



□ 초산균과 효모의 혼합배양에 의한 Rice Vinegar의 제조

지금까지 일반적으로 행하여지고 있는 양조 식초의 제조법(정치발효법)은 쌀 등의 전분질 원료를 종국, 혹은 시판 효소제를 이용하여 당화하고 이것을 다시 효모로서 에탄올발효시킨 것을 초산균에 의해 초산발효 시키는 방법이다.

전분당화, 에탄올발효 및 초산발효의 3 공정이 각각 분할되어 행하여지며, 이러한 공정에는 각각의 최적조건이 있으므로 제조관리가 복잡할 뿐만 아니라 제조기간도 장기화 되고 있다.

가쿠시마현의 복산지방에서 행하여지고 있는 식초사입 방법에서는 미국, 증미, 흡수, 종초를 동시에 사입하는 것으로 당화, 에탄올발효와 함께 초산발효를 병행하여 행하는 것으로 사입 초기에는 에탄올발효가 선행하고, 생성되는 에탄올이 점차 초산발효로 되기 때문에 에탄올발효에서 초산발효로 이행하는 일정기간 만으로 병행 발효가 되는 2단계 발효이다.

또한 종래에 사용되는 주조용 효모는 1% 이상의 초산 존재하에서는 에탄올발효능이 저하되기 때문에 종초를 첨가할 때까지 수일간의 에탄올 발효기간을 설정하여 에탄올발효를 거의 완료시키던가, 사입 초기에 종초를 첨가할 경우에도 종초의 사용량을 제한하여 초산 농도를 1% 이하로 제한하고 있다.

본 연구는 효모에 의한 에탄올발효와 초산균에 의한 초산발효를 병행하여 단시간에 산생성을 높이며, 생성되는 초산이 농도가 상승하여도 에탄올 발효능을 저하하지 않도록 하는 초산내성 효모를 검토하고, 그러한 효모를 이용할 경우 사입 배합에 관해 조사하였다.

1. 균 주

효모는 IFO(재단법인 발효연구실), HUT(광도대학 공학부) 및 AKU(경도대학 농학부)의 보존균 120균주(Saccharomyces 속 83 주, Candida 속 14 주, Hansenula 속 12 주, Torulopsis 속 4 주, Schizosaccharomyces 속 3 주, Saccharomycodes 속 2 주, Pichia 속 2 주)를 이용하였으며, 초산균은 Acetobacter aceli(IFO 3283, 3284의 2주를 혼합한 것)를 사용하였다.

2. 배 지

미강(도정율 73~85%, 전분가 64%)을 시판 당화 효소제에 의해 당화하고 소정의 당 농도로 조정하였다.

3. 전배양 및 배양조건

효모는 MY 배지(glucose 1%, peptone 0.5%, 효모 엑기스 0.3%, 맥아 엑기스 0.3%)에서 2일간 30°C에서 배양, 초산균은 glycerol 1%, glucose 0.5%, peptone 0.2%, 효모 엑기스 0.2%, 에탄올 4%, 초산 1%의 배지에서 3일간 정치배양한 것을 종초로 이용하였으며, 초산내성 효모의 검토 및 에탄올 생성능의 검토는 30°C의 정치배양에서 행하였다.

4. 초산내성 효모의 검토

초산을 이용하여 산도를 조정된 미강 당화배지(산도 0.7%, glucose 10.9%, pH 3.6) 40ml에 효모의 전 배양액 10ml를 접종하여 7일간 배양하여 에탄올 생성능이 우수한 균주를 선택한 결과 Saccharomyces 속 4 주, Saccharomycodes 속 2 주, Schizosaccharomyces 속 1주를 선택하였으며, 7균주에

대해 산도 1%, glucose 10.3%, pH 3.3의 배지에 200ml에 전배양액 10ml를 접종하여 배양시킨 결과 *Schizosaccharomyces pombe*(AKU 4420)는 초산 존재하에서도 양호한 에탄올 생성능을 나타내었으나 *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*(AKU 4103)는 초기 산도가 상승함에 따라 에탄올 생성능이 저하되었다.

5. 초산내성 효모의 에탄올 생성능

Saccharomycodes ludwigii, *Schizosaccharomyces pombe* 및 *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*에 대해 산도를 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0%로 조정된 미강 당화배지(glucose 11.3%) 100ml에 전배양액 10ml를 접종한 결과 *Saccharomycodes ludwigii*와 *Schizosaccharomyces pombe*는 산도 2%까지는 에탄올 생성능을 나타내었지만, *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*에 의한 에탄올 생산은 산도 1% 이상에서는 억제되었고, 또한 산도 0~0.5%에 있어서 에탄올 생성속도는 *Saccharomyces* var. *ellipsoideus*가 우수하였다.

상기 3균주에 대해 7종의 유기산을 1~2% 첨가한 미강 당화배지 100ml에 전 배양액 5ml를 접종하고, 6일간 배양하여 유기산에 대한 내성을 검토한 결과 *Saccharomycodes ludwigii*와 *Schizosaccharomyces pombe*는 어느 유기산의 존재하에서도 높은 에탄올 생성능을 나타내었다.

6. 초산내성 효모와 초산균의 동시 첨가에 의한 rice vinegar의 제조

미강 당화배지(glucose 15%) 500ml에 효모 배양액(*Saccharomyces ludwigii*) 25ml와 초산균 배양액(종초) 50ml를 동시에 접종한 배양 및 대조구로 종초를 *membrane filter*를 이용하여 제공시킨 여액을 동일량 첨가한 배양을 비교한 결과, 배양 여액을 첨가한 것은 에탄올 발효만이 진행되어 6일후 6.6%에 달하였으나 산도의 증가는 나타나지 않았다. 그러나 초산균 배양액을 첨가한 것의 산도는 배양 12일에 7.8%에 달하여 병행복 발효에 의한 rice vinegar의 제조가 가능하였다.

