

# 果実·菜蔬加工과 酵素의 役割

〈제 2 회〉

李 聖 甲

국립안성농업전문대학 식품제조과 교수

### ③ 과즙제조에의 이용

과즙은 필연적으로 pectin질이 함유하여 여러가지 면에서 중요한 역할을 담당한다.

즉 과즙을 투명과즙이나 혼탁과즙이나 또는 착즙음용하거나 농축과즙으로 그 이용형태에 따라 함유하는 pectin의 질과 양을 적의 조정할 필요가 있다. 또 과즙 착즙공정에 따라서도 pectin 량의 多少는 그 능률에 큰 영향을 주게 된다.

특히 과즙의 응고(凝固)나 침전현상과도 관계된다. 이와같이 pectin이 과즙에서의 영향을 고려할 때 과즙중의 pectin함량을 적당하게 유지시키거나 또는 완전하게 제거할 필요가 있을 때에는 효소제를 사용하여야 한다. 감귤, Orange 등의 과즙색은 carotenoid 색소이고 물에 불용성이기 때문에 색소가 부착된 과육의 微片을 혼합시켜야 과즙의 색이 형성된다.

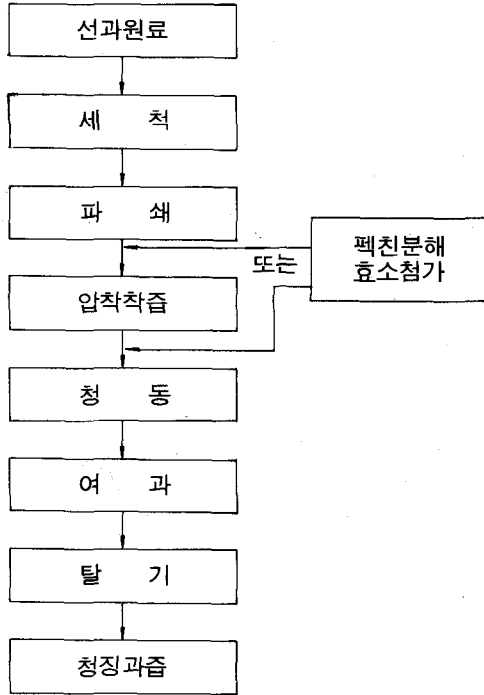
그리하여 과육편을 과즙중에 균일하게 분산시켜 과육의 침전을 방지하려면 粘稠한 pectin 용액의 함유가 필요하다.

따라서 carotenoid 색소를 갖는 밀감과즙이나 도마도 과즙의 제조에서는 특별한 경우 이외에는 효소처리는 실시하지 않는다. 오히려 pectin 분해효소처리는 침전물의 생성원인이 되어 가공초기에 가열처리로 파괴시켜 불활성화시켜야 한다.

사과즙은 농축시켜 2차가공원료로 하는 경우가 많고 또 제품중의 2차 침전문제도 크므로 과육중의 pectin을 시키지 않으면 안된다. 이같이 pectin 제거에 의해 청징과즙의 수율을 증가시킬수도 있다. 2차침전은 청징과즙제품이 시간이 경과되면 혼탁되어 침전물이 생기는 경우나 또 혼탁과즙이 점차로 청징되어 침전을 이르는 경우가 있다. 이와같은 현상은 포도과즙에서 종종 일어난다.

효소제를 과즙제조에 이용하는 방법은 두가지 있는데 그 하나는 파쇄과실에 직접효소를 첨가하는 방법으로 착즙수율을 5~10% 증가시킬 수 있다. 그러나 이경우 착즙박(搾汁粕)의 pectin은 이용할 수 없다. 또 다른 방법은 파쇄 착즙하여 착박을 분리 제거한 혼탁과즙에

효소를 첨가처리하는 방법으로 착즙수율은 전자보다 떨어지나 착박중의 pectin은 충분히 이용할 수 있다. 청징과즙의 제조에 효소제 사용공정은 그림 4와 같다. 과즙의 제조에 효소를



