

食品加工과 營養

FOOD PROCESSING AND NUTRITION

A·E·벤티어 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, 加壓蒸者, 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

탈수, 통조림, 가정에서 조리할 경우 확실히 단백질에 주는 영향은 적지만, 그것은 대개 예외의 하나라고 생각해도 되겠다. 곡류를 튀기거나 볶는 따위의 고열처리, 그리고 魚粉, 깻묵 따위의 가축사료를 엄밀히 컨트롤하지 않은 채 건조시키는 조건 하에는 단백질의 손상을 일으킨다.

많은 연구는 리진(lysine)을 대상으로 하고 있기 때문에 리진만이 손상되는 유일한 아미노산이라는 인상을 주기가 쉽다. 몇 가지 조건 하에서는 리진은 가장 불안정한 아미노산이지만 다른 아미노산, 특히 시스틴이나 메티오닌도 손상을 받는다. 에프시론(ϵ)아미노基, 구아니질, 인돌 등의 側鎖, 즉 리진, 알기닌, 트립토판, 하스티딘 등의 아미노산은 환원물질이 있으면 그것에 결합하며, 소화효소에 의해서

도 遊離化하지 않는다. 즉, “생물적으로 비유효성”이 된다.

Pieniazek 등(1975)은 카제인과 글루코오스를 90°C 4% 수분에서 24시간 가열하면 11종의 아미노산의 유효성이 현저히 저하된다고 보고한 바 있다. 메티오닌의 유효성은 25%로 저하되고, 아스파라긴산, 글루타민산, 세린(serine), 글리신, 히스티딘, 알기닌의 유효성은 25~30%가 되며, 한편 리진, 알라닌의 경우는 최초 유효성의 85%가 된다. 이 손실은 수분 80%에서는 현저히 촉진되고, 티로신(tyrosine), 페닐알라닌(phenylalanine)을 제외한 모든 아미노산의 유효성은 저하되며, 글루코오스가 첨가되면 더욱 영향을 받는다.

글루코오스를 첨가하지 않은 4% 수분조건 하에서는 전체 아미노산의 손실량은 매우 적으며 시스틴, 메티오닌, 티로신, 리진, 알기닌이 10~20% 손실될 뿐이다. 이 수분조건에서 글루코오스를 첨가하면 리진의 파괴는 2배(13%에서 22%)가 되지만 다른 아미노산에는 영향을 주지 않는다.

(1) 단백질에 관한 용어

연구자들은 단백질의 영양가를 결정하는데 여러 가지 방법을 사용하므로 용어의 간단한 정의를 알아 두면 편리하다. 어떤 단일한 식품의 질적 손실에 관한 많은 논의는 이론적으로 치우치기 쉽다. 즉, 문제가 되는 것은 전체 음식물 속의 여러 가지 단백질(및 단백질-칼로리비율)이다.

이를 테면 하나 하나의 식품 속의 단백질의 정미이용율(NPU)은 0에서 1.0까지 가지각색이지만, 서유럽 사회에서의 음식물의 NPU는 전체적으로 0.7~0.8의 범위에 있으며, 한편 세계적으로 볼 때

가장 빈약한 음식물이라도 0.6 또는 기껏 0.5까지 내려가는데 그친다.

즉 곡류의 주식(때로는 근채)에 육류나 우유 같은 품질높은 단백질을 첨가해도 NPU는 겨우 20% 밖에 증가하지 않는다는 것을 의미한다. 반대로 단백질성식품의 손상이 아무리 크더라도 음식물 전체의 품질에는 조그마한 영향 밖에 주지 않는다고 말할 수 있다. 또한 식품의 가공이 보편화되어 있는 나라들에서는 음식물 속에 비교적 너무 많은 단백질이 함유되어 있기 때문에 최소한 성인에게 있어 품질 저하는 별로 중요하지는 않다.

그럼에도 불구하고 상업 베이스와는 별도로 질 좋은 제품을 제조해야 한다는 입장에서 서서 가공시의 손실을 되도록 줄일 필요가 있으며 현실적으로 단백질의 품질 저하가 건강에 위협을 주는 생활층도 있는 것이 사실이다.

(2) 유효성 아미노산

저장한 加熱단백질 속의 아미노산은 다분질과 결합하는 경향이 있어 소화효소에 의한 水解에 저항성을 갖게 되지만 酸水解로 결합이 절단된다.

따라서 생물적으로 유효한 개개의 아미노산량을 아는 것이 요구되기 때문에 결과적으로는 아미노산 소량을 알게 된다. 유효성을 아는 데는 생물적 방법이 필요하며 화학법으로 실시하고 있는 것은 리진의 경우 뿐인데, 이 경우에는 몇 가지 前提가 필요하다(Carpenter와 Booth, 1973).

리진은 2개의 아미노기를 가졌는데, 그중 α -위의 것은 폴리펩티드(polypeptide) 鎖속에 인접한 아미노산인 카르복실기와 결합(펩티드 결합)하며, 한편 ϵ -아미노기는 유리된 側鎖로 돌출되어 있다. 후자가 소화효소에 저항성 형태로 결합하면 리진은 유효성을 상실한다. 유리된 ϵ -아미노기의 화학적 정량법에 의해 유효성 리진량을 추정할 수 있다. 가장 널리 쓰이고 있는 방법은 플루오로디니트로 벤젠과의 반응성을 이용한다(유효성 리진기, AVL). 이 방법은 동물성 단백질에 적용이 잘되므로 가공시의 변화를 추정하는데 효과적인 수단이 된다. 그러나 다량의 탄수화물은 그 반응을 저지하기 때문에 곡류에는 적용할 수 없다. 또 다른 화학적 정량법도 연구된 바 있다(Carpenter, Booth, 1973).

알기닌 및 히스티딘의 측쇄도 포함한 전체적인 반응성 아미노기의 변화를 아는 데는 오렌지 G와 같은 色素結合能에 의한 방법이 있다, 그러나 특정식품에

응용할 수는 있지만 식품 전반의 영양가를 비교하는 데는 신뢰성이 낮다.

(3) 아미노산 패턴

간단하게 가공한 식품속의 아미노산은 대부분 유효성이므로 水解된 후에 측정된 아미노산 패턴은 영양가치의 지표로서 유용하며, 그 量도 추정 필요량과 비교가 가능하다. 그러나 단순한 지표로 생각하는 게 좋으며 생물적 방법에 의해서 확인할 수 있다.

(4) 空素變換係數

각 단백질은 아미노산의 組成도 서로 다르고 따라서 화학적으로 정량한 질소량에서 단백질량을 추정하기 위한 변환계수도 단백질에 따라서 다르다. 우유 6.38, 몇 가지 콩류 5.3, 곡류 5.7, 대다수의 식품단백질 6.25 등이다. 이와 같이 6.25가 통상적으로 잘 쓰이고 있지만 어떤 수치를 사용해야 하나에 대한 일치된 견해는 없다.

