

Flavor Chemistry

김 정 한

연세대학교 식품공학과

I. 서론

인간이 음식물을 섭취하면 뇌는 입과 코에 분포된 감각 세포를 통해 발생한 신경 신호를 종합하여 "Flavor"로 감지한다. 식품 flavor를 구성하는 요소는 맛, 냄새, texture, 색깔, 온도, 소리등이지만 가장 중요한 것은 맛과 냄새이다.

시각은 망막에 대한 파장이 400에서 750 nm사이에 해당하는 전자파의 작용에 기인하며 청각은 공기의 진동이 고막에 전달되어 일어나는 신호에 기인하고 촉각은 압력 및 온도등에 의해 일어나는 감각 작용이다. 반면 맛이나 냄새는 화학 분자가 미각 및 후각 신경 표피에 작용하여 발생하는 전기적 신호를 뇌가 분석하여 인지되는것이다. 따라서 맛과 냄새를 내는 화합물의 구조와 맛과 냄새의 상관 관계 연구를 통해 몇개의 기본 맛과 냄새로 분류하고자하는 노력이 계속되어오고 있다.

맛을 내는 물질은 수용성이며 단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛등 4가지 기본 맛과 감칠맛 (umami), 금속맛 (metallic), 알칼리맛 (alkaline)등이 언급되고 있다. 이러한 4가지 기본 맛들은 혀의 지정된 부위에서 감지되어지는 것으로 알려져있다. 냄새에 있어서도 맛에 서처럼 몇가지 기본 냄새로 분류하고 모든 식품의 냄새를 기본 냄새들의 조합으로 설명하려는 시도가 이루어져 왔다. Linnaeus (1756)는 기본 냄새를 aromatic, fragrant, ambrosial, alliaceous, hircine, repulsive, nauseous등 7개로 분류하였고 Harper (1968)등은 44가지 군으로 나누었다. 또, Amoore (1977)등은 사람들의 부분적인 후각 결합 분석 (specific anosmia analysis)에 근거하여 isovaleric acid (sweat), 1-pyrroline (spermous), trimethylamine (fishy), isobutyraldehyde (malty), 5 α -androst-16-en-3-one (urinous), ω -pentadecalactone (musky), l-carvone (minty), 1,8-cineole (camphor) 등 8가지의 기본적인 냄새를 규명하였다. 그러나 이러한 노력들은 맛의 분류만큼 성공적인 것은 아니었다.

맛과 냄새는 분자 자체의 고유 특성이라기 보다는 화학 분자와 인간의 뇌사이에 일어나는 고유한 상호 작용으로 보아야 할 것이다. 다시말하면 맛과 냄새는 인간의 뇌가

없이는 소멸되는 분자의 한 특성에 불과한 것이다. 따라서 flavor에 관한 연구는 물리화학, 신경생리학 그리고 인간의 심리적인 반응등 다양한 학문 영역을 포함한다.

Flavor 화학은 gas chromatography와 mass spectrometry가 널리 보급되기 시작한 1960년대 부터 본격적인 연구가 시작된 비교적 새로운 학문 분야이다. 이와 같은 미량 분석 기기가 없었던 옛날에는 주로 다량 존재하는 향기 성분에만 연구가 국한되었으나 현재는 미량 성분들이 매우 중요한 향기 성분의 구성성분들이라는 사실이 널리 알려지게 되었다. 1960년대 후반과 1970년대 초반에는 flavor 화학에 관한 연구가 활발하게 수행되어 flavor 성분들의 생합성 과정과 중요한 화학적인 구성성분들에 관한 이해가 크게 증진되었다. 그러나 특히 미국의 경우 1980년대 이후 연구의 초점이 영양 및 독성학으로 바뀌면서 flavor 화학에 관한 연구의 대부분은 유럽 학자들에 의해 수행되고 있는 편이다. 한편 이 방면에 관련된 회사들도 flavor에 관한 많은 연구를 행하고 있으나 연구 결과를 문헌에 발표하는 경우가 드물기 때문에 관련 자료의 수집이 매우 어려운 실정이다.

