

果實의 構成 成分과 利用特性

李 聖 甲

國立安城農業專門大學 食品製造科 教授

1. 머리말

식품은 모두 각각의 특유한 식감(食感)을 갖고 있다. 과실류도 종류에 따라 식감이 다른데 사과와 사박사박한 감촉, 배의 아삭아삭한 촉감, 복숭아의 부드럽고 끈적끈적한 맛이 그것이다.

이들 식감들은 음식물의 구성성분에 기인되고 세포조직자체의 성장과 밀접한 관련이 있다. 저장 가공처리는 과실의 육질에 영향을 주는데 이점도 고려하여야 한다. 우리가 음식을 먹을때 식감을 조화시키는데 한례로 곱탕에 각두기의 씹는맛을 보충하는 것이다.

과실의 육질(肉質)은 먹을때 치아로 씹어 혀로 삼키는것만이 아니고 가열과육을 쥐어 찌때의 점조성도 가공상 주요한 요소가 된다. 즉 식품의 조직감이란 식품을 입에넣을때 느끼는 촉각(온도감각통각) 씹을때느끼는 근육운동, 청각 그리고 씹어삼킬때의 마찰감각등의 느낌의 종합이라고 생각할수 있다. 또 우리의 신체구조상 치아로 씹을때 얻어지는 힘은 칼의 역할을 하는 앞니는 15kg, 잘게 절단하는 송곳니는 30kg 그리고 절단음식을 갈아내는 맷돌역할을 하는 어금니는 90kg의 힘이 발생하고 있어 우리가 먹는 음식을 치아로 갈면서 입안에서 분비하는 침과 섞여 반소화가 시작되는 것이다.

과수원이나 농장에서 재배한 과실·채소를 바로 수확하여 저장이나 수송가공하는데 수분함량이 많아 신선도가 저하되기 쉬우며 특히 육질의 색깔 향미등의 품질이 변화되어 육질의 보존을 위해 필요한 요인은 여러가지가 있다.

과실의 육질로 속도를 판정할때 실제적으로 간단히 과실경도계로 경도를 측정할수 있으나 손으로 만져 촉감과 색방향등 경험적으로 평가하는 경우가 많다. 따라서 과실채소의 육질을 설명하는 것은 상당히 어려운 문제이나 지금까지 연구된 결과를 정리하여 해설코자 한다.

2. 육질(肉質)에 미치는 요소

과실의 육질은 생육이나 수확후 저장중에 추숙연화나 또 통조림등으로 가공처리시 가열에 의한 연화에 의해 변화가 되는데 육질 변화의 주원인은 조직학적으로 볼때 과육구성 세포와 세포와의 결합상태를 유지하고 있는 접착력이나 세포간 물질과 세포질액체의 침투압에 의한 팽윤, 세포막의 구성분에 의한 물리적 강성(剛性)이나 탄력성등이 고려된다.

식물세포는 크게 세포막과 원형질체로 나누고 원형질체는 다시 세포액, 세포핵 그리고 세포질로 구성분을 분류한다.(그림1)

세포막은 구조상으로는 발육상에서 볼때 중층(middle lamella), 일차막(一次膜) 이차막(二次膜)으로 구별한다. 중층은 세포가 분열되어 초기(早期)에 낭세포(娘細胞)의 격벽(隔壁)이 생성되고 그이후에 생성된 세포의 가장 바깥층 즉 인접세포와의 접촉층으로 그 주성분은 펙틴질로서 세포와 세포를 접합시키는 세멘트 기능을 갖는다. 어린 세포에서는 중층(中層)과 一次膜과의 구분은 확실하지는 않으나 성장된 세포로는 중층이 극히 얇은 층으로 생성되는 것으로 보인다. 一次膜은 세포가 서서히 성장할때 형성되고 세포의 성장과 함께 표면적도 두터워짐(層)되며 이의 조성은 주로 섬유질,

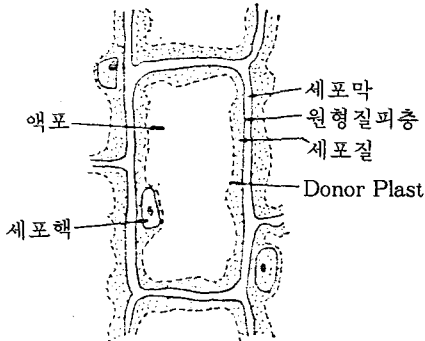


그림1. 식물의 세포구조

펙틴질, Hemicellulose의해 되고 기타 단백질이나 lignin등도 함유한다. 이러한 一次膜의 형성에는 주로 pectin질이 크게 관여하는 것으로 알려지고 있다.

二次膜은 세포의 신장이 일단 종료되고 펙틴질에 섬유소의 micelle이 추가하여 二層(층) 혹은 그이상의 數층으로 형성되고 두께는 1차막같이 세포의 표면적 성장의 영향을 받아서 막(膜)의 두께나 화학적 성분조성의 변화를 받는일은 적다. 그 주성분은 섬유소 펙틴질 Hemicellulose외에 Cutin, Chifin Suberine 등을 함유하고 이 막은 주로 식물체를 기계적으로 強固하게 하는 보조적인 작용을 갖는것으로 알려지고 있다.

細胞膜은 세포막밖에 부착되어 얇은층을 이루며 그 내부에는 液泡가 있고 그안에 들어있는 세포액에는 각종물질들이 용해되어 있다.

세포막은 보통 물에 대하여 뿐만아니라 용질에 대하여도 투과성이 있다.

어느 세포질 특히 그 外層은 소위 원형질막(原形質膜)이라는 부분이 있어 물은 통과하고 용질은 통과시키지 않는 반투성막이다. 또 液泡에 접한 壁(도노 Plast)도 반투성이기 때문에 세포질 전체가 한개의 반투성막이라고 생각된다.

