

食品加工과 營養

FOOD PROCESSING AND NUTRITION

A·E·벤더 著

<차 례>

- 머 리 말
- I. 원 리
 - 1. 일반원리 2. 식품가공의 유용한 효과
- II. 영양소에 미치는 효과
 - 3. 비타민 4. 단백질 5. 탄수화물, 무기염류, 지방질 6. 첨가한 영양소의 안정성
- III. 가공의 효과
 - 7. 가공처리의 영향, 가공법의 발달, 저온 살균, 블랜칭(blanching), 건조, 통조림, 냉동, 加壓蒸煮, 이온화 방사선, 마이크로파, 가열, 발효, 그 밖의 방법
- IV. 시판식품
 - 8. 육류 및 육류가공품, 어류, 우유, 곡류, 과일 및 야채, 콩류 및 油量種子, 감자, 달걀
- V. 영양소의 첨가
 - 9. 식품강화

(16) 빛의 영향

병속의 우유에 직사광선을 2시간 쬐면 리보플라빈의 50%가 파괴되고 흐린 날에도 20%가 파괴된다. 리보플라빈은 루미크롬과 루미플라빈으로 변환되며 이것들은 비타민 C를 파괴한다. 리보플라빈의 약 5%가 파괴되면 비타민 C의 약 90%의 파괴를 촉매한다. 불쾌한 맛도 발생하는데 이것은 필시 메티오닌과 리보플라빈의 반응에 의한 메티오닌의 생성 및 지방질의 산화 때문일 것이다.

Grudskaja(1965)는 우유를 착색된 병으로 보호해 주면 그 비타민 C는 훨씬 더 안전함을 보여주었다. 즉, 투명유리병 속에서는 2시간 내에 완전 파괴되었지만 암록색 병속에서는 손실이 10%로 감소했고 갈색 병속에서는 4%였다. 확실히 착색유리는 유리하

지만 판매효과는 마이너스일 것이다.

이 일광의 영향은 벌써부터 알려져 있었지만 우유 판매가 형광등 빛에 노출된 슈퍼마켓에서 종이용기에 의한 판매가 일반화됨에 따라 이 문제가 재검토되게 되었다. 형광은 비타민 C의 파괴를 가져오며 두꺼운 종이 속에서도 맛의 변화를 발생케 한다. 이것은 투명유리병 속에서는 단 20분만에 檢知되고 호박색 유리에서는 5시간 후에, 그리고 각종 종이용기 속에서는 1~15시간 후에 검지되었다. 리보플라빈과 비타민 C의 파괴는 파장 400nm와 550nm 사이의 빛의 照射量과 직접 관계가 있는데 이 관계는 맛의 변화의 발생량과는 관계가 없다.

Hedrick와 Glass(1975)는 우유에 대한 형광의 영향을 플라스틱 또는 종이용기속에서 5, 10, 24시간 각각 조사해서 살펴보았다. 비타민 C는 플라스틱용기 속에서는 매우 불안정하여 각각 30, 45, 95%가 파괴되었다. 종이용기 속에서는 보다 안정되어 있어서 파괴의 정도는 각각 7, 15, 45%였다. 플라스틱용기 속에서는 암흑상태에서도 10일후에 50%의 손실이 있었고, 종이용기 속에서는 40%가 손실되었다.

그러나 리보플라빈은 이 조건하에서는 거의 영향을 받지 않으며 24시간 照射로 플라스틱속에서는 0~7%, 종이용기 속에서는 0~4%의 손실에 불과했다. 이것은 리보플라빈의 사소한 변화가 비타민 C의 커다란 손실을 촉매한다는 종래의 知見을 재확인해주는 사실이다. Singh등(1975)도 역시 보통의 폴리에틸렌 또는 종이용기를 사용했을 경우엔 전혀 손실되지 않는다는 것을 발견했다. 리보플라빈에 산소 존재하에서 빛을 쬐면 그 영향으로 우유단백질의 응고시간이 증가된다.

(17) 비타민 B₆

생우유에서는 비타민B₆는 피리독살로서 존재하고 있으며 살균중에 그것이 피리독사민으로 변환한다. 저장중에 이 피리독사민은 유효화합물과 반응해서 복합체를 만들어 bis-4-hyridoxyl disulfide로 형성하는데 이것은 생물활성이 상당히 낮다. 우유를 고온에서 加壓蒸餾하면 비타민 B₆의 대부분이 파괴된다. 이와 같은 가열처리법의 도입으로 말미암아 乳兒의 비타민B₆결핍으로 인한 임상적 증상이 발생되었고 이 비타민이 인간에게 필수적인 것으로서 비로소 인식된 것이다. 이 손실은 아마도 피리독신을 단독으로 가열해도 안정이 유지되는 것으로 미루어 단백질의 -SH基와의 반응 때문인 것 같다.

살균 및 건조중의 비타민 B₆의 안정도에 관한 모순된 보고가 있지만 이것은 처리온도의 차이로써 설명할 수 있을 것이다. 표 8-3은 영국 신피드(Shinfield)에 있는 국립낙농연구소에서의 실험을 총괄한 것인데 이것에 의하면 병속살균의 구식방법에서는 50%, 신식방법에서는 20%, 그리고UHT(ultra high temperature, 초고온) 살균에서는 10% 이하의 손실로 되어 있다. 살균으로 인한 손실이 40~60%라는 Hassiren등(1954)의 보고가 있는데 이것은 아마 가혹한 조건하에 노출되었기 때문인 것 같다. 역시 앞서의 국립낙농연구소의 Burton등(1967)도 역시 110°C, 20분의 병속살균으로 인해서 비타민 B₆의 30%가 손실되었다고 보고한 바 있다.

Fora등(1974)은 건조에 대해 안정되어 있다고 보고한데 대해 Sancová와 Davidek(1972)는 다수의 건조유 시료에서 50~85%의 손실을 발견했는데 이것도 처리조건의 相違로써 설명할 수 있겠다.

(18) 가열살균법

가열살균법(pasteurization)은 우유에 대해 가장 공통적으로 사용되는 처리방법이며, 모든 병원균과

〈표 8-3〉 생우유 처리중에서의 열불안전성 비타민의 대표적 손실량(처리전의 값은 1.00)[Porter와 Thompson(1976)]

시 료	티아민	비타민 B ₆	비타민 B ₁₂	엽산	비타민 C	
가열우유	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.25	
병속살균	구법	0.35	0.50	0.90	0.50	0.90
	신법	0.20	0.20	0.20	0.30	0.60
초고온 살균우유	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.25	
분 유	0.20	0.40	0.80	0.25	0.60	
가당연유	0.10	<0.10	0.30	0.25	0.25	

내열성 또는 호열성이 아닌 많은 미생물을 살멸시키는 것이 목적이다. 가열조작이 끝난 후에 잔존하는 미생물의 생육을 저지하기 위해 급속히 냉각시켜야 한다. 아밀라제, 카탈라제, 리파제, 페르옥시다제, 포스파타제, 크산틴옥시다제 등의 여러가지 효소도 파괴되는데 이것들이 잔존해 있으면 바람직하지 못한 맛이 발생하는 원인이 된다.

바람직하지 않은 미생물을 살멸하는데 필요한 시간은 온도에 반비례하기 때문에 가열살균법에는 2가지 주요한 방법이 쓰이고 있다. 즉, 저온 장시간(구식방법이며, 62°C, 30분간)과 고온단시간(HTST, 72°C, 15초간)이다. 生物系는 영양소 파괴시에 일어나는 화학계에 비해서 온도에 대해 보다 민감하므로 HTST법이 관능적으로나 영양적으로나 바람직하다.

가장 불안정한 비타민은 C와 B₁이고, A와 D는 영향을 받지 않는다(표 8-3참조). 비타민류에 대한 특별한 효과와는 달리 무기질에 대해서는 약간의 변화를 일으킨다——가용성 칼슘 및 가용성 리진이 조금 감소된다.

(19) 살 균

살균(sterilization)은 가열살균법보다 더 높은 온도를 필요로 하기 때문에 상당량의 비타민 C, B₁₂, B₆, 엽산, 티아민이 파괴된다. 그러나 그 손실량은 표 8-2에서 볼 수 있듯이 온도를 올리고 시간을 단축함으로써 감소시킬 수가 있다. 비타민 C의 거의 모두가 테하이드로형으로 존재해서 그 1/4정도가 손실되지만 엽산, 비타민 B₆ 및 B₁₂에는 근소한 손실 밖에 없다.

이들 손실은 대부분이 容存산소로 인한 것이기 때문에 가열하기 전에 脫氣를 해주면 손실을 거의 없앨 수가 있다. 티아민, 비타민A, 카로틴은 안정되어 있다(표 8-4 참조). 탈기처리하는 또한 비타민의 손실이 없이 장기간 저장을 가능케 한다(표 8-5).

UHT처리를 한 우유는 수개월동안 보존할 수 있는데 그동안의 영양소 손실량은 가열처리로 인한 손실량과 비슷하다.

(20) 증 발

전지분유는 미국의 규격에 의하면 유지지방분 7.9% 이상, 전체고형분 25.9% 이상이라고 규정되어 있으며 안정제와 비타민D의 첨가가 용인되고 있다.

농축공정중에 빛깔이 암색화하는데 이것은 일부는 고형분과 카로틴의 농축으로 인하지만 일부는 메일러드반응 때문이다. 유단백질은 환황아미노산이 제

표 8-4 UHT 살균우유(산소함량 9ppm)에서의 비타민 손실(당초의 값에 대한 손실 %) [Burton 등(1970)]

	간접가열 (141°C)	직접가열 (144°C)
비타민 C	8	8
테하이드로아스코르빈산	80	85
비타민 B ₁	0	0
엽산	4~19	0~13
비타민 B ₆	10	6
비타민 B ₁₂	4	13
비타민 A	0	0
카로틴	0	0

표 8-5 UHT 우유 저장중의 비타민 손실과 산소함량의 관계 [Burton 등 (1970)]

	당초의 산소 농도 (ppm)	저장기간 (일)	저장중의 손실 (%)
아스코르빈산	0.1	60	20
	1~2	14	100
	8	7	100
엽산	0.1	60	0
	1~2	60	5
	8	14	100
비타민 B ₁₂	0.1	60	25~60
	1~2		
	8		

한아미노산이기 때문에 그 손실이 심하지 않으면 NPU치에는 나타나지 않는다.

