

국내외 기술정보

단맛의 이론적 배경과 식품산업에의 응용 현황

이 부 용
특용작물가공팀

“시각, 청각, 촉각, 미각, 후각과 같은 5가지 감각의 가장 중요한 역할은 주위 환경의 본질을 즉시 파악하고 그 느낀것에 대하여 적절한 조치를 취하는 것이다.”라는 것이 일반적인 정설이다.

이런 감각적인 관점에서 볼 때, 어떤식품의 건전성 평가에 대한 한 부분으로서의 맛의 기능은 단순히 섭취한다는 사실보다 우선하며, 물에 녹아야만 맛을 느낄 수 있으므로 수용성의 여부가 늘 맛의 관건이 된다.

단맛이나 짠맛, 쓴맛, 신맛 등 어떤 맛이든지 맛은 대개 50/1,000초 내에 느끼게 되는데, 따라서 맛을 연구하는 화학자들은 지난 90여년동안 50/1,000초 안에 일어나는 현상을 알아내고자 노력해 온 것이다.

맛은 그 성질이 독립적, 분석적이어서 두개의 주요한 맛성분이 혼합되어 있는 상태로 맛을 보아도 개개의 맛을 구별하여 느낄 수 있으며 혼합된 새로운 맛이 형성되지는 않는다.

그러나 색깔은 합성적, 혼합적이어서 두개의 색이 섞이면 새로운 색이 형성된다. 맛의 성질이 분석적, 독립적이라는 것은 어떤식품의 건전성을 평가하는데 있어서 미각이 중요한 역할을 할 수 있다

는 사실을 뒷받침 해주고 있다.

맛의 성질이 분석적, 독립적이라는 것은 맛의 화학적성질이나 본질로부터 유래된 결과로서, 서로 다른맛을 갖는 두개의 성분이 혼합되어 있을 때 각 성분의 최소감응농도는 단독으로 존재할 때보다 낮아진다. 즉 두개의 성분이 서로 맛 접수체에 달라붙기 위해 경쟁하므로 단독으로 존재할 때 보다 적은 농도에서도 맛을 느낄 수 있다는 것이다.

우리가 일반적으로 인식하고 있는 기본맛들을 엄밀하게 구분하여 정의하기는 어렵다. 그대신 단맛, 짠맛, 쓴맛, 신맛에 대한 개념은 그맛에 대한 고유한 서술적인 설명을 할 수 있을 정도의 논리체계를 갖고 있으며, 개개의 맛에 대한 설명논리는 서로 독립적이다. 설탕이 단맛이기는 하지만 글리신(glycine)과 다른 많은 성분들도 단맛을 낸다. 따라서 단맛을 설탕 맛이라고 정의하게 되면 두개 성분의 단맛의 정도가 같다고 표현할 수가 없게된다. (편집자주 : 설탕맛이라고 정의하면 설탕맛은 강도가 아니라 서술적 표현으로서 한가지 표현밖에는 안되므로) 여러가지 감미료들이 있는데 이들은 모두 다른 화학적 성질을 갖고 있다. 단맛의 강도나, 시작 경로, 느끼는 농도, 지속성등이 각기 다

르다. 이러한 단맛의 현상을 통칭하여 “sweetness profile”이라고 부른다.

맛은 오랫동안 화학적 감각(chemical sense)이라고 분류해 왔지만 이런 분류의 범위가 늘 명쾌한 것은 아니다. 각기 다른 맛이 존재한다고 주장하는 이유중의 하나는 개개의 다른 맛에 대하여 각각의 다른 접수체가 존재한다는 것이다. 이것이 사실이라면 맛은 여러가지 감각중에서도 독특한 것이다. 색이나 소리, 온도, 조직감들은 각각 다른 색이나 소리, 온도, 조직감에 대하여 반응하는 개개의 다른 접수체가 존재하지는 않는다. 즉 시각을 통해 모든색을 구별하고 청각을 통해서 모든 소리를 구분한다.