7. 사입배합의 검토

가. 초기 당농도의 영향

당농도가 다른 미강 당화배지 500ml에 효모 배양

액 25ml(건조균체 중량 40mg)와 종초 50ml를 접종하여 초발당농도(9.1~25.3%)를 검토한 결과 초발당농도가 증가함에 따라 잔당은 증가하였고, 초발당농도가 25% 이상에서는 에탄올 생성은 증가하나 산 생성은 도중에 정지하였다. 따라서 초발당농도 23.4%까지는 rice vinegar의 제조는 가능하였지만, 발효 일수와 잔당을 고려할 경우 당농도 10% 전후가 실용적인 면에서는 적당하였다.

나. 접종 효모량의 영향

효모의 전 배양액을 건조균체 중량 22~103mg/25ml가 되도록 조제하고, 각각의 25ml와 종초 50ml를 미강 당화배지 425ml에 접종하여 적정 효모량을 검토한 결과, 전 용량 500ml에 대해 건조균체 중량 37mg 이상이 필요하였다.

다. 종초량의 영향

종초 10~125ml(사입 용량에 대해 2~25%)와 효모 배양액 25ml를 미강 당화배지 350ml에 접종하고 살균수도 500ml로 하여 적정 종초량을 검토한 결과, 종초 10%를 첨가한 경우(초발산도 0.7%)에 glucose에서 초산 수율이 제일 좋고, 15% 이상이 되면 발효 일수는 단축될 수 있으나 잔당이 증가하기 때문에 초산 수율도 저하하였다.

(출처) 日本食品工業學會誌, 36(9), 726(1989)

(이화학연구실, 박용근)

□ 주울(Joule) 열을 이용한 미니 원나소세지의 제조

원나소세지는 1804년 빈에서 정육점을 하던 요한 게오르크에 의해서 만들어지기 시작하여 전 세계로 확대된 것으로 그 당시 유행했던 테브레티나 소세지의 전통을 이어받아 후랑크후르트 소세지 보다 가는 양 창자에 채운 것이었다. 그러나 원나소세지에서 파생되었던 각테일 소세지도 직경 15mm, 길이 40mm로써 1개의 중량이 7g 정도로, 이것은 양 창자의 최소 규격이 직경 14~16mm인 것에 제약받았기 때문이다.

1988년에 이런 상식을 깨트린 미니 원나소세지가 일본의 I 회사와 N 회사에서 발매되었다. I 회사의 것은 직경 10mm, 길이 40mm로 1개의 중량이 약 3.6g이었고, N 회사의 것은 직경 10mm, 길이 20mm로 1개의 중량이 약 2g이었다. 이들 미니 원나소세지는 종래의 원나, 후랑크후르트 소세지와 같이 빵에 끼워서 먹거나, 이쑤시개로 꽂아서 먹는다든지 또는 그대로 기름에 볶아서 반찬으로 하는데는 약간

불편한 점이 있으므로 익히기 쉽고, 자를 필요도 없이 바로 조리에도 이용 가능한 제품을 목표로 하여 그 형태를 작게 만든 것이다.

이들 제품을 발매한 후에 야채볶음, Pilaf, 스파게티 등에도 쓰여지고 있으며, 새로운 용도의 개척이 소비자들에게 평가되어져 I 회사의 경우 초년도 판매목표가 30억 Yen 였던 것이 170억 Yen 을 판매했고, 또 일본 경제신문의 우수 제품상을 받게 되었다.

이러한 미니 원나소세지의 생산에는 종래의 생산공정, 생산기계로는 충분하지 않았기 때문에 I 회사의 경우, 네델란드에서 기계를 도입하여 8개월간에 걸쳐서 개량하였고 처음에는 불량률이 수십퍼센트가 나오는 등 악전고투의 연속이었다고 한다.

1. 주울 가열의 원리

주울 가열의 기본적 원리가 된 주울의 법칙은 영국의 물리학자인 James Prescott Joule 에 의해서 1840년에 발표된 원리이다. 이 법칙은 R 옴의 저항인 금속에 I 암페어의 전류가 T 시간 동안 흘렀다면 (전류)² × (저항) × (시간) = I²RT (와트/시간)의 전력량이 전부 열이 되는 것이다.

이 열을 이용한 것으로는 아이롱에서 공업용의 전기로, 저항 용접기 등이 있으나 식품가공에 있어서는 식빵의 극히 일부와 빵가루의 제조에 이용되고 있는 실정이다. 다수분계의 식품가공에는 거의 사용예를 볼 수 없으며, 식품가공에 주울 가열이 사용되지 않는 이유는,

가. 일반적으로 물질의 전기저항은, 온도가 변하면 그 수치가 변화하는 것이지만 금속의 경우는 온도상승과 함께 증가한다. 이 관계는 -20°C ~ 200°C 정도의 통상적인 온도범위라면 직선으로 표시가 가능하게 된다. 그러나 수분을 함유한 식품, 특히 수산연제품과 같이 70~90%의 수분을 함유하고 있어서 온도에 의해서 sol에서 gel로 변화하는 식품은 온도상승과 함께 전기저항은 저하한다. 또 이러한 식품의 전기 특이성은 sol에서 gel로 변화하는 온도대에서 전기저항이 급격히 저하하는 것이다. 따라서 금속의 온도제어 방법과는 어느정도 다른 제어방법을 취할 필요가 있다.

나. 전극에 사용하는 금속이 전기분해 등에 의해서 식품에 악영향을 미치기 때문에 자연히 한정되어지며, 법의 규제도 있다.