종래의 경우 식품의 flavor는 주로 가정의 부엌에서 조리하는 주부들의 손에 많이 의존했으나 최근 가공식품 및 반가공식품의 보편화 경향이 두드러지게 나타나면서 flavor에 관한 연구는 산업적 면에서 더욱 중요성을 가지게 되었다. 따라서 한국 조리학회가 “향미 성분과 조리과학” 이란 주제로 학술 symposium을 갖는다는 것은 매우 뜻깊은 일이라 생각된다.

Flavor 화학의 연구 분야는 첫째, 향미 성분의 분리와 확인에 관한 것, 둘째, 식품속에서 향미 성분들이 형성되는 과정에 관한 것, 셋째 식품에 있어 불쾌취의 규명 및 형성기작에 관한 기초적 연구 그리고 마지막으로 향미료의 제조, 합성 그리고 조향등 기술적인 응용 분야가 있다. 향미 성분에 관한 연구중에서도 맛에 관한 것은 인공감미료를 포함하는 새로운 감미료의 개발, 소금 대신 사용할 수 있는 대체염 그리고 향미 증진제등에 관한 연구등이 있으나 대부분은 식품의 향기 성분에 관한 연구에 국한되어 있다.

II. 향미 성분의 분리 및 동정

[1] 향미 성분의 분리상의 문제점

식품속의 향기 성분 분석은 다음과 같은 문제점들이 있다. 첫째, 향미 성분들은 식품

matrix에 분포되어 있다. 예를들어 단백질 성분에 향미 성분들이 결합되어 있을 경우 완전한 분리가 힘들다. 들깨, 향미 성분들은 알콜, 알데히드, 케톤, 산, 아민, 방향족, heterocyclics 등의 다양한 관능기들을 가지고 있는 휘발성 또는 비휘발성 물질들이다. 세제, 어떤 식품중에는 200에서 1,000여개에 달하는 많은 숫자의 향미 성분들이 존재한다. 즉, 분리능이 매우 우수하지 않으면 분리가 어렵다. 네제, 분리에 이용되는 기기들의 향미 성분들에 대한 감도는 인간의 후각과는 다르며 대개의 경우 인간의 후각에 비해 감도가 낮다. GC의 가장 보편적인 검출기인 flame ionization detector (FID)는 화합물의 탄소 숫자에 비례해서 민감하게 감응하는 반면 인간의 후각은 상이한 냄새에 대한 감응성에 엄청난 차이를 나타낸다. 예컨대 pyrazine은 2-methoxy-3-hexyl pyrazine에 비해 냄새 threshold 값이 175,000배나 낮다. 따라서 사람이 감지하는 냄새의 강도는 후각 신경계에 대한 그 화합물의 감도와 농도에 의해서 결정된다. 감도는 그 화합물의 냄새 threshold 값으로 표시되고 농도는 휘발성 즉, 증기압에 의해서 결정된다. 끝으로 향기 성분들중에는 매우 불안정한 화합물들도 있으며 시료를 전처리하는 과정에서 성분 변화가 일어날 수 있다. 또한 GC를 이용한 분석과정중에도 분해 또는 이성체화가 일어날 수 있다. 이상과 같은 여러 문제점들로 인하여 향미 성분들의 분리 확인은 매우 어렵고 까다로운 작업으로 평가되고 있다.