그래서 세포액보다 농도가 낮은 용액이 들어가면 外液의 수분은 내부에 흡수되고 반대로 세포액보다 높은 농도의 용액중에 넣으면 내부의 수분은 외부로 吸出된다. 그런데 세포를 水中에 넣으면 외부의 수분을 잡아들여서 팽윤시켜 세포가 파열하는 경우도 있다. 이때 세포막은 자유로이 수분을 통과시켜 세포가 팽윤하게 될때에 팽창을 어느정도 억제시키는 역할을 한다.

이와같이 반투성을 갖는 막(膜)과 경계한 兩面의 농도차에 의해서 침투압을 만들어 이때문에 세포의 긴장상태를 만든다.

이와같이 침투압은 물을 세포내에 보내 용적증가의 작용을 함과 동시에 세포막(膜)

- 공업, 제94호, p.58(1988).
4. 권중호 : 식품에 대한 방사선의 이용, 食品照射의 실용화와 照射施設, 식품공업, 제96호, p.60(1988).
 5. IAEA : Food Irradiation Processing, A Special Brochure, Vienna, Austria, p. 24 (1984).
 6. IAEA : Food Processing by Irradiation, World Facts and Trends, IAEA News Features, No. 5, p. 4(1988).
 7. Chinsman, B. : Food Irradiation Development in Africa, in "Food Irradiation Processing", Proceedings of A Symposium, Washington, D.C., 4-8 March(1985), STI/PUB 695, IAEA, Vienna, Austria.
 8. IAEA : FAO / IAEA / WHO / ITC - UNCTAD/GATT International Conference on the Acceptance, Control of and Trade in Irradiated Foods, Food Irradiation Newsletter, 11(2), 34(1987).
 9. Kwon, J. H. : Application of Ionizing Radiation to Food and Foodstuffs, Food Science and Industry(Korean Soc. Food Sci. Technol.), 22(2), 74(1989).
 10. Kwon, J. H. : Status of Post-Harvest Food Loss and Potential Role of Food Irradiation in the Republic of Korea, A Report Presented to the Inter-Regional Workshop on the Use of Irradiation to Reduce Post-Harvest Food Losses, 13-24 Feb.(1989), BARC, Bombay, India.
 11. 김정옥, 염광빈, 조한옥, 권중호 : 방사선을 이용한 발아식품의 저장실증연구, 비축농수산물 저장시험사업보고서, 농림수산부 농수산물 가격안정사업단 및 농개공 식품연구소, p. 75(1983).
 12. 龜山 研二 : ばれいしよの實用花照射プラントの現状と問題點, 食品照射, 16, 47(1981).
 13. Gilles, K.A., Engel, R.E. and Derr, D. : Impact of Technological Advances in Food Processing and Preservation, in Particular Irradiation, on International Food Trade, A Report Presented to FAO /IAEA/WHO/ITC-UNCTAD/GATT International Conference on the Acceptance, Control of and Trade in Irradiated Food, 12-16 Dec.(1988), Geneva, Switzerland.
 14. Kampelmacher, E. H. : Food Irradiation and Its Contribution to Public Health, A Report Presented to FAO/IAEA/WHO/ITC-UNCTAD/GATT International Conference, Dec.(1988), Geneva, Switzerland.
 15. IAEA : Food Irradiation Newsletter, 11 (2), 34 (1987).
 16. Pothisiri, P. : Regulatory Control of Food Irradiation Process for Consumer Protection, A Report Presented to FAO/IAEA/WHO/ITC-UNCTAD/GATT International Conference, Dec.(1988), Geneva, Switzerland.
 17. Owerkerk, T. : An Overview of the Most Promising Industrial Applications of Gamma Processing, Symposium Proceedings, March(1982), King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.
 18. Kwon, J. H. : Background and Prospect for the Commercialization of Food Irradiation, J. Korean Soc. Food Nutr., 14 (1), 88(1985).
 19. Brynjolfsson, A. : Food-Energy-Developing Countries-Food Irradiation, in "Combination Processes in Food Irradiation, Proceedings of a Symposium Jointly Organized by IAEA/FAO, 24-28 Nov.(1980), Colombo, p. 421, IAEA, Vienna, Austria(1981).

을 그의 저항에 반대하여 끌거나 늘어내는 역할을 하여 세포막을 수축케 하여 안쪽방향으로 향하여 壓力을 갖는 동시에 세포내부에 이들과 평형을 保持할 수 있는 같은値의 壓力이 바깥방향을 향하여 작용한다. 이것을 팽압(膨壓)이라 한다.

결국 세포의 緊張狀態는 팽압에 기인하는 것으로 생각된다. 팽압은 단시간 침투력이 다른액에 세포를 침지시키면 원형질의 분리를 관찰하여 구할 수 있으며 팽압은 세포가 50% 원형질분리를 일으킬때의 침투압과 同一하다. 팽압의 육질에 미치는 관계는 60~66°C에서 신속하여 원형질막의 선택적인 투과성이 파괴되어 침투력에 대한 저항성을 열처리하지 않은것과 비교하여 얻을 수 있다.