Mauron 등 (1955)은 리진의 8%가 파괴되고 유효성 리진은 12%로 저하된다는 것을 보여주었다(표 8-6). 증발공정에서의 비타민은 상당히 손실된다.(표 8-3참조).

연유는 고형분 28%, 지방 8.5%를 함유한다. 탈지연유에는 蔗糖을 첨가해서 저장성을 부여한다. 이렇게 하면 열처리를 적게 해도 보존성이 좋아져서 영양소 손상도 적어진다(표 8-3).

연유를 장기간 저장하면 유당의 결정이析出되는 경우가 있지만 그밖의 변화는 없다. 비타민 A, D 및 니코틴산은 변화되지 않는다. 리보플라빈에 대한 손상은 熱보다도 빛으로 인하는 것 같다.

(21) 건 조

탈지유 및 전지유는 수분 약 5%까지 건조된다. 엽산, 티아민, 비타민 B₆는 안전하지만 리보플라빈에는 40%의 손실이 일어난다. 유효성 리진은 분무

건조에서는 영향을 입지 않지만 물러건조에서는 전체 리진 및 유효성 리진에 약간의 손실이 일어나며, 이것은 처리조건이 충분히 제어되지 않으면 상당히 커질 가능성이 있다.

예를 들면 Erbersdobler와 Zucker(1966)는 물러 건조한 시판 시료에서 유효성 리진의 40%가, 또한 1960년 이전에 제조된 물러건조 제품에서는 50%가 손실되었다고 보고한 바 있다. 이 손실은 동물실험에서 확인된 것이며, 통상 제한아미노산인 메티오닌과 시스틴의 레벨 이하로 유효성 리진이 감소될만큼 단백질이 손상된다는 것을 보여주고 있다.

건조우유는 습기를 빨아들이지 않게 보호해 주변 관능적으로나 영양적으로나 장기간의 저장에 견딜 수 있다. Eggum 등(1970)은 분유를 종이 봉지 속에 넣고 창고속에서 온도 -11°C에서 48°C, RH 24에서 100%라는 여러 가지 조건하에서 저장하였다. NPU가 약간 저하되고(0.74에서 0.71로), 소화성이 저하된다는 것(93%에서 90%로)이 확인되었다. -20°C로 보지된 대상시료에서는 NPU(0.74)의 변화는 없었다. 리진은 7% 감소되고, 메티오닌+시스틴은 3.36에서 2.94g/16gN으로 저하되었다.

건조탈지유를 물에 녹이는 처리에서 비타민 B군에는 영향이 없지만 비타민 C에는 근소한 영향이 있었다.

Moore와 Williams(1965)는 공장에서의 건조공정으로 인해 리놀산과 아라키돈산 함량에 영향은 없지만, 이들 지방산은 異性化되어 있을지도 모른다는 것을 지적하고, 그 변화는 그들의 측정법으로는 검출이 불가능하지만 Pol과 Groot(1960)가 30~40%의 손실이 있음을 보고한 바 있다고 말했다.

(22) 그밖의 保藏法

우유는 과산화수소를 첨가했다가 카탈라제에 의해 그것을 제거하는 방법(buddeization)으로도 보장할 수 있다. 이 때 비타민 C가 거의 완전히 파괴되지만, 그것이 영양가에 미치는 영향은 아주 작다. 다른 비타민은 파괴되지 않으며, 단백질의 영양가도 6% 감소될 뿐이다.

자외선은 비타민 D 함량을 증가시키고 세균수를 70%~80%까지 감소시키는 2중효과를 지니고 있으며 영양소의 손실은 없다.

이온화 방사선의 1Mrad 照射로 인해 레티놀 및 카로틴의 2/3가 파괴되며, 비타민 E의 절반, 비타민 C와 티아민은 90%, 리보플라빈의 75%, 비타민 B₆의 80%, 니코틴산의 일부가 파괴된다.

많은 나라에서는 우유를 보존하는 유일한 실용적 방법은 응축시켜서 酸敗시키는 방법이며, 여러 종류의 전통적 가공품이 있다. 이 경우의 유일한 손실은 티아민인 것 같다. Pasricha(1969)에 의하면 티아민의 평균손실은 60%(90~100%의 범위)이다. 이 가공법은 끓인 후 냉각시키고 세균을 접종해서 15시간 배양한다. 리보플라빈의 손실은 무시해도 될 만큼 적다. 보고에 따라 일정치는 못하지만, 처리법에도 상위점이 있으며, 몇 가지 경우에는 레티놀과 비타민 B군이 약간 손실된다는 것을 보여주고 있다.

(23) 穀類

곡류는 인류의 식량중 에너지와 단백질의 3/4을 공급하고 있다. 많은 종류의 식품이 이용되고 있는 서유럽 여러 나라에서도 그 비중은 1/4을 차지하고 있다.

한 종류의 곡물이 식사의 주요 부분을 차지하고 있는 경우에는 그 영양가는 그 공동체의 사람들의 영양에 대해 지배적인 역할을 하고 있다. 서유럽 여러 나라의 대부분의 사람들에게 있어서는 그들이 먹는 쌀이 백미나 현미나 또는 강화미(強化米)나 하는 것은 문제가 안되지만, 백미가 식사의 큰부분을 차지하는 사람들에게는 脚氣로 인한 높은 사망율이 다년간 그 식사와 관련이 있었고, 니코틴산 결핍으로 생기는 펠라그라(pellagra)는 옥수수를 주식으로 하는 지역에서 일반적으로 볼 수 있다.

精白하지 않은 상태에서 단백질 함량은 밀 10%, 쌀 8%, 수수 6~14%이며, 적어도 성인에 대해서는 단백질과 비타민 B군의 양호한 공급원이 된다. 그러나 정백을 하면 비타민의 대부분과 단백질의 일부가 버려져서 식품으로 부적합하게 된다.

(24) 저 장

곡류의 장결중 하나는 수분함량이 너무 많지 않으면 몇년간이라도 저장할 수 있다는 점이다. 예를 들면 쌀을 수분함량 10% 이하로 2년간 저장했을 때의 티아민 손실은 없으며, 옥수수의 경우도 같다. 2년반 후에는 백미의 경우 티아민 30%, 리보플라빈과 니코틴산이 각각 5% 손실되었으나, 현미로 저장할 경우 티아민의 손실은 그보다 적었다.

Caileau 등(1945)은 현미, 백미, 왕겨, 속겨에 대해 조사한 결과 20°C에서 6개월간 저장으로 티아민의 30%가 손실되었다고 보고한 바 있다.

24개월 후의 손실은 50~70%가 되었다. 그러나 통조림한 현미, 반숙시킨 현미 및 부분 정백미의 경우에는 6개월 저장 후에도 손실은 거의 없거나 또는

전혀 없었다.

밀에 대한 일련의 관찰에서는 높은 수분함량(17%)으로 5개월간 저장한 경우의 티아민손실은 30%였다. 통상 수분함량(12%)에서는 손실이 12%, 아주 낮은 수분함량(6%)에서는 1년간 저장해도 손실은 나타나지 않았다.

티아민을 강화시킨 밀가루를 통상조건하에서 6개월간 저장할 경우 티아민류 손실은 10%였는데, 불량한 조건하에서는 20%가 되었으나 리보플라빈과 니코틴산은 전혀 손실되지 않았다.

비타민 A는 황색종 옥수수에서는 대부분이 크리프토크산틴으로서 존재하고 있는데, 이것은 제분했을 경우에는 특히 저온저장해도 불안정하다. 스테인리스 스틸製 상자속에 저장할 경우, 비타민 A의 효력은 4년 후에 소실되지만 제분했을 경우는 35°C, 1주일간에 1/3이나 손실된다. Zeleny는 Harris 및 von Loesecke의 저서속에서 1937년과 1941년에 수확된 옥수수를 조사한 결과 정부관리하(양호한 저장조건)에서의 1년간의 저장으로 70%의 손실이 있었다는 보고를 한 바 있다.

곡물의 수분함량은 수확시의 여러 조건에 좌우될 것이다. Chow 및 Draper(1969)는 옥수수를 수분함량 25%에서 15%로 건조시켜도, 그 지방산 및 토크페놀에는 영향이 없다는 것을 발견했다.

(25) 제 분

곡류의 가공과정에서의 손실의 대부분은 제분으로 인한 것이며, 그 이유는 속겨와 胚芽가 버려지기 때문이다.

표 8-7은 밀의 제분과정에서의 티아민, 니코틴산, 리보플라빈, 엽산, 판토텐산, 비타민 B₆, 비타민 E

표 8-7 밀 제분시의 영양소 손실(100g 당 함량)

	정 백 비 율				
	100	85	80	70	45
단백질(g)	13.6	13.6	13.2	12.8	11.8
지방질(g)	2.5	1.7	1.4	1.2	0.9
섭 유(g)	2.2	0.3	0.1		
티아민(mg)	0.4	0.35	0.25	0.08	0.03
니코틴산(mg)	5.0	2.0	1.6	1.1	0.7
리보플라빈(mg)	0.16	0.08	0.08	0.05	0.02
판토텐산(mg)	1.5	1.1	0.9	0.7	
피리독신(mg)	0.4	0.18	0.11	0.06	
바이오틴(μg)	5.0		1.4	1.1	0.7
엽산(μg)	35	18	13		8

E의 보지량을 보여준 것이다. 확실히 곡분이 고도로 정백될 수록, 즉 버려지는 양이 많아질 수록 영양소 손실이 커진다. 기호성, 편리성, 영양가 사이의 균형이 필요하며, 많은 나라에서 이 문제가 제분으로 인한 손실부분 문제와 아울러 정백상의 문제가 되고 있다.