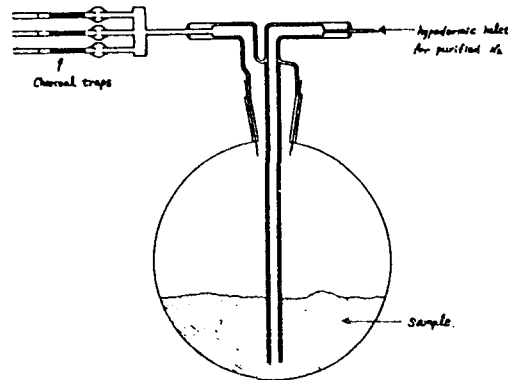
[2] 분석 방법

이미 고대에 천연물로 부터 향기 성분을 추출해내는 방법으로 사용되었던 수증기 증류 (steam distillation) 방법은 현재도 압착 및 용매 추출법 (solvent extraction) 등과 더불어 널리 사용되고 있으며 특히 열에 안정한 향기 성분들이 대부분을 차지하는 천연물 등의 복합체로 부터 향기 성분들을 분리 농축하는데 주로 사용된다. 그러나 이 방법으로 얻은 증류액은 수용액 상태이기 때문에 증류액속의 향기 성분들을 GC 분석하기 위해서는 다량의 용매를 사용하여 추출하는 과정이 필요하며 추출한 용매를 과량 농축하게 됨으로써 용매속의 불순물들도 함께 농축되어 GC 분석시 향기 성분 peak들을 방해할 위험이 크다. Likens와 Nikerson에 의해 최초로 개발된 동시 증류-추출 (simultaneous distillation extraction) 방법은 소량의 용매를 사용함으로써 용매에 의한 오염을 줄여줄 뿐만 아니라 추출 과정도 한 단계 줄여주는 효과도 얻을 수 있다. 그러나 대부분의 천연물들은 열과 공기등에 민감한 향기 성분들을 포함하고 있으며 실제로 linalyl acetate와 같은 향기 성분은 산성 하에서 열을 가할 경우 공기등과 접촉하여 여

러가지 다른 성분들로 변화하기도 하여 고온에서 공기 및 수분과 접촉하게 되는 증류 방법은 여러가지 artefact들을 생성시킬 위험이 크다. 이러한 문제는 감압 증류 (vacuum distillation) 방법으로 어느정도 해결될 수 있으나 감압 증류 방법은 각 이음새들을 완벽하게 밀봉해야 하는 어려움 때문에 실제로 실험실에서 손쉽게 행하기에는 어려움이 많다는 단점이 있다. 이에 비해 gas co-distillation (GCD) 방법은 감압 증류에 비해 비교적 간단한 장치로 손쉽게 이용할 수 있다. GCD 방법은 흐르는 질소로 계속 공기의 유입을 차단해 줌으로써 향기성분들의 공기와의 접촉을 막아준다. 이상에서 설명한 증류 방법들로 얻은 추출액은 압착 및 용매 추출방법등으로 얻은 추출액에 비해 휘발성 성분들에 의한 방해가 적고 GC등을 이용한 기기 분석에 적합하다.

신선도의 유지가 필요한 천연물등의 향기 성분 분리 농축에는 용매추출법이 주로 쓰인다. 특히 압착 (cold pressing) 후 용매 추출해주는 압착-용매 추출 (cold-pressing & solvent extraction) 방법은 과일류 또는 wine등에서 정유 성분을 추출해낼 때 널리 쓰이고 있다. 그러나 이 방법으로 얻은 천연물의 정유는 pectin, 당 등의 고분자 방해 물질들이 다량 함유되어 있기 때문에 그대로 GC에 주입할 경우 기기에 무리를 줄 수 있으므로 micro scale의 증류 장치를 이용하여 휘발성 분획을 얻은 후 GC 분석할 수 있다.

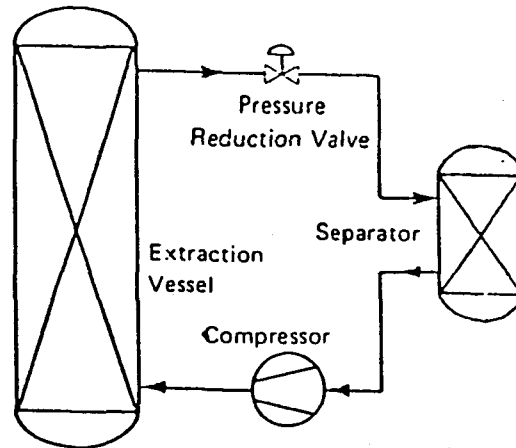
인간이 느낄 수 있는 향기 그대로를 얻어내는 데는 Headspace sampling 방법이 가장 효과적이다. 1963년에 McCarthy등은 식품의 상단 공기층에 존재하는 vapour를 직접 주사기로 취한 후 그대로 GC에 주입하여 숙성된 바나나 향을 분석하였으며 Buttery와 Teranishi도 역시 같은 방법으로 산패되어 갈색화된 말린 감자 알갱이들의 향을 분석하였다. 분석 기기가 더욱 발달하여 GC에 capillary column을 이용하게 되면서 cold trap 또는 cryogenic trap 등으로 headspace 추출물을 농축함으로써 적은 양의 향기 성분 peak들도 감지해내게 되었다. 그러나 이와 같은 direct sampling 방법은 가장 휘발성이 큰 성분들을 신속하게 분석해 내기에는 적합하지만 향기에 관여하는 higher boiling compound들이 있을 경우 잡아내지 못하며 정량적 재현성이 떨어진다는 단점이 있다. 그러나 적당한 흡착제가 충전된 흡착관을 이용하여 향기 성분을 장시간 흡착시킨 후 적당한 방법으로 탈착시켜주는 headspace sampling 방법은 direct sampling에 비해 정량적 재현성이 높고 농축된 headspace 추출물을 얻을 수 있다. 그림과 같은 간단한 장치를 이용하여 charcoal이 충전된 흡착관에 포집된 향기 성분들은 흡착관을 그대로 GC 주입구에 삽입시키거나 별도의 장치로 열탈착 (heat desorption)시켜 GC column내