다. 식품이기 때문에 그 물성이 좋아지지 않으면

안되므로, 가열온도와 물성의 관계에 대한 제어방법을 각각의 식품에 관하여 검토할 필요가 있다. 등이 고려되지만 어떻게 해서든지 상기와 같은 문제점을 극복해야만 한다.

2. 주울 가열방식

주울 가열방식에는 Batch 식과 연속식이 있다. Batch 식은 1개, 또는 여러개의 필요에 따라서 형태와 길이를 고려한 가열·성형통에 직접 연육을 충전하거나 또는 사전에 연육을 투습성이 있는 케이싱에 충전, 결속한 것을 가열·성형통에 넣고 양끝에 설치한 전극으로 전기를 통하게 하여 주울 열을 발생시켜서 연육을 급속히 가열하여 응고, 성형시키는 방식이다.

연속식은 단면이 원, 반원, 각 등의 형상으로, 양끝에 구동하는 전극을 갖는 가열·성형관내를 Hopper로부터 압출되어 나오는 연육에 전기를 흐르게 하여 연육이 전극 사이에서 급속히 발열하여 연육이 가열 응고되어 가열·성형관의 출구로부터 연속적으로 얻는 방법이다. 주로 수산 연제품인 생선목의 제조에 쓰이고 있다.

3. 미니 원나소세지의 제조

최초에 연육을 그 형태로 가열, 응고시켜서 성형하여 이후의 건조, 훈연 등의 공정을 미니 원나소세지의 형태로 행할 필요가 있다. I 회사의 경우 콜라젠 피막을 입힌 막 모양이기 때문에 필요하다면 그 공정도 실시해야 한다.

최초의 가열은 응고, 성형에 필요한 만큼만 실시하고 나중에 2차 가열을 하든가, 또는 최초의 가열로써 가열살균까지 하느냐는 훈연취를 어느 정도 줄 것인가, 결착·조식을 어떻게 고려할 것인가, 1차 가열에 어느 정도의 시간(초단위의)을 줄 것인가에 좌우된다.

초단위의 단시간 가열방식 중에서 마이크로파 가열과 통전(通電) 가열이 1차 가열방법으로서 우수했으며, 특히 통전가열(전기저항열 또는 주울 가열)은 최근 수산 연제품을 위한 실용기계의 개발도 하고 있으며 전후 전화소(電化燒)로서 연간 1만톤의 수산 연제품을 생산한 실적도 있기 때문에 주목하고 싶다.

원나소세지의 연육을 튜브에 충전시키고 직경 10mm, 길이 40mm의 원기둥으로 만든다. 이 때의 원나소세지 연육은 수분 62.80%, 조지방 12.

79%, 식염 1.88%였다. 양끝에 전극을 설치하고, 이 원기둥에 100V의 교류 전류를 통하게 하면 이른바 Joule 열에 의하여 연육 원기둥은 가열된다. 이때 연육에 부여되는 열량 Q는 연육 원기둥에 흐르는 전류를 I, 저항을 R로 하면, Joule의 법칙에 의하여 $Q=I^2R$ 의 관계가 있다. 이 저항 R은 온도에 의해서 변화하기 때문에 같은 원기둥을 교류 110V의 전류를 단속적으로 흘려서 가열하여 온도상승에 수반하는 전기저항의 변화와 전류량의 변화를 측정 한 결과는 그림 1과 같다.

저항치는 온도상승과 함께 감소하고 전류량은 거꾸로 증가한다. 저항치와 전류량을 곱한 값은 거의 일정하고, 또 110V를 크게 상회하지만 전압 V는 정현파인 교류 110V로 하였기 때문에 $V=IR$ 의 공식 I에 (전류량 실효치=전류량 실측치 $\times \frac{1}{\sqrt{2}}$)을 대입한다면 설명이 된다.

다음에 연육 원기둥을 바꿀 때마다 교류 110V로 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18초간 전류를 흐르게 하여 연육 원기둥의 온도, 전류, 전기저항을 측정 한 결과는 그

림 2와 같다. 이 결과로부터 직경 10mm, 길이 40mm의 상기 성분으로 구성된 연육 원기둥을 교류 100V로 통전가열 하는데는 18초간 통전하는 것이 좋은 것이 된다.

주울 가열을 실시할 때는 직류나 교류를 선택하고, 그 전압을 결정한다. 또 전기 저항치에 영향을 주는 제 요소중 특히 양이 많고, 이온화 경향이 높은 식염, 인산염, 그밖에 수분, 지방량 등의 각종 성분을 측정하고 또 주울 가열시킬 식육 가공품의 단면적, 길이를 결정해야 한다.

Coarse type 소세지, 세미드라이, 드라이 소세지와 같이 고기 입자, 지방 입자가 거의 균일하게 혼합되어 있는 것은 상기 시험에 사용했던 유화형(Emulsion type)의 소세지와 거의 같으나, 전기전도, 열전도가 나쁜 지방 입자의 크기가 크고, 1회만의 가열로서 끝내는 경우에는 제품의 미생물 검사를 엄중하게 해야만 한다.