결국 단백질 속의 비율로서 아미노산 함량을 표시하는 수가 많지만 이것은 정확하지는 않다. 일반적인 습관으로서 개개의 아미노산 g수를 16g 전체 질소량당으로 표시하는데 이것은 변환계수 6.25를 사용하는 것과 마찬가지다. g아미노 N/g 단백질 N 또는 mg아미노산/100g 단백질 혹은 100g 식품으로 표현하는 연구자들도 많다.

(5) 정미 단백질 이용율—NPU

이 표현은 성장, 회복, 효소 생성 등 여러 가지 목적에 대해 음식물속의 단백질이 체내에 보지된 양의 비율이며, 예전에는 NPU나 생산가를 모두 %로 표시했지만, S.I. 규약에서는 비율로 나타내기로 되어 있다. 따라서 NPU 50%는 0.5로 한다. NPU는 질소량으로 나타내기 때문에 변환계수를 필요로 하지 않는다. 섭취 질소량과 배설 질소량의 차(질소 출납법) 또는 체질소 변화량을 측정으로 얻을 수 있다.

(6) 生物價(BV)

흡수한 질소량 중의 체내에 보지되는 양의 비율로 나타낸다(따라서 식품의 단백질 섭취량 자체는 아니다). BV는 NPU를 소화율로 나눈 값이다.

대부분의 손상되어 있지 않은 식품 단백질의 소화율은 90~95%이므로 BV와 NPU의 수치 사이에 차이는 거의 없지만 가열처리 후에는 차이가 생기는 수도 있다.

생물가란 말은 종종 영양가를 의미하는 그릇된 표현으로 쓰이는 경우가 있으므로 주의해야 한다.

(7) 단백질 효율-PER

단백질 1g의 섭취로 인한 시험동물(통상 쥐를 사용함)의 체중 증가량으로 나타낸다.

이 방법은 표준조건이 결정되어 있고, 특히 카페인을 표준으로 해서 그 값을 2.5로 했을 경우, 이 방법은 서로 다른 연구실 사이에서도 거의 일치된 값이 얻어지고 있다. 이 방법의 주된 결점은 식품의 가공이나 특정 함유물 때문에 기호성이 감소됨에 따라 섭취량이 저하되면 PER값도 저하되는 점인데, 반대로 동물의 기호성이 특히 높은 식품에서는 높은 값이 된다. 그런 결점은 있지만 이 방법은 널리 사용되고 있다.

음식물 속의 단백질의 유일한 원료로서 주었을 경우, 최고 4.5에서부터 성장유지가 불가능한 0까지 여러 가지 값을 얻게 된다. 그러나 후자의 경우 영양가가 없어지는 것은 아니고 실제로는 음식물 속의 다른 단백질과 배합되어서 효과를 나타낸다. PER 0은 NPU 0.4에 상당한다.

PER는 서로 비례관계는 아니므로 이를 보면 PER 2.0은 1.0의 2배의 단백질 유효성을 의미하지는 않는다. 그러나 NPU 0.8은 0.4에 비해서 유효성의 제한 아미노산량을 2배 보유하고 있다.

따라서 식품 가공에 의한 PER의 저하는 손상이 있음을 나타내고 있지만 그것을 量的으로는 표현하고 있는 것은 아니다.

(8) 제한 아미노산

조식 단백질의 합성에 쓰이는 음식물 단백질의 유효성은 필요량에 알맞은 각종 아미노산 중 최저함량의 것에 의해 결정된다. 이것을 제한 아미노산이라 부르고 있다.

영양가의 저하는 제한 아미노산이 손실되어 있음을 생물적 방법으로 측정함으로써 비로소 밝혀지게 된다. 비교적 과잉되게 아미노산이 함유되면 음식물의 손상은 더 심해지며 그 아미노산이 제한량이 될 때까지는 손실정도를 알 수 없다.

리진은 대부분의 곡류에서 제한 아미노산이 되어 있고 그 밖의 대부분의 식품 속에서는 술폰아미노산(메티오닌+시스틴)이 제한되어 있다.

(9) 相補效果

단백질의 유용성은 제한 아미노산에 의해 결정되는데 만약 2종의 단백질의 각 제한 아미노산이 서로 다른 경우, 영양가는 하나 하나의 경우보다 높아진다. 이것을 상호효과라고 한다.

(10) 영양적 손상의 검출

식품 가공시에 내부에서 일어나고 있는 반응에서 영양변화량을 측정하기는 어렵다. 아미노산의 파괴량은 물론 화학적 방법으로 추정되는데 통상 화학적으로 밝혀낼 수 없는 생물적 유효성의 저하가 문제된다.

유효성 리진량을 플루오로디니트로벤젠法으로 측정해도 반드시 생물적 방법에 의한 값과 상관되는 것은 아니다. 예를 들면 낱콩류에서는 트립신 저해물질과 그 밖의 독소로 인해 낮은 영양가를 지녔음에도 불구하고 높은 값을 나타낸다.

많은 생물적 시험은 제한이 되는 필수아미노산 이외의 아미노산의 손실에 대해서는 밝히고 있지 않기 때문에 완벽하다고는 말할 수 없다. 그리고 가령 밝혀져 있더라도 단일 단백질의 섭취시에는 별로 문제가 안되지만 혼합 단백질의 경우엔 중요한 의미를 지니게 된다.

몇 가지 아미노산을 연달아 식품에 첨가해서 생물적 효과를 봄으로써 필요한 답을 얻을 수 있을지 모르지만 매우 장기간을 요하며 비용도 많이 든다.

단백질의 가수분해물에서 크로마토그래피(chromatography)를 사용해서 어떤 특정한 생성물을 검출하는 것은 그 식품의 손상을 알아내는 간편한 방법이라고 평가할 수 있다. 예를 들면 단백질과還元糖과의 상호작용을 형성하는 리진-당복합체를 水解하면 푸로신(furosine)이 되고, 또한 알칼리성의 손상으로는 리지노알라닌(lysinoalanine), 아르기닌(arginine)으로 부터의 오르니틴(ornithine)의 형성 또는 알로-이소르이신(allo-isoleucine)의 형성 등을 볼 수가 있다.

그러나 중성 pH 부근에서의 加熱로 인한 손상에서는 리진의 ε-위 아미노기와 아미드류와의 사이에 내부적인 결합이 일어나고, 이 결합은 산가수분해에 의해 끊어지기 때문에 크로마토그래프상으로 아무 변화가 없게 된다. 또한 산화작용으로 인해 메티오닌은 메티오닐설폭시드로 변하는데 이 물질은 단백질의 알칼리 수해물 속에서 발견된다. 그러나 산수해에서는 파괴되기 때문에 검출이 불가능하다.