로 주입된다. 또는 흡착관에 포집된 향기 성분들을 소량 (수 ml)의 용매로 다시 탈착시킨 후 일부를 GC에 주입하기도 한다. 흡착제를 이용한 headspace sampling 방법은 소수성의 흡착제인 Tenax GC를 사용할 경우 수분은 흡착되지 않으면서도 휘발성 유기 성분들은 장시간 강하게 흡착되어 농축되므로 수분이 많은 식품이나 천연물의 향기 성분 포집에 널리 쓰인다. 이 밖에도 ethylvinylbenzene-divinylbenzene의 copolymer인 Porapak Q, polyaromatic copolymer인 Chromosorb 105등도 자주 쓰이며 강한 흡착능과 소수성 그리고 높은 화학적 안정성등의 특성을 지닌 activated charcoal, graphitized carbon black등도 우수한 흡착제로 널리 쓰이고 있다. 그러나 이 방법은 시료의 양에 따른 흡착제의 양, 질소나 헬륨 가스의 유속, 흡착 시간 그리고 필요하다면 약간의 가열 온도등을 최적화 해야하며 용매를 이용한 탈착은 여러가지 용매를 비교하여 흡착제에 맞는 적당한 용매를 선정해야 한다. 예를 들어 Tenax GC는 dichloromethane에 녹기 때문에 Tenax GC에는 탈착 용매로 적합하지 않다.

최근 새로운 추출 방법으로 주목을 받고 있는 초임계 유체 추출 (supercritical fluid extraction, SFE) 방법은 이미 19세기 후반에 시도되기 시작했던 방법으로 1970년대에 들어서는 실제로 산업에 이용되기 시작하여 커피로 부터 카페인 제거 그리고 hop의 추출에 liquid CO₂를 사용하고 있다. SFE는 추출후 초임계 유체의 제거가 용이하기 때문에 잔류용매에 의한 독성 위험성이 없으며 향성분의 열 손실등이 전혀 없다는 장점을 가지고 있다. 현재까지는 초임계 유체로 액체 CO₂가 가장 널리 쓰이고 있는데 CO₂는 불활성, 불연성이며 폭발의 위험성 또한 없는 깨끗한 용매로 지구상에서 물 다음으로 값싼 용매라는 장점도 가지고 있다. 게다가 CO₂는 표면 장력과 점도가 낮고 확산성이 높아 신속한 mass transfer가 용이하기 때문에 기존의 어떤 용매보다 더 빠른 시간내에 추출이 가능하다. SFE 방법을 이용한 추출 장치는 크게 4 부분으로 이루어져 있다.

Stainless steel extraction vessel에서는 시료와 초임계 유체가 접촉하여 추출이 이루어지며 Separator에서는 추출물과 CO₂가 분리되며 Compressor는 SCF를 순환시키게 된다. 이밖에도 감압 밸브 (pressure reduction valve)가 필요하다.