“Chemical sense”라는 말은 맛이 다르다는 것이 다른 화학적반응이 일어나기 때문이라는 것을 의미하기도 한다. 위와 같은 맛의 기작을 뒷받침하는 참고 문헌들은 매우 많다. 어떤 맛이라도 느끼기 위한 전제조건이 수용성이어야 한다는 사실은 맛이 일종의 화학적 반응이라는 것을 말해주는 것이다. 신맛과 짠맛은 용해되어 이온화되는 물질의 특성이지만, 쓴맛과 단맛 물질은 일반적으로 이온화 되지 않고 쌍극자 성질을 갖고 있다. 또한 같은 농도라면 산들의 신맛의 강도는 강산이나 약산 모두 같다. 왜냐하면 신맛의 강도는 용액속에 어떤 산이 해리되어 있느냐가 아니라 용액중에 해리된 수소 이온 농도에 따라 달라지기 때문이다. 따라서 신맛을 느끼는 반응은 산과 염기의 중화반응과도 상당히 유사한 면이 있다.

단맛의 화학

20세기가 끝나가는 지금에 와서야 단맛을 내는 화합물들은 대개 분자 구조속에 수산기(hydroxyl groups), 아미노기(amino groups), 에테르산소(ether oxygen)과 같은 작용기들의 쌍이 존재한다는 것이 밝혀졌다. 이 작용기 쌍들이 상호 보완적으로 각각 다르게 행동하여 단맛을 발현하는 것으로 알려져 있다. 수산기나 아미노기 같은 작용기

들의 기능성은 각 작용기들의 수소치환체가 진동수소(vibratory hydrogen)로 설명되는 용량에 따라 달라진다는 사실에서 유래되었다. 또한 맛에 대해 큰 관심을 갖고 있던 초기의 화학자들은 매우 단 물질들은 높은 공명에너지를 갖고 있다는 사실도 발견하였다.

필자가 단맛의 화학적 신비에 관심을 갖게된 계기는 사탕수수나 사탕무우 설탕값이 올라서 사과 가공업자들이 더 이상은 설탕을 사용하여 사과소스를 생산하지 못하게 된 시기로 거슬러 올라간다.

뉴욕주의 농업시험연구소에 근무하는 탄수화물 화학자인 필자의 임무는 사과소스의 품질은 변화시키지 않으면서 사과소스에 사용되는 설탕을 얼마나 많이 고 포도당 옥수수 시럽(high dextrose equivalent corn syrup)으로 대체 할 수 있는가를 결정하는 것이었다.

필자가 발견한 연구결과는 모든 감미료들이 똑같은 단맛을 갖고 있지도 않으며, 감미료에 따라 사과소스의 점 조성(consistency), 입안느낌(mouthfeel), 보수력(water-holding capacity)과 같은 품질특성이 각각 다르게 나타난다는 사실이었다. 필자는 제품의 품질을 변화시키지 않으면서 설탕을 고 포도당 옥수수 시럽이나 다른 감미료로 대체하는 것이 거의 불가능하다는 것을 알았다.

이런 연구과정에서 필자는 감미료들의 단맛이 각각 다른것은 성분의 내부구조에 존재하는 인접한 수산기들이 얼마나 쉽게 수소결합을 할 수 있느냐

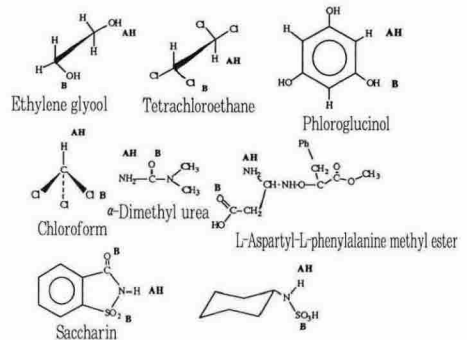


그림 1 몇가지 단맛 성분들의 일시적인 AH,B형구조

와 관계가 깊다는 결론을 내렸다. 즉 단맛은 그 성분물질이 내부구조에서 수소결합이 얼마나 잘 형성되는가와 관계가 깊다는 것이다. 대개 감미료에서 단맛을 나타내는 작용기는 glycol (-CHOH-CHOH-) 부분이다. 감미료의 glycol작용기가 AH와 B 수소결합 단위로 존재하는 것으로 밝혀졌을 때 단맛을 내는 모든 유기 화합물들에 공통적으로 존재하는 작용기들은 AH와 B 수소결합 시스템으로 설명될 수 있다.

몇가지 예들은 그림1에 나타나있다. AH와 B 수소결합 시스템에 대한 Linus Pauling의 설명에 따르면 A나 B는 산소, 질소와 같은 음전하 원자중 하나이며, 특별한 경우 탄소원자가 되기도 한다고 말하고 있다.

