

## 맛의 기작

李 崑 周

서울대학교 농업생명과학대학 식품공학과

### 1. 서론

약 35억년 전 지구상에 나타나게 된 생명체는 각각 고유의 기능을 보유하는 복잡한 구조의 조직체로 되어 있으면서, 주위로 부터 에너지를 흡수하고 전환시켜 생을 영위하며, 수명이 다하기 전에 자신과 닮은 자손을 번식시키는 능력을 갖고 있다. 이중 주위로부터 에너지를 흡수하거나 유해한 물질을 기피하기 위해서는, 단세포 생물의 단계에서부터 여러 화학물질을 인식할 필요가 있게 되었고, 동물의 경우에는 이와 같은 필요에 따라 味覺과 嗅覺등의 감각을 발달시키게 되었다. 동물에 있어서 에너지의 흡수는 대부분 입을 통한 먹이의 섭취라는 방법으로 이뤄지므로, 미각은 먹이에 함유된 영양소를 인식하기 위해 특별히 발달된 감각이고, 이에 따라 생물체를 구성하는 주요 성분인 탄수화물 또는 당류, 단백질 또는 아미노산, 지질, 핵산, 무기염류 등을 모두 독특한 맛으로 느끼게 되었다. 사람을 포함하는 동물들은 자기 몸에 필요한 영양소를 맛 보게 될 때 본능적으로 괴감을 느끼게 된다. 따라서 식품의 맛 또는 풍미는 식품의 영양학적인 기능에서뿐만 아니라 풍요한 사회에서 즐거움을 제공하는 식품의 기능을 위해서도 가장 중요한 특성이라고 할 수 있을 것이다.

### 2. 미각신경 신호의 전달 기작

사람이 맛을 느끼게 되는 미각은 혀뿐만 아니라 입안의 모든 부분과 嘴腔까지 포함하는 넓은 부위에서 인식되지만 맛 물질이 맛受容器(taste receptor)에서 감지되는 元味(primary taste)은 혀에서만 느껴지게 된다. 맛의 감각을 위해서 혀에는 맛꼭지(乳頭, papilla)가 존재하는데 맛꼭지에는 그 생김새에 따라 성각모양(有郭, circumvallate), 잎모양(葉狀, foliate), 실모양(絲狀, filiform) 및 버섯모양(蕈狀, fungiform)의 네 가지가 있다. 맛꼭지의 일부분에는 여러개의 맛봉오리(味蕾, taste bud)가 분포하는데 맛봉오리에는 50개 정도의 맛세포와 支持세포로 구성되어 있다. 맛세포의 윗쪽 끝에는 微細棘毛(microvilli)가 있어 이곳의 세포막에 여러가지 元味를 인식하는 맛수용체가 분포되어 있고 맛세포의 밑에 존재하는 신경섬유는 神經節을 통해 중추신경에 연결된다.

맛물질에 대한 감각이 신경을 통해 대뇌에서 맛으로 느껴지게 되는 과정은 嘴覺, 視覺, 흰문, 신경전달물질 등의 수용체를 통한 전달과정과 매우 유사한 것으로 알려져 있다(1). 그림 1은 단맛의 예를 들어 맛 수용체를 통한 미각의 인지과정과 신경신호의 전달과정을 보여주는 것이다(2,3). 맛물질(S)은 맛세포 微細纖毛의 맛 수용체(R)와 결합하여 복합체를 형성하면서 수용체를 활성화 시키는데, 이렇게 활성화된 수용체는 G 단백질(G)을 G 단백질-GTP 결합형태로 바꾸어주게 된다. G 단백질-GTP 복합체는 adenylyl cyclase(C)를 작용시켜 ATP로부터 제2의 전달물질인 cAMP를 생성시킨다. 이렇게 생성된 cAMP는 다시 cAMP의 존 protein kinase(PK-A)에 결합하여 효소를 활성화시키게 되고 이효소는  $K^+$  통로에 관여하는 단백질에 인산그룹(P)을 결합시켜  $K^+$ 傳導( $G_{K^+}$ )를 막게된다. 이 결과로 세포막의 脫分極(depolarization)을 일으키게 되고 신경섬유 連接部(synapse)에 신경전달물질을 방출하게 되면 活動電位(action potential)로써 대뇌에 미각이 전달되게 된다.