Schematic diagram of supercritical fluid extraction process

식품 및 천연물로 부터 추출된 향기 성분들은 GC를 이용하여 분석한다. Capillary column이 개발된 이후 매우 높은 분리능을 얻을 수 있게된 GC 분석 방법은 수백가지 이상의 향기 성분들이 포함된 시료들의 profile analysis에 적합한 유일한 방법으로 자리잡게 되었다. GC에서 분리되고 flame ionization detector로 감지된 각 향기성분 peak 들은 on-line으로 연결된 mass spectrometer를 이용하여 그 구조를 확인할 수 있으며 이미 구축된 mass spectra library와 비교하여 searching할 경우 매우 신속한 동정이 가능하다. 그러나 mass spectrometer는 구입비와 유지비가 매우 비싸며 향료 물질들의 mass spectra만을 수집한 library의 구입이 힘들며 그 가격 또한 고가라는 문제점이 있다. 그러나 retention index (RI) 개념을 이용하면 GC 만으로도 향기 성분들의 확인이 가능하다. 각기 다른 고정상을 가지고 있는 column들에서 각 화합물들의 RI 값들은 고유값이며 어느 정도의 GC 분석 조건 변화에도 일정한 값을 유지한다. 미지 peak들의 RI 값은 미지 시료와 포화 탄화수소 혼합액을 GC에 함께 주입하여 retention time을 구한 후 각각의 포화 탄화수소의 탄소수에 100을 곱하고 아래와 같은 식을 이용하여 그 상대적 값을 계산해낸다. 아래의 식은 temperature programming하여 GC 분석한 경우에 적용되는 식이다.

$$I_x = I_b + \frac{T_x - T_b}{T_a - T_b} \cdot (I_a - I_b) \quad (2)$$

I_x = programmed Retention Index of peak x

I_b = programmed Retention Index of the nearest reference peak before peak x

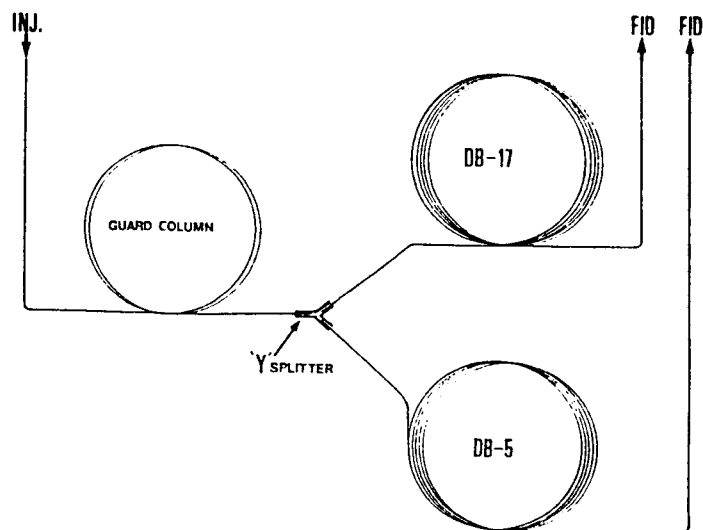
I_a = programmed Retention Index of the nearest reference peak after peak x

T_x = absolute retention time of peak x

T_b = absolute retention time of the nearest reference peak before peak x

T_a = absolute retention time of the nearest reference peak after peak

GC로 얻을 수 있는 retention time 값은 여러가지 분석 조건에 따라 항상 바뀌는 값이기 때문에 각 성분들의 고유값으로는 사용이 불가능하지만 retention index의 경우 함께 주입한 포화 탄화수소들에 대한 상대적 값이기 때문에 각 성분에 대한 고유값이며 database로 library화할 경우 손쉽게 비교 확인이 가능하다. 그러나 peak들이 겹칠 경우 정확한 retention index값을 구할 수 없으며 우연히 불순물 peak가 어떤 향기 성분 peak와 동일한 retention index값을 가질 경우 오인될 수도 있기 때문에 적어도 두가지 이상의 column을 사용하여 서로 다른 retention index 값을 얻어 교차 확인하는 작업이 필요하다. 그림과 같이 서로 다른 극성을 가진 두가지의 capillary column을 'Y' tee를



사용하여 하나의 injection port에 연결한 dual capillary column system을 이용하면 한

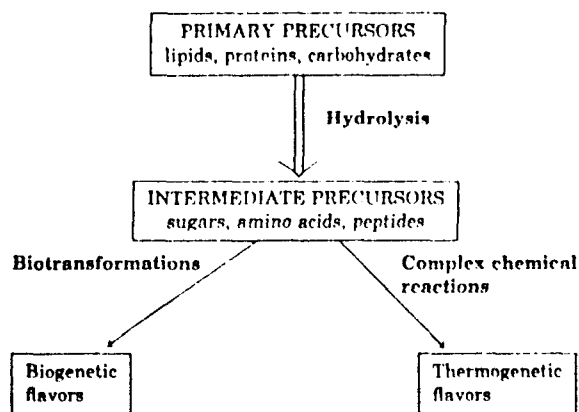
변의 GC 분석으로 서로 다른 두가지의 retention index 값들을 얻을 수 있으며 두 column에서 동일한 물질로 확인된 peak들은 각각의 column에서 내부 표준 물질에 대한 면적비를 비교하여 재확인할 수 있다. 이와 같은 방법으로 분석 시간을 반으로 줄일 수 있으며 불순물 peak가 우연히 한 column에서 어떤 향기 성분 peak의 위치에서 용출되더라도 면적비를 비교하면 확인이 가능하다.