로스햄, 본레스햄과 같이 수분, 지방량, 식염량에 편차가 많으면서 적육, 지방이 편재되어 있고, 또 이들의 개체차가 큰 경우에는 전극이 반드시 적육 부

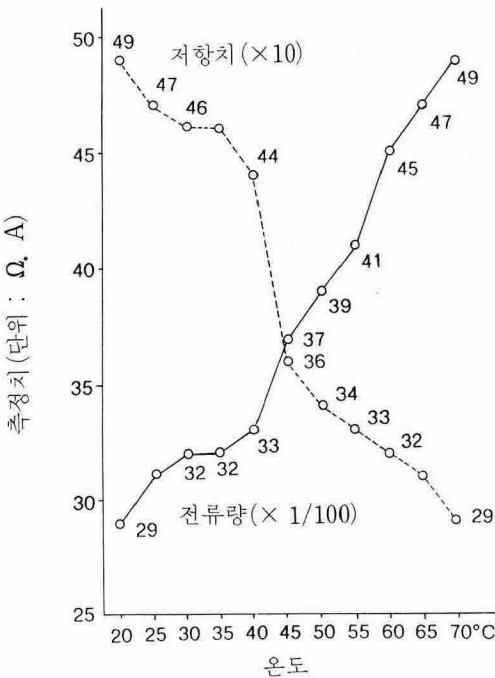


그림 1. 온도변화와 저항치, 전류량

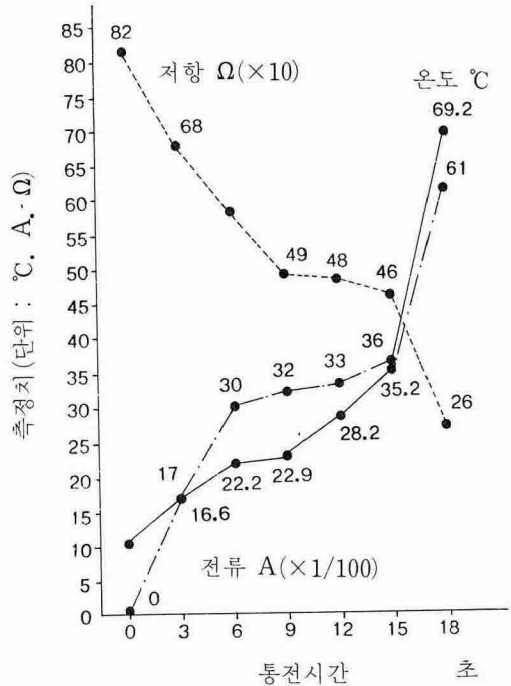


그림 2. 통전시간과 온도, 전류, 저항

분에 당도록 하는 것과 함께 가열장치 자체의 개개의 저항치, 소요 전류량, 소요 시간을 계산하여 가열을 실시하는 것이 바람직하다. 제품의 미생물 검사를 엄중하게 해야 하는 것도 같다.

4. 맺음말

세계적으로도 새로운 제품인 미니 원나소세지와 그 공정을 위하여 고안된 가열법의 한가지로서 주울 가열의 시험결과와 식육 가공품의 주울가열 전반에 관하여 서술했으나, 통전가열에는 전후의 공정확립과 함께 장치 자체도 상당히 중요하다. 이것은 2차 세계대전후 연간 1만톤을 생산하여 왔던 「전화소」가 전국 재질의 규제가 엄격해진 것을 기회로 소멸했었기 때문이다. 다행히 최근 수산 연제품이나 햄버거를 대상으로 장치를 개발하고 있는 회사도 있으며, 현재 실용 시험에서 실용단계로 들어갔다고 듣고 있기 때문에, 식육 가공품 업계에서 주울 가열이 실시되는 것도 충분히 가능하리라고 생각된다.

(출처) Japan Food Science, 28(7) (1989)
(응용연구실, 유익종)

□ Collagen powder 이용에 의한 식육 가공품의 품질개량

최근 신문이나 TV에서 collagen이 들어있는 화장품 크림의 CM을 잘 볼수 있다. collagen 배합이 20% 정도에서 100%의 순수한 것까지 생산되고 있는 이 크림은 기미나 잔주름의 대책으로서 주목을 받고 있다.

기미는 피부가 노화되면 신진대사가 불활발하게 되어서 마침내 색소가 침착되어 기미로서 남는다. 또 잔주름은 피부의 수분 부족이 원인이 되고 있다. 피부의 주 성분은 collagen이다. 이 크림은 피부의 collagen을 활성화 시켜서, 피부의 수분 보지력을 높이는 작용을 하고 있다. 화장품 크림에 한정치 않고 샴푸, 린스 등에도 collagen이나 그 유도체가 쓰여지고 있다. 이것들도 collagen의 보수성을 이용하여 머리카락을 촉촉하게 만드는 효과가 있다.

지금부터 서술하는 collagen powder는 상기 화장품의 원료가 되는 것을 식용으로 개발한 것이다.

1. Collagen이란

Collagen은 동물의 뼈, 껍질 및 힘줄에 들어 있는 섬유상의 단백질이다. 식물에서 말하면 cellu-

lose와 같이 동물에 있어서는 중요한 것이다. 자연계에 있는 단백질로서는 가장 풍부하게 존재하고 있는 것으로 포유동물체의 약 30%를 차지하며, 표피의 밑에 있는 두꺼운 진피층의 약 90%가 collagen이다.

난용성이며 묽은 산, 묽은 알칼리에 거의 녹지 않으며, 일반적인 단백 분해효소의 작용도 받지 않는다. 그물구조를 갖고 있으며, 3개의 peptide chain이 선상으로 꼬여져 있고, 1개의 peptide chain의 분자량은 약 10만 정도이므로 3개로서 약 30만의 고분자가 된다. 1개의 peptide를 구성하는 것은 약 1,000개의 아미노산이다.

아미노산은 각각 특유의 맛을 갖고 있으며, 표 1은 아미노산의 맛과 조성을 나타낸다. 또 glycine, alanine은 향균성을 갖고 있으며, proline은 유지의 산화방지 효과가 있다고 한다.