〈그림 4〉 사과청징과즙의 제조공정

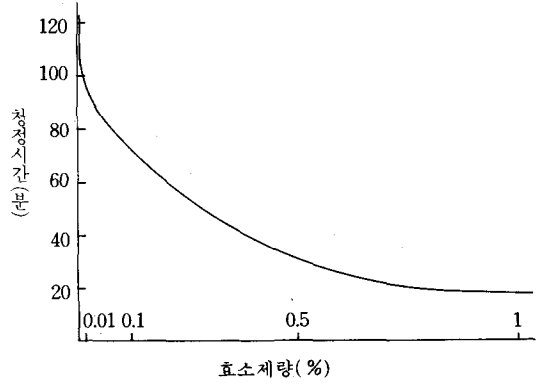
이용할 때의 주의할 점은 과즙중의 pectin량은 원료과실의 수확시기에 따라 현저하게 차이가 있고 또 속도에 따라서도 pectin이 불용성과 가용성 부분의 비율이 변하는 것을 충분히 고려하여 효소량을 조정할 필요가 있다. 사용량 결정에는 처리온도와 시간과의 관계를 고려하여야 한다. 청징을 단축하려면 효소량을 증가하거나 온도를 높이는 방법이 있는데 이들 관계는 그림 5 및 표 3과 같다.

〈표 3〉 처리온도와 효소제 소요량

온도℃	45	36	32	27	20	15	10	4
소요량	1	2	3.5	4.5	5.5	7.5	9	12

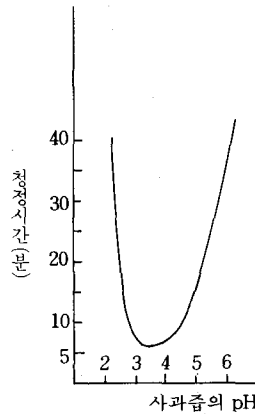
\* 소요시간이 일정할 때 40℃에 있어서 소요량을 1로 할 경우

효소제중의 PE 및 PG의 작용력과 PH와의

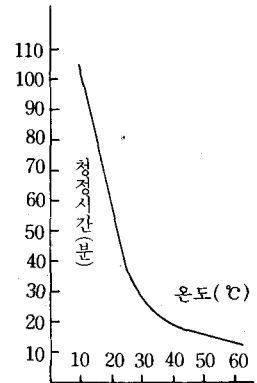


〈그림 5〉 사과즙 청정시간과 효소제의 양과의 관계(40℃)

관계는 먼저 설명한 바와 같이, 과즙의 청정시간과 PH와의 관계는 그림 6과 같이 약간의 PH 차에 의해서도 청정시간에 큰 영향을 미친다. 또 청정시간과 온도는 그림 7과 같이 온도가 30℃이하에서는 극도로 청정속도가 둔화된다.



〈그림 6〉 과즙의 청정시간과 PH와의 관계 (시판 효소제 사용)



〈그림 7〉 사과즙의 청정시간과 온도와의 관계

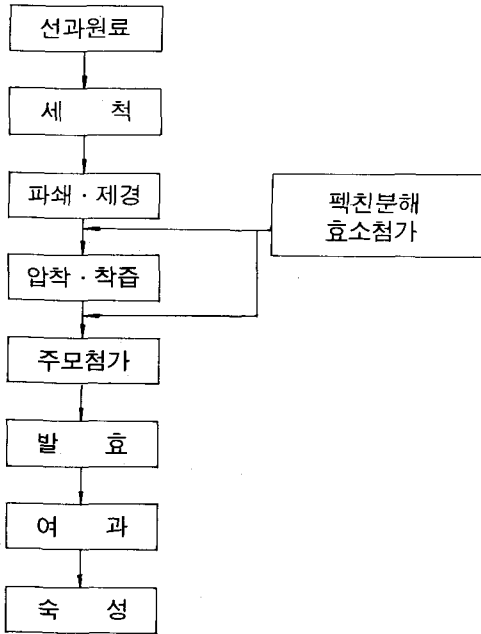
#### ④ 과실주 제조에 효소이용

pectin질이 많은 과실을 원료로 하는 酒類제조에서는 착즙, 여과, 청징 등의 공정에서 이 pectin의 제거 처리가 필요하다.

