

마이크로웨이브를 조사한 옥수수전분의 물리적 특성변화

Effect of microwave radiation on physical special quality of normal, high amylose and waxy corn starches

이 수 진* · 최 영 희**

【목 차】

I. 서론	IV. 요약
II. 재료 및 방법	Abstract
III. 결과 및 고찰	참고문헌

I. 서 론

전분 입자에는 전분분자들이 방사상으로 배열되어 있는데 아밀로펙틴은 결정성 부분을 이루고 일부 아밀로오스는 아밀로펙틴 분자와 결합하거나 아밀로펙틴 사이에 존재한다고 알려져 있다. 전분에 함유된 지방질은 아밀로오스의 나선형 구조내에 결합되어 있거나 유리지방질 상태로 존재하는데, 이러한 결합의 강도, 형태, 위치의 변화는 호화온도, 팽윤력, 용해도 등과 같은 이화학적 특성의 변화를 초래할 수 있다¹⁾.

일반적인 전분은 D-glucose unit 수백 ~ 수만개가 강력하게 결합되어 있으며 포도당이 가지, 즉 분기가 거의 없이 α -1,4결합으로 연결된 α -나선형을 가진 직쇄상의 중합체로 생각되는 전분을 아밀로오스라하며, 직쇄상 결합의 일부에서 분기되어 가지가 많이 달린 분자구조를 갖는 전분을 아밀로펙틴이라 부른다. 이러한 가지를 갖는 아밀로펙틴 구성단 위인 β -포도당의 결합 양식은 α -1,4결합과 α -1,6결합에 의해서 형성된다²⁾. 아밀로스와

* 대구산업정보대학 전임강사

** 대구산업정보대학 전임강사

아밀로펙틴의 혼합 비율은 전분원인 식물의 종류에 따라 다르며 일반 전분은 아밀로스와 아밀로펙틴으로 이루어져 있으며, 찰전분은 대부분 아밀로펙틴으로 구성되어있다. 옥수수는 품종개량을 한 결과 아밀로스 함유율이 높은 전분을 생산하는 옥수수가 만들어져서 고아밀로오즈 함량 옥수수전분(high amylose corn starch)과 대부분 아밀로펙틴으로 구성된 찰옥수수전분(waxy corn starch)이 개발되어 시판되고 있다³⁾.

또한 전분분자는 구성 단위인 무수 포도당(anhydrous glucose units)의 2,3,6번째 탄소 위치에 있는 수산기(hydroxyl groups)로 인해 친수성을 나타낸다. 전분의 친수성은 전분을 이용할 때 가장 중요한 성질의 하나로서 점도, 안정성, 겔형성 능력 등을 부여한다⁴⁾.

전분의 고분자 특성을 이용하는 경우에는 전분의 성질 중 특히 호화온도, 팽윤력, 호화액의 점도, 안정성이 중요시된다⁵⁾. 전분입자는 그 출처에 따라 독특한 성질을 가지며 일반적으로 찬물에 용해되지 않고 호화 용액은 노화에 의하여 이수(syneresis)현상을 보인다⁶⁾. 이와 같은 성질들로 인하여 천연전분에서 얻을 수 있는 용도에는 한계가 있으며 전분의 성질을 인위적으로 바꿀 수 있는 방법이 요구되고있다.

지금까지는 주로 화학적인 방법에 의하여 많은 종류의 변성전분들이 제조 이용되어왔다. 이러한 변성 전분은 화학적인 처리방법에 따라 전분의 호화 및 조리성질의 개선, 노화의 감소, 낮은 온도에서 물 결합 능력의 향상 및 친수성 성질의 향상 등의 특성을 갖게되어 특정 용도에 적합한 기능성을 가질 수 있다⁷⁾.

최근에는 환경 오염의 규제로 환경 오염 방지시설에 투자부담이 커져서 변성전분의 요구량을 충분하게 공급하기에는 어려운 실정이 있다. 한편 마이크로 웨이브파가 전분의 성질이 변화될 수 있다는 보고가 발표되었다^{8) 9)}.

물리적 방법에 의한 전분의 성질 또는 기능성의 변화는 주로 가열 방법에 의하여 시도되었는데 가열처리는 제한된 수분함량으로 100℃에서 16시간 가열하는 수분-열처리(heat moisture treatment)와 저수분 시료를 100℃이상의 고온에서 열처리하는 건열 처리(dry heat treatment)로 구분된다. 전분을 제한된 수분상태에서 가열하면 전분의 성질은 현저히 달라지게 된다^{10) 11)}. 전분을 수분 18-27%로 조절하고 100℃에서 16시간 가열하면 호화온도, 물결합능력, 효소에 의한 가수분해 정도와 paste의 안정도는 증가하나 팽윤력과 아밀로그라프의 점도는 감소된다. 이러한 변화는 곡류 전분과 서류 전분은 서로 다른 양상을 보이게 된다¹²⁾.