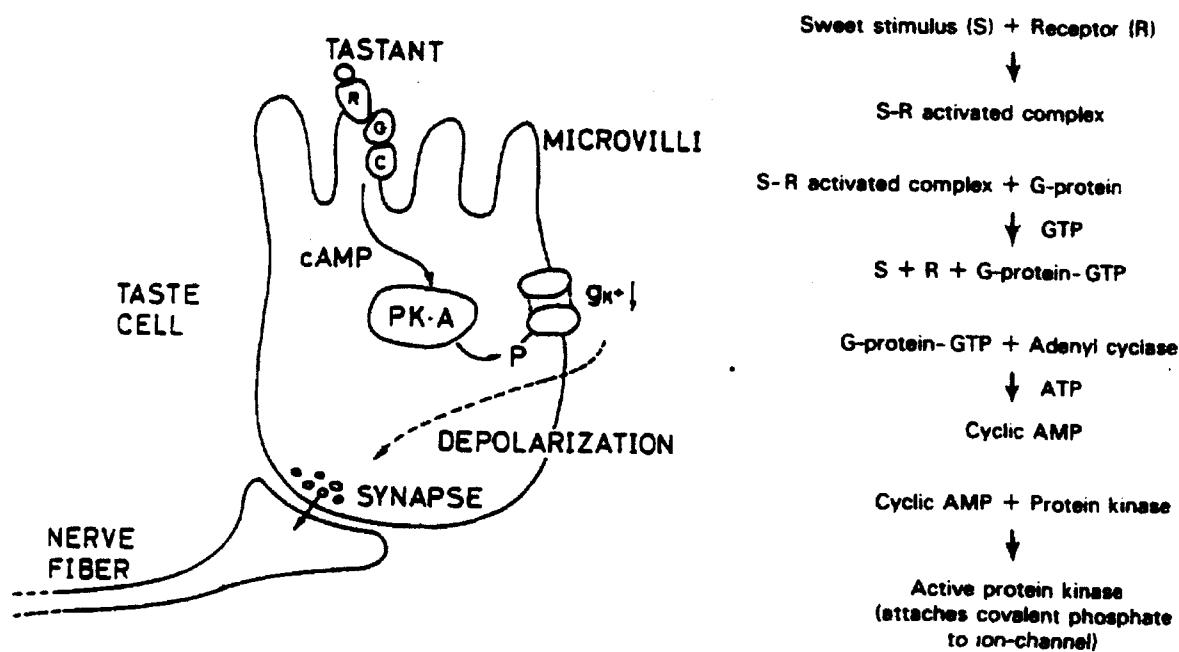


그림1. 미각 신경신호의 전달 기작

### 3. 5 元味

빛에는 빨강, 파랑, 초록의 3元色이 있어 각각의 빛을 감지하는 수용체가 존재하며 또 이 세가지 원색을 적당히 혼합함으로써 모든 빛깔을 나타낼 수 있다. 이와 마찬가지로 맛에도 맛 수용체에 의해서 인식되는 元味가 존재하는데, 어떤 맛이 元味가 되기 위해서는 딴 元味의 것과는 다른 맛 수용체 부위가 존재해야 하고, 그 맛의 질이 딴 元味와 확실히 달라야 하며, 또 여러 元味 물질을 혼합하더라도 그 맛을 나타낼 수 없다는 조건을 만족시켜야 한다. 元味에는 일찍부터 알려진 단맛, 쓴맛, 찐맛, 신맛 이외에 최근에 元味로 밝혀진 감칠맛(맛난맛)까지 포함하여 5원미가 있다(4).

#### 1) 찐맛

元味 중 찐맛과 신맛을 내는 물질은 간단한 이온들이다. 찐맛은 무기이온, 특히 알칼리 할로겐염에서 나타나게 되는데 예를 들면 Li, Na, K, Rb 등 IA족 원소의 양이온과 F, Cl, Br, I 등 할로겐 음이온들의 염이 해당된다. 찐맛은 NaCl에서 가장 잘 나타나는데 그 밖에 LiCl, LiBr, LiI, NaBr, KCl, NaI, RbCl 염에서도 나타난다. 이들 알칼리 할로겐염은 그 조성 이온에 따라 쓴맛을 나타내기도 하는데 쓴맛이 나타나는 것은 염의 종류, 용해도, 분자량에는 상관없이 조성 이온직경의 합이 6.58 Å 이상일 경우이고 그 미만의 크기에서는 찐맛만 나타나는 것으로 알려져 있다(5).