티아민은 주로 胚芽의 小鱗片부분 및 糊粉層에 존재하고 리보플라빈은 배아와 호분층에 많이 있지만, 곡분 전체에 보다 더 골고루 분포되어 있다. 니코틴산은 주로 호분층에 있고 배아에는 거의 존재치 않는다. 비타민 E는 주로 배아에서 발견된다.

곡류는 대부분 식사에서 티아민과 니코틴산의 중요 공급원이므로 가공으로 인한 손실은 심각한 문제이며, 많은 나라들에서는 철분, 티아민, 니코틴산 등의 영양소를 흰 밀가루에 첨가하고 있다. 동시에 빵은 강화를 위한 유용한 매체로서 칼슘, 리보플라빈이 경우에 따라 첨가되고 있다.

폐기되는 속거나 배아에서의 영양소 손실과는 별도로 쌀의 지방질은 정백한 후에 산화되기가 쉬워진다. 窒溫의 暗所에 3년간 저장된 현미에서는 지방질의 산화는 없었지만, 정백미 및 반숙미에서는 불과 2,3개월 후에 산화가 있었다. 이것은 항산화성 물질의 파괴와 정백으로 인한 기계적인 손상에 의해 지방질이 공기 에 노출되기 때문이다.

(26) 쌀

쌀의 가공은 그것이 전통적 방법이어서 근대적 공업에 비해 트러블의 원인이 되기 쉽진 않지만, 일련의 식품가공법의 뛰어난 한 방법으로서 쓸모가 있다.

수천년에 걸쳐 쌀의 낱알은 나무 또는 돌절구에 찧음으로써 썬에서 꺼내어진다. 결과는 파괴되어 송풍으로 낱알로부터 분리되지만 배아 및 과피의 일부도 함께 제거되는데, 그 양은 처리방법에 따라 달라진다. 기계정미는 고도로 정백된 제품을 만들긴 하지만 속겨의 손실도 크다. 현미는 약 47g/g의 티아민을 함유하지만 한번의 정미로 1.8, 두번의 정미로 1.0, 그리고 세번만에는(시판 정백미로 약 80% 정미율) 0.7 μ g/g에까지 감소된다(표 8-8). 동시에 다른 비타민 B군에도 손실이 생기는데, 세계에서 백미를 주식으로 하는 지역에서 가장 심각한 문제는 티아민의 결핍으로 인해 脚氣를 일으키는 문제로 한때는 많은 나라들에서 각기는 최대의 死因으로 꼽혔었다.

영양적으로 보다 나은 가공법의 하나는 정미하기전에 반숙시키는 방법이다. 즉, 벼를 물에 담구었다가

표 8-8 쌀의 비타민함량(mg/100g)

종 류	B ₁	B ₂	니코틴산	B ₆	판토텐산	엽산
현 미	0.34	0.05	4.7	1	1.5	0.02
정 백 미	0.07	0.03	1.6	0.45	0.75	0.02
결 겨	2.26	0.25	30	2.5	2.8	0.15
속 겨	1.84	0.18	28	2.0	3.3	0.19
배 아	6.5	0.5	3.3	1.6	3.0	0.43

수증기 가열 또는 삶아서 정미하기 전에 건조시킨다. 이 방법은 비타민 B군의 일부가 내부로 옮겨가며, 또한 속겨를 별로 손실치 않은 채 정미하기가 쉬워진다는 이중효과가 있다. 쌀알은 부분적으로 糊化를 일으켜서 정미한 배의 손상이 적어지고 저장성이 개선된다. 이 제품은 반숙하지 않은 것이 0.7 μ g/g 밖에 티아민을 함유치 않는데 대해 2 μ g/g을 함유하고 있다.

반숙법은 많은 나라에서 전통적 방법으로 쓰이고 있지만, 정백미에 비해서 색깔, 맛, 냄새가 변하는 것이 결점이다. 영양적으로는 반숙미 소비가 촉진되는 것이 바람직하지만, 기호적으로는 받아들여지지 못하는 경우가 많다. 가공구모나 가공법으로는 반숙미 즉 파보일드 라이스(parboiled rice)법을 근대적으로 개량한 콘버티드 라이스(converted rice)가 있는데, 이것은 물에 담그는 동안 진공처리를 해서 감압하(減壓下)에 수증기를 통과시켜 연속적으로 처리하는 방법(Malek, Garibaldi, Fernandez 처리법)이며, 색깔, 맛, 냄새가 개선된다.

초기의 연구에 의하면 콘버티드 라이스의 비타민 함량은 정백미에 비해 훨씬 많아서 파보일드 라이스의 그것과 동등하다. 티아민은 5배나 많고, 니코틴산과 B₆은 3배, 리보플라빈, 판토텐산, 비오틴은 2배, 엽산은 약간 더 많다.

단백질의 영양가는 조금이나마 개선되는 것처럼 보인다. 특히 비통상조건 하에서 측정할 경우, 즉 단백질 5%의 食餌를 70일간 주었을 때 PER 및 단백질 5%의 식이를 주었을 때의 생물가(生物價)에 있어서 차이가 있다. 이 조건하에서 PER는 파보일드 및 콘버티드 쌀방에서 1.4로부터 1.7로, 생물가는 0.82로부터 0.87로 증가하고, NPU는 0.78로부터 0.81로 증가했다. 설명 이 개선방식이 의미 없는 것이라 하더라도, 이들 결과는 이 처리로 인해 단백질은 손상되지 않는다는 것을 보여주었고 있다.

최근의 연구에 의하면 파보일드 처리로 인해 米粒 단백질, 脂肪球의 구조에 변화를 일으키기 때문에

표 8-9 쌀의 티아민($\mu\text{g/g}$)

품 종	비	정백미
품종 1 { 현 미 파보일드 라이스(열탕에 담 금)	3.2	0.45
	2.5	1.9
품종 2 { 현 미 시판 파보일드 라이스	3.9	0.5
	2.8	2.1
품종 3 { 현 미 100°C에서 처리 121°C에서 처리	3.8	0.6
	3.6	0.95
품종 4 { 현 미 파보일드 라이스	3.2	2.9
	3.7	0.6
	3.6	1.8

그것을 정미할 경우 단백질과 지방질의 손실이 약간 많아진다. 즉, 반숙처리 이전의 벼에서 나온 겨의 단백질 함량 13%에 대해 반숙 처리한 벼에서 나온 겨는 14~15%로, 지방질 함량은 처리 이전의 쌀겨가 15~16%인데 대해 17~20%로 증가되었다고 한다. 그러나 표 8-9의 수치가 보여주는 바와 같이, 반숙가공하는 동안 티아민의 손실이 있음에도 불구하고 최종제품은 많은 티아민을 함유하고 있다.

섭취에너지 1,000kcal당의 티아민량으로 계산하면 반숙미는 비타민 B군을 많이 함유하고 있다. 반숙 처리로 인한 니코틴산, 리보플라빈의 손실은 없고, 그 후의 보지상태도 양호하다. 이들 저자는 문헌상으로 볼 수 있는 몇 가지 모순은 반숙미 시료의 차이로 인해 일정한 정미가 곤란하기 때문임을 알 수 있다.

세척수나 가열수 속으로 티아민이 유출한다는 보고도 있다. 그러나 앞서 티아민 항에서 설명했듯이, Roy와 Rao(1963)는, 이 손실은 유실로 인한 것이 아니고 물의 알카리성으로 인한 파괴임을 보여주었다. 그들은, 증류수속에서 가열하면 손실이 없지만 우물물에서는 36%의 손실이 있음을 발견했다. 쌀을 10~15배량의 우물물에서 가열하여 죽을 쑀면 증류수에서 가열할 경우에 5%의 손실인데 대해서 80%가 손실된다고 한다.

(27) 가열로 인한 파괴

곡류는 일반적으로 물속에서 가열해도 영양소 손실은 없지만, 온도가 높은 경우에만 티아민 파괴와 유효성리진의 손실이 일어난다. 건조식품의 바깥쪽(이례하면 빵의 경우)에서는 높은 온도에 달하는 경우가 있고, 이에 대해 안쪽은 물의 비점(沸點)이 하이다. 비스킷같은 식품의 안쪽온도는 남아있는 수분

량에 좌우된다. Mossman 등(1973)은 밀가루를 수분함량과 내부온도를 조절하면서 327°C에서 10~40초간 가열했다. 수분함량 20~30%의 경우 티아민은 kg당 3.3mg에서 2.4mg으로, 수분함량 10%의 경우는 0.9mg으로 내려갔다.

단백질의 영양가는 수분함량 20%로 15초간 가열 후에는 변화가 없었지만 40초간 가열후의 PER은 1.27에서 0.88로 떨어졌다.

단백질의 항목(제 4장)에서 설명했듯이 주요인자의 하나는 환원성물질의 共存이며, 이것이 리진의 손실을 초래한다. Halevy와 Guggenheim(1953)은 밀가루를 단독가열해도 변화가 없지만, 글루코오스 존재하에서는 생물가가 0.55에서 0.18로 떨어진다는 사실을 발견했다. 리진을 첨가해 주면 생물가가 0.63으로 회복되었다. 이것은 당초의 값보다 높은데, 리진이 미가열시료의 제한 아미노산이기 때문이다.