기기 분석을 통한 향기 성분의 분석으로 그 물질의 냄새 특성은 알 수 없다는 제한이 있다. 따라서 이러한 기기 분석의 단점은 GC에 인간의 코를 하나의 detector 처럼 접목시킨 sniff 장치로 극복할 수 있다. 이것은 GC column으로 부터 분리되어 나온 향기 성분들을 사람이 직접 코로 확인할 수 있도록한 장치이다. 또 그림과 같이 일부는 그대로 FID로 확인될 수 있도록 split 시키면 FID로 얻은 각 peak들의 향 특성을 확인할 수 있다. 이러한 sniff 시험 방법을 사용하면 천연물이나 식품등의 실제 향을 구성하는 각각의 향기 성분을 신속하게 확인할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이러한 기기 장치들을 효과적으로 운용하기 위해서는 온도, 습도등 기기 운용에 적합한 환경을 마련하는 것이 필수적이다.

일단 순수하게 분리된 화합물을 약 1 mg 정도만 가지면 IR (Infrared Spectroscopy), NMR (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy), MS (Mass Spectrometry) 등 최신 기기 분석 방법을 통해 화합물의 구조를 동정할 수 있다.

III. 향미 성분의 형성

식품 향미 성분의 일차적인 재료는 탄수화물, 단백질, 지질등이고 이들의 분해 산물인 당, 아미노산, 지방산등으로 부터 유도된 각종 카르보닐, 알콜, 아민류들이 효소 혹은 비효소적인 화학 반응을 거쳐 다양한 방향 물질들이 형성된다. 과일이나 채소의 향미 성분은 주로 효소들에 의한 생합성에 의해서 생성되지만 육류, 생선, 곡류등 자체의 flavor가 별로 없는 식품들의 향미는 가공 또는 조리 과정중에 형성되어진다.



[1] 과일 및 야채

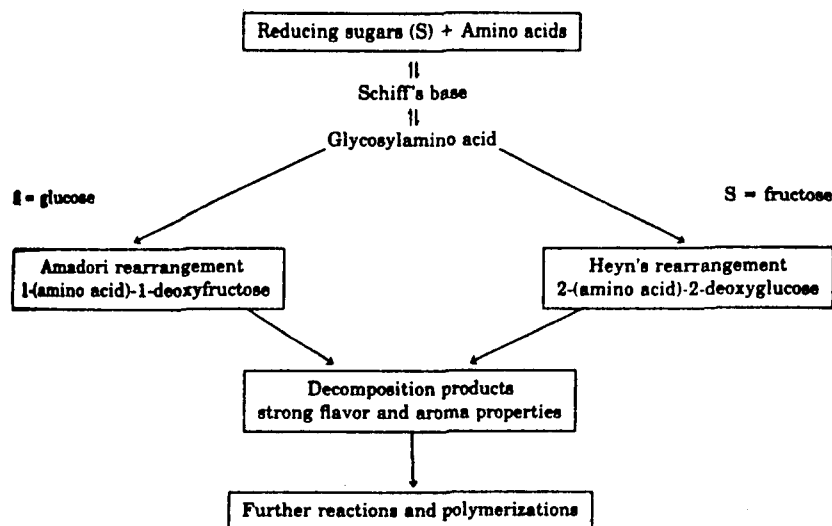
바나나, 복숭아, 체리, 배등 과일의 전형적인 향미는 과일 형성 초기에는 없다가 숙성기에 아주 짧은 기간동안에 생성된다. 과일 숙성기에 급격한 호흡 상승과 함께 소량의 지질, 탄수화물, 단백질 그리고 아미노산들이 효소들에 의한 반응으로 각종 aliphatic 또는 aromatic 알콜, 에스테르, 락톤, 산, 알데히드, 케톤 그리고 테르펜류등 휘발성 향미 성분으로 변환된다. Citrus 과일류들의 특징적인 향미는 테르펜류에 기인하는데 별로 냄새가 없는 모노테르펜 탄화수소인 리모넨 (limonene)이 정유 성분의 90 % 이상을 차지한다. 그러나 여러 종류의 citrus oil들의 특징적인 향미 성분은 전체의 5 % 미만을 차지하는 산소원자를 가지고 있는 테르펜류들에 기인한다. 예컨대 lemon oil의 특징적인 향미 성분으로 알려진 citral은 전체 oil 성분의 2 % 미만으로 존재한다.