한편 세포액보다 농도가 높은 용액에 넣어도 물은 세포에서 밖으로 나오게 되어 세포질이 수축하게 되어 세포막도 壓力으로 수축하여 긴장도가 감소된다. 그리하여 바깥용액의 농도가 점점 높아지면 세포막의 수축이 중지되어 세포질만이 수축이 일어나 兩者의 사이가 유리되어 그 간격에 外液이 들어가서 원형질분리를 일으키게 된다.(그림2)

細胞膜의 주요한 구성성분은 섬유소로서 이는 glucose가 β1.4 결합으로 긴직선적으로 연결된 사슬상(鎖狀)의 긴 분자로 구성되어 이들분자는 서로 交互하여 병행적인 배열

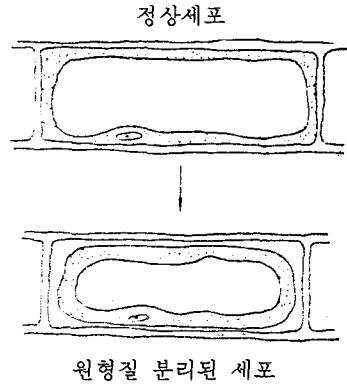


그림2. 세포의 원형질 분리

을 이루고 결정상의 격자(格子)를 형성한다 (이것을 micelle 이라 한다) 그리하여 섬유소의쇄상분자가 평행으로 부착 결합하는 것은 cellulose의 micelle을 견고하게되어 세포막에 강인성을 갖기 때문이다.(그림3)

이 micelle을 형성하는 부분을 cellulose의 분자전체의 길이 내이고 비교적 적어 다른 것은 비결정의 영역이다. 이 micelle은 glucose잔기(殘基)의 -OH 특히 -CH₂OH가 극성에 있어서 물을 끌어 cellulose 분자가 서로 水和 결합하는 현상으로 생성된다고 생각되며 많은 -OH기가 과도하게 물을 끌어 드리면 물은 micelle의 간격에 침윤되어 각 섬유소분자鎖의 간격이 크게되어 팽윤을 받게된다. 이와같이 micelle분자는 몇개씩

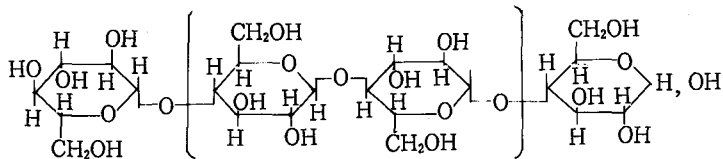
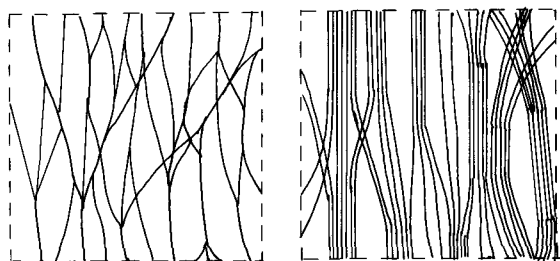


그림3. cellulose의 구조식



a.
 b.
 그림4. 장쇄상(長鎖狀) 분자의 배열 모형
 a.:쇄상 분자의 부분적 행렬상태
 b.: 결정格子의 부분적 형성

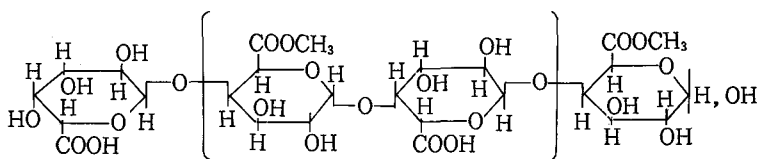


그림5. pectin 산

集束을 이루어 이것을 cellulose의 microfibril을 형성한다. 그리고 이 microfibril 상호간의 틈 사이에 섬유소 이외의 각종물질 예를 들면 수분, lignin, chitin, suberine, hemicellulose 등이 충전침윤되어 세포막질에 여러가지의 물리적 성질을 갖는것으로 생각된다.(그림5)

Pectin질은 세포막 자체의 기계적 강도에 영향을 미치는 동시에 중층에 있어서 세포막간의 결합력 접착력을 지배하는 기능을 갖으며 중층에는 특히 칼슘이나 마그네슘등의 이온이 존재하여 이들이 인접 상호결합된 pectin의 유리산기(carboxyl radical)와의 架橋의 역할을 한다.

lignin은 phenol기와 methoxyl기를 갖어 phenyl propane을 골격으로 하는 구성단위가 축합된 非結晶性的의 網狀고분자화합물로서 육질에도 영향을 주는 중요한 성분이다.

세포에 침적되어 이것을 강화시키고 있는 세포막 lignin과 中層에 있는 세포와 세포와를 접착하는 역할을 하는 중층 lignin이 있

는데 세포막 lignin은 중층 lignin보다도 methoxyl기가 적지않은것 외에는 본질적으로 양자의 차이는 없다.

식물체내의 lignin은 cellulose나 hemicellulose와 강하게 결합되고 있는것은 화학적이 아니고 물리적인 것으로 생각된다.

그러나 일부의 lignin과 hemicellulose와의 사이에는 화학적 결합으로 보는 경우도 있다.

이와같이 lignin은 cellulose를 주성분으로 하는 섬유질을 pectin질과 같이 침윤, 보호 기능, 세포막에 강도와 剛性을 주는 하나의

원인으로서 과육이 연화되어 조직이 붕괴되는 것을 방지하며 속도가 진행됨에 따라 이들도 변화되어 육질에 영향을 미치게 한다.

3. 生育과 追熱에 따른 肉質의 變化

과실은 생육중 뿐아니라 저장중에도 증산 작용이나 호흡작용을 수행하여 성분에 변화를 가져옴과 동시에 과실의 조직에도 영향을 준다.

(1) 蒸散作用

과실의 수분증발은 표피의 cuticle을 통하여 일어나는 경우와 氣孔을 거쳐 일어나는데 대부분의 증산은 기공을 통해서 일어난다. 일반적으로 미숙과는 적숙과에 비하여 수확후 증산량이 많고 또 과숙하면 다시 증가하는 경향을 보인다.