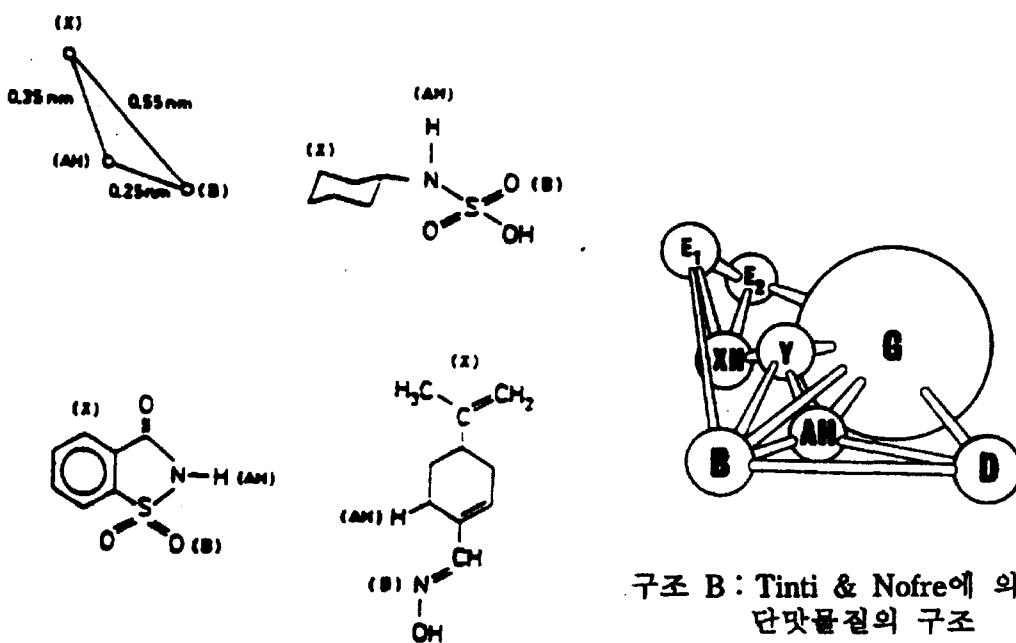
#### 2) 신맛

신맛은 수소이온 供與體, 즉 Brönsted산에서 나타난다. 따라서 신맛 물질에 해당되는 것에는 유기산, 무기산은 물론 중성 pH 부근에서 수소이온을 낼 수 있는 질소화합물도 포함된다. 이상과 같이 찐맛과 신맛은 간단한 이온들에 의해서 나타나며 따라서 이를 이온을 인식하는 맛 수용체는 작은 크기의 荷電物質을 감지할 수 있는 구조로 되어 있으리라 생각된다.

#### 3) 단맛과 쓴맛

단맛과 쓴맛은 전혀 다른 별개의 元味이지만 단일 수용체에 의해서 인식되며 다만 수용체의 활성부위와 상호작용을 일어킬 수 있는 맛물질의 구조 특성에 따라 각각 단맛 또는 쓴맛으로 달리 느껴지게 된다(6). 단맛과 쓴맛을 내는 물질은 간단한 이온이 아니라 주로 유기화합물이지만 간단한 무기물인 알칼리 할로겐염이 쓴맛을 나타낼 수 있음을 앞에서 언급하였다.