한편 채소류의 향미 형성은 과일류와는 상당히 다르다. 셀러리, 벨페퍼, 아스파라가

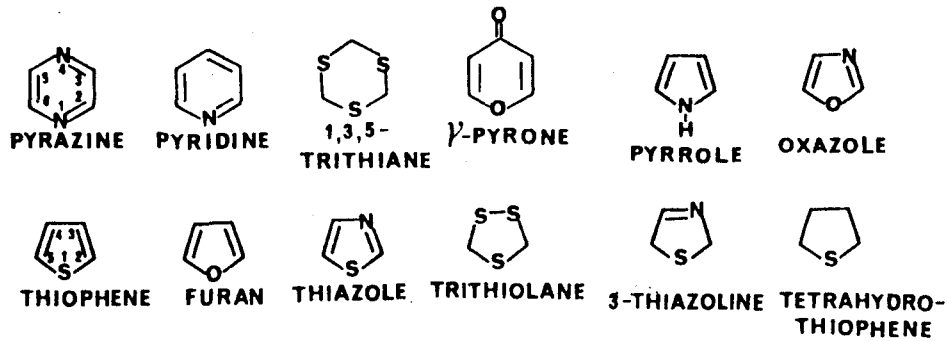
스등 약간의 채소류는 성장 기간동안 부분적으로 향미 성분을 생합성하지만 대부분의 채소류들은 양파나 마늘처럼 자르거나 또는 씹는 과정에서 세포가 파괴되면서 향미 성분을 만드는 효소와 기질이 섞일 때 휘발성 방향 물질을 생성하게 된다. 채소 향도 과일 향과 마찬가지로 지방산, 탄수화물, 아미노산 대사등을 통하여 전구 물질들이 생성되며 linoleic acid와 linolenic acid에 lipoxygenase가 작용하여 다양한 휘발성 카르보닐류들과 알콜류가 합성된다. 그러나 과일향과 채소향의 차이는 과일향이 주로 에스테르류들에 의존하는 반면 채소향에서는 휘발성 유황 화합물들이 중요한 비중을 차지하고있는 점이다. 이러한 유황 화합물들은 채소류에 널리 존재하는 cysteine sulfoxide 나 thioglucosinolate등 함유황 전구물질들로 부터 만들어진다.

[2] 가공에 의한 향미 성분의 형성

육류, 커피, 초콜렛, baked goods, deep fat fried products 그리고 발효 식품들의 향미 성분들은 주로 비효소적 browning 즉, Maillard 반응, 지방의 thermal oxidation 그리고 미생물의 대사 경로등을 통해서 형성된다.



육류, 커피 그리고 nuts류들은 조리 또는 굽는 열처리 과정에 의한 Maillard 반응을 통해 향미 성분들이 형성되는 대표적 식품들이다. 이때 산소, 유황, 질소 원자들을 갖는