X-선 회절도는 곡류전분의 결정도가 다소 감소할 뿐이나 서류전분은 B형에서 A형으로 바뀌게 된다^{13) 14)}. 유전자열방식인 마이크로웨이브로 전분을 조사하였을 때 전분의 성질은

다양하게 변화될 수 있으며 또한 초기 수분함량, 가열시간등과 같은 조사 조건에 따라 그 성질 및 변화양상이 달라질 것으로 예상된다.

마이크로웨이브는 비전리방사선(non-ionizing radiation)으로 피조사체를 이온화시키지 않으면서 다만 온도상승효과만 가져오게 된다. 또한 마이크로웨이브는 전자파(electromagnetic energy)로서 spectrum 상에서 보면 라디오파와 적외선(infrared)의 중간정도 파장(wavelength)을 지니고 있으며 높은 주파수와 매우 짧은 파장을 가지므로 마이크로(micro)란 이름이 붙여졌다¹⁵⁾.

사용이 허가된 마이크로웨이브 주파수는 2450 MHz(wavelength:12cm)와 915MHz (wave length:32cm)이며 식품에 대한 투과도는 wavelength와 같다고 알려져 있다.

마이크로웨이브 조사에 의한 식품의 가공 및 물성에 미치는 영향에 관한 연구는 1960년대 이후부터 이루어졌으나¹⁶⁾, 마이크로웨이브의 식품에 대한 에너지 전달현상과 이로 인해 발생하는 식품 내부의 물리화학적 변화에 대한 정확한 정보의 부족으로 식품산업에서 마이크로웨이브의 이용은 크게 진전되지 못한 것이 현실이었다. 마찰열 발생원리는 마이크로웨이브에 의해 열을 낼 수 있는 물질들은 분극된 분자를 가지고 있으며, 분극된 분자가 정전기장(Electromagnetic field)에 놓이게되면 분자는 서로 상반된 위치에 균처럼 배열한다. 이때 정전기장의 방향이 바뀌게되면 분자는 역으로 방향을 바꿈으로서 마찰하여 열을 발생하게된다. 따라서 마이크로웨이브 주파수 2.450MHz에 대해 정전기장의 방향이 1초당 24억 5천만번 바뀌는 것을 의미한다. 마이크로웨이브란 시간과 함께 변화하는 전계와 자계가 서로 얽혀 진행되는 파동을 말하며 마이크로웨이브의 에너지는 아인슈타인, 프랭크의 관계식으로 나타낼 수 있다.

$$E = \eta \mu \quad E = \text{에너지}$$

$$\eta = \text{프랭크의 정수, } 6.62 \times 10^{-34} \text{Jule초}$$

$$\mu = \text{진동수}$$

따라서 마이크로웨이브(2.450MHz)를 계산하면 $E = 6.62 \times 10^{-34} \times 2.45 \times 10^9 = 1.62 \times 10^{-28} \text{Jule} \approx 9.9 \times 10^{-6} \text{eV}$ 이며, 피조사체의 여러 가지 물리적 성질이 또한 마이크로웨이브 조사에 있어서 중요한 영향을 미치게 된다. 일반 식품에 있어서 고려될 수 있는 영향인자로는 피조사체 식품의 크기, 형태, 표면적, 밀도, 열전도도 등을 들 수 있다. 용액상의 식품의 경우에는 점도, 온도, 열용량, 이온농도, 전하크기 등이 가열에 영향을 미치게 된다¹⁷⁾.

한편, 마이크로웨이브 조사에 의한 전분의 연구로는 Lewandowicz⁸⁾ 등이 마이크로웨이브 조사에선 potato와 tapioca 전분의 성질 구조 특성에 영향을 주며 20%이상의 수분을 함유한 전분을 마이크로웨이브 조사 시 등온변화가 발견되어진다 하였다.

G. Summu¹⁸⁾ 등은 Hydration level 137.5%의 wheat starch는 100%의 출력으로 마이크로웨이브를 조사하였을 때 20%의 weight loss가 있었으며 Hydration level 112.5%의 wheat starch는 12.8%의 weight loss가 있었다고 보고하였다.

Rosenberg¹⁹⁾는 915와 2450MHz에서 마이크로웨이브 조사한 빵은 이상의 갈변과 껍질(crust)형성과정에서 만족스럽지 못하다고 하였다.

이 때 915MHz(wavelength:32cm) 마이크로웨이브 에너지는 투과성이 너무 강해 빠르게 제품 내부까지 완전 조리를 가능하게 한다 하였다.