증산량은 果形의 대소(大小)에 따라 다르

며 小果는 大果에 비하여 동일중량에 대한 표면적이 크기때문에 더 많다. 증산작용은 온도가 중요한 영향을 주는데 일반적으로 높은 온도에서 활발하나 종류에 따라 상당히 차이가 있다.

온도가 낮아지면 증산량이 극도로 많이 저하되는 것으로서 사과, 밀감, 감, 배, 포도(구주종), 양파, 수박, 감자등이 이에 속하고 저온에서 증산량이 떨어지는 것으로서 orange, 자두, 비파, 복숭아, 무화과, 20일무우, 도마도, melon 등이 있고 저온에서도 증산작용을 심하게 하는 것으로서 버찌, 포도(미국종) celery, asparagus, 딸기, 송이버섯 등이 있다.

(2) 呼吸作用

호흡은 저장기관으로서 발달, 비대한 薯類 등 이외에는 일반적으로 어린시기에 높고 생육에 따라 점차 적어진다. 그러나 더욱 발육이 진행되어 성숙기에 가까워지면 곧 증가를 보이고 성숙기에 급격한 상승이 되어 최고에 도달한다. 그러나 이과정이 지나면 다시 감퇴하게 된다. 이같은 급격한 호흡상승을 Climacteric rise라 하고 이기간 이전을 Pre-Climacteric, 그 이후를 Post Climacteric이라고 區別하는데 이같은 경향은 追熟함으로서 풍미, 육질의 향상이 되는 과실에 있어서 현저하다. Climacteric rise는 호흡작용이 왕성하기 때문에 효소화학적 작용도 활발해져서 육질도 상당한 변화를 준다. 이 때문에 저장용으로 수확적기는 호흡이 최저인 初熟期가 적당하며 특히 이시기에 냉장시킬때 Climacteric rise가 지연되어 저장기간이 연장된다. 生食適期는 이Climacteric rise의 급격상승후의 잠시동안의 기간이 가장 좋다. 대체로 Climacteric rise의 급격상승정도가 현저히 크거나 또 그 이후 감퇴도가 급속하강하면 生食適期는 짧다.

서양배와 같이 追熟함으로서 Flavor가 좋

게되는 것은 이의 Climacteric rise후 전분 펙친 등의 분해가 현저하고 특히 세포막이 펙친질의 可溶化에 의하여 효소의 침투를 부자유스럽게 하여 분자간 호흡을 수행하게 된다. 그결과 알콜이나 탄산가스를 생성시키는데 알콜은 과일중의 유기산과 결합하여 ester를 만들어 과일특유의 향기를 방출하게 된다. 그러나 과일중에는 Climacteric rise를 갖지 않는 것(감귤류, Pineapple, 포도, 무화과, 버찌등 열대산 과일)도 있어 이들은 육질이나 풍미 향상을 위해 별도의 追熟은 필요치 않다. 딸기, 오이, 감, 비파 등은 Climacteric rise를 갖는지 확실하지 않다.(그림6)

어떠한 방법이라도 저장을 효과적으로 하기 위하여는 호흡작용을 극력 억제시킬 필요가 있어 저온저장은 이런 견지에서 효과가 있으며 과실은 저장중에도 계속 산소를 소비하고 탄산가스를 방출시켜 호흡을 수행하게 되어 저장창고내의 gas조성을 인공적으로 일정케 함으로서 CO₂의 생성을 억제시키는 gas저장법이 최근 특히 사과에 대하여 실용화되고 있어 주목되고 있다.

이때 최적의 gas조성은 과일종류에 따라 약간 달리하나 산소 3~5%, CO₂ 3~7%가 적당하고 이것에 저온저장을 병용하면 한층 더 효과를 얻을 수 있다.

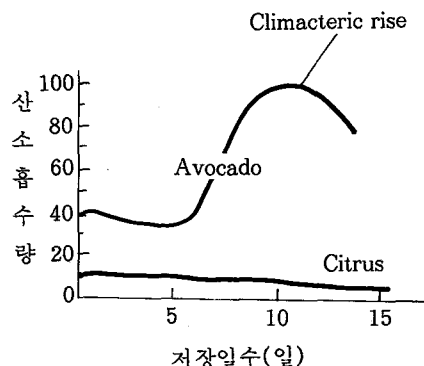


그림6. 저장중 호흡의 변화

그러나 저장기간에도 한계가 있어 代謝가 진행됨에 따라서 최후에는 원형질과 핵(核)으로 분해소실되고 세포막과 세포액만 남아 과육이 연화되어 끝이어 세포막도 침윤이 일어나게 된다. 또 과육의 연화에는 탄닌질도 영향는데 tannin이 산화하게 되면 pectin질이 분해되고 세포막이 팽윤되면 gelatin모양의 성상을 갖게 된다. 例로 짧은감이 우려(脫涉)지는데 pectin이 가용화는 것도 이 현상이다.

(3) Pectin질의 변화

옛부터 과실의 성숙에 따른 pectin질의 변화에 대하여는 많은 연구가 보고되었고 일반적으로 미숙과에서는 protopectin이 많고 성숙해 짐에 따라 가용성 pectin에서 pectin산으로 더욱 과속하게 되면 저분자의 poly galacturonic acid로 분해하게 된다.

그러나 이것은 어디까지나 pectin질중의 비율의 문제로서 생육중에는 계속 합성과 분해가 동시에 일어나며 이 양자의 量 및 質의인 比率이 熟度에 따라서 변화하는 것으로 생각된다.