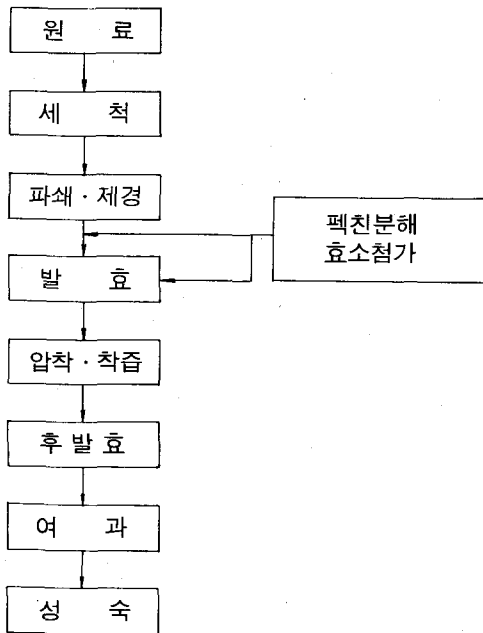
#### 포도주(Grape Wine)

포도주에는 백포도주와 적포도주 두 종류가

있고 양제품의 제조공정은 그림 8, 9와 같다.



〈그림 8〉 백포도주의 제조공정



〈그림 9〉 적포도주의 제조공정

백포도주는 과즙만을 발효시켜 색소, 탄닌을 거의 함유되지 않게 만드는 공정을 취하고 적포도주는 색소, 탄닌을 추출한 과피(果皮)와 같이 발효시킨 것이다. 이와같은 공정의 차이는 pectin분해효소의 사용방법도 다르다. 백포도주의 경우는 발효전에 착즙하기 때문에 pectin 영향으로 착즙이 곤란하고 수율도 불량한데 파쇄과에 직접효소제를 첨가시켜 소정의 온도에서 보존 하면서 펙친을 분해시킨다. 점도가 적당해 질때까지 저하시켜 압착착즙시킨다. 이와같이 효소처리로서 착즙조작이 쉽게되고 수량도 5~6% 증가된다. 또 수량증가를 목적으로 할때에는 착즙후의 과즙 또는 발효과정의 과즙에 효소처리를 하는데 청징화나 향미의 향상등에서도 효과가 있다. Sculase를 백포도주에 사용한 시험결과 파쇄과에 0.01% 첨가로 5.8% 착즙수율이 증가되고 그 사용량은 향미의 관점에서 0.01%가 적당하다. 적(赤)포도주는 파쇄과를 그대로 발효시켜 직접과즙수량을 높이기 때문에 효소를 이용하지는 않는다.

발효중의 술덧(醪, 모로미)에 효소제제를 첨가하여 펙친을 분해시켜 술덧의 조직을 유연하게하고 과피중의 색소나 탄닌을 쉽게 추출할 수 있는 상태로 되는데 赤포도주에서는 수량증가, 청징효과 뿐아니라 색소나 탄닌의 추출도 도와주는 작용을 한다. 이와같이 포도주제조에 효소제 사용은 많은 잇점이 있으나 항상 적량 첨가사용이 준수되어야 한다. 즉 너무 적게 사용하면 효과가 없고 과량(過量) 첨가시에는 효소제중에 공존하는 protease, amylase의 영향이 크게되어 향미를 손상받게 된다.

사과주(Apple Wine)

사과주 원료품종인 국광, 홍옥 등은 펙친함량이 1~2%정도이고 이 펙친은 과즙중에 용출되어 발효중에 생성되는 알콜에 의해 불용성으로 침전이 되고 일부는 사과중에 잔존되어 나중에 사과주의 혼탁이나 침전의 원인이 된다.

사과주는 백포도주와 같이 과즙발효의 방법을 준용하는데 그 제조공정은 그림 10과 같다. 과즙중에 1% 전후의 pectin때문에 점도가 높아져서 착즙조작이 방해되어 최근에는 파쇄과

에 바로 효소제를 첨가시켜 착즙을 용이하게 하여 수량을 증가시키는 방법이 응용되고 있다.