Tetrachlorethane, phloroglucinol, chloroform같은 화합물들은 AH와 B의 특별한 경우로 분류된다. phloroglucinol은 벤젠고리의 수산기 치환체에 대하여 전자를 빼앗아 오는 힘이 생기고 벤젠고리의 수소원자가 산성화되어 쌍극자가 형성된다. chloroform과 tetrachloroethane의 염소원자 치환체로부터 전자를 빼앗아오는 것도 같은 맥락이다.

단맛을 내는 많은 아미노산들이 알려져 있다. 대개 D-형이 많지만 꼭 그렇지만은 않다. Glycine과 α -dimethyl urea는 D-형과 L-형 둘다 단맛을 나타내지만 아스파탐은 여러개의 이성질체 중 그림1에서 보듯이 L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester만이 단맛을 낸다.

Cyclamic acid나 사카린의 염들도 매우 달지만 사카린은 뒷맛이 상당히 쓴데 그림 1에서보면 B의 기능을 하는 부분이 두개 있음을 알 수 있다. 반면에 cyclamic acid는 B기능 부분이 한개므로 상대적으로 2차적인 뒷맛이 별로 느껴지지 않는다.

AH와 B부분을 정의하는 가설에 대한 연구에서 Birch와 Lee는 6탄당에 대해서는 ethylene glycol작용기가 주요기이며 이 작용기의 OH-4는 AH로, O-3는 B로서 작용한다고 했다. β -D-mannose는 쓴맛을 나타내지만 α -D-mannose는

단맛을 낸다. Brich와 Lee는 또한 β -D-mannose는 기본적인 AH, B형의 α -D-mannose의 반대편 분자에 일종의 쓴맛 작용기를 갖고 있다는 것을 밝혀내서 단맛의 이론적인 해석에 큰 기여를 하고 있다.

그림 2에서 보면 D-mannose의 β -형은 분자구조의 중앙에 평면상으로 위치하는 산소원자를 갖고 있는데 이것이 바람직하지 않은 쌍극자-쌍극자 작용을 일으킨다. α -형에서는 이런 작용이 없기 때문에 순수한 단맛을 나타내는 것이다.

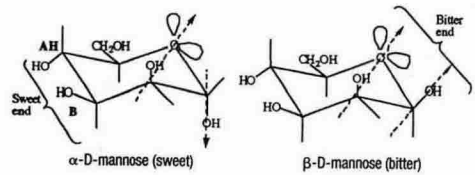


그림 2 Mannose의 AH와 B, α -형과 β -형 mannose의 분자 구조상의 쌍극자 방향

모든 단맛을 나타내는 물질에 있어서 AH와 B부분은 공통적으로 존재하므로 분자구조 내부의 수소결합에 따라 단맛이 달라지게 되며, 단맛을 느끼는 시작은 glycophore(그리스어로 glyks는 달다의 뜻이고, phoros는 운반하다의 뜻임)와 쌍극자 접수체 사이의 분자간, 비평행 수소결합 반응으로부터 시작되는 것이다. 즉 단맛은 상호보완적인 한쌍의 작용기를 갖고 있는 화합물에서 나타나는 것이 아니라 일종의 잘 짜여진 화학반응에 의해서 느껴지는 것이다. 맛의 실체를 연구하는 초창기에는 일반 화학적인 이론들이 큰 기여를 했으며 AH와 B 이론도 상당한 기여를 할 것으로 기대가 되었었다.

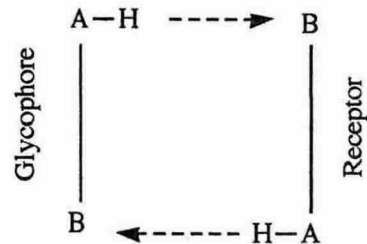


그림 3 Glycophore와 접수체 쌍극자 사이의 협력 반응

학문적인 필요와 요구에 따라 AH와 B는 단맛의 이론을 특별한 화학반응으로 해석하고 단맛을 느끼는 감각의 연구에 대한 시작을 일으켰지만 초창기부터 비판적인 견해도 꽤 있었다.

첫째, 단맛을 나타내지 않는 많은 물질들도 AH와 B의 쌍극자 시스템을 갖고 있다는 비판이다. 뒤에서 설명하겠지만 대칭원리가 AH와 B를 갖고 있는 수용성 화합물이 모두 단맛을 나타내는 것은 아니라는 점을 매우 적절하게 설명해주고 있다.

