



Derleme Makale/Review Paper

Kokumi tat algısı üzerine bir değerlendirme

An evaluation of kokumi taste perception

İlkay Yılmaz^{1*}, Nuray Altuntaş²

¹Başkent Üniversitesi, , Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, ANKARA, TÜRKİYE

²İstanbul Ayyansaray Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İSTANBUL, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0001-5938-3112, Dr. Öğr. Üyesi

ORCID ID: 0000-0002-4635-0343, Yüksek Lisans Öğrencisi

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: ilkayyilmaz@baskent.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.11.2021

Kabul Tarihi: 29.12.2021

Özet

Amaç: Japonca bir kelime olan kokumi, “zengin tat” veya “lezzetli” anlamına gelmektedir. Altıncı tat olarak adlandırılrsa da genel olarak lezzet artırıcı özellik göstermektedir. 1980'lerde kokumi bileşiklerini Japon bir şirket izole etmiştir. Tanımlanabilir bir etkiye sahip olmasına rağmen, kokuminin belirsiz bir tanımı vardır. Tat bileşeni olarak, bilim adamlarının tek bir molekülle elde edilmediği için, tam olarak tespit etmekte zorlandıkları bir bileşendir. Fermente gıdalarda doğal olarak bulunan glutamil peptitleri tarafından aktive edilmektedir. Ayrıca bira, ekme ve tavuk çorbası gibi yiyeceklerde de doğal olarak ortaya çıkabilir. Yeniliklere ve yeni tatlara yönelik birçok gıda üreticisi için bu tat ilgi çekici hale gelmiştir. Bu makalenin amacı; kokumi hakkında bilgilerin derlenmesi ve gelecek vaat eden lezzet olarak görülen kokumi ile tattan vazgeçmeden sağlıklı yemekler yaratma amacıyla olan araştırmacılara ışık tutmaktır.

Sonuç: Kokumi üzerinde yapılacak Ar-Ge çalışmaları ile gıda üreticilerinin; tüketicilerin gerçekten keyif alacağı tada sahip, sağlıklı gıda seçenekleri oluşturabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: kokumi, gıda, lezzet, glutamil peptitleri

Abstract

Objective: The Japanese word kokumi means “rich taste” or “delicious”. Although it is called the sixth taste, it generally shows flavor enhancing properties. In the 1980s, a Japanese flavor company isolated kokumi compounds. Although it has an identifiable effect, kokumi has an ambiguous definition. As a flavor component, it is a component that scientists have difficulty in identifying precisely because it is not obtained with a single molecule. It is a sense activated by glutamyl peptides naturally found in fermented foods. It can also occur naturally in foods such as beer, bread, and chicken soup. This taste has become interesting for many food manufacturers who turn to innovations and new flavors. The aim of this article is to compile information about kokumi and to shed light on researchers who aim to create healthy meals without giving up taste with kokumi, which is seen as a promising flavor. For this purpose, a literature review was conducted.

Conclusion: It is thought that food product developers will be able to create healthy food options with great taste that consumers will really enjoy, with R & D studies on kokumi.

Keywords: kokumi, food, taste, glutamyl peptides

1. Giriş

Kokumi kavramının anlaşılmasında özellikle tat konusu ele alınırken başvurulan kavramsal çerçeve önem arz etmektedir. Altı temel tat olduğu iyi bilinmektedir, bunlar: tuzlu, tatlı, ekşi, acı, umami (Hartley vd., 2019) ve metalik tatlardır (TS ISO 8587, 2006; Gaillard ve Kinnamon, 2019; Pires vd., 2020; Pirkwieser vd., 2020; Rhyu, vd., 2020). Ancak tadı nasıl algıladığımızla ilgili bu basit gerçeğin önerdiğinden daha fazlası var gibi görünmektedir. Örneğin, bir çorba veya yahni birkaç saat kaynatıldığında daha zengin bir lezzet alır veya örneğin peynirin olgunlaşmasına izin verildiğinde tadı daha karmaşık ve kalıcı hale gelmektedir (Ajinomoto Group, 2021).

Kokumi kelimesi, yiyeceklerdeki zengin, güçlü lezzet karmaşıklığını tanımlamak için kullanılmaktadır. Kokumi bazen “içtenlik” veya “ağız doluluğu” olarak çevrilir, ancak kelime tam anlamıyla “zengin” (koku) “tat” (mi) olarak tercüme edilmektedir. 1980'lerden itibaren bilim insanları kokuminin tanımlanması üzerine çalışmalar yapmaktadır. Kokumi tat maddelerini sarımsak ve soğanda tespit eden araştırmacılar glutasyon üzerinde çalışmaya başlamışlar ve bu molekülün bir kokumi maddesi olarak yiyeceklerin lezzetini artırdığını tespit etmişlerdir (Ueda vd., 1990; Leijon vd., 2019).