효소제의 사용량은 0.05~0.1% 정도이고 저장사과원료에는 용출액침량이 꽤 많아 사용량 결정에 충분한 배려가 필요하다. 파쇄사과에 sculase 첨가시 착즙수율은 약 8% 증가된다(표 4). 그러나 효소첨가시는 사과성분에 대한 영향은 큰차 없으나 첨가시점이 파쇄과나 과즙이냐에 따라 알콜농도나 액기스분에 차이가 있다.

〈표 4〉 파쇄사과에 효소처리 효과

	착즙량(l)	증가율(%)
무처리	2.22	-
처리	2.40	8.1

파쇄과 3kg에 0.05% 효소첨가

⑤ 밀감내피 제거에 효소처리

밀감내피제거는 산알칼리용액으로 pectin을 용해 제거하는 방법이 일반적이나 이화공약품 대신 pectin분해효소처리법이 고려된다. 즉 外皮제거한 밀감 果片을 낱개로 분리한 것을 0.4~0.7%의 염산에 30~60분 침지, 수세한 후 0.3~0.5%의 효소제에 30~60분간 처리하여 내피의 일부를 녹여 과육에서 분리시킨다. 이 방법은 알카리처리에 비하여 과육의 손상이 적고 육질도 유지된다. 또 수세시간이 단축되고 과즙성분의 손실도 적어 향미가 좋은 것이 장점이다. 박피조작에서의 효소이용은 특히 cellulase 와 병용함으로써 밀감이외의 많은 과실

류에 대해서도 효소이용이 확대 이용될 것이다.

(3) Cellulase

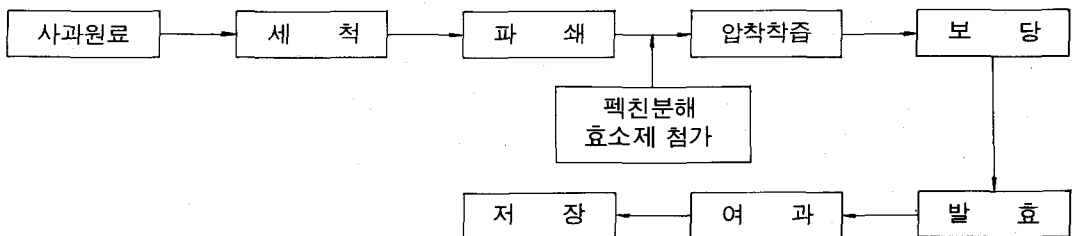
섬유소 분해효소는 cellulase라는 명칭으로 섬유소 Hemicellulose, lignin 기타의 세포막 구성물질을 분해시키는 효소의 총칭으로 사용되어 왔으나 최근에는 순수한 섬유소만을 분해시키는 효소만 지칭하고 있다. 섬유소는 식물세포막의 주요성분으로 Hemicellulose나 pectin과 같이 세포의 형태를 유지 보존하는 역할을 하며 그 함량도 전분보다 더 많다. 그러나 식량자원으로서 섬유소는 인간의 소화기관이 이의 소화능력이 없기 때문에 식품가공면에서의 연구는 많지않다.

섬유소는 전분 등과 같이 다당류라는 單糖類의 重疊으로된 一群의 물질중의 하나로 d-g-glucose 가 C<sub>1</sub>과 C<sub>4</sub> 위치가 β-glucoside 결합이쇄상(鎖狀)으로 연결된 것이다. 그리하여 cellulose 의 실제구성단위는 2개의 glucose로 된 cellobiose로 되는 것으로 생각된다(그림 11).

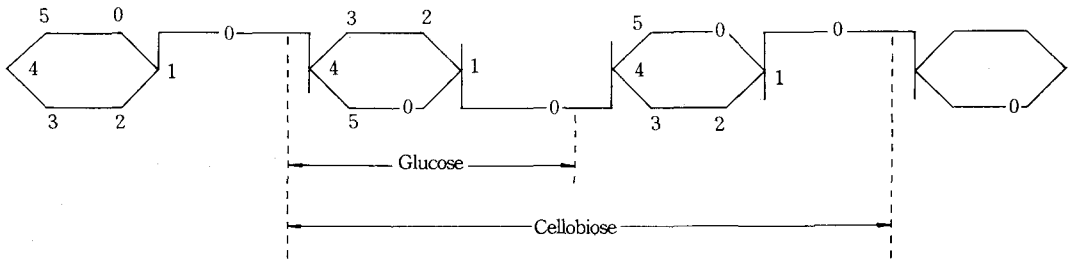
즉 cellulose를 완전하게 가수분해 시키면 d-g-glucose를 생성하나 부분적인 가수분해로는 cellobiose를 얻게된다.