둘째, AH와 B이론은 단맛에 대해서는 오직 한 개의 접수체가 존재한다는 제안에 대한 비판이다. 이 비판은 수많은 glycophore들을 대표하는 AH와 B에 대한 일반적인 개념이 접수체에도 똑같이 응용되도록 짜여질 수 있다는 점에서 매우 흥미가 있다(그림 3). 단맛에 대한 접수체는 단 한가지 밖에 없을지라도 A와 B는 아주 다른 화학물질로서 단백질과 같은 몇몇의 기질에 붙어있는 몇가지의 작용기중 하나인 것이다. 몇몇 사람들은 접수체가 따로 분리되어 연구하기 전에는 이 문제가 해결되지 않을 것이라고 말하고 있다. 만일 접수체 A와 B가 같은 물질을 차지하지 않는다면 활성이 살아있는 상태로 접수체를 분리해서 얻기는 매우 힘들 것이다.

셋째, AH와 B이론은 단맛이 매우 강할 것이라는 잠재력을 고려하지 못하고 있다는 비판이다. 그러나 어떤 화합물이 전자를 빼앗는 작용을 할 수 있는 구조로 되어 있다면, AH와 B의 활성은 크게 증가하고 이로 말미암아 단맛도 기하급수적으로 증가할 것이라고 판단된다는 점이다.

넷째, AH와 B이론의 또다른 비판은 D-형의 아미노산과 당류들은 단맛을 나타내지만 L-형의 아미노산과 당류는 단맛을 내지 않는다는 사실이 설명되지 않는다는 점이다. 물론 이 사실은 모든경우에 옳은 것은 아님이 밝혀졌다. 단지 몇개의 아미노산 거울상이성질체만이 각각 다른맛을 나타낸다. L-형의 당류들이 단맛을 낸다고 단정짓고 L-형의 당류를 합성한 모든 연구자들은 그 당류의 맛을 "달다", "매우 달다" 등으로 기록하였다. 그럼에도

불구하고 어떤 아미노산 광학이성질체사이의 맛이 상이한 것에 대한 해석은, D-형과 L-형의 당류가 모두 단맛을 나타낸다는 사실이 동시에 고려가 되어야 하기 때문에, 심각한 도전에 직면하고 있다. 초기에 필자는 AH와 B접수체에 수직한 공간적인 장벽을 가정하고 그 장벽으로부터 3\AA 정도의 부분을 제거하였다. 이것은 단맛을 내는 D-형 아미노산뿐 아니라 D-형, L-형 당류에도 적용되는 것이다. 따라서 고정된 AH와 B시스템을 갖고 있는 아미노산들은 단지 한쪽 방향으로만 접근할 수 있으며 L-형은 접수체와의 상호작용으로 생긴 측쇄에 의해 입체적으로 제한되고 있다. 한편 당류들은 D-형이든 L-형이든 입체장애를 갖고 있지 않다. 이런 모든 결과들은 위상수학적으로 볼 때 단맛의 초기화학은 표면에서부터 시작되었고 입체화학적으로 보면 물질의 단맛은 단지 2차원적이라는 것을 말해주고 있는 것이다.

Kier는 아미노산 이성질체들의 다양한 단맛을 고려하여 AH와 B 이외에도 단맛을 나타내는 물질의 분자구조에 3번째 성분(dispersion site)이 있다고 주장했다. 이 제3의 성분은 몇가지 맛의 기능을 갖고 있는데, 상대적으로 더 극성인 물질에다가 소수성 원소를 첨가하거나, 소수성 탐침으로 작용하여 물질이 접수체에 쉽게 근접할 수 있게 하는 등이다. 그렇지만 단맛을 나타내는 화합물들이 모두 이런 부위를 갖고 있는 것은 아니며, 단지 단맛을 내기 위한 전제 조건인 것이다. 제3의 성분이 전자를 빼앗는 작용기일 때는 분자구조내에 대칭적으로 위치하고 있어서 AH와 B 쌍극자의 활성을 증가시킨다. 이 제3의 성분이 강력한 단맛을 내게 하는 것이다. 클로로포름의 단맛에서 염소원자의 역할을 보면 염소원자가 chlorosucrose의 강력한 단맛에 상당히 큰 영향을 주는 것으로 보여진다.

단맛의 지식에 대한 화학적 이론들은 단계적으로 차근차근 발달해 왔다. 일단 AH와 B 이론은 이런 관점으로 볼 때 맛이라는 것이 각각 다른 화학적 작용에 의해 발현된다는 사실을 주장하여 어느정도 타당성을 인정받고 있는 것으로 보인다.

