiçbir algı yok, 10:son derece güçlü). Tuzluluk algısındaki en fazla artış, kokuyla uyarılmış tuzluluk artışı değeri en yüksek domuz pastırması ardından sardalya aroması kullanıldığında gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, iyi seçilmiş kokuların etkisiyle düşük miktarda sodyum klorür içeren çözeltilerin tuzluluk yoğunluğunun arttırılabildiği, böylece tuzu azaltılmış gıdalarda tuzluluk kaybını karşılamak amacıyla bazı aroma maddelerinin kullanılabileceği gözlenmiştir.

Niimi ve ark. [37] tarafından yapılan çalışmada, 5 temel tat ve peynirde baskın olarak bulunan 10 adet uçucu bileşeni içeren peynir aroması karışımı arasındaki kokutat etkileşimi incelenmiştir. 5 tat için sukroz (tatlılık), sodyum klorür (tuzluluk), monosodyum glutamat (MSG) (umami), laktik asit (ekşilik) ve kafein (acılık) kullanılmış ve tat bileşenleri suda çözünen peynir aroması ile ayrı ayrı karıştırılmıştır. Eğitilmiş panelistler, tat bileşenlerinin peynir lezzeti yoğunluğu üzerine etkilerini ve aroma karışımının tat yoğunluğu üzerine etkilerini 100 puanlık çizgi skala kullanarak değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda, sukroz ve sodyum klorür peynir lezzetinin yoğunluğunda artış sağlarken, laktik asidin azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Peynir lezzeti yoğunluğunu en yüksek aroma seviyesinde en fazla sodyum klorür arttırırken, en düşük aroma seviyesinde en fazla laktik asit baskılamıştır. MSG, peynir lezzeti yoğunluğunu aroma seviyesine bağlı olarak arttırmıştır. Peynir lezzeti yoğunluğunu en fazla 5 tadın karışımının arttırdığı; tatların karışımının tatların tek başına kullanımına kıyasla peynir lezzetinin arttırılmasında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Peynir aromasının tatlar üzerine etkisinin incelenmesi sonucunda ise, peynir aromasının umami ve acı tat yoğunluklarını önemli düzeyde arttırdığı, ancak aromanın tatlılık, tuzluluk ve ekşilik üzerine bir etkisi olmadığı saptanmıştır.

Nasri ve ark. [38] düşük tuz içeriğine sahip çözeltilerdeki tuzluluk algısının koku maddeleriyle arttırılabile potansiyelini incelemiştir. Yapılan ilk denemede, koku yoğunluğunun (sardalya aroması) tuzluluk artışına etkisi incelenmiş ve kokunun tuzluluk yoğunluğunu %25 arttırdığı belirlenmiştir. İkinci denemede ise, kokunun sadece potasyum klorür veya potasyum klorürün sodyum klorür ile karışımını içeren tuzlu çözeltilerde ve tuzlu-ekşi çözeltilerde tuzluluğu arttırıp arttıramadığı araştırılmıştır. Sonuçlar, kokunun potasyum klorüre bağlı tuzluluğu sodyum klorüre bağlı tuzluluğa kıyasla daha çok arttırdığını göstermiştir. Yine Nasri ve ark. [39] iyi seçilmiş kokuların tat ve koku arasındaki etkileşime bağlı olarak tuzluluk algısını karşılayıp karşılayamayacağını araştırmışlardır. Bu çalışmada koku maddelerinin farklı konsantrasyonlardaki sodyum klorür çözeltilerinin tuzluluk seviyeleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Eğitilmiş 64 panelistle yapılan panelde, tuz ve tatsız koku maddesi içeren çözeltilerin tuzluluğu değerlendirilmiştir. Sonuçlar, tuzluluktaki artışın tat ve koku arasındaki uyuma ve tuz konsantrasyonuna bağlı olduğunu göstermiştir. Düşük veya orta tuzlu çözeltilerin tuzluluğunun uygun sardalya aromasının aynı anda algılanmasıyla önemli ölçüde artış gösterdiği ancak yüksek tuzlu çözeltilerde aromanın tuzluluk üzerine önemli ölçüde etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Kişi Odaklı Faktörler

