

습열처리 전분(데리가스다)의 특성과 이용분야

이 부 용
농산물이용연구부

서 론

식생활 패턴이 다양해지고 소비자의 기호도가 고급화됨에 따라 자연 건강식품이 선호되고, 소화 기능이 약한 노약자를 위한 노인식이나 유아식품, 성인용식품, 비만방지를 위한 저카로리 식품 및 일하는 여성들의 증가로 인하여 인스턴트 식품등에 대한 사회적 요구가 증가되고 있다.

가열, 충밀립력에 대해 저항력이 있고 조리과정과 보존시에 내노화성에 대한 문제때문에 여러종류의 화공전분(주: 변성전분, modified starch)이 개발되어 식품가공에 사용되고 있지만, 화공전분중 대표적인 인산 가교전분은 천연의 생전분보다 풍미가 떨어질 뿐 아니라 인체에 대한 좋지 않은 영향의 우려가 높다.

이런 관점에서 기존의 천연 생전분과는 전혀 성질이 다른 습열처리전분의 특성에 착안하여 습열처리 전분의 공업적 제조방법과 식품소재로서의 특성및 식품에의 응용을 목표로 연구가 진행되어 왔다. 그 결과 옥수수전분을 원료로 하여 물과 열만으로 처리한 습열처리 전분(데리가스다)의 공업화에 성공하여 세계최초로 습열처리 전분을 제조판매하고 있다.

1. 개발경위

1944년에 L. Sair는 전분 입자를 상대습도 100%, 90~100°C에서 16시간 처리하면 전분의 결정구조에 변화가 일어남을 관찰하였다. 그 후 Lorenz나 久下등은 습열처리후 전분의 수분흡착력, 호화온도, 팽윤성, 분산성, 쫄강도, 투명성, 노화등에 변화가 일어남을 알아내었다.

DSC(Differential Scanning Calorimetry)상에 서 흡열량(주: 흡열곡선의 엔탈피)의 변화도 수반

되며, α -아밀라제 소화성도 다르다는 보고도 있다. 습열처리 전분의 응용면에서는 Lorenz와 Seguchi가 여러가지 빵과 케이크 제조시 습열처리 전분을 첨가하여 그 효과를 보고하기도 하였다.

한편, 이러한 습열처리 전분이 지금까지의 연구 결과에 의해서 많은 특징을 갖고 있다는 것이 밝혀져 있음에도 불구하고, 공업적인 제조의 어려움때문에 오랫동안 상품화 되지는 못하였다.

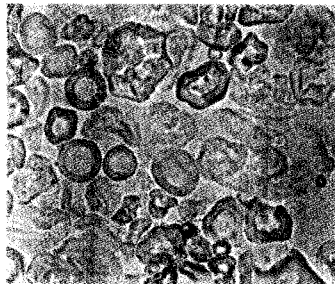
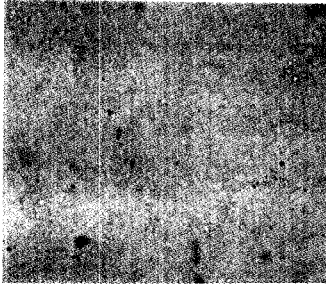
1991년, 실험실적인 기초연구와 pilot plant시험이 진행되고 감압스팀가열과 같은 새로운 기술이 개발됨에 따라 습열처리 전분의 공업적 제조법이

성공적으로 완성되어있다. 현재 습열처리 전분의 기초적인 성질에 대한 연구가 더욱 진행되고 있으며, 식품소재로서의 용도개발과 시장 개척면에서의 연구개발이 활성화되어있다.

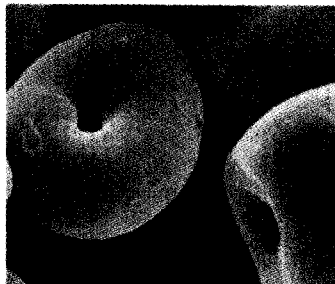
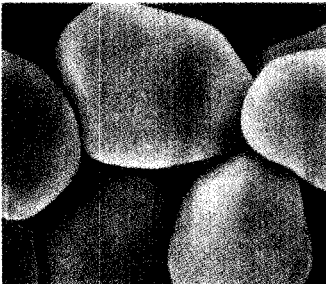
2.1 현미경관찰 특성

현미경으로 관찰한 습열처리 전분입자의 성상을 미처리 옥수수전분과 비교하여 설명하면 다음과 같다.