또한 AH와 B 이론은 단맛과 관련하여 다른 예외적인 것도 설명하는데 기여하고 있으며 다른맛

의 논리적 기초를 이해하는 데에도 큰 도움을 주고 있다.

표 1. 유사한 화학 반응식과 비교한 단맛, 짠맛, 신맛의 반응식

Taste equation		Analogous stoichiometric equation	
HA + AH ⁺ , B ↔ (AH ⁺)(A ⁻) + (H ⁺)(B ⁻)	Acid Receptor Sourness interaction	HCl + Na OH → (Na ⁺)(Cl ⁻) + (H ⁺)(OH ⁻)	Acid Base Products
MX + AH ⁺ , B ↔ (AH ⁺)(X ⁻) + M ⁺ (B ⁻)	Salt Receptor Saltiness interaction	NaCl + AgNO ₃ → (Ag ⁺)(Cl ⁻) + (Na ⁺)(NO ₃ ⁻)	Salt Base Products
AH, B + AH ⁺ , B ↔ (AH ⁺)(B ⁻) + (AH ⁺)(B ⁻)	Dipole Receptor Sweetness interaction	HOH + HOH ↔ H.....OH..... $\overset{\text{H}}{\text{ }}$OH.....	Free water H-bonded water

맛의 화학적, 대칭적 특성

앞의 그림 1에서 보았듯이 Linus Pauling은 수소결합 개념을 갖고 단맛에 대한 초창기의 화학적 특성을 정의하였다. 여기서 보면 접수체나 glycophore AH는 쌍극자의 양극(δ+)이나 친전자 중심(e)으로서 역할을 한다. 동전의 양면성과 같이 B는 쌍극자의 음극(δ-)이나 친핵중심(n)으로 작용한다. 각 중심은 화학적 결합의 요체가 되며 특성에 따라 결합양식은 조금씩 다르게 나타난다. 예를 들어서 소금은 이온결합을 하고 있으나 수소결합의 본질은 정전기적 결합이다.

위의 표1에서 보면 단맛을 내는 성분들이 접수체와 반응하는 기작은 자유수 물분자가 서로 쌍극자 결합을 하여 2개체가 되는 것과 유사하다. 그 자체로는 최종제품이 형성되지 않을 지라도 그 반응은 결국 트리디마이트구조(tridymite structure)의 물을 만들어 내게 된다. 이와같은 방법으로 최종제품이 다시 형성되는 않을 수도 있으며, 신맛도 산의 AH와 접수체의 B사이의 전자와 핵반응으로 생각 될 수도 있지만 여기서 AH와 B 접수체는 각각 전자와 핵으로도 명명되어 있다. 이때 유사한

화학반응식은 산, 염기 적정반응이다. 짠맛도 위와 같은 방식으로 금속염이 이온결합을 하는 것으로서 NaCl이 AgNO₃와 혼합될 때 AgCl의 침전물이 생기는 반응과 같다.

각각의 맛의 반응식과 그에 해당하는 유사 화학반응식들의 가장 큰 차이점은 유사화학반응은 최종반응 산물을 생성할 뿐만 아니라 반응식의 양쪽이 전기적으로 균형잡힌 대칭식이라는 것이다. 맛의 반응은 그 맛성분 자체가 최종산물로 형성되지 않는지만 관능적인 자극을 나타내며 일반 화학반응에서처럼 맛의 화학반응도 대칭적인 반응을 보여주고 있다.

맛의 반응식을 전기적으로 균형잡는 것은 불가능하므로 반응식이 좌우 대칭이라는 것은 초기반응의 본질에만 적용된다. 단맛의 경우에 glycophore는 쌍극자로 작용하며 쌍극자의 전하가 동등한 좌우대칭이다. 다른 감미로운 ethylene glycol이나 단맛 내는 아미노산의 경우도 마찬가지다. 그렇지만 쌍극자가 다소 비대칭적이어서 쓴맛이 느껴지기도 하는데, 사카린의 복합적인 맛이 그런 경우에 해당한다. 유기물질의 쓴맛에 대해서는 microphore(그리스어로 micro는 쓰다의 뜻) 방식이 어떤 경우에는 비대칭적인 쌍극자와 연관 될 수도 있지만 대부분

의 쓴맛 성분들은 기본적인 반응을 갖고 있으며 쌍극이 아닌 단극(monopole)들이다.