Japonlar, yiyeceklerde kendi lezzetlerine sahip olmayan, ancak birleştirildiklerinde lezzetleri artırıcı bileşiklere “Kokumi” adını vermişlerdir. Bu bileşikler arasında kalsiyum, protamin (Japonya ve Rusya'da tüketilen milt veya balık sperminde bulunur), L-histidin (bir amino asit) ve glutasyon (maya ekstraktında bulunur) yer almaktadır (Bramen, 2010). Ayrıca kokumi peynir, süt, deniz tarağı, maya, fasulye, sarımsak ve soğan gibi gıdalarda da bulunabilmektedir. Kıvamı yoğun, aroması zengin ve ağızda iyi bir his bırakan dengeli yiyecekler kokumi olarak nitelendirilmiştir (Stephens, 2019).

Kokumi, bir tat olmaktan başka daha çok bir lezzet artırıcı olarak işlev görmektedir, özellikle tatlı, umami ve tuzlu olmak üzere diğer temel tatların algısını yükseltmektedir. Kokumi aroması, amino asitler veya küçük peptitler tarafından aktive edilmektedir (Amino vd., 2016). γ -glutamil-valil-glisin, bilinen en güçlü kokumi bileşiklerinden biridir ve balık sosu, maya, soya sosu, karides ezmesi, peynir ve birada bulunmaktadır. Ayrıca kokumi peptitleri, daha yüksek protein kaynaklarına sahip gıdalarda doğal olarak yer almaktadır. Kokumi, dildeki kalsiyum reseptörlerini güçlendirerek daha yoğun, dengeli ve ağız kaplama hissi yaratarak çalışmaktadır.

Kokuminin dünya çapında sağlık bilincine sahip bireyler için gelişmiş faydalar sağlaması hedeflenmiştir. Kokuminin birçok uygulaması, diğer tatları arttırmanın yanı sıra tatları değiştirmek, gıda

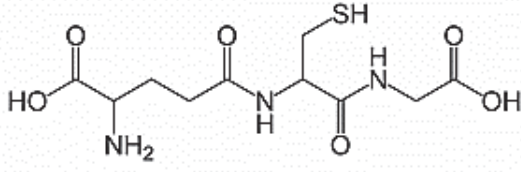
dengesini ve ağız hissini iyileştirmek, yetersiz beslenen insanlara verilen besleyici gıdalardaki lezzeti arttırmak ve yaşlandıkça iştahı uyarmak gibi faydaları bulunmaktadır.

Kokumi daha çok yeni olduğundan endüstriyel alanda pek yer almasa da konuyla ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Bu makalenin amacı kokumi hakkında bilgilerin derlenmesi ve gelecek vaat eden lezzet olarak görülen kokumi ile lezzetten vazgeçmeden sağlıklı yemekler yaratma amacıyla olan araştırmacılara ışık tutmaktır.

2. Kokumi kavramı ve tarihçesi

Kokumi tat duyusunun bilimsel kaynaklarda ilk kez tanımlanması, 1990 yılında Ajinomoto adlı Japon gıda şirketine ait laboratuvarlarda yapılan bir çalışma sonucunda, sarımsaktan elde edilen birtakım maddelere dayanarak ortaya çıkmıştır (Ueda vd., 1990; Leijon vd., 2019). Araştırmacılar, sarımsak ve soğanı suda ezdikten sonra kaynatmışlar ve posasını attıktan sonra arta kalan suyunu yoğunlaştırıp kurutmuşlardır. Koku gidermek için çözeltiliye aktif kömür eklemişler ve 30 dakika orta derecede karıştırarak kömür kokusunu uzaklaştırmışlardır. Suyun buharlaşmasının ardından geriye beyazımsı bir toz kalmıştır. Elde edilen bu toz tekrar suda çözüldüğünde tek başına bir tadı bulunmamaktadır. Fakat bu toz tatlı, tuzlu ve umami içeren başka çözeltilere eklendiğinde, o tatların algılanışında bariz bir artış kaydedilmiştir. Bu ekstrakt Çin ve Köri çorbası gibi çorbalara katıldığında çorbalar damak tadına uygun hale gelerek daha lezzetli bir hal almıştır (Ueda vd., 1990). Devam eden araştırmalarda Ueda vd. (1994), sarımsakta bulunan kokumi maddelerinin soğanda da olduğunu tespit edilmişlerdir. PeCSO ve y-Glu-PeCSO, her biri %0,05 (a/h) monosodyum glutamat ve disodyum inosinat içeren bir umami çözeltilisinde duyusal bir testle karakteristik bir kokumi aroması (süreklilik, kalınlık ve ağız doluluğu) olduğu gösterilmiştir.