비슷한 예가 Block 등(1946)에 의해 보고된 바 있다. 그들은 밀가루, 달걀, 효모, 락트알부민으로 형성된 케이크반죽에 대한 가열의 영향을 연구했다. 이 원재료는 PER 3.5인데, 200°C에서 15~20분간 오븐으로 구웠더니 2.4로 떨어지고, 또한 130°C에서 40~60분간 철판으로 구웠더니 0.8로 떨어졌다. 이 경우에도 리진을 첨가했더니 당초의 영양가로 회복했다.

(28) 빵

○ 비타민류

빵을 구울 때 티아민의 15~30%가 파괴되지만, 리보플라빈 및 니코틴산은 손실되지 않는다. 빵을 저장할 경우의 손실은 없다. 차파티(chapati)*를 만들 때 티아민은 0~73% 손실된다고 보고된 바 있다.

Farrer(1955)는 종류가 서로 다른 빵의 티아민 손실량이 문헌상 일치되지 않는 것은 밀가루의 원료에 대한 제품의 비율, 티아민의 유리형 또는 코카복실라제로서 결합하고 있느냐 아니면 단백질에 결합하고 있느냐의 상위 및 무기염의 존재로 인한다는 것을 강조했다.

분명히 굽는 시간과 온도가 손실량에 영향을 주지만, 어떤 종류의 제품에서는 pH가 중요 인자이다. 티아민은 pH7 이하에서는 비교적 안정되어 있지만, 알칼리성에서는 상당량이 파괴된다.

* 밀가루를 등글납작하게 반죽하여 철판에 구운 것. 인도에서 주식으로 소비된다.

Briant와 Klosterman(1950)은 pH6.0과 6.4에서는 15% 손실되지만, pH6.9에서는 25%, pH7.5에서는 55%, pH9.1에서는 95% 손실된다는 것을 보여주었다.

차파티에 관한 조사에서 Chaudri와 Muller(1974)는 100g의 반죽으로 직경 15cm의 원반형을 만들고 다시 1.5g의 밀가루를 뿌려서 보통방식으로 4분간 구웠다. 평균온도 257°C에서 떡의 두께를 반으로 줄였더니 티아민의 손실은 20%로부터 60%로 증가했다.

절판구이 빵은 특수한 제빵법의 하나이다. 일련의 관찰에 의하면, 30~70초간 토스트했더니 티아민의 10~30%가 파괴되었다는 것이다. 두께 9mm 및 12mm의 경우는 티아민의 손실이 다 같이 14%였으나, 5mm의 경우 30%로 증가되었다는 것이다.

케이크의 경우는 티아민 손실이 23%이지만, 베이킹파우더를 사용하면 33%로 증가한다.

葉酸은 제빵으로 인해 일부가 파괴된다. Keagy등(1973)은 천연으로 존재하는 엽산의 1/3이 손실되었지만, 첨가엽산은 10%밖에 손실되지 않았다고 보고한 바 있다.

○ 단백질

단백질에 대한 손상은 주로 리진의 감소지만, 트립토판의 손실에 관한 보고도 있다. 빵덩어리의 속부분은 오븐 안에서조차 절대로 100°C에 달하지 않으므로, 손상되는 것은 속부분보다는 겉질부분이다. 그러나 겉질은 빵 전체에서 보면 극히 일부에 불과하기 때문에 전체적 손실량은 적다.

일련의 측정에 의하면 단백질의 영양가손실 10%의 3/4은 빵의 속부분에서 발생했다고 한다.

Gotthold와 Kennedy(1964)는 제빵과정에 미치는 영향에 대해 연구했는데, 그들은 PER, 그리고 Thomas-Mitchell에 의한 窒素出納法에 의한 생물가, 屠殺體의 분석에 의한 NPU 및 소화율을 연구에 사용했다. 밀의 全粒粉을 수증기로 20분간 가열하거나, 또는 218°C에서 25분간 제빵했다. 10일 후의 PER 측정에서, 낱것의 PER 1.3에 대해 수증기가열로 1.0, 제빵으로 0.8이 각각 떨어졌다. 28일 후의 측정에서는, 수증기 가열로는 떨어지지 않았고, 제빵으로 1.6에서 1.3으로 저하되었다.

생물가는 제빵으로 0.59에서 0.54로 내려갔다. 소화성은 95%에서 92%로 내려갔고, NPU(생물가와 소화성을 합친 것)는 낱것의 0.51에서 수증기가열로 0.48로 제빵의 경우는 0.43으로 내려갔다. 측정방법

의 차이에 따라 일치되지는 않지만, 소화성과 생물가가 수증기가열로 인해 약간 내려가고 제빵으로 인해서는 그보다 많이 내려간다고 결론지을 수 밖에 없다.

밀가루 단백질영양가는 리진이 제한아미노산이기 때문에 이따금 합성 리진이 첨가된다. 동물시험결과에 의하면 첨가한 리진은 제빵시간 50분까지 점차 손실되어 간다. 232°C에서 30분 후에 30% 손실이 있다. 유리아미노산으로 존재하는 리진은 단백질을 구성하는 리진에 비해 열처리에 대해 민감하지는 않다.

한편, 탈지분유가 리진강화를 위해 쓰이는 경우도 있다. 첨가한 분유속에 있는 還元糖의 존재, 또는 비스킷의 경우처럼 상당히 높은 농도의 蔗糖을 첨가하면 리진의 손실율은 증가한다.

밀가루에서 빵을 만들면 필수아미노산인 메티오닌 트립토판, 로이신의 이용율이 향상된다는 보고가 있지만, 밀을 제분해도 이소로이산의 이용율을 25%쯤 향상된다는 의견도 있기 때문에 앞으로 검토할 필요가 있다.

빵의 전분이 老化하면 다시 유효성리진의 10~15%가 손실된다. 이것을 다시 토스트하면 가열의 강약에 따라 5~10%의 손실이 발생된다.

이들 손실은 유럽형 빵, 즉 통상 250°C에서 45분간 구우며, 내부온도가 약 95°C이며 입방형 또는 球形인 빵에서 발생된다.

Maleki와 Djazayeri(1968)에 의하면 아랍형 빵, 즉 두께 1cm이며 400~500°C에 1분간만 구워내는 빵에서는 손실이 발견되지 않았다고 한다.

○ 제빵법

최근의 변화된 가공법 중에 Chorleywood 제빵법이라 해서 제조시간이 단축되는 방법이 있는데, 이것은 1961년 처음으로 제빵공업에 도입되어 현재는 널리 보급되어 있다. 이 방법에서는 특별조제한 밀가루를 사용할 수도 있다. 그러나 이 방법으로 만든 빵과 재래식으로 만든 빵과의 사이에는 차이를 발견할 수 없었다. 티아민, 유효성니코틴산, 비타민 B₆, 유리엽산, 단백질의 영양가, 지방질, 무기질은 마찬가지로였다.

Chorleywood식의 빵은 단백질함량이 약간 적다. 즉 마른것 1kg당 137g에 대해 132g이었다. 리보플라빈은 Chorleywood식의 빵이 높아서 마른것 1kg당 0.3mg에 대해 0.4mg이었다. 이 제빵법에서 쓰이는 아스코르빈산—밀가루의 75ppm—은 굽는 동안

에 파괴된다. 아이소토프(isotope)를 사용해서 조사한 결과, 30%는 탄산가스로서 손실되고, 25%는 빵속에 L-스테인산으로서 잔존하며, 또한 소량이 2,3-디케토구르산 및 그밖에 다수의 분해생성물로 변한다는 것을 보여주었다.

계량법에서의 또 하나의 정보는 연속식 반죽 혼합법인데, 이에 대해서는 Toepfer 등(1972)이 시험한 바 있다. 비타민 함량은 리보플라빈이 재래식 빵에 비해 약간 낮은 것 이외는 마찬가지였다.

(29) 비스킷

비스킷은 빵보다 수분이 적어질 때까지 구워진다. 따라서 내부온도는 빵보다 높아지므로 손상도 심하다. Pronczuk 등(1973)은 굽기 전의 재료와 180°C에서 13분간 구워진 비스킷과의 사이에는 NPU가 72% 저하한다는 것을 보여주었다.

일반적으로 비스킷은 식사의 주요부분을 차지하지는 않으므로 가공에 의한 손실은 무시해도 될는지 모르지만, 그러나 비스킷은 특히 어린이들에 대해 영양소 강화를 위한 매력적인 매체를 제공한다. 단백질, 아미노산, 비타민, 무기질을 촉감이나 맛을 크게 바꾸지 않은 채 함유시키기 용이하고, 저장에도 안전하며, 어린이가 먹기에 편리하다. 따라서 굽는 과정에서의 손실은 고려되어야 한다.

우간다에서 단백질 함량이 높은 비스킷을 제조하기 위해 탈지우유에 대한 강화가 실시되었는데, 문제점이 생겼다. 즉, 유효성리진이 탈지우유의 乳糖과의 결합으로 인해 질소 16g당 4g에서 2g으로 감소했다. 그러나 분유를 카제인으로 바꾸어 놓았더니 손실은 없었다. Clark 등(1959)은 232°C에서 비스킷을 구웠더니, 유효성 리진은 10분 후에는 손실되지 않지만, 20분 후에 9%, 25분 후에 18%, 30분 후에 27%가 손실되었다고 했다.

저당을 14.5%까지 첨가해도 리진에는 영향이 없지만, 29%를 첨가하면 20분간 구운 후에 유효성 리진의 손실이 발견되고, 그 손실량은 첨가하지 않은 경우의 3배나 되었다. 58%를 첨가했더니 손실은 65%에 달했다. 합성리진을 첨가한 경우에도 같은 속도로 손실이 일어났다.

260~290°C에서 구워진 고단백질 비스킷은, 환원당을 함유한 맥아나 콘시럽의 첨가로 인해 단백질의 영양가가 감소되었다. 이 두 종류의 비스킷의 PER은 각각 2.2에서 1.4로 2.0에서 1.6으로 감소되었지만 糖을 첨가하지 않은 것은 2.5에서 2.2로 감소되었을 뿐이었다. 시판제품에서는 더욱 손상이 크다는

사실이 종종 발견되고 있다. 색이 암갈색인 너무 구운 비스킷은 PER이 1.0에 불과했다.