신맛의 경우를 보면 신맛을 나타내는 H^+ 의 작용이 반응에 같이 참여하는 음이온의 작용보다 훨씬 크며 음이온과 양이온의 이온전하의 일반적인 좌우 대칭성이 H^+ 의 작용쪽으로 기울어 지게 된다. 이런 관점에서 볼때 신맛은 비대칭적 요소다. 짠맛은 협력적인 이온반응에 의해 나타나는 맛으로서 NaCl만이 진짜 짠맛이다. 즉 진정한 halophore(그리스어로 halos는 짜다의 뜻)이다. 짠맛은 또한 서로 반대의 전하를 띠는 이온들이 가장 대칭적으로 쌍을 이루고 있다. NaCl을 제외한 모든 다른 짠맛 성분들은 KCl처럼 짠맛 이외에 쓴맛과 같은 또 다른 맛을 나타낸다. 추가해서 설명하면 이런 대칭적인 점이 짠맛의 초기 화학적구조가 이온반응이라는 점을 더욱 신뢰하게 만들었다.

표1에 나타나 있는 모든 맛 반응들은 초기의 화학 반응이 모두 다르지만 구조적 변화나 중간 매개체인 물의 성질로 인하여 약한 비결합적 반응을 하고있다.

이것은 인식반응으로서, 맛에 대한 기본적인 감각은 침속의 수분에 의해 나타나는 맛이다. 단맛에 대한 물의 작용은 협력적인 수소결합과 유사한 것으로 추측되고 있는 반면에 신맛과 짠맛에 대한 물의 작용은 이온 결합으로 결론지어 지고 있다. 이런 이론적 관점에서 볼 때 매우 묽은 NaCl용액에서 모든 이온들이 완전히 해리되어 수화되면 NaCl도 단맛을 나타낸다는 사실은 매우 흥미롭다.

표1에 나타나 있는 접수체의 기능은 모든 맛에 대하여 같은 개념을 사용하고 있지만 AH와 B가 각각의 맛에 대하여 모두 다른 성분으로 되어 있다는 것이다. 그렇지만 이것은 각기 다른 맛들이 상대의 맛을 느끼지 못하도록 억누르면서 자기 맛만을 느끼도록 작용한다는 증거이기도 하다.

맛에 대한 또다른 이론들

단맛에 대한 몇가지 다른 이론들이 있으며 그 이론들은 모두 단맛에 대한 여러개의 접수체 필요성

을 역설하고 있다. 심리적 적응 방법의 응용 연구 결과 그러한 사실이 밝혀졌다. 적응이라는 것은 어떤 맛에 대하여 오랫동안 맛을 보고 있으면 그맛에 대한 민감성이 둔화된다는 것이다. 즉 혀에 그맛을 나타내는 물질이 오랫동안 남아있으므로 그 맛에 대한 감각이 떨어지거나 없어지게 된다. 따라서 적응이라는 것은 어떤 의미에서 보면 감각의 피로현상인 것이다.

그다음 두번째 화합물을 맛볼때, 즉 혀에 두번째 물질을 접촉시키면 어떤 관능적인 반응은 없을지라도 교차적응(cross adaptation)이 일어난다고 한다.

만일 어떤 관능적인 반응이 일어나면 그 감각에 대해서 두번째의 접수체가 존재한다는 사실에 대한 증거가 된다. 그러나 2개의 감미료가 같은 특성을 갖고 있지도 않으며, 동일한 단맛을 갖지도 않기 때문에 그 반응이 일어난다는 것이다. 2개의 다른 감미료를 동일한 강도의 단맛을 갖도록 준비하는 것은 사실상 불가능하기 때문에 적응실험결과는 2개의 다른 화합물들은 각각 다른 맛 활성을 나타낸다는 것이다.

또다른 학설에 의하면 약리적 원리를 적용시켜 볼 때 개개의 다른 감미료들은 각각 다른 구조적 모양과 그 다른 모양들이 필요로 하는 구조적 보완 관계를 갖고 있다. 그러나 맛을 나타내는 물질과 그 접수체의 관계를 열쇠와 자물쇠의 경우에 비유하는 것은 아직도 많은 의문의 여지를 갖고있다. 첫째, 단맛의 감각을 느끼는 최초의 화학반응을 결합반응으로만 특징 지우기에는 너무 미약하다. 둘째 그러한 입체화학적 결합은 생화학적인 변형에 의해 어떤 최종산물을 생성할 때에 주로 일어나며, 대개 약리학적이거나 심리적 반응이 수반된다.