추숙을 필요로 하는 서양배의 경우 어느 정도 과실이 비대생장된 이후는 未熟果나 過熟果를 막론하고 樹上에 생육할때는 총 pectin량에는 거의 변화가 없으나 수확이후의 추숙에 따라서 처음부터 감소되는 경향이 확인되고 있다. 그러나 그 내용을 검토하면 수용성 pectin은 증감 하나 가장 그 함량이 많은 protopectin은 거의 변화가 없고 樹上에서는 과속하게 되면 왕성한 합성이 일어나는 것으로 추정된다. 그리하여 추숙과정에 있어서는 처음부터 급격한 감소가 인정되었고 그것에 따라 수용성 펙친이 증가되어 육질은 연화된다. 더욱이 이들 펙친의 질적인 推核을 볼때 어느 정도의 熟度에 도달할때까지는 수용성펙친, protopectin도 고분자화로 중합이 되어 上記의 推論을 뒷받침

하고 있다. 이와같이 추숙을 필요로 하는 과실의 펙친은 그렇지 않은 과실의 다른 pectin의 대사가 일어나는 것으로 생각되는 것은 타당성이 있다. 사과에 있어서도 어느 정도의 熟度까지 총 pectin의 증가를 보면 질적으로 pectin 분자의 중합도 확인되고 있으며 수확 후도 어느정도 분자의 쇄장(鎖長)이 짧아지게 된다는 보고도 있다.(그림7)

한편 칼슘이나 마그네슘과 결합되어 不溶性을 나타내는 pectin도 종류에 따라서 다르며 tomato apple, 버찌, 딸기등은 비교적 함량이 많으나 속도간의 변화차는 적다.

이 염류결합에 의한 불용성 펙친은 세포간 물질로서 中層에 존재하는 경우가 많아 과실의 연화가 세포간 물질의 可溶化로 그 원인이라하면 이 주요성분인 펙친의 변화도 고려된다. 실제로 과육의 연화나 세포막중의 칼슘의 이동과의 관계를 확인한 보고도 많다.

역시 이염류결합한 pectin은 일반적으로 果皮에 많고 果肉 특히 芯이 가까운 쪽에 그의 함량이 적어 정도와 관련되는 것으로 생각된다. 즉 과실의 硬度는 果皮 겹질층의 세포막을 구성하고 있는 pectin질 등의 불용성성분의 가용화와 관련되고 과실의 세포는 內部쪽 성숙에 따라 발달이 일찍된다. 이때문에 성숙이 가까워지면 果皮부근의 과육은 딱딱해지고 탄력성이 증가되고 外部에서 壓力을 가하면 내부의 연한부분을 압박하여 손상받는일은 염류결합한 pectin과 관련되는 결과로 보여진다.

역시 무우에 속(바람들이)이 생기는 현상이 있는데 이것도 中層에 함유한 pectin질이 관계되며 그 소실에 의해 柔細胞의 離生 간격발생때문에 세포가 고립되어 適值조직에서 유조적으로의 同化物的 공급이 곤란하게 되어 세포함유물이 부족하기 때문에 생기는 것이다.

이와같이 과실의 연화는 펙친질의 분해에 의하여 일어나는데 이것은 주로 과실중에

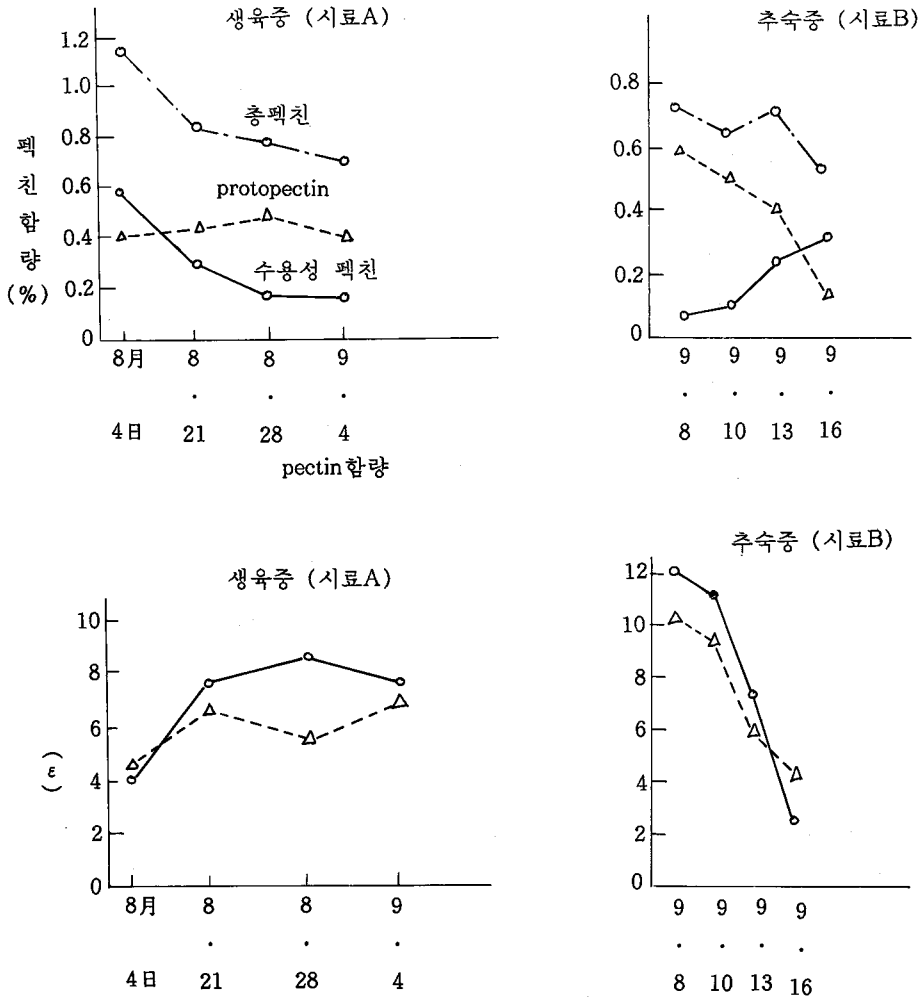


그림7. 서양배(Bartlett)의 생육 및 추숙중의 변화(注:n가 크면 분자량 큼)