Kokumi maddesi olarak tanımlanan bileşikler içerisinde canlılarda yaygın olarak var olan bir peptid yani glutasyon bulunmaktadır. Glutasyon, insan diyetinin büyük bir bölümünü oluşturan bitki ve hayvan dokularında bulunan bir antioksidan ve antikanserojendir. Mitokondrilerin sağlıklı çalışmasını sağlar. Yaşlanma, kanser, kalp damar hastalıkları, bunama (demans) ve başka birçok kronik/dejeneratif hastalığın önlenmesinde önemli olan glutasyon vücutta doğal olarak üretilir. Glutasyon, “ana antioksidan” olarak adlandırılmaktadır (Jones vd., 1992). Kokumi, amino asitler ve peptitler gibi et türevli bileşiklerin lezzetini yönlendiren önemli bileşiktir (Laffitte vd., 2021).



Şekil 1: Glutasyon'un kimyasal yapısı

Şekil 1'de kimyasal yapısı gösterilen Glutasyon (Glutathione) (γ -glutamyl-L-sisteinilglisin), bir L-glutamik asit, L-sistein ve glisin molekülünden oluşan küçük bir amino asit içeren moleküldür. Burada antioksidan olarak işlev gören molekül, gıda kaynaklarında ve insan vücudunda bulunmaktadır (Supplement Ansiklopedisi, 2016).

Kokumi tat maddelerini sarımsak ve soğanda tespit eden Ueda vd. (1997) bu kez glutasyon üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Canlılar dünyasında yaygın olarak bulunan glutasyonun çiğ veya pişmiş birçok gıdada bulunduğunu ve bu molekülün bir kokumi maddesi olarak gıdaların tadını getirdiğini tespit etmişlerdir.

Alman gıda bilimcileri yaptıkları araştırmalar sonucunda fasulye içerisinde doğal olarak bulunan bazı maddelerin kokumi tadı etkisi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada fasulyeden (*Phaseolus vulgaris* L.) izole edilen tatsız sulu ekstraktın tavuk suyuna eklenmesi ile ağız doluluğunu ve karmaşıklığı artırarak dilde çok daha uzun süreli lezzetli bir tat hissi uyandırmıştır. Fasulye içerisindeki maddeler, glutasyon benzeri tripeptit değil fakat iki aminoasitli γ -glutamyl dipeptit içermektedir. Ham ve ısıtılmış fasulyelerde tanımlanan peptitlerin (ağızda dolgunluk, kalınlık ve tuzlu gıdaların sürekliliğini artıran tatsız moleküllerin) kokumi bileşikler olarak kabul edilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (Dunkel vd., 2007).

Kokumi tat duyusuna neden olan kimyasal maddeler (γ -glutamyl peptitler) peynirde de bulunmuştur. Yapılan karşılaştırmalı duyu analizi, 44 haftalık olgunlaştırılmış bir Gouda peynirinin (GC44), sadece 4 hafta olgunlaştırılmış genç bir Gouda peynirine (GC4) kıyasla çok daha belirgin bir ağız doluluğu ve uzun süreli tat karmaşıklığı sergilediğini ortaya çıkarmıştır (Toelstede vd., 2009). İsviçre Gravyerinde, beklemiş keçi peynirinde (eriyip tatlanan peynir) ve mavi damarlı bir peynir olan Blue Shropshire küflü peynirinde de yüksek miktarda γ -glutamyl peptit konsantrasyonu (3590 $\mu\text{mol/kg}$) tespit edilmiştir (Toelstede ve Hofman, 2009).

Japon araştırmacılar (Ohsu vd., 2010), dil üzerindeki kalsiyum kanallarının kokumi bileşiklerinin hedefleri olduğunu gösteren bir çalışmanın sonuçlarını yayınlamışlardır. Dilde kalsiyum kanallarının olduğu bu zamana kadar bilinmemekteydi. Derginin yaptığı basınç açıklamasına göre, "bu kanallar vücuttaki

kalsiyum seviyelerini hissediyor ve düzenliyor ... kalsiyum kanallarının tatlı ve umami (tuzlu) tatları algılayan reseptörlerle yakından ilişkili olduğu ve glutasyonun kalsiyum kanallarıyla etkileşime girdiği bilinmektedir" denilmiştir (Bramen, 2010).