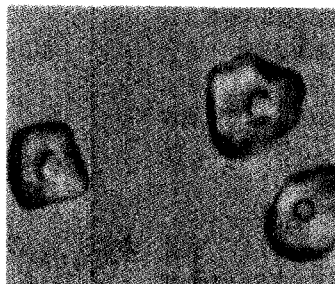
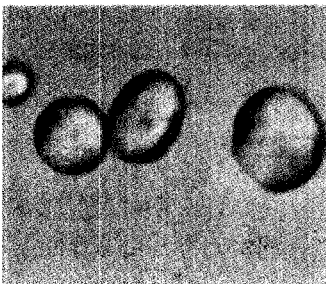
2. 식품소재로서의 기초 특성



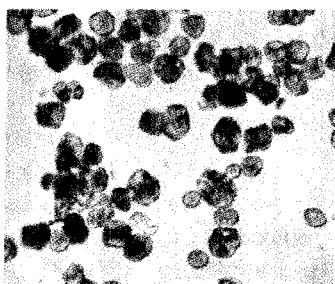
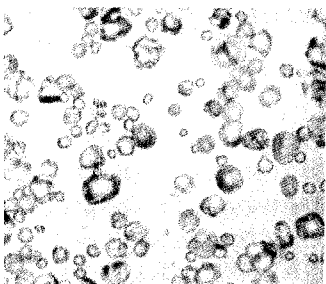
〈사진 1〉
95°C, 20분가열후의 광학현미경 사진(×300)



〈사진 2〉
전분입자의 SEM사진(×3,000)



〈사진 3〉
전분입자의 편광현미경 사진(×900)



〈사진 4〉
염색된 전분입자의 광학현미경 사진(×300)

(a) 미처리전분

(b) 가열처리전분

- 1) 미처리 전분의 현탁액은 95℃ 이상으로 가열시 전분입자가 완전히 붕괴, 호화되어 호화액을 형성한다.

따라서 보통의 광학현미경으로는 입자의 존재를 확인할 수 없었다(사진1, a) 습열처리 전분은 팽윤은 되었지만 호화되지는 않은 전분입자의 존재가 확인되었다(사진1, b)이 특징은 습열처리 전분이 갖는 많은 특징중에 가장 중요한 특징이다.

- 2) 주사전자현미경(SEM)으로 관찰해보면 습열처리 전분에서는 미처리 전분에서는 볼 수 없는 공동(空洞, 凹)이 전분입자의 중앙에 뚜렷하게 보인다. 이와같은 전분입자의 공동현상은 습열처리후 건조과정에서 합몰이 생긴것이 아닌가 추측된다(사진2, b)
- 3) 편광현미경으로 관찰하면 미처리와 습열 처리 전분 모두에서 편장십자(주: 편광으로 전분을 관찰하면 전분의 결정성을 쉽게 관찰할 수 있고 결정성이 강할수록 십자모양의 무늬가 뚜렷하게 보인다)를 볼 수 있지만 습열 처리 전분에서 더욱 확실하게 관찰되었다(사진 3)
- 4) 습열처리 전분의 현미경적 특성중의 하나는 청색염료에 염색이 된다는 것이다.(사진 4) 비교적 큰 분자량을 갖는 염료가 습열 처리 전분 입자에 침투되는 것은 입자의 분자쇄간의 간격이 염료가 침투할 정도로 넓다는 것을 시사하는 것이다 (주: 그림 4를 보면 습열 처리후 전분 입자에서 분자쇄간의 간격이 넓어진 것을 볼 수 있다)

2.2 아밀로그래프(amylogram)

옥수수 전분을 20분동안 120℃(상품명; 데리가스다 H-200)와 130℃(상품명; 데리가스다 H-100)의 포화수증기로 처리한 대표적인 습열처리 전분 2가지와 옥수수전분의 아밀로그래프(그림 1)과 같다.