그동안 맛의 기작에 관하여 가장 많이 연구되어 온 것은 역시 단맛물질에 관한 것인데 Kier는 단맛물질의 구조로서 AH-B-X 설을 제시한 바 있다(7). 여기서 AH는 수소이온 供與基, B는 수소이온 受容基, X는 疏水基를 나타내는데 단맛물질의 AH,B,X 각부위는 맛 수용체의 B,AH,X 부위와 수소 또는 소수결합으로 각각 결합하여 단맛을 낸다는 것이다. 그림2의 A는 실제 단맛을 나타내는 몇 가지 화합물에서 세 작용기의 부위를 나타낸 것이다. 최근에 Tinti 와 Nofre는 한꺼번에 모두 요구되지는 않으나 고감도 감미료의 경우 적어도 8개의 인식부위가 존재한다고 하였는데(8) 그림2의 B에 나타난 바와 같이 AH, B(음이온), G(소수기), D(수소결합 수용기)의 高친화성 부위 외에도 수소결합 수용 ligand(Y,E<sub>1</sub>,E<sub>2</sub>)와 XH(수소결합 공여기)가 있는 것으로 제시하였다.



구조 B : Tinti & Nofre에 의한  
단맛물질의 구조

A : Kier에 의한 단맛 수용체의 활성부위와  
단맛물질의

그림2. 단맛 수용체의 활성부위

단맛 물질의 경우 사소한 구조 변화에 의해 쓴맛 물질로 변할 수가 있는데 Belitz는 아미노산의 축쇄구도가 다른 여러 유도체를 합성하여 각각의 맛 특성을 규명한 실현에서 단맛 물질은 兩極·單疏水性 물질이고 쓴맛 물질은 單極·單疏水性 또는 單極·兩疏水性 물질이라고 제시한 바 있다(8). 이때 단맛과 쓴맛 물질의 차이는 極性基의 수와 함께 疏水基의 크기, 모양, 위치에 의

해 결정되며 단맛 및 쓴맛 수용체의 입체 모양을 추정할 수 있는 자료를 제시 한 바 있다. 현재에는 단맛 및 쓴맛 수용체의 모형이 여러 가지로 제시되어 있다(9).

#### 4) 감칠맛(맛난맛)

감칠맛은 주로 monosodium-L-glutamate(MSG)와 5-inosinate(IMP) 관련 물질에 의해 나타나는 맛이다. 감칠맛은 아직도 일부에서 元味로서 인정하고 있지 않으나 근래에 발표된 여러 자료는 감칠맛이 元味로서의 여러조건을 충족시키고 있음을 보여주고 있다(4). 즉 Glu 등 감칠맛을 나타내는 여러 아미노산은 측쇄 구조의 유사성에 따라 여러개의 해당 맛수용체가 있으며 이 수용체는 pronase처리에 의해 맛 응답이 소실 되는 것으로 보아 단백질 부분을 포함하고 있는 것으로 보인다. 또한 Glu의 맛이 다른 원미의 맛에 영향을 주지 않으며, 그 맛의 質이 딴 元味의 것과 다르고, 딴 无味 물질을 여러가지 조합으로 혼합해도 감칠맛이 나지 않는다는 것이 밝혀졌다(10).

IMP등의 nucleotide는 Glu등 아미노산의 감칠맛에 대해 상승작용을 나타내는 것으로 알려져 있다. 동물에 따라 상승효과를 나타내는 nucleotide의 종류는 달라지게 되는데 사람의 경우에는 GMP, IMP, XMP의 순서로 상승효과가 크게 나타난다. Nucleotide는 Glu 수용체의 활성조절 부위에 결합함으로써 allosteric 전환을 일으키고 이에 따라 수용체의 Glu 결합부위를 증가시킴으로써 상승효과를 나타내는 것으로 추정되고 있다(11).

#### 4. 기타의 맛

이상에 언급한 元味 이외에도 사람들은 매운맛, 떫은맛 등으로 여러가지 기타의 “맛”을 느끼는데 이들 기타의 맛은 元味와는 달리 맛 수용체에서 감지되는 것이 아니라 자유신경이나 혀의 첨막등 구강내에서 복합적으로 느끼게 되는 감각이다.

매운맛은 구강내의 자유신경을 통해 느끼게 되는 일종의 痛覺이다. “매운맛”이라고 표현되는 미각은 상당히 낵은 맛 특성을 포괄하기 때문에 몇개의 그룹으로 나누어 볼 수 있는데 고추의 capsaicin이나 dihydrocapsaicin, 후추의 piperine, 거자, 고추냉이, 무우 등의 isothiocyanates, 생강의 zingerone, 계피의 cinnamic aldehyde, 파나 양파의 thiopropanals, 마늘의 allicine 등이 모두 “매운맛”을 나타내는 성분이다.