(30) 아침식사용 곡류

공장에서 제조되는 아침식사용 곡류제품은 여러 가지로 가공처리되는데, 그 단백질의 손상에 관해 조사된 바 있다.

가열공정이나 롤러로 플레크를 만드는 공정에서는 단백질에 영향을 주지 않지만, 부풀리는 공정인 膨化處理에서 영양가는 감소된다. 롤러로 편 오트밀의 경우, 15분간 끓이고 103°C에서 15초간에 건조시킨다, 또는 100파운드의 압력하에 1~2분간 가열한 다음에 부풀려서 200°C에서 1~2분간에 건조시킨 것

표 8-10 미국제 아침식사용 곡류의 영양가(쥐에 의한 시험)

종 류	단백질 함량	단백질 효율비 (PER)
※ Quick Oats	17	1.6
※ Instant Ralston	13.8	1.5
※ Cerevim	18	1.5
※ Pablum	15	1.3
밀 크림	11.2	1.2
※ Cheerios	14.9	1.1
※ Bran Flakes	9.5	0
※ Grape Nuts	9.2	-0.3
※ Kix	7.8	-0.9
팽화가공한 밀	13.2	-2.5

※ 상품명

표 8-11 오트밀 제품에서의 가열손상

구 분	단백질 효율비 (PER)
드럼 건조한 것 (15분간 끓이고 130°C, 15초간 건조)	1.6
롤러로 누른 귀리	1.5
오븐으로 팽화처리한 것 (100파운드 압력하에 1~2분 가열 해서 200°C, 1~2분 건조)	1.6
귀리 75%, 옥수수와 호밀 20%의 제품 (끓여서 말리고, 80~100파운드, 190~232°C에서 52~62분 가열한 다음 폭발시킨)	0.5
팽화처리한 오트밀 (122°C, 5분 가열 후, 200파운드의 생증기, 198°C에서 2분 가열한 다음 팽화시킨)	0.3

표 8-12 사람에게서 측정된 아침식사용 곡류의 영양가

구 분	달걀로 바뀌는 값*
예비가열한 오트밀	77
입상화한 밀과 밀 배아	73
밀배아	85
분쇄한 밀	66
플레이크로 만든 밀	73
토스트한 밀 진립	66
팽화처리한 밀	69

* 달걀식사와 시료식사의 질소출납 비율

우에도 변화는 없었다. 그러나 122°C에서 5분간 가열한 다음 200파운드의 압력하에 189°C에서 2분간 가열해서 팽화처리한 오트밀의 경우는 PER이 1.6에서 1.3으로 떨어졌다. 표 8-10, 표 8-11 및 표 8-12에 그 몇가지 결과가 표시되어 있다.

Bailey(1974)에 의하면 옥수수의 유효성 리진은 미처리 곡립(穀粒)에서는 95%이지만 토스트한 아침식사용 제품에서는 22%로 떨어진다고 한다. 몇 가지 가공처리가 곡류단백질 영양가를 극단적으로 떨어뜨린다는 것이 명백하므로 식품의 영양가 균형을 재고려 할 필요가 있다. 아침식사용 곡류는 반드시 우유와 함께 소비되므로 곡류+우유가 문제의 식사로서 고려되어야 한다. 곡류+우유의 단백질 영양가에 대해서는 Womack등(1974)이 조사했다. 단백질 함량 6%(팽화처리한 쌀)에서 15%(인스턴트오트밀과 팽화처리한 밀)까지의 범위에 있는 11종의 곡류 제품에 4배량의 액상우유(취의 먹이로는 탈지분유를 사용했다)를 혼합했다.

그중 3종류 제품의 경우에는 혼합물의 단백질 영양가는 우유단독의 그것보다 높았다. 그밖의 5종류 제품에서는 차이가 없고, 나머지 3종류에서는 우유단독의 그것보다 낮았다. 이 마지막 3종류는 가장 심한 가열처리를 받은 것으로, 팽화처리한 쌀과 밀, 그리고 고단백질 플레이크이다.

그러나 이것으로는 완전한 예측이라고 할 수는 없다. 왜냐하면 영양가에 대한 효과와는 달리, 우유에 곡류를 첨가하면 단백질의 전체 섭취량이 증가하기 때문이다. 그 증가는 제품에 따라서 다르지만, 33%에서 120% 사이에 있다. 결국 이 식사에서 섭취되는 단백질을 하루의 식사속에 첨가할 필요가 있다. 곡류+우유의 식사는 4~8g의 단백질을 공급한다.

최근에 단백질의 손상이 없고 티아민의 손실도 아

주 적은 토스트제품을 만들기 위해서 밀의 고온 단시간(HTST) 처리법이 개발되었다. 수분함량을 20%에 그치게 하는 종래의 가공법에서는, 단백질의 손상은 없지만 티아민의 25%가 파괴된다. 수분함량을 10%까지 낮추는 엄격한 가공법에서는 티아민의 75%가 파괴되었다. 같은 종류의 수분함량 10%의 제품을 230°C에서 15초간 처리하는 HTST법으로 제조할 수 있는데, 티아민의 파괴는 35%로 그쳤다. 이 가열처리를 40초간 계속하면 티아민의 손실은 80%가 되고, PER은 1.3에서 0.9로 내려갔다.

(31) 과일 및 야채

비타민 C는 과일 및 야채류에서 가장 중요한 영양소이기 때문에 연구의 대부분이 이 비타민 C에 관계되는 것들이다. 비타민 C의 항에서 설명했듯이 파괴는 신선한 미처리 과일이나 야채의 단기간 저장 중에 세포손상으로 시작되는 산화효소와의 접촉으로 일어난다. 이것은 시드는 동안에 발생하는데, 특히 열채류에서 발생하기 쉽다(서늘하고 습기가 많은 조건하에서도 어느 정도 발생한다), 상처를 입음으로써도 발생되며, 이것은 기계에 의한 수확이나 취급에서 거의 불가피한 것이다. Fafunso와 Bassir(1976)에 의하면 잎의 경우 摘取한지 2시간 후에 비타민 C의 5~18%가 손실되고, 4시간 후에 10~30%, 8시간 후에 35~60%, 10시간 후에 38~66%, —이 10시간 후라는 것이 산지에서 구입한 시간이다—끝으로 24시간 후에는 90%까지 손실되었다는 것이다.

식품에 따라 그 손실정도가 다르다. 이를테면 토마토는 심하게 상처를 입히거나 얇게 잘라도 비타민 C가 손실되지 않는 것 같은데, 즙을 짜면 2분간에 95%가 손실된다.

콩류는 저장중에 비타민 C를 손실한다. 이를테면, 리마콩은 실온에서 48시간 후에 비타민 C의 40%, 96시간 후에는 70%의 손실을 보였다. 꼬투리에서 꺼내면 48시간에 70%를 손실했다. 온도를 낮추면 손실량은 적어지지만 완전방지할 수는 없다. 냉장고속에 48시간 두었더니 손실은 5%, 96시간 후에는 20%였다. 꼬투리에서 꺼낸 콩은 냉장고속에 48시간 두었더니 16%가 손실되었다.

McCombs(1957)는 손실량은 어느 정도까지는 존재하는 산화효소의 양에 좌우된다는 것을 보여주었다. 예를 들면 13°C에서 상대습도 75~80%에 4~6일간 저장하는 조건에서는 순무양배추와 근대는 손실을 발견할 수 없고 양배추는 10%, 주름양배추는 30%, 호박은 40~50%의 손실이 있음이 발견되었다.

최대의 손실은 최대량의 산화효소를 가진 식품에서 발견되었다. 세포의 손상은 저온에서도 氷晶의 형성으로 인해 발생할 수 있기 때문에 저장온도는 논의 대상이 된다.

Zeppelin과 Elvehjem(1944)에 의하면 레티스와 블로코리를 껌 얼음속, 즉 0°C 이상에서 3일간 저장할 경우는 비타민 C의 10%가 손실되었지만 철망 광주리에 담아서 냉동고 즉 0°C 이하에서 저장할 경우는 30%가 손실되었다.

가공처리로 인한 손실량은 확실히 그 조건여하에 좌우되며 100%까지 변동될 수 있다. 표준적 교과서에서는 가공처리, 가열, 손에 의한 취급에 대한 정확한 정보가 없는 경우에는 야채류에서의 손실은 50%라고 생각하는데 타당하다고 제안하고 있다. 처리가 양호할 경우는 손실을 25%까지 감소시킬 수 있다. 병원에서 조리되어 있어서의 평균손실량은 75%임이 제시되었다.

수증기 가열의 경우는 순무양배추, 싹양배추, 켈리플라워, 감자에서 15~20%의 손실을 일으켰다. 기름에 튀긴 후에 삶았더니 30%가 손실되었다. 콩류는 다른 야채보다 손실이 커서 두가지 방법으로 조리했을 때의 손실량은 각각 25~35% 및 40~50%였다. 가열살균의 경우는 시금치에서 20~50%, 완두콩에서 0~23%, 까치콩에서 20~35%의 손실을 초래한다.

Bender등(1977)은 서로 다른 학교취사장에서 여러 가지 경우에 조리된 식품들 사이에 매우 큰 차이가 있음을 발견했다. 이를테면 양배추의 비타민 C가 100g당 1.3mg에서 20mg 사이에 분포되어 있었다. 이 사실에서 50%라는 평균 허용치가 매우 거칠은 근사치이며, 반드시 직접 분석할 필요가 있음을 의미하고 있다.