함유하는 pectin 분해효소의 작용에 의하여 수행된다.

pectin 분해효소를 크게 분류하면 pectin 구조의 methoxyl기만 분리하는 pectin esterase(pectase)와 pectic acid를 구성하는 galacturonic acid구조의 1:4 결합을 절단 분리시켜 저분자 물질로 분해하는 poly galacturonase(pectinase)가 있으며 이들 효소들의 작용에 의하여 과실이 성숙하는데 protopectin이 pectin으로 변화되고 이결과

로 과육의 세포막이 얇아지고 세포가 덩그러니 되며 동시에 세포막의 붕괴가 일어나 과육이 연화된다.

이들 효소중 pectinase는 미숙과실에는 거의 함유하지 않으나 성숙해지면 많아진다는 보고가 있다. 그러나 사과등에는 pectinase의 존재를 부정되는 학설도 있고 또 살구에는 pectin esterase가 거의 함유하지 않는다는 보고도 있고 또 과실에 함유한 효소阻害劑 때문에 검출되지 않거나 또는 연화

에 관여하여 protopectin을 가용화시켜 식물 조직을 解離(macerate)하는 macerating enzyme(protopectinase라 함)도 고려되며 생체내의 pectin 분해효소의 작용에 대하여는 불명확한점이 많아 금후 연구해결해야할 과제가 되고 있다.

(4) 其他成分의 變化

과실이 성숙함에 따라 cellulose 함량에 대하여는 아직 잘 검토되고 있지않은 상태이다. 당근, 시금치, 무우, 서양배등에서는 변화가 거의 없고 새포막의 micro fibrile사이의 결합력은 숙성함에 따라 감소되는것을 서양배에서 실증하였고 그것은 과육이 연화되는 하나의 원인이 된다.

banana는 수확후 경도가 감소하는데 이것은 pectin, starch, cellulose, hemi cellulose 등이 결합된 알콜 불용성 물질과 관계가 있고 연화는 총 pectin이나 protopectin 량의

표1. 사과과육의 경도와 각종성분과의 관계

		신선과실에 대하여	AIS에 대하여
Golden Delicious	Starch	68.2%	48.5%
	pectin	8.8	6.4
	Hemicellulose	16.1	16.5
	Cellulose	6.9	28.6
Stayman	Starch	66.4	60.4
	pectin	4.2	20.1
	Hemicellulose	16.7	12.3
	Cellulose	12.8	6.8
York Imperial	Starch	48.3	43.1
	pectin	27.0	21.3
	Hemicellulose	24.2	9.3
	Cellulose	0.5	26.3

주: 1) AIS=알콜 불용성 고형량
2) 수지가 높으면 경도와 상관도 높다.

감소에 우선하여 전분이나 섬유소, hemi-cellulose함량의 감소와 일치하는 것으로서 성숙하는 동안 육질의 변화에는 pectin 분

해효소보다도 전분 분해효소나 cellulose 분해효소쪽이 더 중요한 관계를 갖는다는 보고도 있다.

사과 과육에 있어서도 그 정도는 알콜 불용성 고형량과 밀접한 관계가 있고 견고한 정도는 그 果重당의 %가 높고 그중에도 전분함량과 상관이 높으며 전분함량은 측정함으로써 과실의 숙도를 판정할수가 있는데 그수치는 과실중량당 0.05~0.1%, 알콜불용성 고형량중 5% 함유될때가 가공원료로 최적의 정도를 갖는다.(표1)

서양배에서도 전분함량이 최고에 도달할 때 수확하여 일정한 추숙을 시킨후의 것이 가장 통조림가공에 적합한 것으로 본다.

4. 冷蔵·凍結과 果肉의

品質과의 關係

냉장(0~3°C) 조건에서 과실, 채소는 호흡작용이 억제되어 비교적 장기간 이물 선도가 유지되고 육질에 주는 변화도 적다. 그러나 일부의 과실채소는 냉장장해를 받기 되어 장기간처리시 과육이 붕괴되고 갈변, 부패등의 품질저하 현상이 초래된다. 한예로 열대산 banana의 경우 10°C이하에 보관하면 과실이 암색으로 변하고 정상적인 호흡을 수행할수 없게 된다. 또 사과의 경우 호흡에 의한 Climacteric rise를 갖어 장해를 받기 쉽고 복숭아도 0~1°C 저온저장으로 박피가 곤란해짐과 과육의 갈변 및 경화등의 현상이 발생하게 된다.

이는 미숙과에서 더 잘 발생하고 이핵종(離核種)이 심하며 복숭아 통조림 가공시 수증기 박피할때 문제가 된다.

이때 과육의 상태를 현미경으로 관찰해보면 미숙과를 냉장시킨것은 표피에 접합된 소형세포가 밀접하게 붙어 수증기 처리로서 표피내쪽에 밀착부분이 쉽게 분리되지 않으나 완숙과에 가까운것은 소형세포가 밀접하

게 부착되고 있으나 이것과 인접한 대형세포와는 분리가 용이하다.

과실은 凍結하면 세포막이 파괴되고 해동으로 drip 현상을 초래하게 된다.

세포에서 세포막이 파괴되면 세포질은 다소 탄력성을 유지하나 內壓에 견디는 저항력에 한계가 있어 긴장도가 늘어 결국 파열한다. 이 때문에 세포막은 꽤 강인하지 않으면 안되고 식물세포가 동물세포와 다른 점은 이 세포막의 존재 때문이다. 그리하여 그 세포막의 강성(剛性)을 지배하는 인자로서 cellulose, kemicellulose, pectingel, lignin 등이 있는데 전술한바와 같다.