(가) 섬유소 분해효소의 작용

Cellulase는 동물, 식물, 미생물 등 광범위하게 분포존재하는 것으로 알려지고 있으며 이의 연구는 최근의 일이다. 그리하여 이 효소를 다량생산분비하는 미생물들이 속속 구명되어 cellulase 생산이용에 박차를 가하고 있다. 전술한 바와 같이 cellulose가 glucose의 long chain으로 되어 cellulase가 이의 어느 부분에 작용하는데 그 작용한계는 약간 차이를 나타내어 작



〈그림 10〉 사과주 제조 공정도



〈그림 11〉 cellulose의 구조

용하는 부위에 따라 다음 3종류로 추정 분류하고 있다.

- (i) cellulose의 긴사슬 구조의 末端에서부터 일정의 糖殘基를 切離하는 것.
  - (ii) 긴사슬을 임의(任意)의 부분에서 加水分解시키는 것.
  - (iii) 직접 가수분해작용은 하지 않고 酸에 의한 분해를 助長하는 역할을 하는 것 등이다.
- (i)을 주로 생산하는 미생물로는 *Cytophaga* 屬, *plectridium* 屬의 세균류들이고 (ii)의 효소를 생산하는 것은 *Aspergillus*, *penicillium*, *Trichoderma* 등의 곰팡이류가 알려졌고 또 (iii)의 효소를 생산하는 것으로 *bacillus hydrolyticus*가 있다.

이들 cellulase는 天然cellulose나 인공으로 재 생산한 섬유소에 작용하여 이들을 가수분해시켜 cellobiose, glucose 또는 cello oligo saccharides를 생산하며 천연의 섬유소는 cellulase에 대한 저항력이 재생섬유소에 비하여 비교적 크다. 이것은 표 5에서 섬유소 종류와 가수분해 한도

에 대한 연구결과를 보아도 알 수 있다. cellulase의 연구에서 문제점의 하나로 섬유소의 중합도 차이 이들 기질에 작용하는 cellulase의 종류에 따른 특이성에 관한 것이다. 즉 미생물이 생산하는 cellulase중에는 중합도가 높은 섬유소에만 작용하는 것, 중합도가 낮은 재생섬유소에만 작용하는 것 또는 이와반대로 작용하는 것들이 있는 것이 규명되었다. 최종생산물로서 cellobiose나 glucose를 주로 생산하는 것, cellobiose와 cellobiose를 주로 생산하는 것, cellobiose를 주로 생산하는 것 등으로 미생물을 분류하는 것은 이상과 같이 생산효소의 특성이 차이가 있다. cellulase의 최적 조건으로 PH는 3~6의 범위로 최적 PH는 4.5부근이고 작용온도는 30~60℃이나. 최적온도는 45~50℃이다.

(나) 시판 cellulase 제제

상품으로 판매하는 섬유소 분해 효소의 생산은 *Aspergillus niger*나 *Trichoderma viride*를 사용하여 제조판매되고 있다. 이들 이용 미생물의 차이는 당연히 효소제제의 성질에도 차이를 주어 일반적으로 *aspergillus niger*에 얻은 cellulase는 共存하는 amylase나 protease는 耐酸, 耐熱性이 높아 소화제에 의해 cellulase 이외의 것을 동시에 분해시켜도 좋은 경우에 적당하며 식품가공에서 전분이나 단백질을 분해시켜 섬유소만을 분해제거 시킬 경우에는 amylase, protease 등의 내열성이 약한 *Trichoderma viride* 쪽이 효소가 좋다. 共存하는 효소로는 pectin분해효소도 함유하여 이의 기질인 pectin은 식물 세포막의 구성물질로 과일·채소의 가공에서 중요한 의미를 갖으며 이것의 파괴여부가 제품의 품질을 좌우하는 요인이 된다. 따라서 과일·