Tat-koku interaksyonunu etkileyen diğer faktörlerin, panelistlerin kültürleri ve bireysel farklılıkları olduğu ifade edilmektedir. Gerçekleştirilen farklı çalışmalarda kokuyla uyarılmış tatlılık artışında kültürün etkileri olduğu belirlenmiştir [40, 41]. Frank ve Byram [40] tarafından Amerikalı panelistlerle gerçekleştirilen çalışma Nguyen [41] tarafından Fransız panelistlerle tekrarlanmıştır. Yapılan her iki çalışmada da, panelistler 0, 0.25, 0.60 ve 1.20 M sukroz içeren çilek aromalı ve çilek aromasız krema örneklerinin tatlılık yoğunluğunu derecelendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, Amerikalı panelistler çilek aromasının tüm sukroz konsantrasyonlarının tatlılığı üzerine pozitif etkisi olduğunu belirtirken, Fransız panelistler aromanın yarattığı tatlılık artışını sadece ikinci konsantrasyon için gözlemlemişlerdir. Ayrıca, Fransız panelistler tarafından tatlılık artışı değeri 20 puan üzerinden 2 olarak belirlenirken, bu değer Amerikalılar tarafından 6 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, tüketim alışkanlıkları ve kokutat maddeleri arasındaki bilişsel bağlantıyla açıklanabilmektedir. Çilek ve tatlılık arasındaki ilişki ve kullanım alanı Amerikan gıdalarında (milkshake, dondurma, yoğurt) Fransız gıdalarına kıyasla oldukça yaygın olduğundan tatlılıkta artış gözlenmiştir. Sauvageot ve ark. [36] tarafından yapılan başka bir çalışma ile bu etki doğrulanmıştır. Amerikalılar çileği daha çok tatlı tat ile ilişkilendirirken Fransızlar ekşi tat ile ilişkilendirmektedir.

Gıda tüketim alışkanlıklarıyla tat-aroma etkileşimi arasındaki bağlantı Nguyen ve ark. [42] tarafından gerçekleştirilen çalışmada da belirlenmiştir. Çalışmada, Fransız ve Vietnamlı katılımcılara 2 grup örnek sunulmuştur. Tatlı grup; sukroz çözeltili, sukroz-vanilya karışımı ve sukroz-limon karışımı, ekşi grup; asit çözeltisi, asit-vanilya karışımı ve asit-limon karışımı olarak hazırlanmıştır. Çalışma sırasında, panelistlerden örnekleri yuttuktan sonra tatlı ve ekşi tat yoğunluğunu 10 cm'lik grafik skalada derecelendirmeleri istenmiştir. Sonuç olarak, Fransızlar için tatlılık artışı vanilya varlığında limon varlığına kıyasla daha fazla olurken, Vietnamlılar için ise tam tersi gözlenmiştir. Tüketim alışkanlıkları değerlendirildiğinde, vanilyanın Fransa'da genellikle tatlı yiyecekleri lezzetlendirmek için kullanıldığı, Vietnam'da ise limon ve tatlı birlikteliğinin Fransa'dan daha fazla olduğu ve limonlu içeceklerin yaygın olarak tüketildiği görülmüştür.

KOKUNUN HAYAL EDİLMESİ

Kokunun hayal edilmesi, farklı bir araştırma konusu olmakla birlikte bazı araştırmacılar tarafından, kokunun hayal edilmesinde tat-koku interaksyon mekanizmalarının etkileri araştırılmıştır. Kokunun hayal edilmesi, bir başka deyişle zihinsel görüntüleme, harici bir olayın veya uyarının varlığında, hafıza yardımıyla nöral bir temsilin yaratılması olarak tanımlanmaktadır [43]. Bilişsel psikologlar ise zihinsel görüntülemeyi, akıl gözüyle görülen görsel olayların kısa süreli hafıza sunumları olarak tanımlamışlardır [44]. Bu olgu, görsel [45, 46] işitsel [47] ve motor sistemlerle [48]

açıklanmaktadır. Ancak koku görüntülemesinin varlığı tartışmalı bir konudur [49, 50].