습열처리를 할수록 호화개시 온도가 높아지고, 최고 점도 피크는 나타나지 않으며, 전체적인 점도는 낮아진다. 또한 습열처리한 전분에서는 냉각시

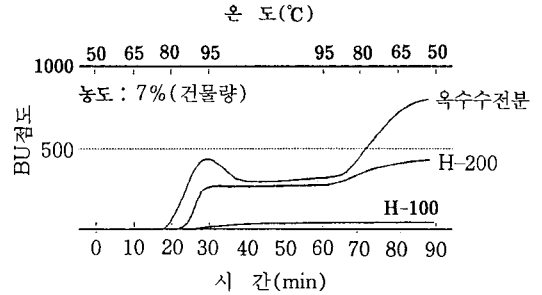


그림 1. 데리가스다의 아밀로그래프

노화가 억제되는 것을 볼 수 있었다. 습열처리 전분의 유동특성변화는 <그림 2>와 같다.

미처리 전분 현탁액을 가열하면 전분은 팽윤되기 시작하여 열과 증밀립(shear)에 의해 입자가 붕괴된다. 그러나 습열처리 전분의 입자는 팽윤이 억제되고 95℃ 이상으로 가열하여도 미처리 전분에

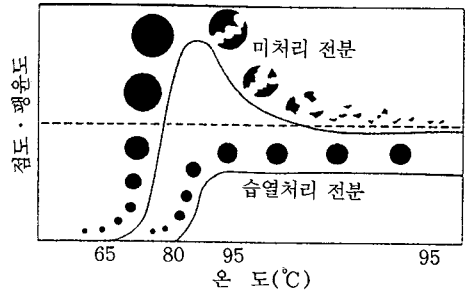


그림 2. 전분입자의 아밀로그래프 모식도

비하면 1/2정도만 팽윤되었으며, 팽윤된 입자도 가열이나 증밀립에 의해 붕괴되지 않고 안정하여 전분 분자쇄가 수용액중에 단분자로 분산된 상태인 호화액을 형성하지는 않았다. 따라서 호화액중의 단분자로 풀어져 있는 전분분자의 재결정이 원인이되는 노화현상도 억제가 되는 것이다. 이와같은 사실은 아밀로그래프에서 냉각시 점도상승이 H-200은 옥수수 전분과 비교하여 매우 낮고, H-100은 상승되는 현상이 전혀 나타나지 않는 것으로 증명된다. 단, 습열처리 전분도 입자가 붕괴, 호화될 정도의 고온, 고증밀립의 극심한 조건에서 호화액을 형성하는 경우에는 역시 노화되는 현상을 피할 수는 없었다.

2.3 흡열특성

DSC상에 나타난 습열처리 전분의 흡열곡선은 미처리 옥수수전분에 비해 고온에서 나타난다. 전분입자가 가열에 대한 저항성이 증가한 것으로 보이지만, 흡열량(주: DSC상에서 흡열곡선의 면적)은 H-100의 경우 1/2이하로 줄어들어 비결정성 부분이 미처리 옥수수전분에 비해 상당히 많다는 것을 시사해주고 있다(주: DSC상의 흡열곡선은 결정성 영역이 무정형으로 풀어지는 상변이에 의해 나타나는 것이다)이런 모순된 현상은 뒤에서 설명하겠다.

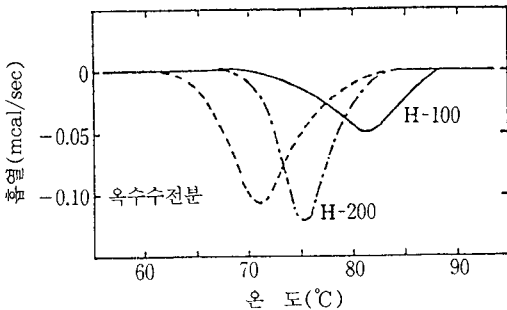


그림 3. 데리가스와의 호화흡열특성

2.4 전분입자의 추정 분자구조

앞에서 설명한 습열처리 전분의 현미경적 특성과 열적거동현상, 뒤에서 살펴볼게 될 내열성, 내산성, 충밀림내성 및 우수한 α -아밀라제 소화성현

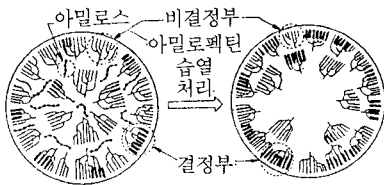


그림 4.