떫은맛은 polyphenol이 많이 함유된 식품을 먹었을 때 polyphenol 성분이 혀의 첨막 단백질과 강한 수소결합을 함으로서 첨막이 수축되는 감각을 말하는데 차, 맥주, 포도주 등에 들어있는 tannin이 대표적인 맛성분이다. 아린맛은 isothiocyanate 등에 의한 매운맛과 떫은맛, 쓴맛이 복합적으로 느껴지는 맛이고

전분이나 단백질 등은 혀에 닿았을 때 水和효과에 의해 교질맛을 나타낸다. 박하등을 먹을 때는 차갑게 시원한 맛을 느끼게 되는데 이것은 박하성분이 침에 녹을 때 용해열을 흡수하기 때문에 혀의 점막이 일시적으로 마비되는 효과를 내기 때문이다. 수소이온( $H^+$ )은 신맛을 나타낸다고 했는데 hydroxyl ion ( $OH^-$ )은 알칼리 맛을 나타낸다. 그 밖에 Fe, Sn, Ag, Al 등의 이온은 금속맛을 나타내기 때문에 스포츠 음료 등에서 문제점이 될 수 있다.

## 5. 결론

식품의 맛은 식품의 품질을 결정하는 매우 중요한 요소이며 어느 사회의 생활수준이 높아감에 따라 그 중요성은 더욱 증가하게 된다. 따라서 맛물질의 화학구조와 맛특성과의 관계를 밝히거나 미각신경신호의 전달기작을 연구하는 것은 고품질의 식품을 개발하거나 가공공정을 개선하기 위해서도 매우 중요하며 나아가 특정 맛특성을 나타내는 신물질, 예를 들어 새로운 고감도 감미료나 감칠맛 성분을 탐색하고 생산하기 위한 기초지식을 제공할 수 있게 된다. 이러한 연구를 위해서는 식품학자는 물론이고 생리학, 생화학, 유기화학 등 여러 연구인력 간에 더욱 긴밀한 협조가 필요하리라고 생각된다.

## 참고문헌

- 1) Kinnamon, S.C. 1988. Taste transduction: a diversity of mechanisms. Trends in Neurosciences 11:491.
2. Lancet,D. and N, Ben-Arie. 1991. Sweet taste transduction: a molecular -biological analysis. Pp.226-236 in Walters, D.E., F.T. Orthoefer and G.E. Bubois(eds) Sweetners. ACS Symp. Ser. 450. Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.
3. Birch, G.G. 1991. Chemical and biological mechanisms of sweetners. Food Technol. 45(11):114.
4. Kawamura, Y. and M.R. Kare(eds) 1987. Umami:A Basic Taste. Marcel Dekker, New York.
5. Ney, K.H. 1979. Bitterness of peptides: amino acid composition and chain length.Pp. 149-173 in Boudreau, J.C.(ed) Food Taste Chemistry. ACS Symp. Ser. 115. Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.
6. Belitz, H.D., W. Chen, H. Jugel, R. Treleano and H. Wieser. 1979. Sweet and bitter compounds: structure and taste relationship. Pp 93-131 in Boudreau, J.C.(ed) Food Taste Chemistry. ACS Symp. Ser 115. Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.
- 7 Kier, L.B. 1972. A molecular theory of sweet taste. J. Pharm. Sci. 61:1394.

8. Tinti, J.M. and C. Nofre. 1991. Why does a sweetner taste sweet? A new model. Pp 206-213 in Walters, D.E. et al.(1991)
9. Walters, D.E., F.T. Orthoefer, and G.E. Bubois(eds) 1991. Sweetners: Discovery, Molecular Design, and Chemoreception. ACS Symp. Ser. 450. Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.
10. Kurihara, K. 1987. Recent progress in the taste receptor mechanism. Pp3-39 in Kawamura and Kare (1987)
11. Cagan, R.C. 1987. Allosteric regulation of glutamate taste receptor function. Pp155-172 in Kwamura and Kare (1987)