Collagen을 식품에 이용한 것으로는 sausage casing이 있다. 세계의 여러 회사에 의해서 공업화되어져 있으며, 최근에는 의약품의 분야, 수술용실에서부터 인공장기까지 개발이 진행되고 있다. 또

표 1. 아미노산의 맛과 조성

	맛	W/W%
Glycine	甘	26.5
Proline	甘	15.1
Hydroxyproline	强 甘	14.3
Glutamic acid	强美味	11.3
Alanine	甘	8.1
Arginine	—	8.7
Aspartic acid	强美味	6.1
Lysine	—	5.0
Leucine	微苦(不快味)	3.5
Serine	微 甘	3.6
Valine	弱甘苦	2.6
Phenylalanine	微 苦	2.4
Threonine	—	2.0
Methionine	微 苦	0.8
Tyrosine	無 味	0.7
Histidine	微 苦	0.8
Hydroxylysine	—	1.0
Isoleucine	苦(不快味)	1.4

옛부터 gelatine 제조에도 이용되고 있다. gelatine 은 사진용 필름, 캡슐 및 식품에 다양하게 이용되고 있다.

2. Collagen powder 의 제조

Collagen powder 의 원료로는 소나 돼지의 진피층, 뼈 등이 있으나 일본에서는 소의 진피층을 원료로 하고 있는 것이 많다. 기후, 성별, 사료, 품종 및 사육 연수에 의한 원료간의 편차를 고려하여 안정된 제품을 제조하고 있다. 여기에서 旭陽化學(주) collagen powder(ADM-600)의 제조공정을 그림 1에 나타내었다.

원료선별 → 원료절단 → 石炭 수세 → 수세 → 염산중화 → 수세 → 탈수 → 세절 → 살균 저온공기 건조 → 분쇄 → 물성시험 → 혼합 → 위생시험 → 푸대 충전 → 금속검사 → 포장 → 제품

그림 1. Collagen powder-ADM-600의 제조 공정

당사는 의약품과 식품의 gelatine 제조회사이며 이 기술을 응용한 제조공정으로 되어 있어서 최종 제품까지 사람의 손이 닿지 않는 제조 시스템으로 되어 있다.

효고현 서쪽 지방에서는 원료가 되는 소의 진피층의 발생량이 전국의 약 80%를 차지하고 있다. gelatine 원료인 소의 진피층을 매월 2,000톤 가까이 모으고 있고, 이 중에서 collagen powder 를 위한 원료를 엄선하여 사용하고 있다. 원료의 좋고 나쁨에 의해서 품질이 다르게 되기 때문이다. 또 진피층의 부위 차이에 의해서도 보수성이나 결합성에 큰 차이가 난다. 구체적으로 배 부위(복부)는 油粉이 많기 때문에 gel 강도가 약하고, POV 가 높게 되는 원인이 되므로 사용하지 않는다. 어쨌든 천연의 원료를 써서 품질이 안정한 것을 제조하는 것은 상당히 어려운 것임을 통감하고 있다.

3. Collagen powder 의 특징

외관은 유백색의 분말이며, 보통은 분말의 12배까지 흡수하여 물이 빠지지 않는 paste 상으로 된다. pH 를 산성 또는 알카리쪽으로 하면 점도가 증대하여 흡수력은 상승한다. collagen 의 그물구조가 팽윤하기 때문이다. 이처럼 수분 보유능력이 우수하기 때문에 가수를 다소 줄여서 사용한다면 여력이 있기 때문에, 제품의 수분이탈이 있어도 collagen 이 흡수한다. 더욱이 가열시 감량의 향상이나 전분의 노화방지에도 유용하게 된다.

또 collagen powder 를 가수하여 가열한 것을 냉각하면 탄력이 있는 단단한 gel 이 된다. 현재 8-10 배로 가수하여 가열하고, 냉각시킨 gel 로 충분히 4 번 접는 것이 가능한 탄력있는 collagen powder 도 개발되고 있다. 여기에 무기염류를 가하면 gel 강도가 보다 높아진다는 보고도 있다. 식염 등의 존재하에서 사용하면 gel 강도가 올라가며, 결합성의 강화에도 관련이 있다. 또 가열공정에 의해서 일부의 collagen 이 gelatine 화 하여 결합효과를 높이는 일도 있다.

표 2. Collagen powder-ADM-600의 성분표

단백질	88 ±2%
수 분	8 ±1%
지 방	3 ±1%
회 분	1 ±0.5%
pH	6.5±0.5%

전분을 많이 사용하는 제품의 식감이 개량되어 씹히는 맛을 좋게 한다. 또한 고순도의 천연 단백질소재이기 때문에 단백질의 역가를 강화, 개선하는 것이 가능하다. 표 2에 ADM-600의 성분을 나타낸다. 이 표에서 보면 단백질 함량이 약 90%의 순도 높은 소재이다. 식품소재와의 유효성이 좋고, 산성 및 알카리성 식품에 대한 유효력도 우수하다. 원료육 등과는 同種의 단백질이기 때문에 어울리기 좋고 풍미 개량 효과도 있다.

4. 식육 가공품에 이용한 collagen powder

가. Sausage

Collagen powder 를 sausage 에 이용한 것으로는 우선, 원료육과 일부 치환시킬 수 있다. 원료육을 10-20% 줄이고 collagen powder : 물(1 : 5)의 혼합물을 치환시킨다. 탄력, 풍미 등의 품질을 저하시키는 일은 없고 원가절감이 된다.

처음으로 사용하는 경우는 원료육의 10% 정도를 치환하면서 시험하는 것이 좋다. 그밖에 이전부터 일부의 sausage 에 사용하고 있는 crude gelatine 을 collagen powder 로 치환하는 것이 가능하다. 이것에 의해서 종래 조 젤라틴의 결점이라고 하는 위생적인 문제, 품질의 편차를 작게 할 수 있다.

또 냉동보관의 필요가 없게 되어 전기료의 절약이 가능하고, 해동 공정 등의 작업도 간략화 할 수 있다. 사용법은 양을 정하고, 분말 그대로 첨가하여 혼합시키는 것 뿐이다.