〈표 5〉 Cellulose의 종류와 가수분해 한도

효 소 원	섬유소 종류	가수분해 한도(%)	연구 자
Myrothecium Verrucaria	숨	1.2	Whitaker (1951)
	팽윤	5.2	
	침강 섬유소	12.0	
상 동	여과지 분말	1.6	Aitker (1956)
	생면(生綿)	6.4	
	재생섬유소	42.0	

채소의 가공에 cellulase제품을 사용할 때는 pectin 분해효소의 존재를 충분히 고려하여야 한다.

(다) 식품가공에 cellulase의 이용

섬유소 분해효소의 식품가공에서 이용목적별 이용법은 다음과 같이 분류한다.

(i) 완전한 조건에서 식물세포막을 파괴시키고 세포내용물에서 전분, 단백질, 지질, 색소 등을 변질없이 분리하는 경우와 (ii) 식물의 조직을 변화시켜 이후의 가공처리를 쉽게하거나 제품의 성질을 변화시키는 경우나 (iii) cellulase 제제에는 각종  $\beta$ -glucanase가 존재함으로서 식품중의 각종  $\beta$ -bond을 갖는 성분을 분해시키는 가공기술을 助長시키는 경우 등이다.

이상의 관점에서 cellulase의 이용을 검토하였는데 현재까지 시험적으로 본 구체적인 이용방법의 실례를 들면 다음과 같다.

- ① 과일·채소의 가공(특히 유아식의 제조)
- ② 밀감의 內皮 제거 분리
- ③ 薺類의 전분분리
- ④ 海藻類의 조직파괴처리(寒天의 增收)
- ⑤ 大豆의 탈피
- ⑥ 소화흡수가 용이한 사료와 식품의 제조
- ⑦ 식물의 화학성분의 추출

이상의 이용방법은 아직 시험단계의 것이 많고 일부 실용화되고 있는 것은 의약품 분야로서 소화제나 유아식의 제조 등 일부에 국한되고 있다.

여기서는 원예가공에 있어서 cellulase 이용이 가능한 ②와 ③의 이용법 현황에 대하여 설명한다.

• 과일·채소의 조직 연화처리 : 과일·채소 가공제품은 천연원료의 색깔이나 향미를 충분히 보존시키는 것이 품질관리의 제일 조건이다.

그러나 종래의 이들 가공법으로는 조직을 변화시키는 데는 꽤 높은 강도의 가열이나 약품처리 등이 필요하기 때문에 품질개선에는 어느 정도의 한도가 있다. 또 cellulose는 불용성이기 때문에 여과처리로는 찌꺼기가 남아 다른 수용

성 성분도 부착하게 되어 여과가 방해를 받아 有用성분의 수율을 불량하게 하는 원인이 된다.

이러한 결점을 개선하는데 cellulase제제의 사용이 고려되며 보다 좋은 결과를 얻고 있다.

과실이나 채소 20g을 mixer로 분쇄하여 cellulase 1 unit / ml의 효소액 10ml를 가하여 40℃에서 12시간 처리후 30mesh의 seive로 여과하여 잔존하는 불용성물질을 측정하여 건조물로 환산한량은 표 6과 같이 cellulase 처리로 불용성 고형물량을 1/3~1/18로 감소시킬 수 있다.

이와같은 결과를 과실이나 채소의 통조림 제조시 과육경도의 조정, 과즙 paste의 불용성 고형물량의 조정과 여과조작의 능률화 등에 응용할 수 있을 것으로 생각된다.

〈표 6〉 과실 채소의 cellulase 처리효과

	불용성 건물량 (g)		감소율 A-B / A × 100
	처리전(A)	처리12시간후(B)	
사과	0.99	0.16	88.3
하귤	0.72	0.14	80.5
도마도	0.42	0.15	66.6
복숭아	0.50	0.10	80.0
양파	0.91	0.05	94.5
당근	0.91	0.06	93.4
시금치	0.90	0.27	70.0

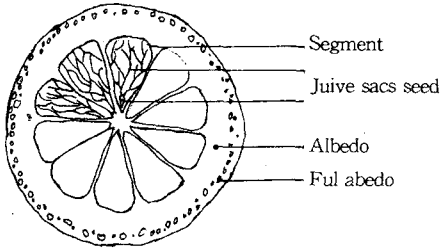
또 처리온도가 40~50℃ 정도의 저온이기 때문에 천연의 색이나 향미를 불량하게 되지 않고 처리가 가능하다.