주의점을 들자면 첫째로 어떤 종류의 식품은 타식품에 비해 민감하다는 것, 둘째로 손실을보다는 오히려 함량이 중요하다는 것이다. 이를테면 말레이시아의 요리인 아카르(Acar)는 토마토, 오이, 당근, 칠리(chilli, 고추의 일종)를 사용하고 식초와 향신료로 조리한 요리인데, 신선한 원료상태에서 접시에 담기기까지 40%의 비타민 C가 손실되었다. 이 수치는 당초의 함량이 100g당 18mg이고, 조리후 11mg이란 수치에서 나타나는 것이다. 한편, 녹색야채는 조리과정에서 50%가 손실되지만, 조리한 후에도 100g중 40mg을 공급할 수 있는 것이다.

이 사실은 제 3의 문제점을 제기케 한다. 즉, 비

표 8-13 야채의 가정조리로 인한 비타민 C의 손실

처 리 법	비 타 민 C (%)		
	과괴량	용출량	보지량
녹색야채류			
끓임(다량의 물에서 장시간)	10~15	45~60	25~45
끓임(소량의 물에서 단시간)	10~15	15~30	55~95
수증기 가열	30~40	<10	60~70
가압가열	20~40	<10	60~80
근채류(얇게 썬것)			
끓임	10~20	15~25	55~75
수증기 가열	30~50	<10	50~70
가압가열	45~55	<10	45~55

표 8-14 조리식품에서의 손실량의 대표치

영 양 소	시금치	완두콩	꼬투리 까치콩
비타민 C	65	30	20
비타민 B ₁	40	10	0
비타민 B ₂	30	20	10
카로틴	15	5	10
철	85	10	0
칼 륨	35	20	10
칼 슘	10	5	0

타민 C 공급원으로서 가열조리된 야채보다 날것을 찬미하는 것이 상례이지만 보다 많은 식품은 가열조리 후에 소비되므로 반드시 날것만이 좋다고 말할 수는 없다.

Abrams(1975)는 일반화한다는 것의 어려움을 예證한 바 있다. 싹양배추를 10분간 가열조리했을 경우 비타민 C의 손실은 28%였으나, 20분 후에는 36%로 증대했다. 기호성에서 보면 20분간의 가열조리가 필요했다. 그러나 싹양배추의 뿌리부분에 깊은 칼자국을 내면 가열시간은 10분간으로 단축할 수 있어서 비타민 C도 더 많이 보지할 수 있었다.

비타민 C 외에도 몇몇 과일과 야채류는 카로틴의 중요공급원이며, 또한 양적으로는 저지만 그밖의 영양소 공급원이기도 하다. 수용성 영양소가 脂溶性 영양소보다 손실되기 쉬운 것은 확실하다. 몇 가지 대표적인 데이터가 Olliver(1967) 및 Weits등(1970)에 의해 제공된 바 있다(표 8-13).

(32) 다듬을 때 발생하는 손실

식품의 어떤 부분을 버릴 경우에는 영양소 손실은 불가피한데, 그러나 대부분의 과일이나 야채의 영양소 분포는 균일되지 않기 때문에 영양소 손실은 폐

기물 중량과 반드시 비례하는 것은 아니다.

이러면 사과나 배의 과피는 비타민 C를 과육의 5~10배나 함유하며, 니코틴산, 엽산, 리보플라빈의 함량도 많다. 감귤류의 과일은 껍질부분의 비타민 C 함량이 많음에도 불구하고 마말레이드(marmalade)를 만들 때 외에는 버려지고 있다. 토마토는 과피속의 리보플라빈, 니코틴산, 비타민 C의 농도가 짙기 때문에 껍질을 벗긴 제품 또는 주스의 경우는 그 상대량에 영향을 끼친다.

레터스(lettuce)와 양배추의 겉껍질은 보통 폐기되지만, 그 카로틴 함량은 안쪽잎보다 많다. 양배추의 티아민은 바깥쪽보다 중심부에 많지만 리보플라빈은 평균적으로 골고루 분포되어 있다. 양배추와 레터스의 비타민 C 분포에 관한 보고에는 서로 모순되는 점이 보이는데, 이것은 아마도 생육조건에 따라 바깥쪽 녹색잎과 안쪽흰 잎의 비율이 각각 다르고, 바깥쪽 잎이 안쪽잎보다 먼저 시들기 때문에 그 후 비타민 C의 파괴가 일어나는 데 연유하는 것 같다.

당근의 바깥쪽부분은 기계로 껍질을 벗길 때 제거되는데, 이 부분에는 카로틴, 티아민, 리보플라빈, 나이아신 등이 풍부하게 있다. 그런가 하면 시금치의 줄기는 대개 버려지지만, 잎보다 비타민 C가 적다.

(33) 주 스

주스는 주로 그 영향가치를 비타민 C 함량에 의존하고 있기 때문에 이 점에 대해 연구가 집중되고 있으며, 대부분 오렌지주스에 관한 것들이다.

주스 가공법의 대부분은 농축, 가열살균등 가열에 관계가 있는데 비타민 C는 산성용액중에서는 비교적 안정되어 있어서 파괴가 있더라도 근소하다. 오렌지주스로 뚜껑없는 남비에서 10분간 끓여도 파괴는 10% 정도에 불과하다. 진공 또는 포탈전조법에 의해 처음에 5배농도로 농축시키고 끝으로 건조분말로 만들 경우에 손실은 발견되지 않았다. 이 건조제품은 수분함량을 1%까지 낮춰서 보존했더니 안정을 유지했다.

Horowitz등(1976)은 가열 또는 동결한 오렌지제품의 소수의 시료를 가지고 비타민 C 함량을 조사했는데, 그들은 이들 제품이 일반에 널리 연구되고 있는 통조림에 비해 싱싱한 제품이라는 인식하에 조사를 했다.

신선한 주스의 4개 시료는 아스코르빈산(AA) 67~70mg/100g, 데히드로 아스코르빈산(DHA) 3~8mg, 생리적으로 불활성인 디케토그론산 4~7mg을 함유하고 있었다. 동결한 주스의 3개 시료는 마찬가지로

으나 가열처리한 주스의 6개 시료는 비타민 C가 적었다. AA 38~59mg, DHA 1~4mg으로 디케토그론산은 약간 많아서 15~30mg이었다. 신선한 주스를 휘저으면서 77°C로 가열해도 비타민 C는 손실되지 않기 때문에 이 연구자들은 가열처리중의 손실은 열에 의한 것이 아니라 오직 공기에만 의한 것이라고 생각하고 있다. 그들은 동결한 주스를 수도물로 희석해서 7일간 저장했던 바 10%가 손실됨을 관찰했기 때문에 물속의 급속이 일부 관계하고 있다고 생각했다.

저장으로 인한 손실은 거의 모두가 酸化에서 오는 것이며, 산소가 제거되면 손실은 아주 적어진다. 색조가 暗色으로 변하는 등 몇 가지 화학적 분해가 일어나지만 이것은 온도가 높아지면 더 심해진다. 이러한 손상은 묽은 주스보다도 진한 주스의 경우에 큰데, 이것은 당, 산, 질소화합물의 농도가 높아지면 화학반응이 일어나기 쉬워지기 때문이다. 따라서 통조림 제품이라도 냉장조건하여 저장하는 것이 바람직하다. 4°C에서는 보통 주스와 농축주스 사이에 차이가 없지만 49°C에서는 현저한 차이나 나타나 결국 변질속도는 온도에 관계가 있음을 알 수 있다.

Kefford(1978)는 10°C에서의 저장을 장려하고 있다. 이 조건하에서는 뜨거울 때 병에 담은 것 및 무균적으로 밀봉한 유리병조림의 경우 비타민 C의 손실은 1개월당 1%뿐이다. 18°C에서는 1년후 5~10% 손실되고, 2년후라도 10~20% 뿐이었다. 24°C의 아열대온도에서는 1년후 손실은 25%, 2년후에는 50%가 된다.

통조림 및 병조림의 꼭대기부분에 남아있는 공기가 비타민 C의 급격한 손실의 원인이 되는데, 산소가 모두 소모되어 버리면 비타민 C는 장기간 안정을 유지할 수 있다.

Adam(1941)은 레커를 도장하지 않은 주석깡통의 경우는 산소가 전기화학적 부식으로 인해 급속히 제거되므로 안전성이 증대한다는 것을 제시했다. 공기와 접촉하고 있는 장소에서는 플라스틱 용기의 벽을 통한 매우 느린 침투로 인해라도 파괴는 계속된다.

밀랍코팅을 한 종이용기에 5°C로 저장한 오렌지주스는 비타민 C가 1주일간에 5~7% 비율로 손실되었으나, 보다 큰 용기속에서는 산화할 기회가 많아지기 때문에 8%까지 증대했다.

Berry등(1971)은 종이용기에 넣은 오렌지주스의 비타민 C는 45% 손실되었으나, 플라스틱병에서는 30%였다고 보고했다.

Bender(1958)는 오렌지스커시(농축주스에 酸, 향료, 설탕을 넣은 제품)의 병조립에서는 처음에 꼭대기 공기속의 산소로 인한 소량의 비타민 C 손실이 있지만, 그 후는 실온에 6개월 두어도 손실이 없고, 12개월 후에 20%, 2년 후에 60%의 손실이 있음을 발견했다. 빛에 노출되어도 손실에 영향은 없는 모양이었다. 파피의 주요원인은 산소이다. 즉, 일단 병조립 뚜껑을 열면 비타민 C의 손실은 실온에서 8일 후에 10~20%, 40일 후에 80~95%에 달했다. 이것은 식품이 제조 또는 구입된 시점에서의 영양가와 그것이 소비되는 시점에서의 영양가 사이의 차이에 대한 例證으로 참고가 된다.

주스는 서로 다른 재료로 만들어지고, 또한 여러가지 크기의 가지각색 용기에 넣어서 판매된다. Bissett와 Berry(1975)는 오렌지주스의 여러 제품에 대해 비타민 C의 안전성을 조사했다. 자연농도의 주스의 경우, 비타민 C는 깡통 또는 유리병속에서는 -18°C에 1년간 저장해도 손실이 없으며, 27°C에서는 6개월 후에 20%, 1년 후에는 25%가 손실되었다.