이 세포막은 속도가 진행됨에 따라 얇아지고(콩류는 반대로 두껍게 된다) 결정화가 진행되어 기계적강도가 감소하는 것이나 섬유질에 결합되고 있는 lignin pectin질의 변화들에 의하여 연화가 일어난다.

그러나 식물의 종류에 따라서 세포는 상당히 차이가 있어 세포의 내한성 등에서도 알 수 있다.

내한성이 강한 세포는 세포외(즉 세포간격) 동결을 한다. 내한성이 약한 세포는 세포내 동결을 하게 된다. 세포외(外) 동결에는 세포밖의 수분을 동결하는 것만이 아니고 세포내에 함유한 수분도 세포막을 통하여 세포외에서 동결되고 세포내 성분농도가 농후해지기 때문에 빙결정의 생성을 억제한다. 이때문에 세포내 성분은 가끔 농도가 증가함에 따라서 鹽의 장애를 받게되어 식물체가 죽는데 대한 저항성이 강해진다.

이와같은 세포를 hard cell이라고 침투압이 높은세포에 많으며 그리 높지 않은 세포에서도 세포에 pectin질과 같은 친수colloid를 많이 함유하면 내한성이 강해진다. 이것은 결합수를 保有하는 힘이 크고 함수에 대한 저항성 있고 세포의 체적변화의 정도를 되도록이면 적어지게하기 때문이라고 생각된다. 이것에 대하여 세포내 동결에서

는 세포외에서 어느 정도의 빙결정이 생성되고 세포내의 수분은 세포외로 이행되어 세포내에서 그대로 氷結하게 된다. 이때문에 세포의 조직에 변화를 두고 죽음에 이르게 된다. 이같은 세포를 non-hardy cell이라 한다.

이와같이 세포가 다른것은 식물의 종류에 따라서 다름과 동시에 同一한것도 시기에 의해 다른데 hard cell에서도 기온이 높은 계절(여름철)에서는 겨울철에 비하여 내한성이 약하다.

빙결정의 크기는 동결속도와 밀접한 관계를 갖으며 일반적으로 완만동결에서는 氷결정의 형성은 크고 급속동결은 적은 빙결정이 되기 때문에 세포조직의 파괴가 적고 급속동결은 동결온도가 급속히 저하되기 때문에 효소의 활성도 크게 억제시킬수 있고 동결품의 품질도 유지시킬수 있기 때문에 냉동식품의 제조는 급속동결하는 것이 유리하다.

냉동과실의 해동(解凍)에 의한 육질의 勞化는 氷결정에 의해 세포막을 裂傷시키거나 동결전 과육조직상태로 수분의 재흡수에 의해 조직간격으로 수분의 분산, 세포의 colloid물질의 파괴에 따른 강성(剛性) 팽윤의 감퇴등의 원인으로 일어난다.

그러나 이것도 세포의 동결의 경우는 그 동해(凍害)도 비교적 적다고 생각된다.

보통 hard cell도 급속동결을 할때는 세포내 동결도 일어나며 이점에서 보면 반드시 급속동결이 이의증가가 없는것으로 알려지고 있다.

냉동식품으로서의 원료의 냉동적성에 대한 良否는 첫째로 해동 복원시킬때의 육질로 평가하나 이것도 hardy cell, non-hardy cell의 성상의 면에서의 고찰할 필요가 있다고 사료된다.

이미 냉동시킨 과즙이나 당액을 가한 과실은 동결후 저장할때 빙결정의 성장이 진

행되어 surup상으로 분리되는 경우가 있다. 이것은 metacryotic liquid separate라고 하며 특히 완만동결시 생기기 쉽고 신선한 과즙을 급속냉동시킨 것에서는 볼 수 없다. orange Juile에서는 이 liquid가 8%의 산(酸), 64%의 탄수화물의 조성을 갖고있고 pectin을 다량으로 함유된것은 해동시켜도 不溶性의 jelly 모양 물질을 생성하여 제품의 점성이나 육질에 현저하게 영향을 미치게 된다.

5. 乾燥와 과실육질과의 관계

동결진공건조는 동결후 고(高)진공에서 건조시키기 때문에 수분이 액체로서 이동하지 않고 동결시킨 얼음의 결정체를 곧바로 기체로 휘산 제거하는 방법이기 때문에 육질에 영향을 주는 성분의 변화는 극히 적게 된다. 復元性이 우수한것도 이런이유이며 빙결정이 기체로 되어 제거되는 과정에 있어서 gas 체를 통과하지 않은 세포막에 어느 정도의 변화를 주고 건조조건이 불량할때는 수분이 액체로서의 이동도 고려되고 더욱이 동결조건에 따라서 동결된 조직의 파괴를 받아 그것이 복원성에 영향을 주는 것으로 생각된다.

또 세포가 공기중에서 건조할때 팽압을 잃게되어 세포액의 농도가 점점 높아지게 되며 수분을 잃어 세포질과 세포막과 부착된대로 벽을 만들어 세포가 수축하는 것으로 생각된다.

즉 세포내의 액포의 체적이 수분을 잃어 감소할때에 세포질은 수축되어 벽에서 분리하든가 혹은 막에서 분리될때 내외 두가지 상반(相反)되는 방향으로 쏠리게 되어 기계적 작용을 주어 원형질 분리를 받지 않아도 건조장해를 일으키게 된다. 건조에 의한 식물세포의 변화는 수분이 원형질에서 소실되는 것보다도 오히려 이의 기계적인 파괴작용이 큰것으로 보인다.