(11) 가공시의 변화

가공시의 변화는 다음 5종류로 분류할 수 있다.

1) 온화한 가열——단백질의 3차구조의 변화(변성)——은 영양가에 영향을 주지 않는다.

단백질 분자가 지닌 여러가지 생물적 특성(호소, 호르몬 등)은 상실된다. 변성으로 인해서 단백질의 물리적, 화학적 성질이 변화하므로 식품제조상 매우 중요한 점이다. 이를테면 섬유성 단백질은 彈性과 유연성을 잃어서 섬유가 짧아진다. 球狀단백질의 경우는 용해성, 粘性, 침투압, 電氣泳動에 의한 易動性 등이 변화한다. 이 변화와 더불어 폴리펩티드의 鎖狀結合이 풀려서 線狀이 되고(unfolding), 동시에 아미노기, OH기, COOH기, SH기 등의 反應性基가 유리된다.

이와 같은 변화는 식품의 성질을 변하게 해서 통상 목적에 쓸 수 없게 한다. 그러나 영양가에는 아무 영향이 없다.

삶은 달걀이나 쪄 고기의 경우에는 확실히 단백질의 변성이 일어나 실제로 위장의 소화를 돕고 있다. 그러나 영양가의 손실은 없다.

2) 환원물질의 존재하에서의 온화한 가열——리진의 ε-아미노기와 환원기의 결합 형성 : 이 결합은 소화효소에 의해 절단되지는 않는다. 酸에 의한 가수분해로 리진은 유리되지만 소화에서 유리되지 않기 때문에 비효효성이다. 이 반응은 메일러드반응 또는 비효소적 갈변 반응이라 불린다.

3) 더 심한 가열——환원성 물질이 없더라도 리진 이외의 아미노산 유효성도 저하된다.

시스틴은 비교적 불안정해서 115°C에서 메틸메르캅탄, 디메틸설피드, 디메틸디설피드 따위 화합물로 변하며 통상 단백질의 소화율도 저하한다.

단백질 내부에서는 리진이나 알기닌의 유리아미노기와 아스파라긴산이나 글루타민산의 유리 카르실기 또는 아스파라긴이나 글루타민의 아미드기 사이가 반응한다. 아미노산은 硫黃基, 특히 시스틴이나 보다 정도가 낮은 메티오닌과 반응하며 또한 히스티딘의 이미다졸기와도 반응한다. 2개의 히드록실아민기 사이에 포스포에스테르가 생기고, 또한 히드록시 아미노산과 단백질의 카복시 말단 사이에 락톤 環을 형성하며 또한 지방의 산화생성물과도 반응한다.

4) 과도한 가열(로스트 식품 의측부의 경우)——아미노산은 완전히 분해하거나 라세미화하고 크로스팅케이지에 의해 폴리아미노산을 형성한다. 커피,

육류, 생선, 비스킷 등을 구울 때와 같이 180~300°C의 고온에서 이러한 반응이 일어날 수 있다. 영양적인 의미에서 아미노산의 D-이성체는 생물적 활성은 없으며 풍미도 L-형과는 달라진다. 이들 아미노산의 파괴 정도는 화학분석으로 밝힐 수 있다.

5) 손상은 알칼리 처리나 산화로 인해서도 일어난다. 또 영양가와와는 반드시 관련되지 않을는지 모르지만 그밖의 요인도 있다. 예를 들면, 손상된 단백질에서 아미노산은 더 느리게 유리되기 때문에 腸管안에는 보다 많은 질소화합물이 집적된다. 이러한 현상은 大豆의 낱겉에서 볼 수 있다. 그러나 소화율의 저하(동시에 영양가의 저하를 의미한다)와 반드시 관련이 있는 것은 아니다. 한편 확실한 증거는 없지만 섭취 단백질의 低영양가는 體단백질의 합성현장에 모든 아미노산이 동시에 존재하지 않은 상태와 관련이 있다는 것이 示唆되어 있다.

소화율도 포함하고 있는 NPU의 전생물적 측정법에 의해서 소화율의 저하, 아미노산 함량이나 유효성의 감소 또는 흡수능률을 지연시키는 온갖 효과등 모든 변화를 밝혀낼 수가 있다.

(12) 메일러드 반응

리진과 環元糖사이의 반응은 Maillard(1912)에 의해 처음으로 발견되고 그 후 이 연구는 현저히 진척되었다[Carpenter, Booth에 의한 상세한 총설이 있다(1973)]. 통상 흔히 볼 수 있는 손상이나, 동시에 다른 아미노산에도 손실이 있는 경우라도 리진의 손실은 식품가공으로 인한 손상성의 지표가 될 수 있다.

메일러드 반응은 단백질속의 아미노산의 아미노기(또는 펩티드 속이나 유리 아미노산의 경우도 마찬가지)와 글리코시드 결합성의 糖과의 縮合反應이다.

이 반응의 제 1 단계는 無色 화합물을 형성하며, 그 후 복합체가 되어 갈색색소가 된다. 따라서 메일러드 반응은 비효소적 褐變이라 불린다. 이산화유황이나 그 밖의 抗酸化劑는 색소의 증대를 방지할 수는 있지만 무색의 아미노산-당화합물의 형성을 막을 수는 없으므로 그 단백질의 품질 저하는 저지할 수 없다.

알데히드, 케톤, 환원당등 여러 가지 結合基는 아미노기와 알도르 縮合을 해서 처음에는 시프름을 만들고 후에 N-치환 글리코시르아민이 된다. 이들 화합물은 에머틀리 轉位에 의해 더욱 無色の 화합물로 전환하는데 이 반응은 可逆의이다. 제 3의 단계

는 Strecker분해로, 1분자의 CO₂를 잃은 후 형성된 알데히드끼리의 축합이나 가열식품속의 당분해물 또는 여러 가지 탈수화합물의 축합에 의해 갈색색소가 생긴다. 반응의 중간단계에서 리덕톤류를 형성하는데 이들 물질은 인도페놀법에 의한 아스코르빈산 定량을 방해한다.

메일러드 반응의 안정된 제일반응 생성물은 1-데옥시-2-케토오스(리진-프록토오스)이며 소화효소로 水解되지 않기 때문에 리진은 생물적으로 유효성이 없게 된다. 산분해로 리진의 半량을 유지하고 20%는 푸로신(ε-N-(2-푸로일메틸)-L-리진)], 그리고 10%는 피리독신(ε-(1,4-디히드로-3-히드록시-옥소-6-메틸-1-피리딜-L-노르로이신)]이 된다.