200g들이 유리병에 무균상태로 충전해서 1년간 저장했을 경우에 4.4°C에서 13%, 10°C에서 21% 손실되고, 또한 27°C에서 저장했을 경우는 6개월 후 30%가 손실되었다.

1.8kg들이 폴리에틸렌용기는 공기에 대해 透過性이 있어, -7°C에서도 6개월 후 18%가 손실되었다. 1°C에서는 6개월 후에 색깔 및 맛이 변질되어 먹을 수 없는 상태가 되고, 비타민 C의 62%가 파괴되었다.

113g들이 소형 폴리에틸렌용기는 두께가 얇아서 더욱 조건이 불리한데, 극히 단시간 내에 사용되도록 디자인한 것이다. 10°C에 1주일간 두었더니 손실은 10%였는데, 이것은 그 제조비가 낮은 점을 고려하면 받아들일 만한 점이다. 그러나 -7°C라도 6주일 후에는 손실이 20%, 1°C에서는 같은 기간 후에 80%에까지 달하므로 유리나 금속제 용기의 경우의 비교적 높은 안정성과는 많우 대조적이다.

1.8kg들이 대형볼지용기의 경우도 10°C, 3주일 후의 손실은 75%에 달했다. -7°C에서도 6주일 후에 20%가 손실되었는데, 이 값은 폴리에틸렌용기의 경우와 같다.

알루미늄 박지 또는 폴리에틸렌으로 내부면을 처리한 섬유제 용기의 경우에는 -20°C에서 1년 후에 모두 10%의 손실이 있었다. 그러나 -7°C에서는 알루미늄 박지가 항산화해서 폴리에틸렌으로 내부면을 처리한 용기의 경우 8개월 후에 60%가 손실된 데

대해 20%에 그쳤다.

Kefford(1973)에 의하면 동결저장이 제일 좋은 조건이어서 8개월 후에도 비타민 C, B₆, 비오틴, 엽산의 손실은 없었다. 그러나 Bissett와 Berry(1975)에 의하면, 4°C에서 1년 후에 비타민 C의 손실이 10%나 되었다고 한다.

모든 가공처리에서 측정치에 변동이 있는 것과 마찬가지로 연구실 레벨에서의 측정치와 실제 시판품에 대한 측정치 사이에는 상당한 차이가 있었다. Pelletier와 Morrison(1965)은 다수의 향료들이 오렌지 음료를 조사한 결과 비타민 C가 매우 불안정함을 발견했다. 이들은 과일향료를 넣은 음료는 제조 시 또는 그후 장시간 저장된 경우에 모두 비타민 함량이 적다고 결론짓고 있다.

(34) 사과주스

사과주스의 비타민 C 농도는 낮고 극히 불안정하다. 동결농축(전혀 열에 노출되지 않는 농축방법)에서조차 비타민 C가 파괴된다.

콩류 및 유량종자

콩류 및 유량종자는 모두가 식량 및 사료에 있어서의 유지자원 및 단백질 자원으로, 그리고 식품 제조의 원재료로서의 용도를 지니고 있지만 가공처리에 있어서도 서로 비슷한 변화를 당한다. 따라서 두 가지를 함께 논의할 수가 있다.

특히 콩류는 가공처리의 유효성을 제공한다. 즉, 트립신이나 아밀라제의 저하인자, 헤마글루티닌, 甲状腺腫을 발생케 하는 물질(goitrogens) 및 시안생성 배당체와 같은 '길항생리학적 인자'의 대부분이 열로 인해 파괴되기 때문이다.

어떤 종류의 콩류는 저장중에 굳어져서 木質化한 단백질의 증가로 인해 소화성이 저하된다. 이것은 열처리에 의해 방지가 가능하다. 콩류는 삶는데 장시간을 요하고 그 소화성도 70~80%에 그치기 때문에 그 예비적 처리라든가 인스턴트 가공에 대한 흥미가 크게 마련이다.

유량종자의 껍묵은 식물성유공업의 부산물이어서 그 단백질이 처리과정에서 손상되는데 대해 다년간에 걸쳐 거의 무관심했다. 비교적 최근에 이르러 특히 사람의 식량으로도 쓰이게 되면서부터 그 적절한 처리조건에 관한 철저한 연구가 진행되기 시작했다.

콩류 및 유량종자에 있어 가공의 주요 문제점은 독소를 파괴시킬 때 단백질이 손상되지 않도록 하는 것이다. 이를테면 면실종자는 고시폴(gossypol)을 함유하며, 이것 자체의 독성뿐 아니라 이것이 리진과 결합해서 단백질 영양가를 떨어뜨린다. Osborne과 Mendel이 1917년에 최초로 발표했듯이 고시폴은 껍묵을 적당히 가열하면 파괴시킬 수가 있는데 또 다른 대책으로서는 독소를 함유하지 않은 품종을 육성하는 것이다.

독소는 흔히 단백질 영양가를 떨어뜨린다. 예를 들자면, Onayemi와 Potter(1976)는 大角豆를 물에 담겨 꼬투리를 제거한 후에 마쇄한 다음 메티오닌을 강화한 후 드럼건조기(2개의 회전드럼에 의한 피막건조기)에서 건조시켰다. 이 건조로 인해 단백질 효율비(PER)는 1.3에서 1.6으로 증가했다. 37°C에서 24시간 저장했다니 PER가 줄어들었으나 30°C에서는 줄어들지 않았다(표 8.15 참조).

표 8.15 과테말라에서의 까치콩 가공품의 가정요리에 의한 영양

제 품	PER	유효성 리진 (g/16gN)	단백질 (%)	지방질 (%)	조섬유 (%)
날콩	0	5.83	24.6	1.9	4.6
가열 조리 한 것	1.24	6.30	24.9	0.7	2.8
체로 거른 것	1.43	6.35	24.0	0.6	1.6
튀긴 것	0.87	5.17	17.8	13.3	1.6

용제를 써서 기름을 추출할 때 단백질과 반응물 일으켜 독성물질을 형성한다고 하는 부수적 문제가 발생한다. 예를 들면 디클로로에틸렌은 단백질의 항에서 서술했듯이, 단백질의 시스틴殘基와 결합해서 숯아지에 대해 유독한 생성물을 만든다.

(1) 땅 콩

땅콩은 트립신 저해인자를 함유하고 있어, 가열에 의해서 단백질의 이용율은 향상되지만 지나치게 가열하면 이용율이 저하된다. 표 8.16은 열처리와 PER 및 유효성 리진과의 관계를 표시하고 있다. 땅콩의 단백질은 함황아미노산이 제한아미노산이기 때문에 가공으로 인한 유효성 리진에 한정된 손상은 PER의 저하로는 나타나지 않는다. Neucere 등(1972)은 濕熱의 경우에는 110°C에서 트립신 저해인자는 잔존해 있지 않았지만 건열의 경우는 130°C에서도 약간

표 8.16 땅콩 단백질 영양가에 미치는 가열효과

땅 콩	(%)	PER	유효성 리진
날것		1.4	1.95
습열	110	1.8	3.08
	120	1.5	2.78
	130	1.5	2.40
	145	1.3	2.03
	155	1.1	2.03
건열	110	1.5	2.48
	120	1.9	3.08
	130	1.6	2.63
	140	1.2	2.33
	155	1.0	2.18

남아 있어, 이 조건에서 PER도 감소된다는 것을 발표했다. 이 사실을 감안하면 영양소 손상과 트립신 저해인자 활성과의 사이에는 연관이 없는 것 같다.

Anantharaman과 Carpenter(1969)는 121°C에서 0.5시간의 습열 및 건열로 인해서 NPU가 0.40에서 0.43으로 약간 상승한다는 것을 보고했다. 121°C에서 4시간의 건열을 가할 경우 NPU는 유효성 리진의 감소때문에 0.28에까지 저하되지만 유효성 메티오닌에는 손실이 없다고 보고한 바 있다.

焙燒는 땅콩을 사람이 소비할 경우에 사용하는 가장 흔한 가공법인데 가열온도가 위의 Anantharaman과 Carpenter(1969)가 사용한 온도보다 높기 때문에 단백질이 손상된다. 예를 들어서, 180°C, 25분간 가열에서는 NPU는 0.44에서 0.20으로 감소되었다. 수분의 존재하에서는 가열후의 NPU는 0.30이었다. 두 경우가 모두 손상은 전체 리진 및 유효성 리진으로 한정되어 있었다.

티아민은 불에 쪄어 굽는 과정에서 크게 파괴된다. 즉, 155~160°C에서 20분만에 90% 이상이 파괴되었다.

동양에서는 탈지한 땅콩을 수증기로 가열한 후 곱팡이를 접종해서 발효시킨다. 발효로 인한 티아민의 증가는 곱팡이 종류에 따라 다르지만 60%까지 증가된다. 리보플라빈은 30% 니코틴산은 70%까지 증가한다. 판토텐산에는 변화가 없었다. 단백질 영양가는 발효로 인한 영향은 받지 않았다.

(2) (大豆)

대두는 콩류중에서 최대의 수확량을 차지하고 있어, 1917년 Osborne과 Mendel이 대두 날것으로 쥐

를 사육해도 성장이 되지 않는다는 것을 보여준 이래 많은 인쇄물이 출판되었으며, 그 내용은 가공조건에 대한 검토로 돌려져 왔다.