첨가 시기는 빠른 편이 좋으며, 그것은 collagen 에 함유되어 있는 염용성 단백질을 추출함과 함께 물 흡수율을 충분하게 시키기 위함이다. 첨가량은 전 반죽량의 0.5% 정도이다. 이 경우 powder 에 대하여 7-9배 정도 가수한다. 완성된 제품은 단백질 역가의 개선에 의해서 탄력이 있는 식감으로 된다. 물 분리방지 효과에 의해서 육즙을 밖으로 내보내지 않고, 풍미의 개량이 된다. 또 결과적으로 대폭적인 원가절감이 된다.

나. Ham 類

Collagen powder 를 햄에 이용한 것은 pickle 액에 사용하는 경우가 많다. dry curing 에 사용하는 일도 많으나, 시간이 걸리며 효과가 나타나기 힘들기 때문에 잘 사용하지 않는다. pickle 액에 사용하는 경우의 조건으로서 점도를 올리지 않고, 분산성이 좋아야 하는 것이 필요로 되어 있다. 배합 예를 표 3에 나타내었다. 이 예에 구애받지 않고, collagen powder 가 pickle 액의 4% 정도 되도록 한 배합이면 좋다.

pickle 액에 사용하는 collagen powder 는 반죽에서 섞는 목적의 것은 사용할 수 없다. 왜냐하면, 반죽 혼합용은 일반적으로 입자가 크고 pickle 액 속에서 팽윤하여 육에 침투되기 힘들기 때문이다. 또 injection 으로는 바늘이 막힐 우려가 있으며, 만일 주입이 가능하다 해도 제품중에 균일하게 분산시키는 것은 극히 어렵다. 따라서 pickle 용으로는 100

표 3. Pickle 액의 배합예

물과 얼음	100.0	카제인	1.0
식 염	4.5	대두단백	2.0
설 탕	3.0	난 백	2.0
조 미 료	0.5	인산염	1.3
아 질 산	0.8	collagen powder	4.0

Mesh 를 통과하는 입자의 것을 사용할 필요가 있다.

당사에서는 ADM-1000, ADM-1000P 의 두가지 type 을 개발했다. 이것들을 표 3의 배합으로 35% 주입한다면 제품속에 약 10%의 collagen 이 함유되게 된다. 이 정도의 첨가량으로 다음과 같은 효과가 있다.

품질적으로는 결착성이 향상되어 탄력이 있는 식감이 된다. 또 가열시의 감량이 적게 되며, 육즙을 밖으로 내보내기 어렵게 된다. 이 때문에 풍미개량이 되며, 원료의 소비가 향상된다.

다. Hamburger 와 Meat ball

Hamburger 는 먹을때 고기의 맛이 입속으로 퍼지는 것이 가장 우수한 것으로 되어 있다. 당연히 단단해도 안되고, 형태도 부서지지 않아야 하는 것이 중요한 요소이다. 여기에서 collagen powder 를 사용함으로써 이들 조건에 맞는 제품이 되어 종래 제품의 품질개량을 도와주게 된다.

사용방법은 전 반죽량의 1-2% 첨가하여 혼합시키는 것 뿐이다. 여기서 collagen powder(ADM-600)를 1%, 2% 첨가한 것과 대조품을 각각 100g 씩 성형, 가열했을 때의 원료에 대한 제품의 비율을 표 4에 나타냈다. 이것에 의하면 collagen powder 를 넣은 것의 가열 감량은 대조구 보다 2-3% 작다.

육의 맛을 속에 간직하고 있으며 부피가 작아지는 것도 적고, 불림감이 있는 제품이 된다. Fry pan 으

표 4. Collagen 을 넣은 Hamburger 의 가열 감량

	대조	1% 첨가	2% 첨가
Fry Pan 가열	15.5	14.1	13.4
120℃ 15분 가열	22.2	20.3	18.9

로 가열했을 때도 형태가 잘 부서지지 않으며, 식감도 부드럽게 된다. Meat ball의 경우도 대조구 보다 형태 파손이 적고 가열 감량도 향상된다.

(출처) Japan Food Science, 28(7) 37-41(1989)
(응용연구실, 김경환)

□ 신선 농산물의 MA(Modified Atmosphere) 포장(II)

4. MA 포장에 영향을 미치는 요인

포장내에서 만들어지고 유지되는 조건은 신선 농산물의 종류 및 환경과 같은 몇가지 요인의 상호작용의 결과이다.

가. 농산물의 요인

(1) O₂, CO₂, C₂H₄ 및 H₂O의 확산 저지

대부분의 과실과 야채는 O₂를 1~5%로 저하시키고 CO₂를 5~10%로 상승시키는 것이 한계이다(Kader, 1980). 그러나, O₂를 이용하는 식물 효소들은 1% 보다 적은 O₂ 환경에서 기능을 할 수 있다(Burton, 1978). 외부 O₂(또는 외부 CO₂) 농도와 세포내에서 이용가능한 O₂(또는 CO₂)양 간의 차이는 가스 확산에 대한 식물기관의 저지에 의해서 주로 결정된다.

가스 확산에 대한 저지는 다양한 식물체, 식물품종, 식물기관, 그리고 숙성단계 중에서 변화하지만 온도에 의해서는 거의 영향을 받지 않는다(Cameron and Reid, 1982).

여러 신선 과실과 야채중 여러 확산 저지에 대한 생화학적 차이보다는 오히려 해부학적 차이에 의해서 이루어지며, 이는 낮은 O₂와 높은 CO₂의 허용량 차이에 주로 기인된다(Burton, 1974).

(2) 호흡

식물체의 호흡에 의하여 전분, 당, 유기산의 산화 분해로 CO₂와 H₂O를 포함한 보다 단순한 분자로 되는 동시에 에너지를 발생한다. 이 에너지의 얼마간은 열과 약간의 대사에너지로 알려져 있다.