커림크로마토그래피에 의해 푸로신은 아르기닌의 다음에, 그리고 피리독신은 鹽基性 아미노산 속, 리진의 피크 전에 溶出된다. 푸로신의 성질로 보아서 리진의 일부는 유효성이 없어지는 것 같다. 리진의 피크는 일부 유효성 리진에서, 그리고 일부는 리진-프록토오스 복합체로 부터의 리진에 유래한다.

이런 이유에서 생물적 측정법이 필요하게 된다. 가공으로 인한 영양가의 손실에 대해서는 Block등(1946)에 의한 고전적인 보고예가 있다. 밀가루, 달걀, 효모, 乳 알부민으로 된 케이크믹스의 PER는 3.5인데, 200°C에서 15~20분간 구우면 2.4로 내려가며, 130°C, 40~60분간 다시 구우면 0.8까지 내려간다. 이 손실은 거의 모두 리진에 유래하는 것임은 그 때 이 아미노산을 첨가함으로써 PER는 최초의 값으로 회복되는 것으로도 알 수가 있다. 이와 같은 예는 다수의 곡류식품에서 볼 수 있다.

(13) 含黃아미노산

Pronczak등(1973)은 카제인과 글루코오스를 121°C로 가열한 모델 실험과 밀가루, 설탕, 달걀 및 지방의 혼합물을 180°C로 13분간 구운 것(크리스프 케이크)을 비교하고 메일러드 화합물은 消化管으로 흡수되어 尿속에 배설되므로 소화율과는 관계가 없다고 보고한 바 있다.

리진 다음으로 시스틴이 가장 반응성이 있는 아미노산이다. Beuk등(1948)은 강하게 구운 돼지고기의 전체 아미노산은 시스틴을 제외하고는 완전하다고 말한 바 있고, Bjarnson과 Carpenter(1970)는 단백질을 115°C, 27시간(적당한 고온으로 장시간 가열하는 조건) 처리하면 시스틴의 50%가 파괴된다고 보고했다. 145°C에서는 거의 모든 시스틴이 파괴

되지만 메티오닌의 손실은 없다.

콩을 가열하면 이와 같이 시스틴이 가장 파괴되기 쉬운 결과가 되지만 다른 아미노산도 역시 손상된다. Evans와 Butts(1948, 1949)는 大豆粕을 121°C에서 4시간 가열한 후 시립관 내에서 호소에 의한 소화율을 지표로 해서 조사한 결과 처음에 설탕을 첨가하지 않는 조건 하에서는 단백질분자 내에서 변화가 일어나 아스파라긴산의 37% 및 글루타민산의 24%는 유효성이 상실되며, 한편 처음에 설탕을 첨가해서 가열하면 시스틴의 86%, 메티오닌의 41%, 히스티딘의 47%, 케일알라닌, 로이신의 15%가 각각 활성을 잃는다는 것을 보고한 바 있다.

가열처리로 인해 시스테인은 시스테인산이 되고, 메티오닌은 메티오닐설피온이 된다. 이들 물질은 利用性은 없다. 메티오닌은 또한 프록토오스와 반응해서 1-데옥시-1-메티오닌-D-프록토오스를 형성한다.

含黃아미노산의 유효성은 쥐의 시험에 의한 생물적 방법, 또는 효소적으로 水解된 단백질의 화학 분석에 의해 추정될 수 있다. Pieniazek등(1975)은 隣臟의 펩티다제(peptidase)에서 水解된 후, 메티오닌의 酸化型과는 반응하지 않는 니트로페루시드法으로 유리 메티오닌을 定량하였다. 또한 유리 시스테인 및 시스틴은 디티오비스니트로 安息香酸으로 比色한 결과, 돼지고기, 쇠고기 속의 메티오닌 및 시스틴은 100% 유효성이었다.

메티오닌과 시스틴의 全량은 가공 후에도 변함이 없지만 그 유효성은 저하한다(표 4.1). 이 화학적 분석결과를 생물적 방법으로도 확인할 수 있었다.

Pieniazek등(1975)은 리진과 마찬가지로 카제인 속의 유효성 메티오닌은 수분과 글루코오스가 공존

표 4.1 신선 및 가공식품 속의 유효성 함량 아미노산량의 효소적 수해에 의한 정량 [Pieniazek등(1975)]

	메티오닌(%)	시스테인(%)
[신선유유]	100	100
가당 연유	85	70
분무건조 분유	100	90*
피막건조 분유	80	90*
[신선 고등어]	100	100
절	100	100
115°C 살균	100	35
126°C 살균	80	25

* 전체 시스테인량은 10% 이하

할 때 가열하면 가장 저하가 심하다는 것을 발견했다. 즉 건조한 카제인(수분 0.4%)의 경우는 90°C, 24시간의 가열에 의해서 유효성 메티오닌의 25%를 잃지만 수분 8% 조건 하에서는 32%를 잃는다. 글루코오스를 첨가하면 손실률은 각각 32% 및 55%로 증가한다.

한편, 유효성 시스테인은 수분의 영향을 받지 않고 건조 및 축축한 카제인의 경우도 같은 정도의 손실을 나타내며 글루코오스를 첨가하지 않았을 때는 60%, 첨가했을 때는 100% 분해한다. 메티오닌 및 시스테인의 총량도 약간 감소된다.

이 저자들은 산화 카제인의 영양가 저하는 메티오닌이나 시스테인의 산화가 원인인 경우 외에 폴리펩티드鎖속의 효소의 水解에 저항성 있는 결합이 생기는 것이 원인인 경우도 있다고 결론지었다.

(14) 酸 化

식품 가공시에 일정한 제한량의 酸化劑가 여러 목적으로 사용되고 있다. 이를테면 과산화수소는 우유의 멸균에 쓰이는 외에 醱母나 탈지우유의 처리 또는 생선 단백질축출물(FPC)의 탈색 등에 사용되고 있다는 것이 示唆된 바 있다. 또한 과산화 벤조일은 밀가루의 표백이나 개량제로 쓰이고 있다.

高温에서는 산화제나 過酸化脂質은 단백질 속의 아미노산 殘基와 반응해서 그 유효성을 저하시킨다.

메티오닌은 주로 설폭시드로 변함으로써 영향을 미치는데 유리된 형태로나 펩티드 결합체로나 모두 일부는 이용할 수 있다. 한편, 설폰은 이용성이 없다.