Edwards²⁰⁾는 밀과 밀가루에 마이크로웨이브를 조사하였을 때 amylase 활성 및 글루텐 형성이 감소되었고 물 결합 능력과 점도는 증가하였다고 하였다. Uchijima와 Kurihara²¹⁾ 등은 마이크로웨이브 조사 전분식품은 노화가 촉진되었다고 하였다.

Lewandowicz⁸⁾ 등은 wheat, corn, waxy corn 전분을 마이크로웨이브 조사한 결과 발생되는 변화의 양은 전분의 결정구조뿐만 아니라 아밀로오스의 양에 의존한다고 보고하였다. 본 실험에서는 아밀로오스 함량이 다른 corn, waxy corn, high amylose corn을 수분함량(20~35%)을 달리하여 마이크로웨이브 조사시 물리 화학적인 특성 변화를 알아보려고 연구를 수행하였다.

II . 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 전분은 옥수수 전분(MC=13.6%), 찰옥수수 전분(MC=12%)은 삼양 제넥스(Seoul, Korea), 고아밀로오스 전분(MC=8.7%)은 (cerestar inc, USA)으로 실험하였다.

2. 마이크로웨이브 조사에 의한 변성 전분 제조 및 Time-Temp profile

각각의 전분 시료를 수분함량을 20, 30, 35%로 보정하여 10g씩 취하고 MWHPV(Max. Temp 120℃)에 넣어 마이크로웨이브 오븐(sears. USA) 650w의 출력으로 2450MHz의 주파수로 조사하였다. Temperature controler는 한영 DX3를 사용하였고, K타입의 CA열전대를 이용하여 마이크로웨이브 오븐을 작동시키면서 온도를 측정하였다. 마이크로웨이브 조사

시료는 비조사전분인 대조시료와 함께 PVC용기에 담아 4℃ 냉장 보관하여 사용하였다.

3. 전분 페이스트의 점도측정

전분 페이스트의 성질은 Rapid Viscoanalyzer(Newport scientific Instrument & Engineer, Australia)를 사용하여 측정하였다. 7%의 전분용액을 25℃로부터 95℃까지 5℃/min으로 가열하고 95℃에서 10분간 유지한 후 5℃/min 속도로 50℃까지 온도를 낮추어 10분간 유지시켰다.

4. X-선 회절도 변화와 결정화도 측정

X-선 회절도는 X-ray diffractometer (MAC Science co. M03XHF22, Japan)를 이용하여 측정하였다. 금속 타겟(target)은 구리(Cu), Filter는 Ni을 사용하였으며, 전압은 40kV, 전류는 30mA로 측정 각도(2θ)는 3°에서 40°까지 1°/min범위에서 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 마이크로웨이브를 조사한 전분의 물리화학적 특징

1.1. 전분 페이스트의 점도 측정

마이크로웨이브 조사한 7%전분 페이스트의 점도특성은 Table 1에서와 같이 나타났다. RVA에 나타난 천연 옥수수의 페이스팅 온도는 84.65℃, RVA에 의한 천연 찰옥수수의 페이스팅 온도는 70.30℃이었다. 호화온도는 특히 전분 입자내 분자들의 미셀(micelle)구조와 내부 결정화도가 클수록 가열 시 느리게 팽윤되어 높은 호화온도를 갖으며, 또한 호화 온도는 전분의 종류, 입자의 크기, 측정하는 방법에 따라 차이가 있으나 일반적으로 RVA에 의한 호화개시온도가 높게 나타나는 경향을 보이고 있다. 따라서 본 실험에서도 RVA의 호화개시온도가 높음을 볼 수 있었다. 이는 측정 시 수분함량의 차이에 기인한 것과 페이스트 온도가 호화 개시 온도와 반드시 일치된다고 볼 수 없기 때문이다. 옥수수 전분의 경