MA의 중요한 효과중의 하나는 보다 낮은 호흡량이다. 이것은 기질 소모율, CO₂ 생산, O₂ 소비 및 열의 방출을 감소시킨다. 그 결과 대사가 느려지고, 결과적으로 저장기간이 연장된다. 과실과 야채에 대한 MA의 몇가지 생화학적, 생리적 효과는 요약되었다(Kader, 1986).

호흡량과 호흡대사 경로는 내부 및 외부의 영향을 받는다. 농산물으로써 호흡량의 변화는 ripening,

maturity, senescence의 자연 경로를 통하여 이루어진다. 몇종류의 과일(사과, 키위, 배, 토마토)은 에틸렌의 생성과 민감성에 관련된 climacteric이라고 알려져 있는 ripening 중 호흡에 있어서 현저한, 그리고 일시적인 증가를 겪는다. 호흡계수(RQ)로 알려져 있는 O₂ 소비에 대한 CO₂ 생성비는 일반적으로 1이지만, 대사가질 이용도에 따라 0.7~1.3의 범위에 있다(Forcier et al., 1987).

MA 조건은 RQ를 변화시킬 수 있다고 제시되어 왔고, 이것은 포장내 농산물의 호흡에 의해 만들어진 대기에 영향을 미친다(Kader et al., 1988; Tomkins, 1965). 호흡량은 약 8% 이하의 O₂ 농도와 약 1% 이상의 CO₂ 농도의 변화에 민감하다. 그러나 농산물의 허용한도 수준 이상으로 O₂를 감소시키거나 CO₂를 상승시키면, 호흡은 혐기적 호흡으로 되거나 CO₂ 장애가 증가할 것이다.

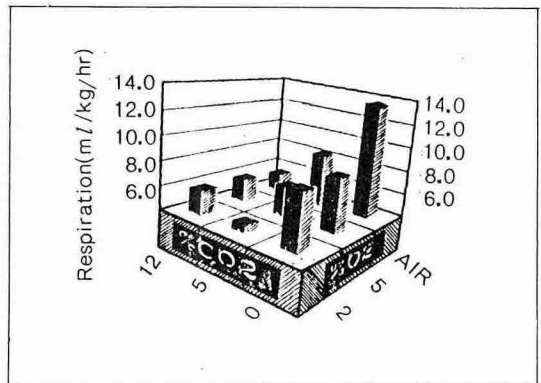


그림 1. Effect of Concentration of CO₂ and O₂ on Mean Respiration Rates of 'Emperor' broccoli during storage at 0°C for 7 days.

(3) 에틸렌 생성과 민감성

Climacteric을 갖는 과실을 에틸렌에 노출시키면 호흡량과 빠른 ripening 때문에 비가역적 상승기로 전진된다. MA와 관련된 에틸렌 생성과 민감성의 감소는 climacteric의 시작을 지연시킬 수 있고, 이들 과실의 저장기간을 연장한다.

nonclimacteric을 갖는 과실과 야채는 감소된 에틸렌 민감성으로부터 이익이 될 수 있지만, 보다

낮은 호흡량은 MA에 기여한다. 에틸렌 생성은 낮은 O₂, 높은 CO₂ 또는 이 두가지에 의하여 감소되고 그 효과는 부가적이다.

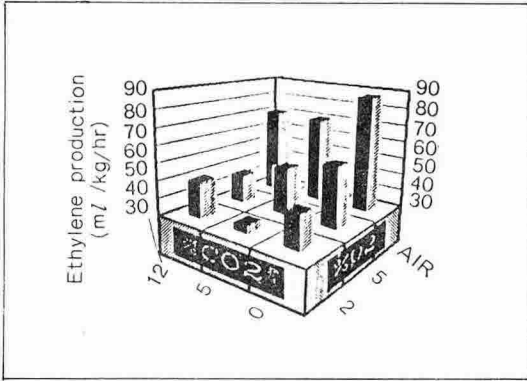


그림 2. Effect of Concentration of CO₂ and O₂ on Mean Ethylene Production Rates of 'Emperor' broccoli during storage at 0°C for 7 days.

(4) 적정 온도

호흡과 숙성도를 포함한 대사과정은 온도에 민감하다. 생물학적 반응은 일반적으로 온도가 10°C 올라갈 때마다 2~3배 증가한다. 일반적으로 과실과 야채는 보다 낮은 온도에서 저장기간이 오래 지속되지만, 모든 농산물은 낮은 온도에서 한계가 있다. 이 한계 이하에서 저온 장애는 일어나고, 호흡량이 증가하여 senescence가 빨라지고 농산물의 품질이 떨어진다.

적정 온도는 senescence를 지연시키고 저온장애, 동결장애 및 기타 장애의 원인없이 품질을 가장 오랫동안 유지한다. 여러가지 열대성 과실(아보카도, 망고, 파파야)은 저온 장애에 민감하고, 13°C 이하에 저장해서는 안된다. 냉해에 민감하지 않은 농산물(사과, 브로콜리, 배)은 나쁜 영향없이 0°C 근반에서 저장할 수 있다.

최적 온도는 기타 조건에 따라서 변화한다. 예를 들면 O₂ 감소 또는 CO₂ 증가는 숙성과정중에 저온장애의 충격을 극복할 수 있다. 저온 장애의 감소는 몇가지 농산물에서 CO₂의 상승과 관련되어 있다 (Lyons and Breidenbach, 1987).