상을 설명하기 위하여 (그림 4)와 같은 전분입자의 분자구조를 예상해 보았다. 습열처리 조건하에서는 적당한 수분함량과 온도처리조건에 따라 습열처

리 전분의 입자내에서 분자들의 이동이 가능하게 된다.

특히 분자량이 작은 아밀로스는 쉽게 이동되어 아밀로펙틴의 말단 분자쇄와 결합하고, 이결과 전분입자의 스킨(skin)층 결정구조가 단단해진다. 따라서 습열처리 전분의 중심부는 비결정질화하여 공동이 생기고 소프트(soft)한 구조가 된다.

3. 식품소재로서의 응용특성

3.1 내열성

미처리와 습열처리 전분현탁액을 120°C로 가열한후 B형 점도계(주: 원통형 점도계의 일종으로 생각됨)로 점도를 측정할 결과는 (그림 5)와 같다.

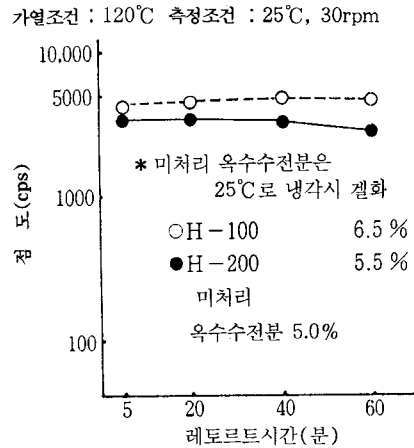


그림 5.

H-200 및 H-100은 가열시간이 증가하여도 점도가 일정하게 유지되는 반면에 미처리 전분은 가열후 25°C 측정시 gel화 되어서 점도를 측정할 수 없었다. 열안정성에 대한 이런 결과는 데리가스의 레토르트식품에 응용가능성을 보여 주는 것이라 하겠다.

3.2 충밀림(shear)내성

미처리 옥수수전분의 경우 높은 초기 점도를 나타내지만, 교반에 의해 전분입자가 붕괴되어 냉각

하면 gel화된다. 데리가스다 H-200과 H-100의 전분 입자는 미처리 전분과는 달리 조금은 팽윤되지만 붕괴 및 호화되지는 않을 뿐 아니라 <그림 6>에서 보면 점도도 교반시간에 관계없이 일정하게 유지되었다.

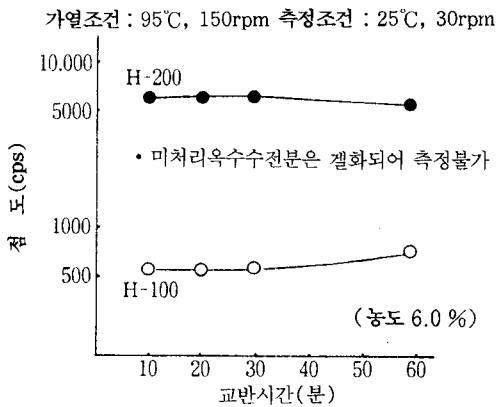


그림 6.

충밀립 교반조리 장치등을 사용하는 filling류 제조에 사용되어 우수한 가공적성을 보여주었다.

3.3 내산성

구연산을 사용하여 pH를 조절한 데리가스다 및 미처리 전분의 현탁액을 95℃로 가열한후 B형 적도계로 점도변화를 측정 한 결과는 <그림 7>과 같다. 미처리 옥수수 전분의 경우 낮은 pH영역에서는 점도가 급격히 떨어지지만 H-200이나 H-100은 모두

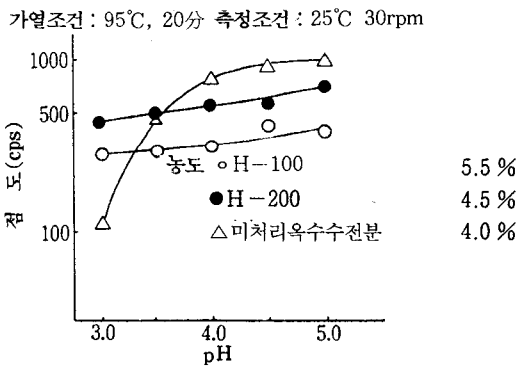
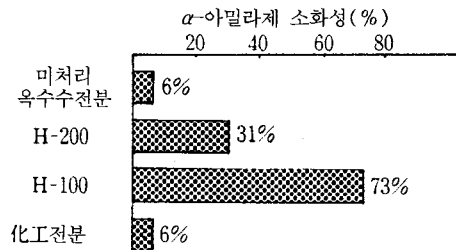


그림 7.