그러나 맛의 화학반응에서는 최종산물의 생성이 없으며 따라서 어떤 물질이 단맛을 나타낸다는 사실과 관련 될 수 있는 약리적, 심리적 반응들이 알려진 바가 없다.

또다른 세번째의 학파는 개개의 다른 감미료가 맛세포에 녹아서 접촉될 때 각각 다른 생화학적 반

음이 일어난다고 주장하는데, 이것은 그러한 여러 개의 화합물에 대하여 각각 다른 단맛 점수체가 존재한다는 강력한 증거가 되는 것이다.

위의 AH와 B 이론에 대한 여러가지 다른 의견들이 단맛에 대한 시험에 의해서 증명이 되든 증명되지 않든 간에 다차원적인 감각에 대한 객관적인 시험을 하는 것은 불가능하다. 여러가지 다른 이론에도 불구하고 AH와 B 이론은 식품산업에서 몇가지 실용적으로 적용되고 있어서 AH와 B 이론에 대한 논쟁에서 유리한 버팀요소가 되고 있다.

AH와 B 이론의 식품산업에의 응용

여러가지 물질들이 모두 단맛을 나타낼지라도 성분이 다르면 그 단맛이 꼭 같지는 않기 때문에 가공식품을 제조하는 과정에서 감미료를 바꾸게 되면 단맛의 변화와 같은 품질변화가 당연히 뒤따르게 된다. 이와같이 식품제조시 사용하던 감미료를 바꾸게 되면 단맛과 같은 맛의 품질 뿐 아니라 수분활성도와 같은 물리적 특성까지도 바뀌게 된다.

AH와 B의 단맛 이론의 응용은 상대적인 단맛의 점수화를 좀더 잘 이해할 수 있게 해주고 있다. 단맛의 상대적인 점수화라는 것은 어느 한가지 단맛 물질을 기준으로하여 수치적으로 얼마나 단맛이 세거나 약한지를 나타내는 것이나, 예를들어 설탕이 기준감미료로 많이 도입된다. 어떤 감미료의 단맛 특성을 감미도와 같이 수치로 일원화시켜서 표현하여도 그 수치가 단맛의 여러가지 측면을 다 설명해주지는 못한다. 예를 들어서 단맛 뒤에 느끼는 씹쓸한 맛이나 지속성 등은 설명해주지 못한다. 즉 단맛의 강도는 낮아도 단맛이 입속에서 오래 지속되기도 하고, 단맛의 순간강도는 높아도 단맛이 입속에서 오래 지속되지 않기도 한다. 이것이 현재 전화당이 설탕과 가장 비슷한 감미도를 갖는 것으로 알려져있지만 대부분 사람들이 좀 뭉개 단맛이 다르다고 느끼는 이유인 것이다. 상대적인 감미도라는 것은 이와같이 관능적인 시험에 의해서 단순히 수치화된 것이므로 그 응용성이 제한될 수 밖에 없

다. 보통은 심리적인 측면에서 오는 오차를 줄이기 위해서 설탕보다는 설탕의 2/3정도의 감미도를 갖는 포도당을 기준으로 많이 사용하며, 포도당은 저당도 식품에 감미료를 설탕 대신 많이 쓰이고 있다. 그렇지만 포도당과 설탕의 단맛강도가 둘다 매우 높은 감미료에 속하기 때문에 실제로는 포도당을 적게 사용하면서도 같은 정도의 단맛을 낼 수 있다.

다양한 단맛과 함께, 여러가지의 감미료들을 각기 다른 물리적 화학적 특성을 갖고 있어서, 그 감미료가 혼합되어 물의 성질을 변화시키며 그에 따라 식품에의 적용이 조절되는 것이다. 개개의 식품 특성에 따라 각기 여러가지의 다른 당들이 사용되지만, 한가지 당이 여러형태로 사용되기도 한다. 식품산업에서 가장 많이 사용되고 있는 설탕을 예로들면 설탕은 다양한 형태로 사용되고 있다.