대두는 많은 독성인자를 함유하고 있는데 그것들은 알레르기 활성 및 단백질의 용해성 저하와 더불어 파괴된다. 대두 낱겉의 생물가는 약 0.6이지만 독소가 파괴되고 나면 0.7로 상승하며 가열을 하면 단백질 손상으로 인해 생물가가 떨어진다. 수분은 열이 침투되기 쉽게 하기 때문에 보다 낮은 온도에서의 처리를 가능케 하지만, 제품을 건조시키기 위해 다시 한번 가열을 해야 한다. Hackler 등 (1965)은 그러한 관계를 설명해주는 다음과 같은 측정치를 보고한 바 있다.

(당초의 트립신 저해인자 함량은 14%)

송풍온도(°C)	저해인자 잔류율(%)	PER
166	10	2.2
182	8	2.1
227	4	2.0
277	5	1.6
316	3	0.2

그들은 위의 수치를 드럼통건조(150°C), 진공 건조(108°C), 동결 건조한 제품을 대상으로 비교했는데 PER는 저마다 2.2였다.

일반적인 단백질의 손상에 관해서는 제 4장에서 서술한 바 있다. 대두의 경우 최초로 손상되는 것은 시스틴이며, 환원당이 존재하면 시스틴 및 다른 아미노산에 대한 영향은 커진다. 단백질 강화를 위해 다른 식품과 혼합할 경우는 단순히 가열하는 경우보다 손상이 심해진다. 또한 육류가 다른 식품과 혼합되는 경우에도 감수성은 증대한다. 예를 들면 드럼통건조를 한 소맥대두의 시료는 PER 2.1, NPU 0.46이었는데 이유식 조제를 위해 바나나를 첨가해서 건조시켰던 바 PER은 1.4, NPU는 0.33이 되었다. 이 손상은 메티오닌의 첨가로 PER이 2.2로 증대한 것으로 보아 환황아미노산으로 인한 것이다.

Badenhop와 Hackler(1971)는 乾熱焙燒된 커피, 코코아, 땅콩등의 영향을 조사해서 최고의 기호성은 영양소의 소비로 달성된다는 것을 보여 주었다. 170°C에서 4분간 배소했을 경우에 PER는 최고1.7까지 올라갔으나 이에 대해 가장 맛좋은 제품은 180°C에서 배소했을 때 얻어졌으며 그 PER은 1.46으로 내려갔다. 185°C의 경우는 1.28로 내려갔

다(이들 결과는 실험동물의 보다 세게 가열한 식품에 대한 섭취량이 줄어들며 그 이유만으로도 PER이 내려가기 때문에 완전히 믿을 수 있는 것은 못된다).

180°C에서는 PER의 저하는 다음과 같은 아미노산 손실을 수반한다. 즉 트립토판 35%, 전(全)리진 17%, 유효성리진 31%, 시스틴 15%, 히스티딘 6%이다.

Hutton과 Thompson(1975)은 대두를 적외선 가열에 의해 처리했는데 생물가는 0.53에서 0.76으로 증가한다는 것을 보고했다. Wing과 Alexander(1971)는 마이크로파 가열은 乾熱보다는 손상이 적다는 것을 보고했다. 땅콩도 마찬가지로 경향을 나타낸다. 팽화처리의 영향에 대해서는 이미 검토했다(C부 가공효과 참조).

(3) 시판 제품

최적 가공조건을 제어하는 인자에 관한 지식과 실제 공장규모에서의 응용과의 사이에는 미국의 일반 시장에서 구입한 일련의 시료에서 볼 수 있듯이 상충되는 점이 보인다. 3가지 단백질농축물*1의 PER는 앞서 말한 Hackler 등 (1965)이 보고한 2.2에 대해서 0.3에서 1.9사이였다. 이것들을 다시 한번 가열했더니 모두가 개선되었는데, 이것은 처리가 불충분했음을 뜻한다. 분리대두 단백질*2의 4개 시료에서는 1.4에서 1.8사이였으며, 1개 시료를 제외하고 모두가 재가열로 인해 2.0으로 개선되었다. 그 1개 시료는 PER 1.5였는데, 이것은 지나치게 가열된 것이었다.

(4) 메티오닌의 강화

대두제품은 육류를 대신할 것을 목적으로 할 경우 영양가를 개선하기 위해서는 몇 가지 상품에서 이미 실행하고 있듯이, 특히 메티오닌의 강화가 제안되어 왔다. 그러나 Shemer와 Perkins(1975)는 이들 첨가된 메티오닌은 단백질속의 구성메티오닌에 비해서 열에 대한 감수성이 높다는 보고를 했다. 즉, 1시간 가열로 단백질속의 메티오닌이 30% 파괴된데 대해 첨가 메티오닌은 100% 파괴되었다.

첨가한 메티오닌이 2차적으로 독성을 나타낸다는 부수적 문제도 있는데다가 합성 메티오닌의 몇 가지 시료에서는 불쾌한 맛이 수반되고 있다.

* 1 (soy) protein concentrates (탈지대두에서 항미생물을 제거한 것인데, 단백질 함량 약 70%)

* 2 저온탈지 대두를 사용하여, 물 또는 희박한 알카리로부터 추출해서 산으로 침전시킨 것인데 단백질 함량 90~95%

(5) 완두콩

완두콩류는 많은 나라에서 단백질, 비타민 C, 티아민의 공급원으로 중요한 농산물의 하나인데, 그것의 식사에 있어서의 상대적 중요도는 먹을 수 있는 양, 폐기되는 부분, 가공으로 인한 손상에 따라 달라진다. 가공으로 인한 변화 중에서 특히 비타민 C에 대한 연구 결과는 관련되는 많은 문제점을 설명하는데 도움이 된다. 완두콩은 신선한 녹색상태로 먹는 외에 건조, 통조림, 냉동을 하며 또한 완전히 영근 후 수확된 것도 마찬가지로 가공된다.

Robertson과 Sissions (1966)는 비타민 C의 손실은 품종에 따라서 다르다는 것과 그 함량은 성숙 도중에 감소되며, 또한 저장 5일 후부터도 감소된다는 것을 보고했다. 가열조리과정에서도 손실은 증가한다. 즉, 1일간 저장한 완두콩의 끓는 물속에서 비타민 C가 10% 용출되는데 대해 5일간 저장한 것은 30% 용출되었다. 한편, 산화로 인한 손실도 7%에서 30%로 증가했다.

가공과정에서의 영양소 변화에 대한 타당한 예측법은 신선한 식품과 가공품을 각각 가열조리해서 비교하는 방법이다. 즉, 가공전후에 비교하는 것보다 오히려 소비되는 시점에서 비교하는게 좋다.

동결 및 동결건조는 비타민 C를 일부 파괴하지만, 가공제품이 필요로 하는 가열시간은 단축되기 때문에 가공제품이 신선한 완두콩보다 반드시 뒤떨어져 있다고만 말할 수는 없다. 동결처리로 인해 52~30%의 비타민 C가 손실된다. 이것을 소량의 물속에서 가열하면 35~45%가 손실된다. 최종제품의 비타민 C 함량은 12~16mg/100g이다.

급속동결건조에서는 20~30%가 손실된다. 끓이면 30~40% 손실되며, 최종 제품은 13~18mg/100g의 함량이다. 송풍건조에서는 30~40%가 손실된다. 비교적 많은 물속에서 가열하면 50~60%를 잃으며, 최종제품의 함량은 11~12mg/100g이다.

통조림 가공에서 50~60%를 잃고 재가열에서 5% (0~20%)를 잃으며, 최종제품의 함량은 8~11mg/100g이다. 수확 후 1~5일의 완두콩을 10분간 끓이

면 비타민 C 함량은 16~19mg/100인데 이 함량은 동결 및 동결건조한 후에 끓인 완두콩과 마찬가지로

12일 동안 계속적으로 날마다 수확한 시료에 대해 조사한 결과, 성숙이 진행됨에 따라 비타민 C는 乾物 100g당 220mg에서 120mg으로 감소되었으나 티아민 함량에는 변화가 없었다(1.6~1.7mg/100g 건물량), 완두콩이 성숙되면 子葉에 대한 種皮의 비율이 떨어지지만 종피속의 비타민 C는 자엽속의 그것의 2배나 된다.

식품이 기계에 의해 손상을 당하면 비타민 C는 파괴된다. 이것은 손상으로 인해 산화효소와 접촉되기 때문이다. 완두콩의 꼬투리를 손으로 까면 120분 후까지도 비타민 C의 손실은 없었다. 그러나 기계로 꼬투리를 까면 차츰 손실되어 가서 120분 후에는 10%가 손실되었다.

96~98°C에서 1분간 블랜칭한 다음 6초간 물을 분무해서 냉각시켰을 경우의 영향은, 완두콩의 품종에 따라 다르다. 어떤 품종은 비타민 C의 10%를 잃었고, 4개 품종은 20%를 잃었으며, 6번째 품종은 30%를 잃었다. 티아민은 그보다 안정을 유지해서 2개 품종은 손실이 없고, 다른 2개 품종은 10%의 손실, 1개 품종은 20%의 손실을 나타냈다. 그리고 최대의 비타민 C 손실 (30%)을 보인 Scout종은 티아민도 40%나 손실되었다.

90분간을 요하는 전체공정은 처음에 세척하고 블랜칭한 다음 물로 냉각시키고 다음에 송풍냉각을 해서 마지막으로 동결시킨다. 문제될 정도로 손실되는 유일한 공정은 블랜칭 단계이다. 동결중의 손실은 없다. 소비자에게 관계가 있는 최종측정치는 가열조리 후의 비타민 C 함량에 대한 것이다. 신선한 완두콩을 6.3분간 삶는데 물이 끓기까지 1.1분간을 요한다. 이 때 비타민 C의 40%가 손실된다. 냉동했던 완두콩은 3분간만 삶으면 되는데 물이 끓기까지 3분간을 요한다. 이 경우 전체 가공과정에서의 손실은 11%, 마지막 가열조리로 인한 손실이 30%였다. 이 손실량의 합계는 신선한 완두콩의 경우와 같다.

<다음호에 계속>