Katılımcılardan kokunun zihinsel olarak hayal edilmesi istendiğinde, çilek hayal edilerek tadılan tatlı çözeltilide tatlılık yoğunluğunun arttığı gözlenmiştir [51]. Bu çalışmalar gerçekleştirilmeden önce eğitimlerin verilmesi kokunun zihinde canlandırılmasına yardımcı olmaktadır. Bunun yanında, tüm panelistlerin kokuyu hayal edemeyecekleri ancak kişilerin yeteneklerinin belirli kokuların sürekli koklanarak pratik yapılmasıyla geliştirilebileceği belirtilmektedir [52-54].

Algom ve ark. [55] kokunun nasıl hayal edildiğini araştırmak amacıyla tat-koku etkileşimlerini kullanmışlardır. Katılımcılara sukroz-portakal aroması karışımı sunulmuş ve bu karışımı zihinlerinde canlandırmaları istenmiştir (öncelikle gruplara karışım bileşenleri tanıtılmıştır). Katılımcılardan sunulan ve hayal edilen karışımların tatlılık yoğunluklarını derecelendirmeleri istenmiştir. Sonuç olarak, algılanan ve hayal edilen karışımlar (farklı konsantrasyonlarda sukroz ve portakal aroması) için benzer sonuçlar gözlenmiştir. Hayal edilen ve algılanan kokuların hem hayal edilen hem de algılanan tat bileşenleriyle aynı yolla etkileşime girdiği belirlenmiştir. Ancak, koku görüntülemesiyle ilgili yapılmış bazı çalışmalar aynı şekilde sonuçlanmamıştır. Bu nedenle bu konu halen çözümlenmemiş ve tartışmalı bir konudur.

SONUÇ

Tat-koku interaksyonları ile ilgili yapılan çalışmalarda geniz boşluğunda algılanan kokuların tat artışını veya azalışını etkilediği belirlenmiş, ancak deneysel verilerin yorumlanmasında görev odaklı, uyarıcı odaklı, kişi odaklı faktörlerin etkili olduğu belirtilmiştir. Tat algısında artışın meydana gelebilmesi için genellikle tat ve aroma maddeleri arasında bir uyumun olması gerektiği ve tat-aroma maddeleri arasındaki uyumun tat-aroma kombinasyonuna sürekli maruz kalındığında açığa çıkmasının mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

Tat ve koku özelliklerinin dikkatlice tanımlanması ve değerlendirme yapacak kişilerin eğitimi tat ve kokunun ayrı ayrı algılanmasını sağlamaktadır. Tat-koku arasındaki etkileşimin nasıl olduğunun daha iyi anlaşılabilmesi ve tat-koku bilgisinin beyinde nasıl işlendiğinin araştırılması amacıyla yeni deneysel dizaynların ve metotların geliştirilmesi gerekmektedir.

Tat ve koku arasındaki ilişkinin araştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır ancak çoğu çalışmadaki deneysel yöntemlerin çeşitliliği ve toplam yoğunluk derecelendirmelerinin kullanımı net sonuçlara ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalarda kısmen farklı sistemler, daha da önemlisi çok farklı duyuşsal yöntemler ve teknikler kullanıldığından çelişkili sonuçlar ortaya çıkmakta ancak her bir çalışma tat-aroma interaksyonlarının anlaşılabilmesi için ihtiyaç duyulan bilgileri sağlamaktadır.

Alternatif olarak, duyuşsal yoğunluk derecelendirmelerinin yorumlanması amacıyla beyin

tepkilerinin enstrümantal ölçümlerinin kullanımı tat-koku interaksyonlarının gerçek kapsamının değerlendirilmesine olanak tanıyabilmektedir. Bu konuyla ilgili başarılı çözümlerin elde edilebilmesi, yeni duyuşsal yöntemlerin geliştirilmesine bağlıdır.