İnsan duyu analizleriyle yapılan testler sonucunda, çeşitli hücre dışı kalsiyum algılayıcı reseptör (CaSR) agonistlerinin, kendilerinin tadı olmamasına rağmen, tatlı, tuzlu ve umami tadını artırdığı bulunmuştur. GSH (γ -Glu-Cys-Gly) ve γ -Glu-Val-Gly dahil olmak üzere çok sayıda CaSR agonisti γ -glutamyl peptidi olarak tanımlanmış ve bu peptitlerin kokumi tadı ortaya çıkardığı saptanmıştır (Ohsu vd., 2010). Daha sonra kokumi maddelerinin arka dildeki tat hücrelerinde bir Ca^{2+} iyonunun tepkisini indüklediği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kokumi maddelerinin CaSR ifade eden tat hücreleri tarafından tespit edildiğini göstermektedir. Sonuçlarda kokumi maddesine duyarlı tat hücrelerinin hem presinaptik (Tip III) hem de presinaptik olmayan tat hücreleri olduğu gösterilmektedir. Ayrıca sonuçlar, belirli uyarıcıların hem presinaptik hem de presinaptik olmayan tat hücrelerinde hücre içi depolardan salınım yoluyla Ca^{2+} iyonunun tepkisini uyandırdığını göstermiştir. Kokumi maddesine duyarlı tat hücrelerinin kesin sınıflandırılması henüz belirlenmemiştir (Maruyama vd., 2012).

In vivo konfokal Ca^{2+} görüntüleme kullanılarak kokumi maddelerinin oral uygulamasının farelerin trigeminal somato-sensoriyel ganglion nöronlarında tepkiler oluşturup oluşturmadığının araştırıldığı bir çalışmada elde edilen verilere göre, kokumi bileşiklerine verilen tepkilerin belirli fizyolojik ve farmakolojik özelliklerinin, yaşayan farelerin trigeminal gangliyonundaki duyu nöronlarından kaydedilebileceği gösterilmektedir. Böylece, somato-sensoriyel trigeminal gangliyonlardaki duyu nöronları, kokumi maddelerinin uyandırdığı duyuların bir parçası olan doku algılarını oluşturmak için ağız boşluğundan merkezi sinir sistemine sinyal iletebilmektedir (Leijon vd., 2019). Trigeminal sinir (*nervus trigeminus*) on iki kranial sinirden beşincisi ve en büyüğü olup ağız hissi (*mouthfeel*) adı verilen tat duyusunu ileten sistemdir (Moore ve Dalley, 2018).

3. Kokumi tat algısı

Besinlerin aşırı tüketilmesine neden olan çok sayıda ve çeşitli etkenler bulunmaktadır. Bu etkenlerden biri de tat alma duyusudur. Tatlı, ekşi, tuzlu ve acıdan oluşan temel tatlar listesine umami ve yağ da dahil olmak üzere yeni tatlar eklenmiştir. Ancak bunlar, temel tatların algısal bağımsızlığı ve belirginliğinden yoksundur. Yağın, yağ tadı ve ağızda bıraktığı his bulunurken karbonhidratın tatlı tadı vardır, proteinde ise umami ve kokumi tadı bulunmaktadır. Bu yeni tatlar ağız boşluğunda hissedilebilirken yutmadan

sonra daha fazla etkiye sahip olmaktadır (Li vd., 2020).

Tat algısı ağızda başlamaktadır. Ağıza alınan lokmanın tat özünü ait uyumu beyne iki ana sinir tarafından iletilmektedir. Bunlardan fasiyal sinir (*nervus facialis*) özellikle temel tatların iletilmesindeki rolü ile öne çıkmaktadır. Trigeminal sinir (*nervus trigeminus*) ise ağız hissi olarak bilinen duyumun iletilmesine aracı olmaktadır. Ağız hissi (mouthfeel) tattan farklı olarak, yiyecek veya içeceğin neden olduğu ağızdaki fiziksel hisleri ifade etmekte olup tat ve koku ile birlikte bir gıda maddesinin genel lezzetini belirleyen temel bir duyusal özelliktir (Mouritsen ve Styrbæk, 2017). Kokumi, ağız hissi üzerinden çalışmaktadır. Gıdanın içinde kokumi maddesi bulunursa bu madde ağızda oluşan tadı artırarak bu tadın damağı kavramasını ve ağızda kalıcı olmasını sağlamaktadır (Çınar, 2019).

4. Kokuminin bileşenlerinin sağlığa ve lezzete faydaları

Kokumi maddelerinin lezzet değiştiriciler olarak kullanılmasının sağlık açısından faydası, diyetdeki yağı, tuzu ve şekeri azaltırken tadı artırmasıdır (Anijomoto Group, 2021). Bununla birlikte kokuminin birçok uygulaması, diğer tatları artırmanın yanı sıra değiştirmeyi, gıda dengesini ve ağız hissini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bazı kaynaklar kokuminin, yetersiz beslenen insanlara verilen besleyici gıdalardaki lezzeti artırmak için kullanılabileceğini öne sürmektedir (Carpetti, 2021). Kokuminin bir diğer faydası da yaşlandıkça iştahı uyarmaktır. Yaşlı insanlar koku ve tat duyularını kaybetme eğilimi göstermektedirler. Bu da gıda alımının azalmasına ve daha kötü beslenmeye yol açmaktadır. γ -EVG gibi kokumi maddesinin çok küçük miktarları bile lezzeti önemli ölçüde artırarak gıda kaynaklarını korumamıza olanak tanıdığından, potansiyel sürdürülebilirlik faydaları da bulunmaktadır (Anijomoto Group, 2021).