6. 加工處理와 과육의 품질과의 관계

가열처리와 같이 당액, 염수등으로 침지 처리는 과실채소의 가공에 있어서 일반적인 처리방법이며 이들 경우도 육질은 꽤 변화한다. 이것은 특히 세포의 팽압에 대한 영향으로서 나타나는 점이 현저하다.

한例로 열손상이나 기타의 방법으로서 원형질막이 선택적인 투과성을 상실했을때 세포액이 유출되어 內壓이 떨어진다.

유출된 세포액이 세포 간격의 gas體와 혼합되어 그의 팽창을 감소시키게 된다.

이때 세포내에는 역시 친수성의 물질도 함유되었고 비확산성의 물질도 남아있어 세포가 전혀 붕괴없는것은 그의 팽창을 감소시키기 때문이고 육질도 약간 열화하게 된다. 이열화의 정도는 원료의 속도나 저장법 등 과실, 채소의 질적 요소에 따라 좌우된다.

과실통조림에 있어서 과실의 syrup담금, 채소의 염수담금 흔히 당과등에 있어서 원형질의 막의 반투성의 파괴는 조직을 변화시켜 제품의 육질에 미치는 영향은 크고 특히 침지액의 농도나 침지방법등 조건이 어떠한지에 의해 과육을 압착하거나 탄력성을 잃게하거나 하여 이것은 팽압을 급격히 소실시키는 결과가 초래된다.

표2. 사과통조림의 육질에 미치는 칼슘첨가의 효과

품 종	저장기간 (주)	경도(shear press lbs)	
		무첨가	첨가
Mac Intosh	0	43	59
	6	22	45
	12	15	57
North. Spy	0	51	121
	6	42	105
	12	32	103
R. I. Greening	0	77	101
	6	39	66
	12	51	62

역시 육질의 붕괴가 용이한 경우 과육을 경화시킬 목적으로 칼슘염의 첨가를 여러 번 실시하면 pectin의 carboxyl기와 염류가 응축하게 되어 세포사이의 결합력이 강해져 육질의 붕괴를 방지할수 있다.(표2, 그림8)

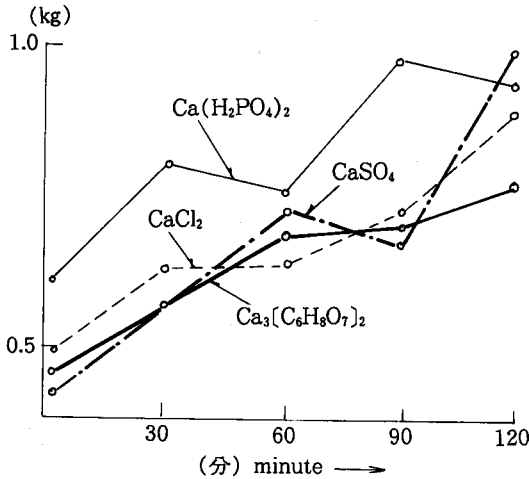


그림8. 도마도과육의 Ca염별 처리 효과

이런 이유로 低 methoxyl pectin이 많은 것이 필요하고 적은 경우에는 염류첨가의 효과는 크다고 볼수없다.

puree나 juice, jam 등의 유동성 또는 gel화시킨 가공품의 조직감도 이상의 기술한 요인이 기본적인 역할은 하거나 또 별도의 요인도 크게 지배하는 것으로 생각된다.

7. 결 어

생과로서의 과실채소의 육질은 이상 언급한것과 같이 복잡한 요소가 복합적으로 결합하여 구성되기 때문에 각각의 과실 채소에 대하여 그들육질에 관여되는 요인들을 명쾌하게 구명된바 없다.

일반적으로 과실, 채소류는 생식으로 적당한 조직감을 갖고 있으며 또 그들의 생산

시기와 장소가 국한되고 있어 적절한 수확기의 대량 보존처리를 강구하지 않으면 이들 품목의 공급은 물론 생산농민의 소득보장도 기할수 없다. 대장보존처리로서 상당기간 생물로 보관되는 저장법과 장기저장이 가능한 가공법이 채용된다. 그러나 저장법은 별문제가 없으나 일반적으로 가공은 원래 갖고 있던 조직감이나 신선감이 파손되기 때문에 가공에 견딜수있는 향미, 조직감을 갖는 가공용 품종의 육종생산은 선진각국에서는 오래전의 일이다.

그러나 우리나라 경우 아직까지도 생식용주의 품종만 재배되고 있다.

그리하여 생식용 도마도 원료를 이용한 가공품 제조를 위한 연구사례를 필자의 경험을 토대로 설명하여 이에 대한 이해를 돕기로 한다.

그랑시(1966) 도마도 재배품종은 수확량이 많고 과형이 큰 대형복수(大形複壽) 품종이었는데 가공구비조건인 두꺼운과육, 적황색, 적은산미, 많은 pulp량, 적당한 과형 등을 구비한 san marzano, fire ball, 赤福, 大農같은 加工用品種에 비해 과육의 연화육붕 그리고 당산비의 부조화에 의한 열악한 풍미 또 도마도 고유의 불유쾌한 향미등이 제품에 관여하여 과육형 가공품제조는 불가능하였다.

그리하여 연구목표를 과육의 연화육붕방지과 도마도의 역겨운 풍미개선에 두어 tomato solid pack제품은 개발하였다. 그 연구결과 가열에 의한 도마도 과육의 연화육붕의 방지는 0.5% 구연산 칼슘처리로(그림 8)서 과육중의 수용성 pectin을 Ca-pectate 형태로 하여 해결하였고 우리 구미에 부적당한 느끼하고 아릿하고 풋내등은 생강, 계피의 추출물을 첨가하여 우리 식미에 적합하게 한 새로운 도마도 가공품 제조법을 구명 보고 한바 있다.