Yapılan bazı çalışmalar hayal edilen kokuların tat algısını değiştirdiğini göstermiştir. Hayal edilen ve algılanan kokuların tat algısında benzer etkiler yarattığı görülmüş ve bu durum benzer algısal sunuşa dayandırılmıştır. Bu durumun mantıksal açıklamasının zor olduğu ancak sözlü veya görsel kodların zayıf tat bileşenlerine karşı olan hassasiyeti değiştirebileceği belirtilmektedir. Bunun yanında, kişilerin kokuyu hayal edebilme yetenekleri büyük farklılıklar göstermekte ancak bu farklılıklar panelistlerin eğitimiyle azaltılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Onoğur-Altuğ T., Elmacı, Y., 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Yayınları, 2. Baskı, İzmir.
- [2] Curtis, D.W., Stevens, D.A., Lawless, H.T., 1984. Perceived intensity of the taste of sugar mixtures and acid mixtures. *Chemical Senses* 9: 107-120.
- [3] Lawrence, G., Salles, C., Septier, C., Busch, J., Thomas-Danguin, T., 2009. Odour-taste interactions: A way to enhance saltiness in low-salt content solutions. *Food Quality and Preference* 20: 241-248.
- [4] Burdach, K.J., Kroeze, J.H.A., Köster, E.P., 1984. Nasal, retronasal and gustatory perception: An experimental comparison. *Perception and Psychophysics* 36: 205-208.
- [5] Schifferstein, H.N.J., Verlegh, P.W.J., 1996. The role of congruency and pleasantness in odor-induced taste enhancement. *Acta Psychol* 94: 87-105.
- [6] Tournier, C., Sulmont-Rosse, C., Semon, E., Vignon, A., Issanchou, S., Guichard, E., 2009. A study on texture-taste-aroma interactions: Physico-chemical and cognitive mechanisms. *International Dairy Journal* 19: 450-458.
- [7] Valentin, D., Chrea, C., Nguyen, D.H., 2006. A review, Taste-odour interactions in sweet taste perception. Optimising sweet taste in foods, In W. Spillane (Eds.), Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 66-84p.
- [8] Delwiche, J., 2004. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. *Food Quality and Preference* 15(2): 137-146.
- [9] Auvray, M., Spence, C., 2008. The multisensory perception of flavor. *Consciousness and Cognition* 17(3): 1016-1031.
- [10] Prescott, J., 2012. Chemosensory learning and flavour: Perception, preference and intake. *Physiology and Behavior* 107(4): 553-559.
- [11] Frank, R.A., Ducheny, K., Mize, S.J.S., 1989. Strawberry odor, but not red color, enhances the sweetness of sucrose solutions. *Chemical Senses* 14(3): 371-377.
- [12] Bonnans, S., Noble, A.C., 1993. Effect of sweetener type and of sweetener and acid levels