Tuz, insan sağlığı ve yemeklerin lezzetlendirilmesi açısından çok önemlidir. Son zamanlarda, doğal gıda ürünlerinden izole edilen birkaç peptidin, tuzlu bir tat veya tuzluluğu arttırıcı bir işlev sergilediği rapor edilmiştir. Yapılan araştırmalarda, ticari Çin fermente soya fasulyesinde meydana gelen tat aktif peptitler izole edilmiş ve ultrafiltrasyon, jel geçirgenlik kromatografisi, iyon değişim kromatografisi ve nano-LC/Q-TOF-MS/MS kullanılarak tanımlanmıştır. Hedef fraksiyonların tuzlu tadı arttırıcı işlevi bir fare tat hücreleri modeli ve insan duyusal değerlendirmesi ile doğrulanmıştır. Tat aktif bileşikler olarak dört dekapeptit bulunmuştur. Bunlar arasında, peptit E en güçlü tuzluluğu arttırıcı peptit olmuştur. 0,50 mmol/L NaCl çözeltisi içinde 4 mg/mL, tuz algısını 63 mmol/L NaCl referans çözeltisinin tuz seviyesine eşdeğer olarak arttırabilmektedir.

Peptidin dizisi, β -konglisininin α' -alt biriminde glisin-maks bulunmuştur. Kalan peptitler; umami ve kokumi tatlarının yanı sıra zayıf bir tuzluluk arttırıcı duyum göstermiştir. Bu bulgular, dekapeptitin tuzluluktan ödün vermeden sodyum alımı miktarını kısmen azaltmak için olası bir alternatif olabileceğini düşündürmektedir (Chen vd., 2021).

Son zamanlarda, γ -glutamil peptitleri, özellikle γ -glutamil dipeptitleri ve birkaç γ -glutamil tripeptidi, ağız doluluğu ve gıda tadı algısının sürekliliği gibi arzu edilen kokumi verici özellikleri nedeniyle daha popüler hale gelmiştir. γ -glutamil peptitlerinin umami arttırıcı etkisinin moleküler mekanizmalarını değerlendirmek için yapılan bir çalışmada tipik kokumi-aktif γ -glutamil peptitlerinin umami arttırıcı etki sergilediği saptanmıştır (Yang vd., 2021).

Yapılan çalışmalar insanlarda farklı konsantrasyon aralıklarında amiloride duyarsız tuz tadı ve umami tadını modüle ettiğini göstermektedir. Kükürt içeren amino asitler dahil amino asitlerin ve peptitlerin türevleri, N-asil-Tyr türevleri, N-asetillenmiş amino asitler ve Maillard reaksiyon ürünleri (MRP'ler) de kokumi arttırıcılar olarak çalışmaktadır (Rhyu vd., 2020).

Tüketicilerin temiz etiketli gıda ürünlerine olan talebi, yeşil süreçleri benimsemek için geleneksel katkı maddelerinin değiştirilmesine ve üretim yöntemlerinin yeniden tasarlanmasına yol açmaktadır. Birçok araştırmacı, doğal olarak oluşan tat ve lezzet arttırıcıların tanımlanması ve izolasyonu üzerine odaklanmıştır. "Tat arttırıcı" terimleri sırasıyla umami ve kokumi bileşenlerine atıfta bulunmakta ve bunların kullanımı, etki mekanizmalarının incelenmesini ve doğal kaynaklarının tanımlanmasını gerektirmektedir. Bitkiler, mantarlar ve süt ürünleri, yüksek miktarlarda doğal olarak oluşan tat ve lezzet arttırıcılar sağlayabilmektedir. Hammaddelerin termal veya enzimatik işlemleri, tat ve aroma özelliklerini yoğunlaştırarak tat ve lezzet arttırıcı olarak kullanımları, tanımlanmalarına ve izolasyonlarına dayanmaktadır. Ayrıca, gıda endüstrisi tarafından bu tür bileşenlerin kullanılmasına ilişkin gelecekteki eğilimler, araştırmacıları temiz etiketli gıda üretimi için yeni yöntemler araştırmaya ve tüketicilerin taleplerine cevap verebilmek için gıda endüstrisine daha fazla bilgi sağlamaya motive edebilmektedir (Vasilaki vd., 2021).