• 밀감內皮제거에 cellulase이용 : 펙틴분해효소를 이용한 밀감내피제거와 같이 cellulase의 이용도 가능하다. 그러나 이에 대한 실용적 조건인 작용농도나 온도 등에 관하여 아직 충분히 규명확립되어 있지 않아 이 효소를 이용한 내피제거의 실용화는 금후의 과제로 되고 있다.

• 나린긴나제(Naringinase) : 감귤종류에는 味성분을 함유하는 품종이 많은데 그중에도 grape fruit나 summer orange 등이 특히 많이

함유한다.

이 쓴맛 성분도 소량함유하면 풍미면에서 좋은 경우도 있으나 과량함유하면 이들 가공품의 품질은 오히려 불량하게 한다. 이러한 쓴맛을 내는 성분으로 여름밀감중에는 Naringin, Limonene, Isolimonene, Hydrolimonenic acid 등을 함유하며 그중 Naringin 함량이 가장 많은데 주로 種子, 砂囊(Juice sacs), Segment, Fulabedo, Albedo 등에 분포함유 된다.



〈그림 12〉 밀감과과의 각 부분 명칭

이 Naringin 함량은 원료의 산지나 성숙시기에 따라 차이가 있는데 일반적으로 더운지방에서는 이의 함량이 적고 또 성숙함에 따라 적어져 쓴맛이 감소된다. 이 Naringin은 1/10000g에서도 쓴맛을 감지할 수 있다. Naringin은 熱水에 잘용해되나 냉수(20℃)에서는 1/2000정도의 미량이 용해된다.

이 때문에 과피를 원료로 제조하는 marmalade

는 果皮를 물이나 염수 또는 산, 알칼리용액 등에 浸漬加熱시켜 용출제거 한 후 사용하여야 한다.

〈표 7〉 여름밀감의 Naringin함량

日字	11.1	12.12	1.22	3.7	4.15	5.28	7.7
果皮(%)	1.27	0.95	0.90	0.81	0.81	0.05	0.06
日字	10.1	11.1	12.1	1.1	2.1	3.1	4.1
果汁(mg%)	82	72	70	81	62	60	57

또 과즙의 제조시는 Naringin을 용출되지 않는 착즙방법을 채용하거나 당시럽용액 침지법 또는 충분한 과육의 수세처리가 실시 되어야 한다.

그러나 이들 가공품 제조공정에서 박피를 위한 열탕이나 가열살균공정으로 불용성 Naringin이 용해되거나 과육내에 잔존 Naringin이 열에 의해 더욱 용출이 일어나기 때문에 그 쓴맛의 완전제거는 곤란하다. 이와같이 Naringin의 용출방지나 박피처리에 의한 Naringin 제거가 어렵기 때문에 완전한 조건에서 Naringin의 제거법으로 다른 것에 영향을 주지 않고 파괴시키는 Narigin 분해효소인 Navinginase 처리가 고려된다. 이 방법을 여름밀감의 쓴맛이 성숙함에 따라 감소하는 것이 분해효소의 작용에 기인되는 원리를 이용하는 것이다.

〈다음호에 계속〉

## 식품위생법 배부안내

최근 개정된 88년도판 식품위생법(식품위생법, 식품위생법 시행령, 식품위생법 시행규칙)을 배부중에 있어오나 필요하시면 아래 요령으로 신청하시기 바랍니다.

〈아 래〉

○배부가격 : 권당 5,000원

○배부장소 : 한국식품공업협회 관리부 (585-5052, 3)

주소 : 137-060, 서울·서초구 방배동 1002-6

\* 우편구입시에는 우체국발행 소액환으로 신청하시기 바랍니다.