산화로 인해서 트립토판의 전부, 그리고 티로신의 일부가 파괴된다. 아마도 가장 중요한 점은 산화 후에 효소의 수해가 잘 안되는 점일 것이다. 過酸化 酸化 카제인이 생체내에서 불안정한 수해 밖에 안된다는 것이 동물시험의 결과에서 추정이 가능하다. 또한 효소법에 의한 定量的 결과는 프롤린, 글리신, 발린, 로이신, 히스티딘, 알기닌의 유효성이 저하된다는 것을 보여준다.

우유를 0.018M의 과산화수소로 처리한 후 프로나 아제로 水解하면 미처리 시료의 경우 전체 메티오닌의 56%가 유리되는 데 비해서 불과 39% 밖에 유리되지 않는다. 메티오닌의 半량이 설폭시드로 전환되지만, 다른 아미노산에는 영향이 없다.

과거에는 三鹽化素素(agen)가 밀가루의 개량제로 사용되었는데 이 작용으로 메티오닌설폭시민을 형성

하며 이것이 개(犬)의 주행성 간질을 유발한다. 불포화지방산에서 생성되는 히드로페르옥시드류는 분해되어서 산, 알콜, 케톤 등이 되며 이것들이 단백질 속의 여러 부분과 반응한다. 모델실험에서는 리놀산 메틸의 히드로페르옥시드는 티조틴, 히스타민(히스티딘에서 생성됨), 메티오닐설폭시드와 반응하며 또한 리진과 여러 가지 반응생성물을 생성한다.

이러한 손실은 지방성 식품 저장시에 발생한다. Carpenter등(1962)은 청어찌꺼기를 25°C의 공기속에서 12개월 저장하면 유효성 리진의 90%가 감소되지만 窒素氣流 아래 또는 脫脂 후에는 전혀 변화가 없다고 보고한 바 있다.

지방이 過酸化할 때 생성되는 프리 래디컬(free radical)도 단백질과 반응하지만 이 효과는 수분 함량이 불어나면 저하된다. 즉 물은 래디컬을 없애는 작용이 있기 때문이다.

산화한 脂質이 단백질과 반응한다는 것은, 반대로 보자면 단백질은 抗酸化劑 기능을 지녔다고 할 수 있다. Labuya등(1964)은 단백질의 존재 하에서는 지방 산화속도가 1/10로 저하된다고 보고한 바 있다.

(15) 알칼리 처리

단백성 식품은 특성물질의 파괴, 여러 기능성 발효의 목적, 그리고 특히 單離단백질 조제시에 용해의 목적 등 여러가지 목적을 위해 알칼리 처리가 이용된다. 그러나 온화한 알칼리 처리에서도 영양가는 저하될 수 있다. 끓는 물 속에 pH 8 이상 보지하거나 pH 10, 25°C의 상태에서는 크로스링킹이 형성되기 쉬워져서 水解로 인해 리지노알라닌이 생긴다. 아래에서 서술하겠지만 영양상의 변화와는 별도로 이 물질은 독성을 나타낼 가능성이 있다.

그밖의 변화로서 더 과격한 처리조건하에서는 탄산염(炭酸鹽)과 함께 끓임으로써 오르니티노알라닌이 생기고, 또한 엷은 암모니아나 수산화나트륨과의 처리로 β-아미노알라닌이 생긴다. 이 경우 시스틴, 알기닌, 스테오닌, 세린, 리진의 유효성이 저하된다. 리진, 메티오닌, 이솔로이신은 라세미화(化)하지만, 이들 D-이성체는 영양가가 없다.

처리조건이 과격해질 수록 손실도 증대하며, De Groot와 Slump(1969)는 대두단백질을 pH 12, 60°C 8시간 알칼리처리를 하고, 또한 Woodward와 Short(1973)는 pH 12, 40°C에 4시간 방치한 결과를 보고한 바 있다. 시스틴은 일반적으로 가장 불안정한 아미노산이어서 매두의 NPU는 63에서 41로 내려가고

분리 대두단백질(가용화한 후 침전시킨 것)의 경우는 24에 까지 내려간다. 카제인의 NPU는 63에서 53으로 내려가고 소화율도 100%에서 90%로 내려간다. 해바라기씨 단백질을 0.2N알칼리로 처리하면 아르기닌, 스테오닌, 세린, 리진, 시스틴의 차례로 손실을 나타내고, 리지노알라닌, 알로-이솔루신, 오르니틴이 생성되며 리진은 라세미화 한다.

Provansal등(1975)은 단백질을 0.5M NaOH속 55°C에 30분간 방치해서 용해시킨 후, 1M NaCl에서 pH 4.8, 4°C에서 침전시켰더니 아르기닌, 로이신, 시스틴, 스테오닌, 세린, 리진, 이솔루신이 손실되었지만 아스파라긴산, 글루타민산, 메티오닌, 페닐알라닌, 프롤린, 티로신등은 손실되지 않았다고 보고한 바 있다.

알칼리 처리로 인한 변화는 단백질에 따라서 다르며 단백질 분자내의 여러 가지 反應基의 數와 결합 위치에 의존하고 있다. 실제로도 유체씨 단백질 속의 리지노알라닌 생성량은 해바라기씨보다 적다. 알칼리처리한 단백질의 酸水解로 인한 여러가지 화합물은 손상의 하나의 지표가 될 수 있지만, 中性부근에서의 가열로 생성하는 분자내 펩티드 결합과는 달라서 酸에 의해 완전히 수해된다.

앞에서도 말했지만, 리지노알라닌은 영양가의 손실과는 별도로 毒性을 나타낼 가능성이 있다. 이 화합물 자체는 쥐의 腎臟장해를 일으킨다. 그러나 단백질에 결합하고 있을 경우는 해롭다고는 생각되지 않고 있다. Van Beek등(1974)은 대두의 紡絲단백질(알칼리 처리한 것)을 쥐에게 투여했더니 신장장해는 전혀 없었다. 또한 리지노알라닌은 각종 식품속에 널리 분포되어 있으며, Sternberg등(1975)은 여러가지 식품속의 50 μ g/g에서 시판되고 있는 휘프劑 속의 50mg/g까지 함량도 가지각색임을 발견한 바 있다.

卵白을 10분간 튀기면 350 μ g/g의 리지노알라닌이 생기며 시판되고 있는 어떤 건조제품 속에는 1.8 mg/g이나 검출된다. 乳兒用의 조정우유에 쓰이는 에버밀크의 경우는 150~860 μ g/g, 분리대두 단백질 속에는 0~370 μ g/g 함유된다. 따라서 리지노알라닌은 단지 가열만으로도 생성되는 듯하다.

(16) 그 밖의 요인

가공에 사용하는 대부분의 카아보닐화합물은 어류 단백질(사료용)과 건조상태에서 반응하며 유효성 리진량을 감소시킨다. 또한 水溶液의 상태에서도 단백

질내의 크로스링케이지 형성을 촉진한다. 이들 카아보닐로는 포름알데히드, 프로피날 등이 있다.