5. Kokumi maddelerinin algılanma mekanizması ve duyusal özellikleri

Kuroda ve Miyamura (2015) yaptıkları, amino asitleri ve peptitleri algılayan bir G-proteinine bağlı reseptör (GPCR) çalışması sırasında, GSH'nin kalsiyum algılayıcı reseptörün (CaSR) agonistlerinden biri olduğu bulunmuştur.

CaSR'nin kokumi maddelerinin algılanmasında rol oynadığı varsayılmıştır. İlk olarak, çeşitli CaSR agonistlerinin kokumi yoğunluğu araştırılarak Ca^{2+} , protamin, polilizin, L-histidin ve γ -glutamil peptitler gibi test edilen tüm CaSR agonistlerinin, umami-tuzlu çözeltilerin tat yoğunluğunu arttırdığı gösterilmiştir. İkincisi, GSH (γ -Glu-Cys-Gly) güçlü bir kokumi olduğundan madde, γ -Glu-Ala, γ -Glu-Val, γ -Glu-Cys, γ -Glu-Abu-Gly (Abu: α -aminobütirik asit) ve γ -Glu-Val-Gly gibi çeşitli γ -glutamil peptitler sentezlenmiştir. γ -glutamil peptitlerin CaSR aktivitesinin duyuşal değerlendirme ile ölçülen kokumi yoğunluğu ile anlamlı ve pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır ($r=0,81$, $p<0,05$). Üçüncüsü, güçlü bir kokumi peptidi olan GSH ve γ -Glu-Val-Gly'nin kokumi yoğunlukları, CaSR'ye özgü antagonist NPS-2143 tarafından önemli ölçüde azaltılmıştır. Bu nedenle, bu sonuçlar CaSR'nin kokumi maddelerinin algılanmasında rol oynadığını kuvvetle göstermektedir. Ek olarak, farelerde tat hücrelerinin kokumi maddelerine tepkisini araştırmışlar bazı tat hücrelerinin kokumi maddelerinin uyarısına cevap verdiğini ve bu cevabın CaSR'ye özgü antagonist NPS-2143 tarafından önemli ölçüde bastırıldığını göstermişlerdir. Bu sonuçlar, güçlü kokumi maddesinin γ -Glu-Val-Gly'nin çeşitli gıdaların lezzetini arttırmak için kullanılabileceğini göstermektedir.

6. Kokuminin endüstriyel alanda kullanımı

İlgi çekici geçmişine rağmen kokumi, yiyecek içecek üretimi alanında çok kullanılmamaktadır. Sektörde öncü firma yöneticileri ile yapılan röportajda “kokuminin, yeniliklere ve yeni tatlarla yönelen birçok gıda üreticisi için bir ilgi noktası olmasına rağmen henüz emekleme aşamasında olduğu” belirtilmiştir. Başka bir firmanın “2018 ABD Lezzet Eğilimleri Araştırması”nda kokumiye, gelecek vadeden “en uçta” birincil lezzet olarak sıralamıştır. Raporda, kokuminin özellikle iyi konumlandığını, çünkü iş lezzetler söz konusu olduğunda, yaratıcılığın bir “kimyayı geliştirme meselesi” haline geleceğini ve şirketlerinin “tattan vazgeçmeden sağlıklı yemekler yaratmak” ile ilgilendiğini belirtmişlerdir.

Toz haline getirilmiş fermente soya fasulyesi ve maltodekstrinden kendi kokumi tozunu üreten bir yemek servisi şirketi yetkilisi de “kokuminin bir tabakta gerekli olan sodyum ve şekeri azaltma kabiliyeti nedeniyle yeni olduğunu” söylemiştir.

Kokumi lezzetiyle ilgilenen başka bir restoran sahibi verdiği demeçte, kokuminin gıdalara “tatmin edici bir his” verme yeteneğinden dolayı etkilendiğini söylemiştir. Yaptıkları uygulamalara değinmiştir.

Yalnızca burbon fıçıda eskitilmiş balık sosu ve fermente pirinç sosu, shio-koji gibi geleneksel kokumi açısından zengin gıdalar sunmak yerine Schewe, kokumi açısından doğal olarak zengin olmayan yemeklere bu hissi tetikleyen gıdaları kullanarak sınırları zorladıklarını söylemiştir. Dudaklarda kalan muhteşem bir tereyağlı tadı yaratmak için shio-koji ile pişirilen ayran bisküvilerine miso ve siyah sarımsaklı tereyağı eklendiğini belirtmiştir. Başka bir firmanın iş geliştirme direktörü, şirketinin kokumi ürünlerine yönelik talepte bir artış gördüğünü söylemiştir. Tüketiciler daha iyi tatlar ve daha temiz etiketler talep etmeye devam ederken, aynı zamanda yeni malzemeleri denemeye açık oldukları için popülaritesinin arttığını bildirmiştir (Devenyns, 2019).