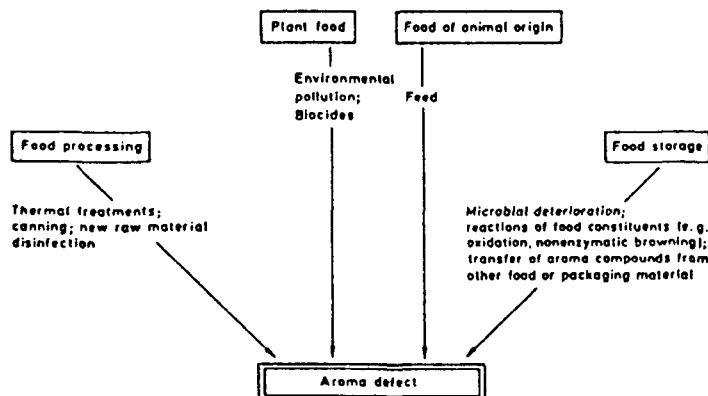


five- 또는 six-membered heterocyclic 화합물들이 주로 합성된다. 현재까지 1,000개 이상의 heterocyclic 방향 물질들이 확인되었고 비록 이들은 극히 미량 존재하지만 매우 낮은 threshold 값을 가지는 강력한 odor strength를 보유한 화합물들이기 때문에 baked goods, meat sauce, soup, condiment 등 여러 가공 식품의 flavoring ingredient로 이용된다. 빵이나 코코아의 경우는 효소 및 비효소 두가지 반응 공정이 작용하여 최종적인 flavor가 형성되는 대표적인 예들이다.

[3] 불쾌취 (Off-flavor)

식품에서 character impact 화합물들이 소실되거나 aroma 성분의 농도 변이 또는 aroma 화합물들의 조성 변화등이 발생하면 비정상적이고 이물감을 주는 냄새를 나타내게 되는데 이와 같은 현상을 "aroma defect" 또는 "off-flavor" 라고 한다.

불쾌취는 식품 산업에서 소비자들의 불만 원인이 되는 중요한 요소중의 하나이다. 불쾌취는 물, 공기, 포장재료등 환경 오염에 기인할 수도 있고 지질 산화, 비효소 browning, 빛, 혹은 미생물들에 의한 효소 작용등 식품 그 자체로부터 유래될 수도 있다.



첨단 분석기기들의 등장에도 불구하고 식품의 고유한 flavor profile중에 미량 존재하는 한두개의 불쾌취를 확인하는 일은 매우 힘든 일이다. 특히 대부분의 불쾌취들은 threshold 값이 아주 낮기 때문에 분리 동정하는 일은 용이하지 않다.

Pigsty-like, earth-muddy off-flavors와 관련된 미생물 대사 생성물로서 skatole (faecal-like, odor threshold in water, 10 µg/kg), 2-methylisoborneol (earthy-muddy, 0.03 µg/kg) 및 geosmin (earthy, 0.01 µg/kg)등이 있다.

항곰팡이 농약으로 사용되는 pentachlorophenol의 fungal degradation 및 methylation 산물인 2,4,6-trichloroanisole (강한 mouldy-like off-flavor)은 매우 낮은 odor threshold (3×10^{-5} µg/kg in water) 값을 가지고 있다.

IV. 결론

식품의 향미에 대한 흥미와 연구의 역사는 매우 길지만 향미에 대한 화학적인 연구가 본격적으로 이루어진 것은 1960년대이후 GC, GC/MS, IR, NMR, MS등 고성능 분석 기기들이 보급되어 미량 유기 화합물의 분리 동정이 용이해진 지난 30년간으로 볼 수 있다. 화합물의 구조-냄새 상관관계와 수용체와의 상호 작용에 관한 기초적인 연구 결과들을 통한 chemical sense의 기작을 밝히는데 관심이 모아지고 있다.

우리나라에서는 아직 이 분야의 연구가 미미하지만 맛있고 안전한 식생활을 즐기기 위해 한국인의 고유한 풍미에 관한 연구가 요청된다.

V. 참고 문헌

1. Henry B. Heath and Gary Reineccius, " Flavor Chemistry and Technology ", M Macmillan Publishers (1986)
2. H. W. Schultz, "The Chemistry and Physiology of Flavors ", AVI Publishing Company, INC. (1967)
3. I. D. Morton, A. J. Macleod, " Food Flavors, Part A. Introduction ", Elsevier (1982)
4. George Charalambous, " Frontiers of Flavor ", Elsevier (1987)

5. Peter Schreier, " Flavor' 81 ", de Gruyter (1981)
6. J. Adda, " Progress in Flavor Research 1984 ", Elsevier (1985)
7. G. Vermin, " The Chemistry of Heterocyclic Flavoring and Aroma Compounds ", Ellis Horwood Limited (1982)
8. Ernst T. Theimer, " Fragrance Chemistry ", Academic Press (1982)
9. Y. H. Hui, " Encyclopedia of Food Science and Technology: Vol. 2 ", Jon Wiley & Sons, Inc. (1992)