안정된 점도를 나타내었다. 이와같은 우수한 내산성은 소스류와 같은 식품 제조에 응용되고 있다.

3.4 α-아밀라제 소화성

습열처리 전분입자의 열적, 물리적 안정성에 대해 앞에서 설명한 결과는 가교전분과 같은 단단한 입자 구조를 갖고 있을 것이라는 추정에도 불구하고 α-아밀라제소화성은 <그림 8>에서 볼때 미처리 옥수수 전분이나 인산가교전분에 비하여 매우 높다. 따라서 소화성이 높아야만 되는 식품등에 적용할 수 있다.



< α-아밀라제 소화성 >

그림 8. 시료 1g을 취하여 15ml원심분리관에 넣고, 0.1%의 스피다제LH(0.1시 초산완충용액, pH6.0, 초산칼륨 1mM, NaCl 3mM)10ml를 넣어, 40℃, 2시간반응후 3000rpm으로 5분간 원심분리하였다. 상등액을 페놀/황산법으로 정리하였다.

3.5 지방대체능

최근의 연구를 보면 0.1 ~ 3.0μm 정도의 입자가 액중에 균일하게 잘 분산되어 있는 상태일 때 인간의 혀는 버터(butter)와 유사한 식감을 느낄 수 있다는 보고가 있다. 데리가스다 입자를 균질기등에서 물리적으로 균질화시켜 위와같은 상태로 만들어주면 지방과 유사한 식감을 타나내도록 할 수 있다. 다른 지방대체품이 많지만 열에 약해서 70℃이상에서는 사용하지 못하는 것에 반해 데리가스다 H-100은 미결정 분산상태에서 100℃이상의 고온에서 사용하여도 내열성이 있어서 광범위한 지방대체 저카로리 식품

에 응용될 전망이다.

3.7 앙고의 물성

3.6 Crispy성 (파삭파삭함)

데리가스다의 입자는 전술한것처럼 입자구조가 단단하여 식품가공(가열, 냉동, 해동등)공정중에 전분입자가 붕괴되지 않아서 프라이(fry)등의 최종조리후에도 입자구조가 유지되어 식품에 crispy성을 부여할 수 있다.

팥을 원료로 하여 제조되는 앙고가 독특한 식감을 나타내는 것은 앙고의 전분입자가 복립(複粒)을 형성하여 세포막으로 둘러싸여 있기 때문이다. 데리가스다의 입자는 100℃이하에서 팽윤이 억제되고 마치 앙고와 같은 물성과 식감을 나타내므로 앙고의 물성과 식감이 필요한 식품제조에 응용되고 있다.

표 1. 데리가스다의 응용식품

식 품	응용되는 습열처리 전분의 특성
레토르트 식품 · 카레 · 마파두부 · 스프 · 소스류	내열성 기계내성 점조성 비흡유성(非吸油性)
Filling류 · flour paste · custard cream · baking jam	내열성 기계내성 body감 부여
앙고류	앙고물성, 식감
케익류	용적증대능, 보형성(保型性)부여
쿠키 및 비스킷	높은소화성, 파삭파삭함
빵	소프트(soft)화, 노화억제
빵가루	파삭파삭함, 소프트화, 비흡유성
버터믹스(butter mix)	파삭파삭함, 비흡유성
튀김가루	파삭파삭함, 비흡유성
핫케익 및 부침(지짐)류	소프트화
과자 · 튀김미과 · 스낵류	파삭파삭함, 높은 소화성 비흡유성
드레싱 및 마요네즈	지방대체능
소스 및 양념류	내열성, 점조성부여
냉과	지방대체능(크림류), 빙결정의 안정(캔디류)
햄 및 소세지	내열성

4. 식품에의 응용

4.1 Grade(습열처리전분의 분류)

데리가스다 H-100은 강한 습열처리를 할수록 습열처리 전분의 특성을 뚜렷하게 나타낸다. 따라서 중점제나 body형성제로서 사용되는 조리 공정에서

100℃이상의 고온과 높은 충밀림에서도 효과를 발휘한다. 데리가스다 H-200은 비교적 낮은 온도의 습열처리를 한것이고, H-100은 고온에서 처리하여 고점도가 요구되는 제품에 응용할 수 있는 grade에 속한다. (주 : 아직까지는 다양한 종류(grade)의 습열처리 전분이 제품화되지 못하여 여러가지의 다양한 식품제조상의 요구에 부응하지 못하고 있다) 높은 충밀림에서 조리하는 경우 85~98℃사이의

온도로하고 충밀림이 그다지 높지 않은 경우에는 100℃이상에서 사용하여도 습열처리 전분의 특성을 유지할 수 있다.