포름알데히드는 단백질과 작용해서 소의 反芻胃 속의 박테리아에 의한 水解와 분해로부터 보호한다. 따라서 이 처리에 의해서 반추동물에 대한 영양가를 개선할 수가 있다. 綿實은 색소 고시폴을 함유하며 기름 추출시에 고시폴의 일부는 리진의 유리 아미노기와 결합해서 유효성을 저하시킨다.

지방 추출용의 溶劑는 단백질을 손상시킬 가능성이 있으며 인간의 식용으로 조제한 피쉬밀(어분 및 FPC)은 용제추출되는 수가 많지만, 에타놀이나 이소프로판올은 100~120°C 이하에서 몇시간 사용하는 한 단백질의 손상은 없다.

그러나 용제 1,2-디클로로에탄은 시스테인이나 메티오닌과 반응하고 독성물질을 형성한다. McKinney등(1957)은 시스테인은 3-(디클로로비닐)-L-시스테인으로 전환하는데, 이 물질은 송아지에 대해 독성이 있다고 보고한 바 있다.

(17) 가공에 의한 손상을 컨트롤하는 요인

단백질-당(糖)의 반응에 영향을 주는 주요인자에 관해서는 Lea, Hannan(1949)의 고전적 연구에 의해 확립되었는데, 그 실험에 카제인나트륨을 11% 글루코오스 수용액과 혼합한 후 동결건조해서 단백질과 당을 충분히 접촉시킨 다음 37°C에서 저장했더니 수분 15~18% 사이(상대습도로서 70%가 됨)에서 가장 반응성 아미노기의 손실이 크다는 것을 보여준 것이다. 또한 이 반응은 낮은 pH에서는 진행이 느려지며, pH 3일 때의 속도는 pH 7일 때의 1/10이 된다. 그러나 알칼리 쪽에서는 약간 빨라질 뿐이다.

Henry와 Kon(1950)에 의해 같은 재료로 반응성 아미노기가 손실된다는 것이 생물적 방법에 의해 확인되었다. 즉 30일 후 반응성 아미노기의 90%가 상실되는데, BV가 0.78에서 0.39로 내려가는 사실로서 증명된다(이 내려간 값은 아미노산 혼합식 속의 리진만을 완전 제거한 경우의 값에 가깝다). 그리고 소화율은 최초의 91%를 유지하고 있다.

가장 영향을 받기 쉬운 아미노산의 종류는 식품이나 가공의 방법에 따라서 다르며, 카제인-글루코오스 혼합물이나 곡류의 비교적 온화한 가공시에는 리진만이 손실된다. 그보다 더한 가열에 의해 함유 아미노산이 손실되지만 다른 아미노산의 손상정도는 그다지 심하지 않다. 과일한 肉粉이나 魚粉의 경우

는 주로 함황 아미노산의 손상이 심하며, 다른 아미노산은 다소간 손실되기 쉽다.

(18) 수분(水分)

Lea 및 Hannan(1949)은 손상은 10% 및 14% 수분(70% 상대습도)에서 가장 심하다는 것을 확인하였다. Carpenter등(1962)은 유효성 리진의 손실은 14% 수분에서 가장 크다고 보고한 바 있다. 건조시료는 가열에 대해 비교적 저항성이 있어 대량의 물에 끓여도 변화는 없다.

탈지분유는 4.7% 수분에서 182일간 저장해도 BV나 소화율에 영향이 없지만 7.3% 수분에서 단 60일만에 BV가 0.84에서 0.69로 저하된다. 분유는 풍미나 용해성의 변화에 의한 품질의 저하를 막기 위해 항상 수분 5% 이하에서 저장되고 있으며 이 조건은 동시에 단백질의 손상을 막는 한계인 것으로 보인다.

Kramer(1974)는 PER의 저하를 6개월간 10% 이하로 억제하려면 -1°C , RH 60%의 조건이 필요하며 RH 40%에서는 10°C 에서도 가능하다고 보고한 바 있다. 또한 장기저장에는 보다 低溫이 필요한데 위의 보고와는 반대로 -15°C 로 보존하면 2년간 단백질에 아무 변화도 없었다고 말한 바 있다.

(19) 환원 물질

산화한 가열하에서 영양가의 저하를 일으키는 주요한 요인은還元糖의 존재이다. 예를 들면 카제인만을 120°C 까지 가열해도 안전하지만 Lea와 Hannan에 의하면 카제인-글루코오스 혼합물의 경우는 10°C 라도 불안정하다. 마찬가지로 밀 글루텐의 試料도 단독으로 가열해도 안정되어 있지만 글루코오스를 첨가하면 BV는 0.55에서 0.18로 저하된다.

비스킷에 카제인을 첨가해서 구우면 유효성 리진의 손실은 없지만 탈지분유를 넣어서 구우면 乳糖 때문에 유효성 리진은 50% 손실된다. 실험 결과 상호간에 뚜렷한 모순이 있는 것은 試料의 純度 때문인 것 같다. 예를 들어 Mader등(1949)에 의하면 시판되는 락트알부민은 환원당을 5% 함유하며 이 물질을 씻어내면 단백질은 가열손실을 덜 받게 된다.

마찬가지로 洗淨한 카제인은 乳糖을 약간 함유한 시료보다는 안정되어 있다.

건조란의 저장시에 볼 수 있듯이 아주 소량의 환원성 물질이라도 손상을 가져 온다. 예를 들면 달걀속의 글루코오스는 1.2%에 불과하지만, 이것을 제

거하면 달걀은 안정을 얻는다. Tarr(1954)에 의하면 어떤 종류의 생선에는 소량의 리보오스가 함유되어(건어 속에는 0.4%) 단백질의 손상을 일으킬 가능성이 충분히 있다. Carpenter등(1962)은 血漿 알부민은 85°C 에서 27시간 방치해도 안전하지만 소량의 리보오스를 첨가하면 같은 온도에서 1시간 후부터 손상을 일으킨다고 보고한 바 있다. 또한 이때 0.8몰(mol)의 리진과 1몰의 리보오스가 결합하는 것으로 계산하고 있다(0.3% 리보오스가 2% 리진과 반응한다).

각종의 환원당은 각각 다른 속도로 반응하는데 크실로오스(cxylose)가 가장 빠르고, 다음은 아라비노스, 글루코오스, 갈락트론산, 유당, 말토오스, 프룩토오스의 순서이다. 프룩토오스의 반응성은 글루코오스의 1/10이다.