Kokumi maddeleri çorba stokları ve işlenmiş gıdalar dahil olmak üzere çok çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. 2017'de γ -EVG tabanlı bir lezzet değiştirici piyasaya sürülmüştür. Bu ürün tatlılar için mükemmeldir çünkü zamanla yiyeceklerde kalsa bile kokusu yoktur. Ayrıca narenciye aromalarını daha taze hale getirmekte ve gıdalardaki acılığı veya burukluğu maskeleymektedir. γ -EVG'nin diğer umut verici uygulamaları arasında az yağlı kremler ve salata sosları da bulunmaktadır (Ajinomoto Group, 2021).

7. Sonuç

Kokumi yiyeceklere ekleyeceğimiz yeni, sentetik bir bileşik sınıfı değildir. Gıdalarda zaten doğal olarak bulunabilmektedir. Bu yüzden izole etmek ve daha yüksek konsantrasyonlarda elde etmek bilim insanlarını zorlamaktadır. Kokumi ile gıda üreticilerinin, tüketicilerin gerçekten keyif alacağı tada sahip, sağlıklı gıda seçenekleri oluşturulabileceği belirtilmektedir. Pek çok gıda geliştiricisinin gündeminde tuzun azaltılması, birçok reformülasyon çabası, başka yollarla lezzet etkisini vurgulamaya çalışılmıştır. Kokumi, çeşitli uygulamalarda diğer tatların algılanmasını artırır ve bu nedenle, tuzu ve yağı azaltılmış gıdaların lezzetini arttırmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Kokuminin tüketicileri gerçekten etkileyip etkilemediği konusundaki araştırmalar eksik kalmıştır. Kokumi çok faydalı olabilir, ancak tokluk ve duyuşlar üzerindeki etkileri, eklenebileceği yiyecek türleri, porsiyon boyutu ve araştırılması gereken diğer etkenlerde de araştırma boşlukları bulunmaktadır. İnsanlarda kokumi tat maddelerinin lezzetinin fizyolojik etkilerinin aydınlatılması için daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır.