4.2 레토르트 식품

데리가스다는 우수한 내열성과 충밀림내성을 갖고있어서 조리전후의 변화가 적어서 식품의 전반적인 물성을 그대로 유지할 수 있으며 카레, 스프, 마파두부등의 식품제조에 응용되고 있다. 지금까지는 카레의 흐르는 물성(흐름성)을 조절하기 위하여 볶은 소맥분이 사용되어 왔지만, 레토르트 카레의 경우 조리후 레토르트 팩에 밀봉하고 120℃에서 가열 살균을 실시하기 때문에 점도가 많이 저하된다. 이를 방지하기 위하여 최초 점도를 높게 설정하면 유동성이 떨어져 내용물을 팩에 충전하기가 어렵다. 그러나 데리가스다 H-200을 사용하면 살균전후의 점도 변화없이 작업성을 개선시킬 수 있다. 전분입자가 붕괴되거나 호화액을 형성하지 않고, 호상감(주: 호화액의 입안느낌)을 나타내지 않으면서도 제품에 body감을 부여하는 것이 가능하다.

4.3 filling류

Flour paste나 custard cream등의 filling류들은 보통 온래더(주: filling류 제조시에 사용되는 교반기의 일종)등의 장치에서 연속적으로 제조되기 때문에 고온, 높은 충밀림을 받는다. 이때 보통의 전분을 사용하면 점도저하가 심하여 현재 인산 가교전분등이 사용되고 있지만 맛이나 안정성 측면에서 문제가 있기때문에 제대로 사용되지 못하여 물성이 우수한 filling류 제품이 생산되지 못했다. 데리가스다는 인산전분이 갖는 높은 충밀림 교반내성 뿐 아니라 천연 전분과같은 자연적인 식감과 풍미도 갖고 있어서 각종 filling류 재조에 폭넓게 사용되기 시작하고 있다.

4.4 베이커리

이상적으로 부드러운 빵은 소맥분중에 함유된 10~15% 정도의 글루텐조직내에 미호화 전분입자가 포함되어 있는 상태로 있는 것이다.

실제로는 가열중에 전분의 호화가 일어나고 냉각후 이 호화전분의 노화가 일어나기 때문에 빵이 견고해지는 것으로 생각된다.

데리카스다는 가열후에도 전분입자가 붕괴되지 않는다. 즉 원료 소맥분의 일부를 데리가스다로 대체하면 미호화 전분입자가 글루텐 조직내에 포함되어 있어서 부드러운 조직의 빵이되며, 보존시에도 노화가 억제된다.

4.5 저카로리 식품(유지대체)

일반적으로 지방의 카로리는 1g당 9kcal이지만, 전분은 4kcal이나 따라서 전분을 원료로하여 지방 대체식품 개발에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 지금까지는 말토덱스트린을 중심으로 연구가 진행되어 왔지만 데리가스다를 사용하면 저카로리케익, 냉과(아이스크림), 마요네즈 형태의 드레싱 등의 식감을 좋게 제조하는 것이 가능하다.

맺 음 말

습열처리 전분을 식품공업에 응용하고 습열처리 전분이 갖는 다양한 특성을 밝히는 연구가 진행되어 데리가스다의 많은 새로운 용도개발이 기대되고 있다. 또한 본문에서 설명한 데리가스다 H-100과 H-200만으로는 전부 설명하지 못한 용도도 있기 때문에 더 다양한 종류의 습열처리 전분의 개발이 요구되고 있다. 식품업계및 여러 연구자들의 의견을 참고하여 개량을 거듭하면 보다 좋은 식품소재로 성장할 것이 확실시 된다.

<출처 : Japan Food Science (1994), Vol. 31, No.1>