신선 농산물의 적절한 온도관리는 아마도 수확후 취급의 가장 중요한 부분이다. 온도 허용한도의 한

계 MA 포장에 의해서 약간 증가되지만 시장 연쇄점을 통한 적정 온도를 유지하는 것은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

(5) 적정 상대습도

낮은 상대습도에 의해서 증발 장애는 증가되고 건조 및 호흡이 증가되어 시장에 출하할 수 없는 농산물이 되고만다 (Kader, 1987). MA 포장과 일반적인 포장의 장점중의 하나는 포장내의 적절한 상대습도를 유지해 주는 것이다. 상대습도가 너무 높게 되면 위험한데, 이는 수분 응축의 원인이 되고, 미생물 성장에 알맞는 조건이 되어 농산물이 부패하게 된다. 필름 포장 표면의 응축은 반대로 필름의 가스 투과성에 영향을 미치고 좋지 못한 대기를 조성하게 된다. 수확후 취급 단계에서 적절한 온도의 유지는 포장내의 응축을 예방하는데 가장 중요하다.

(6) O₂ 및 CO₂의 적정 농도

적정 대기조성은 농산물에 대사장애의 위험없이 호흡량을 최소화 한다. 여러 농산물은 여러 조건의 대기에 그것들의 허용한도가 상당히 다르다. O₂ 감소와 CO₂ 상승에 대한 각각의 허용한도에 따른 신선 과실과 야채의 분류를 여러 연구자들이 발표했다 (Kader et al., 1988).

왜냐하면 호흡에 있어 낮은 O₂와 높은 CO₂의 영향은 부가적이고, 두 혼합 가스의 적정 농도는 여러 조건의 대기에서 실제적인 측정없이 예측하기 어렵다. 낮은 O₂와 높은 CO₂에 허용한도의 한계에서 이 장애가 발생하는 이상의 것은 온도, 생리적 조건, 속도 및 전처리와 같은 여러가지 변수에 좌우된다. 포장내의 대기는 변화가 적기 때문에 실제적 최적 대기는 해로운 대기에 너무 접근되지 않아야 한다.

나. 환경의 요인

(1) 온도와 상대습도

대기온도는 플라스틱 필름의 중개를 통하여 품온에 영향을 미친다. 그 품온은 대기조건에 직접 노출된 것보다 천천히 식거나 가온된다. 온도변화는 또한 필름의 투과도에 영향을 미친다.

일반적으로 필름 투과도는 온도가 증가함에 따라 증가하고, O₂ 투과도 보다 CO₂ 투과도가 더 잘된다. 이것은 일정 온도에서 MA 포장에 적절한 필름은 다른 온도에 적절하지 않다는 것을 의미한다. 이것은 포장된 농산물의 온도관리 중요성을 재강조하는 것이다.

상대습도는 필름에 실제적인 응축이 일어나지 않으면 대부분의 필름 포장의 투과도에 거의 영향을 미치지 못한다. 대부분의 일반 필름은 비교적 수분

증발에 좋은 장벽이 된다. 왜냐하면 그것들은 건조한 대기조건에서 조차 높은 내부 습도를 유지하기 때문이다.

(2) 빛

여러가지 농산물에 대하여 빛은 그것들의 수확후 취급에 있어서 중요한 영향을 미치지 못한다. 그러나 충분한 빛이 존재하는 녹색 야채는 광합성을 통하여 많은 양의 CO_2 를 소비하고 O_2 를 생성한다. 이들 반응은 포장내의 특별한 MA의 유지에 도움을 주는 호흡과정을 방해한다. 플라스틱 필름을 통과하는 대기 빛이 실제적인 광합성의 원인에 충분한지에 관한 이용가능한 정보가 거의 없지만, 현재 연구중에 있다.

몇가지 특별한 농산물은 광합성을 통하지 않고, 빛에 의하여 역작용을 받는다. 감자와 벨기에 상치의 녹색화는 빛이 배제되지 않는다면 품질의 심각한 손상의 원인이 될 수 있다. 이러한 농산물에 대하여 불투명한 포장은 적절할 것이다.

(3) 위생적 요소

플라스틱 필름내에 포장된 신선 과채류는 높은 습도와 낮은 산소 환경을 만들어 이 환경이 아니면 번식하지 않는 병원성 미생물에 유의하게 된다. 이들 중 몇몇 미생물은 공공 건강문제 때문에 적절한 위생을 위하여 조심해야 되고, 이런 미생물의 성장과 번식에 유익한 조건을 피해야 한다.

예를 들면, botulism의 원인이 되는 *Clostridium botulinum*은 높은 수분, 저염, 저산 및 $3.3^\circ C$ 이상의 저산소 조건에서 번식한다. botulism 발생의 53%는 채소와 관련되어 있는 것으로 추측된다 (Pierson and Reddy, 1988). 이들 botulism의 대부분은 가정에서 통조림 제조와 관련되어 있지만 상업적 가공식품은 보고된 botulism의 8.6%를 함유하고 있다 (Pierson and Reddy, 1988).

버섯의 경우는 제외하고, 신선 야채는 박테리아가 혐기조건을 요구하기 때문에 botulism에 관련되어 있지는 않다. 이런 조건들은 혐기적이 되는 MA 포장에서 만들어지고, 아마 예상된 온도보다 더 높은 온도에서 저장한데 기인한다. 비록 박테리아 성장에 필요한 혐기조건은 수요가 없는 농산물의 품질손상의 원인이 되지만 이러한 사실은 이미 정립되어 있고, 연구중에 있다.

MA 포장내에 유지된 높은 습도는 *Botrytis*와 *Geotrichum*과 같은 식물 병원균의 성장을 촉진한다. 이런 이유때문에 포장된 과채류의 살균처리는 매우 중요하다. 그러나 화학약품의 감소된 사용에 대한 소비자의 기대, 특히 수확후 화학약품의 처리는 점점 더 어렵게 되었다.

(출처) Food Technology, 42(9), 70~77(1988)

(유통연구실, 김현구)