입자형 설탕(*granulated sucrose*)은 주로 식탁용의 결정형태이고, 과립형 설탕(*agglomerated sucrose*)은 분말 혼합물이나 정제, 조밀식품(*compacted foods*)등에 사용된다. 풍당설탕(*fondant* : 입안에서 스프르 녹는 사탕, 캔디 따위의 주재료임)결정은 제과산업이나 제빵산업에서의 설탕코팅(*icing*)등에 주로 이용된다. 모래알같은 설탕(*sanding sugar*)은 주로 장식용도로 사용되며, 특별용도로 설탕에 향을 가미하거나 감귤류 오일을 혼합하기도 한다. 액상의 설탕은 청량음료에 감미료로서 뿐만 아니라 물성개량의 역할도 하며, 제과, 통조림, 제빵에도 사용된다.

결정형 포도당은 발효기질로 많이 사용된다. 제빵산업에서 빵표면의 색, 조직감, 바삭거림 등을 증가시키게 된다. 첨가되면 설탕의 단맛을 부드럽게 완하시킨다. 또한 매우 달지는 않기 때문에 제과, 휴잉검 제조에도 사용된다. 포도당이 칩과 접촉하여 녹는것은 흡열반응이므로 청량감이 필요한 제품에서는 매우 적합하다. 보습기능이 있어서 제품에 혼합되어 수분 활성도를 낮추고 저장기간을 연장시킨다. 통조림 업자들은 피클 제품들의 제조시 삼투압은 높아야 하고 단맛은 적당해야 되므로 주로 포도당을 감미료로 사용한다. 소시지, 미트로

프(meat loaf), 런천미트(lunch meats), 햄, 옥수수혼합고기(corned beef hash)등의 육제품에도 포도당을 사용한다.

옥수수 전분으로부터 만들어지는 액상의 포도당 시럽도 많은 용도를 갖고 있다. 아침용 식사의 당 시럽은 포도당 시럽이 특히 선호되며, 제빵산업에서 보습제나 노화방지제로 사용된다. 포도당으로 만든 전화당 시럽은 사이다나 포도주 발효에 적합하다. 과일 통조림에 포도당 시럽이 첨가되면 제품에 바디(body)감과 같은 물성을 주며, 과일의 당산 비를 적당하게 하고, 적당한 삼투압을 나타내어 높은 온도의 열처리를 줄일 수 있게 된다.

아이스크림 배합에서도 녹는 속도를 조절하거나, 설탕의 결정화를 방지하고, 어느점을 조절하기 위해서, 조직감과 입안느낌을 좋게하며, 풍부한 단맛을 주기 위해서 포도당 시럽을 사용한다.

같은 무게비로 보면 결정형 과당이 감미료중 가장 높은 단맛을 나타낸다. 케익재료나, 젤라틴 디저트, 냉동 디저트, 칼로리를 낮게 할 목적으로 청량음료등에 많이 사용된다. 과당의 장점 중 하나는 낮은 제품온도에서 단맛을 가장 강하게 나타낸다는 것이다.

과당의 액상형태는 고과당(HFCS:High Fructose Corn Syrup)으로서 전화당과는 다르다. 고과당의 주요용도는 탄산음료나 일반적인 음료 농축액기스에 많이 사용되며, 케찹, 잼, 젤리, 당줄임 제품등의 제조에도 사용된다.

결론적으로 여러가지의 감미료들이 존재하고 각기 다른 특성을 지니고 있어서 용도에 적합한 제품에 각각 사용된다. 따라서 서로 대체하여 사용되는

경우는 매우 제한되어 있다. 서로 대체하여 사용하면 단순히 단맛의 강도 정도는 비슷하게 맞출 수 있을지라도 대상제품의 품질특성이 변하는 것은 감수할 수 밖에 없을 것이다.

〈참고문헌〉

- Abbott, E.A. 1963. "Flatland, A Romance of Many Dimensions." Barnes & Noble Books, New York.
- Birch, G.G.and Lee,C.K.1979.The Theory of sweetness.In "Developments in Sweeteners 1,"pp. 165-186. Applied Science Publishers Ltd., London.
- Kier, L.B.1972.A molecular theory of sweet taste.J.Pharm.Sci.61: 1394-1397.
- Shallenberger,R.S.1993."Taste Chemistry." Blackie Academic & Professional, London.
- Shallenberger,R.S.1997.Taste recognition chemistry. Pure Appl.Chem.4:659-666.
- Shallenberger,R.S.and Acree,T.E.1967. Molecular theory of sweet taste.Nature 216:480-82.
- Shallenberger,R.S.,Acree,T.E.,and Lee,C.Y.1969. Sweet taste of D-and L-sugars and amino acids and the steric nature of their chemo-receptor site.Nature 221:555-556.
- 〈출처 : Food Technology 52(7), 72, 1998〉