- Ajinomoto Group (2021). Kokumi substances <https://www.ajinomoto.com/innovation/action/kokumi-substances>. Erişim Tarihi: 28/10/2021.
- Amino, Y., Nakazawa, M., Kaneko, M., Miyaki, T., Miyamura, N., Maruyama, Y. and Eto, Y. (2016). Structure–CaSR–activity relation of kokumi γ -glutamyl peptides. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 64(8), 1181-1189.
- Bramen, L. (2010). The kokumi sensation <https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/the-kokumi-sensation-78634272>. Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Carpetti, L. (2021). What is kokumi and where can you find it? <https://www.mashed.com/410549/what-is-kokumi-and-where-can-you-find-it>. Erişim Tarihi: 27/10/2021.
- Chen, Y.P., Wang, M., Blank, I., Xu, J. and Chung, H.Y. (2021). Saltiness-enhancing peptides isolated from the chinese commercial fermented soybean curds with potential applications in salt reduction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(35), 10272–10280.
- Çınar, H. (2019). Sarımsaklı yoğurt: kokumi tad duyusunun peşinde <https://hulusicinar.wordpress.com/2020/04/21/sarimsakli-yogurt-kokumi-tad-uyusunun-pesinde>. Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Devenyns, J. (2019). Kokumi: The sensation that makes tasting better. <https://www.fooddive.com/news/kokumi-the-sensation-that-makes-tasting-better/553761>. Erişim Tarihi: 23/10/2021.
- Dunkel, A., Köster, J. and Hofmann, T. (2007). Molecular and sensory characterization of γ -glutamyl peptides as key contributors to the kokumi taste of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), 6712-6719.
- Gaillard, D. and Kinnamon, S.C. (2019). New evidence for fat as a primary taste quality. *Acta Physiol. (Oxf. Engl)*. 226, e13246. <https://doi.org/10.1111/apha.13246>.
- Hartley, I.E., Liem, D.G. and Keast, R. (2019). Umami as an “alimentary” taste. A new perspective on taste classification. *Nutrients* <https://doi.org/10.3390/nu11010182>.
- TS ISO. (2006). TS ISO 8587. Sensory analysis – methodology – ranking. International Organization for Standardization, Geneva.
- Jones, D.P., Coates, R.J., Flagg, E.W., Eley, J.W., Block, G., Greenberg, R.S., Gunter, E.W. and Jackson, B. (1992). Glutathione in foods listed in the national cancer institute's health habits and history food frequency questionnaire. *Nutrition and Cancer*, 17(1), 57–75.
- Kuroda, M. and Miyamura, N. (2015). Mechanism of the perception of “kokumi” substances and the sensory characteristics of the “kokumi” peptide, γ -Glu-Val-Gly. *Flavour*, 4(1), 1-3.
- Laffitte, A., Gibbs, M., Hernangomez de Alvaro, C., Addison, J., Lonsdale, Z.N., Giribaldi, M.G., Rossignoli, A., Vennegeerts, T., Winnig, M., Klebansky, B., Skiles, J., Logan, D.W. ve McGrane, S.J. (2021). Kokumi taste perception is functional in a model carnivore, the domestic cat (*Felis catus*). *Scientific Reports*, 11(1), 10527.
- Leijon, S.C., Chaudhari, N. and Roper, S.D. (2019). Mouse trigeminal neurons respond to kokumi substances. In *Koku in Food Science and Physiology*, 171-187. Springer, Singapore.
- Li, Q., Zhang, L. and Lametsch, R. (2020). Current progress in kokumi-active peptides, evaluation and preparation methods: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–12. Erişim Tarihi: 23/10/2021.
- Maruyama, Y., Yasuda, R., Kuroda, M. and Eto, Y. (2012). Kokumi substances, enhancers of basic tastes, induce responses in calcium-sensing receptor expressing taste cells. *PLoS One*, 7(4), e34489.
- Moore, K.L. and Dalley, A.F. (2018). Clinically oriented anatomy. Wolters kluwer india Pvt Ltd.
- Mouritsen, O. and Styrbæk, K. (2017). Mouthfeel: how texture makes taste. Columbia University Press. 353s.
- Ohsu, T., Amino, Y., Nagasaki, H., Yamanaka, T., Takeshita, S., Hatanaka, T. and Eto, Y. (2010). Involvement of the calcium-sensing receptor in human taste perception. *Journal of Biological Chemistry*, 285(2), 1016-1022.
- Pires, M.A., Pastrana, L.M., Fuciños, P., Abreu, C.S. and Oliveira, S.M. (2020). Sensorial Perception of astringency: Oral mechanisms and current analysis methods. *Foods* (Basel, Switzerland) 9(8), 1124 <https://doi.org/10.3390/foods9081124>.
- Pirkwieser, P., Behrens, M. and Somoza, V. (2020). Metallic sensation-just an off-flavor or a biologically relevant sensing pathway?. *J. Agric. Food Chem.* 69,6. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06463>.
- Rhyu, M.R., Song, A.Y., Kim, E.Y., Son, H.J., Kim, Y., Mummalaneni, S., Qian, J., Grider, J. R. and Lyall, V. (2020). Kokumi taste active peptides modulate salt and umami taste. *Nutrients*, 12(4), 1198.

Stephens, T. (2019). The influences of kokumi on emotions and satisfaction. The University of Maine. <https://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/3109>. Erişim Tarihi: 15/12/2021.

Supplement Ansiklopedisi. (2016). Glutathione (glutatyon) nedir ve ne işe yarar? <https://supplementansiklopedisi.com/glutathione-glutatyon-nedir>. Erişim Tarihi: 23/10/2021.

Toelstede, S., Dunkel, A. and Hofmann, T. (2009). A series of kokumi peptides impart the long-lasting mouthfulness of matured Gouda cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1440-1448.

Toelstede, S. and Hofmann, T. (2009). Kokumi-active glutamyl peptides in cheeses and their biogenesis by *Penicillium roquefortii*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), 3738-3748.

Ueda, Y., Sakaguchi, M., Hirayama, K., Miyajima, R. and Kimizuka, A. (1990). Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agricultural and Biological Chemistry*, 54(1), 163-169.

Ueda, Y., Tsubuku, T. and Miyajima, R. (1994). Composition of sulfur-containing components in onion and their flavor characters. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 58(1), 108-110.

Ueda, Y., Yonemitsu, M., Tsubuku, T., Sakaguchi, M. and Miyajima, R. (1997). Flavor characteristics of glutathione in raw and cooked foodstuffs. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 61(12), 1977-1980.

Vasilaki, A., Panagiotopoulou, E., Koupantsis, T., Katsanidis, E. and Mourtzinos, I. (2021). Recent insights in flavor-enhancers: Definition, mechanism of action, taste-enhancing ingredients, analytical techniques and the potential of utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-17.

Yang, J., Huang, Y., Cui, C., Dong, H., Zeng, X. and Bai, W. (2021). Umami-enhancing effect of typical kokumi-active γ -glutamyl peptides evaluated via sensory analysis and molecular modeling approaches. *Food Chemistry*, 338, 128018.