설탕 및 그 밖의 비환원당의 손상작용은 가공시에 우선 이들 糖이 분열해서 환원당이 되는 것으로 예상된다. 예를 들어서 설탕은 카제인에 대해 작용하지 않지만 單離 배두 단백질이나 단리 땅콩 단백질의 경우는 유효성 리진의 손실이 매우 크다. 구운 비스킷속에 29% 첨가한 설탕은 리진을 손실케 하지만 14.5% 첨가하면 리진의 손실을 보이지 않는다.

아미노산은 또한 식품속의 脂質의 산화로 인해 생성되는 환원물질과도 반응할 수 있다. Tappel(1955)에 의하면 리놀산 또는 대구 肝油와 단백질 및 산화 촉매 再現에 의한 모넬제를 사용한 결과 37°C , 48시간 후 단백질과 산화지질 사이에 현저한 상호작용이 일어나서 不溶性의 알칼릭 화합물 형성과 아미노산 파괴를 볼 수 있었다.

Lea등(1958)은 청어 찌꺼기에서 보다 낮은 효과를 확인한 바 있다. 즉 37°C 에서 몇 주일간으로 산소를 흡수하지만, 25°C 에서는 흡수가 훨씬 완만해진다. 또한 25°C 에서는 유효성 리진이 12개월 후에 7.2g/16gN에서 6.6으로 감소할 뿐이다(수분함량 6 또는 11%). 또한 질소가스나 공기속에 저장하기에 앞서 탈지처리를 하면 유효성 리진의 손실은 없게 된다. 따라서 리진의 손실은 Tappel의 보고와 같이 油脂의 산화와 결부되어 있다고 할 수 있다. 같은 연구자 등에 의해 메티오닌도 산화한다는 것이 발견되었는데 동물실험에 의해 리진만이 손상된다는 것이 증명되었다.

(20) 시간, 온도

단백질의 품질 저하는 室溫에서도 발생할 수 있는

데 이것은 저장시에도 손실될 수 있다는 것을 의미한다. 앞에서 말했듯이 카제인-글루코오스 혼합물에 의한 심한 품질저하는 37°C에서 발생된다. Ben-Gera 및 Zimmerman(1972)은 여러가지 試料를 밀봉해서, 일부 減壓상태의 60% RH에서 온도를 40°C까지 상승시켜 유효성 리진의 최대 손실율을 비교했던 바, 탈지분유 88%, 면실 찌꺼기 36%, 땅콩 찌꺼기 33%, 밀 43%, 쌀 19%, 수수 40%, 대두박 8%의 순서였다.

손상은 열에 의해 가장 가속적으로 증대하며, Lea 및 Hannan(1949)은 그들의 모델系로 10°C에서의 측정속도에 비교해서 37°C에서는 100배나 빨라지고, 70°C에서는 9,000배나 빨라진다. 단백질만을 가열했을 경우 臨界溫度까지는 일반적으로 안정을 유지하지만 그 이상되면 가열시간에 비례해서 손실이 생긴다. 예를 들면 카제인은 120°C까지는 손실이 없지만 그 이상되면 가열시간에 비례해서 손상된다.

환원당의 존재하에서 조차 단시간의 온화한 처리를 하면 거의 영향이 없는 경우도 있고 카제인과 글루코오스가 50:1 비율인 혼합물에서는 120°C의 가압증기가마에 135분간 넣은 후의 소화율이 95%에서 92%로 약간 내려간다. 그리고 NPU는 15분 후에 최초의 값의 95%로, 또한 45분 후에 92%로, 135분 후에는 85%로 내려간다. 이러한 결과는 앞서의 Lea와 Hannan의 보고와 뚜렷한 대조를 보여준다.

Mauron등(1960)은 단백질 함량이 높은 비스킷 속의 손실은 모델 實驗系와 마찬가지로 시간과 온도에 비례한다고 보고했다. Pronczuk등(1973)은 비스킷을 180°C에서 13분간 처리하면 NPU가 최초 값의 72%가 된다는 것을 보고했다.

Carpenter와 Booth(1973)는 Arrhenius플로트*에 의해 서로 다른 온도에서의 반응성 아미노기의 손실속도를 밝힌 바 있다.

(21) 그 밖의 요인

단백질의 안정성에 관한 많은 연구는 모델계의 것인데, 실제 식품속의 변화는 카제인-글루코오스의 모델보다 훨씬 더 복잡하다. 그리고 단백질에 미치는 그 밖의 요인이 존재한다.

Dummer(1971)는 가열한 카제인-글루코오스 혼합물의 경우, 리진과 마찬가지로 아르기닌, 스테오

* 반응 온도와 速度定數 사이의 플로트, 속도정수의 對數와 온도의 逆數 사이의 직선관계와 傾斜에서 활성화 에너지를 알 수 있다.

닌, 베타오닌, 히스티딘, 이솔루우신의 순서로 손실되지만, 우유를 같은 조건에서 가열했을 경우는 손실되는 것은 리진 뿐이라고 보고한 바 있다.

여기에는 물리적 요인도 포함되어 있으며 Bender는 거의 글루코오스와 카제인 뿐인 食餌를 실험동물용으로 조제했을 때 室溫에서 1년간 개방해 두어도 매우 안정되어 있다는 것을 발견한 바 있다. 이것은 Lea, Hannan이 실온에서 신속한 품질 저하가 발생한다고 보고한 것과 아주 대조적이다.

개개의 가공기술자로서 똑똑히 이해할 수 있는 것은, 중요한 온도조건은 식품 자체에 있는 것이지 가열 매체에 있는 것은 아니라는 점이다. 예를 들면, 착유한 생선 찌꺼기를 화염건조기(flame drier)속에서 가열할 때, 이 장치의 吹込온도가 1,100°C인 경우에도 거의 손상을 받지 않는다는 많은 보고가 있다. 加熱導管에 타버린 부분이 남지만, 시료의 품질 자체는 비교적 양호하다. 이 사실은 단적으로 말해서 식품의 온도는 수분이 완전히 제거되기까지 100°C 이상은 되지 않으며, 그 시료 자체가 고온이 되지는 않음을 말해준다. 이와는 반대로 가공조건을 주의 깊게 조절했을 경우에도 식품의 손상을 방지하는데 실패한 예들도 많다.

그 하나의 예로는 분유의 경우(일종의 시료만으로 한 실험), 거의 완전한 조건하에서 저장해도(질소기류 아래 냉동기 속에 보존) 그에 비례해서 안전하지는 않다는 보고가 있다. 이 시료의 NPU는 3년 후 0.74에서 0.53으로 내려갔다.