- on temporal perception of sweetness, sourness and fruitiness. *Chemical Senses* 18: 273–283.
- [13] Philipsen, D.H., Clydesdale, F.M., Griffin, R.W., Stern, P., 1995. Consumer age effects response to sensory characteristics of cherry flavored beverage. *Journal of Food Science* 60(2): 364-368.
- [14] Caporale, G., Policastro, S., Monteleone, E., 2004. Bitterness enhancement induced by cut grass odorant (cis-3-hexen-1-ol) in a model olive oil. *Food Quality and Preference* 15: 219–227.
- [15] Cayeux, I., Mercier, C., 2003. Sensory evaluation of interaction between smell and taste- application to sourness. *Proceedings of the 10th Weurman Flavour Research Symposium: Flavour Research at the Dawn of the Twenty-first Century*, June 25-28, 2002, Beaune, France, 287-292p.
- [16] Dalton, P., Doolittle, N., Nagata, H., Breslin, P.S., 2000. The merging of the senses: Integration of subthreshold taste and smell. *Nat. Neuroscience* 3: 431–432.
- [17] Poinot, P., Arvisenet, G., Ledauphin, J., Gaillard, J., Prost, C., 2013. How can aroma-related cross-modal interactions be analysed? A review of current methodologies. *Food Quality and Preference* 28: 304-316.
- [18] Hewson, L., Hollowood, T., Chandra, S., Hort, J., 2008. Taste-aroma interactions in a citrus flavoured model beverage system: Similarities and differences between acid and sugar type. *Food Quality and Preference* 19: 323–334.
- [19] Saint-Eve, A., Lauverjat, C., Magnan, C., Deleris, I., Souchon, I., 2009. Reducing salt and fat content: Impact of composition, texture and cognitive interactions on the perception of flavoured model cheeses. *Food Chemistry* 116: 167–175.
- [20] Heenan, S., Soukoulis, C., Silcock, P., Fabris, A., Aprea, E., Cappellin, L., 2012. PTR-TOF-MS monitoring of in vitro and in vivo flavour release in cereal bars with varying sugar composition. *Food Chemistry* 131: 477–484.
- [21] Friel, E.N., Linforth, R.S.T., Taylor, A.J., 2000. An empirical model to predict the headspace concentration of volatile compounds above solutions containing sucrose. *Food Chemistry* 71: 309-317.
- [22] Noble, A.C., 1996. Taste-aroma interactions. *Trends in Food Science and Technology* 7: 440-444.
- [23] Buettner, A., Beauchamp, J., 2010. Chemical input-sensory output: Diverse modes of physiology-flavour interaction. *Food Quality and Preference* 21: 915–924.
- [24] Murphy, C., Cain, W.C., 1980. Taste and olfaction: independence vs. interaction. *Physiological Behavior* 24: 601-605.
- [25] Frank, R.A., van der Klaauw, N.J., Schifferstein, H.N.J., 1993. Both perceptual and conceptual factors influence taste-odor and taste-taste interactions. *Percept Psychophys* 54: 343-354.
- [26] Van der Klaauw, N.J., Frank, R.A., 1996. Scaling component intensity of complex stimuli: The influence of response alternatives. *Environment international* 22: 21-31.
- [27] Frank, R.A., 2002. Response context affects judgments of flavour components in foods and beverages. *Food Quality Preference* 14: 139-145.
- [28] Stevenson, R.J., Prescott, J., Boakes, R.A., 1995. The acquisition of taste properties by odors. *Learn Motivation* 26: 1-23.
- [29] Kuo, Y.L., Pangborn, R.M., Noble, A.C., 1993. Temporal patterns of nasal, oral and retronasal perception of citral and vanillin and interaction of these odorants with selected tastants. *International Journal of Food Science and Technology* 28: 127-137.
- [30] Green, B.G., Nachtigal, D., Hammond, S., Lim, J., 2012. Enhancement of retronasal odours by taste. *Chemical Senses* 37: 77–86.
- [31] Prescott, J., 1999. Flavour as a psychological construct: Implications for perceiving and measuring the sensory qualities of foods. *Food Quality and Preference* 10: 349–356.
- [32] Cliff, M., Noble, A.C., 1990. Time-Intensity evaluation of sweetness and fruitiness and their interaction in a model solution. *Journal of Food Science* 55: 450-454.
- [33] Rolls E.T., Bayliss L.L., 1994. Gustatory, olfactory, and visual convergence within the primate orbitofrontal cortex. *Journal of Neuroscience* 14: 5437-5452.
- [34] Rolls E.T., Critchley H., Mason R., Wakeman E.A., 1996. Responses of neurons in the primate taste cortex to the glutamate ion and to inosine 5'-monophosphate. *Physiological Behavior* 59: 991-1000.
- [35] Stevenson, R.J., Prescott, J., Boakes R.A., 1999. Confusing tastes and smell: How odours can influence the perception of sweet and sour tastes. *Chemical Senses* 24: 627-635.
- [36] Sauvageot, F., Nguyen, H.D., Valentin, D., 2000. Les mots voquent-ils des saveurs? Une comparaison entre étudiants de France, du Vietnam et des U.S.A. *Sciences des Aliments* 20: 491-522.
- [37] Niimi, J., Eddy A., I., Overington A., R., Heenan, S., P., Silcock, P., Bremer, P., J., Delahunty, C., M., 2014. Aroma-taste interactions between a model cheese aroma and five basic tastes in solution. *Food Quality and Preference* 31: 1-9.
- [38] Nasri, N., Septier, C., Beno, N., Salles, C., Thomas-Danguin, T., 2013. Enhancing salty taste through odour-taste-taste interactions: Influence of odour intensity and salty tastants' nature. *Food Quality and Preference* 28: 134-140.
- [39] Nasri, N., Beno, N., Septier, C., Salles, C., Thomas-Danguin, T., 2011. Cross-modal interactions between taste and smell: Odour-induced saltiness enhancement depends on salt level. *Food Quality and Preference* 22: 678-682.
- [40] Frank, R.A., Byram, J., 1988. Taste-smell interactions are tastant and odorant dependent. *Chemical Senses* 13: 445-455.
- [41] Nguyen, H.D., Dacremont, C., Valentin, D., 2000. Perceptual separability and taste-odour interactions. Poster presented at the European Chemoreception Research Organisation conference. Brighton, England, 20-24 July.