더욱 설명하기 곤란한 예로서, 일정기간을 점포 선반위에 방치해 둔 다른 시료는 당연히 기온과 습기속에 노출된채 방치되었는 데도 NPU는 주의깊게 저장한 것과 동일한 경우가 있다. 두 시료가 모두 含黃아미노산의 손실이 원인인 사실은, 베타오닌을 첨가하면 NPU가 0.73으로 회복되는 것으로도 알 수 있다.

(22) 메일러드 화합물의 생리적 효과

영양적으로는 필수아미노산의 일부가 유효성을 잃게 되면 품질이 저하하게 되지만, 그 밖에 다음과 같은 효과도 있다.

① 아미노산 결합의 水解가 불가능해지면 소화율이 저하되어 대변속에 펩티드가 배설된다.

② 한편, 수해되지 않은 펩티드류의 일부는 腸管에서 흡수되거나(즉, 소화된다) 그것들은 다시 尿속에 배설된다. 이 사실에서 단백질 소화율의 저하로

써 설명할 수 있는 것보다 더 많이 영양가가 저하된다고 하는 많은 연구결과를 이해할 수 있다.

③ 가열한 단백질에서의 아미노산의 遊離率은 완만해지기 때문에 단백질합성에 대한 이용성은 달라진다.

④ 장관 속에서 소화되지 않은 펩티드류가 소화효소를 부분적으로 저해함으로써 아미노산 흡수를 방해하고 또한 소화관으로 부더의 아미노산 수송계통도 저지한다. Adami와 Hewitt(1976)는 글루코오스와 트립토판을 가열하면 프록토오스트립토판이 생겨서 트립토판의 흡수를 拮抗적으로 저해한다는 것을 反轉腸管實驗에서 확인한 바 있다. 더욱 실용적인 예에서는 실하게 갈변한 살구를 먹으면 설사를 일으키는 데, 이 조건에 적응되고 있는 동물의 식이섭취량이 일정하더라도 성장이 감퇴된다는 것이 알려져 있다. 또한 간장속의 여러 가지 효소 레벨의 변화로 인해서 간장 장애가 일어나고 있다는 증거가 있다.

Tanaka 등(1976)은 상해된 단백질의 섭취로 인해서 腸粘膜의 二糖類水解酵素, 알칼리포스파타제 및 몇 가지 디펩다제의 활성을 저하케 하고 간장의 지방합량과 트랜스아미나제 활성을 높여 준다고 보고한 바 있다. 이 단백질 시료는 지나치게 가열한 것이 아니라 卵白 알부민을 글루코오스와 함께 37°C, 68% RH에서 저장한 것인데, 10일 후에 갈변이 없더라도 BV가 저하되며(갈변은 후에 나타남), 이 영향을 받는 아미노산은 리진과 알기닌이다.

⑤ 메일러드 반응 생성물은 독성이 있다고 알려져 있지만 그 근거는 확실치 않다. 메일러드반응을 일으킨 식품에서 추출한 가용성 물질은 단백질의 모델 혼합물에서 추출한 물질과는 다른 성질을 나타내며, 프록토오스-리진의 가용성 복합체는 腸管으로 흡수되어서 尿속에 배설되지만, 단백질 식품에서 추출한 것은 흡수되지 않는다.

그러나 Ford와 Shorrock(1971) 및 Pronczuk 등(1973)은 가열한 카제인-글루코오스 혼합물을 먹인 시험용 쥐의 尿속에서 고분자 화합물을 검출한 바 있다. 가열한 대구살-글루코오스 또는 卵白-글루코오스 혼합물을 직접 투여한 실험에서는 쥐의 성장은 저하되지 않고, 어린이에게 지나치게 가열한 우유제품을 먹여도 영향이 나타나지 않는다.

(23) 바람직한 갈변현상

메일러드 반응은 식품공업상 바람직한 색깔, 풍

미, 향기 등을 만들어냄으로써 플러스 효과를 줄 수가 있다. 즉, 제빵, 로스트, 프라이, 토스트 등의 가공이 비스킷, 볶은 땅콩, 코코아, 고기 추출물, 맥아 추출물 등에 응용되고 있다. 물론 풍미가 생성되는 경우에 다소간의 아미노산 손실은 있지만 그 이상의 소득이 있는 것으로 간주되고 있다. 메일러드 반응은 환원제를 식품에 첨가할 경우의 특별한 목적에 대해서도 연구되고 있다. 예를 들면, 빵 속에 분유를 넣어서 토스트하면 유당의 존재로 인해서 저온에서도 메일러드 반응이 일어난다.

그밖에 아미노산과 페토스나 알데하이드와의 가열에 의해서 닭고기나 獸肉같은 맛을 만들어 내려는 시도가 있다. 시스테인과 리보오스는 돼지고기 비슷한 맛, 리보오스와 아미노산 혼합물은 쇠고기 비슷한 맛, 그리고 리진 또는 시스틴과 프판과의 가열에 의해서는 고기맛을 만들어 낸다. 아침용 곡물식, 구운 빵, 로스트한 커피 및 볶은 콩가루 등은 특정 아미노산과의 반응으로 각각 특유한 맛을 만들어 내고 있다. 글루코오스와 글리신의 가열로 갖 구워낸 빵의 맛을, 글루코오스와 아미노 낙산(酪酸)으로는 丹楓糖蜜의 맛을, 그리고 메티오닌 분해물은 감자의 맛을 낸다.

야채를 조리할 때 생성되는 휘발성 성분은 알라닌, 발린, 로이신 등의 아미노산 분해로 인한 알데하이드류에 유래한다. 별로 바람직하지 않은 맛은 含黃아미노산의 Strecker분해로 인한 메틸메르캅탄, 黃化디메틸, 황화메틸 등에 유래하고 있다. Rao(1974)는 땅콩이나 팽겔콩(인도의 다목적 식품)의 가열에 의한 맛 개량을 시도하고 있는데 그것에 의하면 호감이 가는 맛을 내려면 적어도 120°C의 고온을 필요로 하지만, 한편 땅콩속에 첨가한 설탕은 심한 손상을 준다(다음의 표 참조).

가 열 (분)	티아민 손실	리보플라빈 손실	PER 변환
10	50%	10%	1.75에서 1.55로 저하
20	60	30	1.75에서 1.55 " 저하
30	70	40	1.75에서 1.42 " 저하

PER의 저하는 유효성 리진의 감소로 인한 것으로 위의 세 가지 가열시간으로 각각 단백질 속에서 3.0, 2.5, 1.7%가 된다. 팽겔콩은 10분간 가열로 리보플라빈의 85% 를, 그리고 티아민은 전량을 상실한다. 또한 PER는 1.7에서 1.5로 내려가는데, 이것은 유효성 리진 함량이 6.1에서 3.5%로 감소되는 때 원인인 있다.

<다음 호에 계속>