- [42] Nguyen, H.D., Valentin, D., Ly Mai, H., Chrea, C., Sauvageot, F., 2001. When does smell enhance taste? The effect of culture and odorant/tastant relationship. Poster presented at the 4th Pangborn Sensory Science Symposium Dijon, France.
- [43] Kosslyn, S.M., Ganis, G., Thompson, W.L., 2001. Neural foundations of imagery. *Nat. Rev. Neuroscience* 2: 635–642.
- [44] Rinck, F., Rouby, C., Bensafi, M., 2009. Which format for odor images? *Chemical Senses* 34: 11–13.
- [45] Farah M.J., 1989. Mechanisms of imagery-perception interaction. *Journal of Experimental Psychological Human Perception Performance* 15: 203–211.
- [46] Kosslyn, S.M., Behrmann, M., Jeannerod M., 1995. The cognitive neuroscience of mental imagery. *Neuropsychologia* 33: 1335–1344.
- [47] Halpern A.R., Zatorre, R.J., 1999. When that tune runs through your head: a PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cereb Cortex* 9: 697–704.
- [48] Jeannerod M., Frak, V., 1999. Mental imaging of motor activity in humans. *Curr Opin Neurobiol.* 9: 735–739.
- [49] Crowder, R.G., Schab, F.R., 1995. Imagery for odors. In *Memory for Odors* (F.R. Schab and R.G. Crowder, eds.) Erlbaum, Mahwah, NJ, 93–10p.
- [50] Stevenson, R.J., Case, T.I., 2005. Olfactory imagery: A review. *Psychon. Bull. Rev.* 12: 244–264.
- [51] Djordjevic, J., Zatorre, R., Jones-Gotman, M., 2004. Effects of perceived and imagined odors on taste detection. *Chemical Senses* 29: 199–208.
- [52] Djordjevic, J., Zatorre, R., Petrides, M., Jones-Gotman, M., 2004. The mind's nose: Effects of odor and visual imagery on odor detection. *Psychological Science* 15: 143–148.
- [53] Gilbert, A.N., Avery, N., Crouch, M., Kemp, S.E., 1998. Olfactory and visual mental imagery. *Journal of Mental Imagery* 22: 137–146.
- [54] Plailly, J., Delon-Martin, C., Royet, J.P., 2012. Experience induces functional reorganization in brain regions involved in odor imagery in perfumers. *Hum. Brain Mapp.* 98: 3254–3262.
- [55] Algom, D., Cain, W.S., 1991. Remembered odors and mental mixtures: Tapping reservoirs of olfactory knowledge. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.* 17: 1104–1119.
-
-