우, 수분 함량이 많을수록 페이스팅 온도는 상승하여 20%의 경우 87.05℃, 30%의 경우 89.80℃, 35%에서 90.60℃로 나타났으며, Lewandowicz, G⁸⁾ 등과 같은 경향을 보였고 이는 결정성과 가용성을 떨어뜨렸다고 하였다. 이런 변화의 형태와 범위는 전분의 종류에 의존하며 보통 옥수수, 소맥전분은 명기된 형태에 속하는 반면 찰옥수수 전분은 거의 변화하지 않는다 하였다. 전분의 민감성의 변화는 전분 결정구조뿐만 아니라 아밀로즈 함량에 따른 마이크로웨이브 조사에 기인한다고 보고하였다. 본 실험에서도 찰옥수수의 경우에는 비조사 전분의 페이스팅 온도가 70.30℃와 20%의 경우 70.40℃, 30%의 경우 70.30℃, 35%의 경우 71.35℃로 온도의 차이는 거의 나타나지 않았다. Lorenz¹⁰⁾는 수분-열처리에 의한 결정 구조의 변화는 호화온도, 팽윤력, 페이스트 특성 등에 영향을 준다고 보고하였다. 반면 Lewandowicz, G³⁰⁾ 등은 전분의 결정구조와 전분의 물리화학적 영역사이의 상호관계가 똑같지 않다고 하였다. 옥수수 전분은 높은 온도 범위에서 점도가 상승하고 입자가 붕괴되지 않으면서 최대의 물을 흡수할 때의 최고 점도가 찰옥수수전분보다 낮으며 swelling 특성이 크게 변하지 않고 남아있다. 찰옥수수전분은 수분함량간 뚜렷한 경향성 없이 낮은 온도 변화에서 점도가 급격하게 상승하여 최고 점도가 발생하며 유동학적 영역 즉 페이스팅 온도와 최고 점도가 높은 특성 등은 마이크로웨이브 조사 후에도 거의 변함이 없다.

또한 옥수수 전분의 경우 비조사 전분과 비교하여 수분함량이 많을수록 마이크로웨이브 조사한 전분의 최고점도 및 break down이 감소하였다. Break down이 작다는 것은 호화된 전분입자의 분해가 작다는 것을 의미하는데 천연 옥수수전분이 255.00cP로 수분함량 35%의 마이크로웨이브조사한 옥수수 전분이 27.00cP로 나타났다.

옥수수 전분은 20%이하의 수분을 함유한 전분에선 일반 옥수수 전분과 비슷한 양상을 띠다⁸⁾고 보고하였으며 본 실험에서도 같은 결과를 나타냈다. 따라서 본 결과의 그림에서는 생략하였다. 20%이상 수분을 함유한 전분에선 수분함량이 많을수록 점도가 감소하는 경향을 나타냈다. Setback이 크다는 것은 아밀로오스들이 냉각되면서 서로 회합하는 성질이 좀더 강해져서 상승하는 것이며 전분분자간에 겔(gel)을 형성하기 때문이며 노화가 잘 일어나는 것을 의미하는데 Uchijima - Kurihara²¹⁾는 마이크로웨이브오븐 가열 식품 중 전분 노화에 관한 연구에서 쌀과 고구마 전분은 마이크로파 가열에 의해 노화가 촉진되었고 쌀 전분에 뚜렷하게 나타났다고 보고하였다. 본 실험에서는 비조사 옥수수 전분이 296.00cP이며 수분함량 35%의 마이크로웨이브 조사한 옥수수전분이 131.00cP로 낮아지는 경향성을 보였으며 찰옥수수 전분의 경우는 마이크로웨이브 조사한 전분이 낮게 나타났으나 경향성은 없었다. 따라서 비조사 전분보다 마이크로웨이브 조사한 시료들이 breakdown과 setback

이 낮게 나타났는데 이는 마이크로웨이브조사에 의한 호화점도가 비조사 전분보다 낮고 노화가 잘 일어나지 않음을 의미한다. 전분의 호화양상은 전분입자의 팽윤 정도와 팽윤된 입자의 열 및 전단에 의한 안정성, 입자의 크기와 모양, 입자들의 배열과 결합력, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성비 및 구조 차이 등에 의해 결정된다²²⁾. 일반적으로 아밀로오스 함량이 높은 전분은 노화속도가 빠르며 이는 아밀로오스 분자가 아밀로펙틴보다 재결정화 또는 setback속도가 빠르기 때문이다. 고아밀로오스 옥수수전분은 분자간 결합이 강한 구조적 특성 때문에 측정조건에서는 호화가 이루어지지 않으므로 점도를 나타내지 않았다.

전분의 호화는 두 단계로 이루어지는 것으로 알려져 있다. 즉 호화온도 직전까지는 주변의 수분을 충분히 흡수하여 팽윤이 일어나는 단계와 호화온도 이상에서 내부 물질들이 용출되어 나오면서 붕괴가 일어나는 단계이다. 전분 페이스트의 점도 상승은 용출물들의 역할이 크며, 용출물 뿐 아니라 완전히 분해되지 않는 입자의 잔재도 점도 상승에 영향을 미친다²³⁾. 호화 초기에 먼저 용출되어 나오는 것은 주로 아밀로오스라 생각되며 마이크로웨이브 조사한 전분의 경우 이러한 아밀로오스의 가수분해에 의해 점도의 변화가 있는 것으로 사료된다.

Table 1. Pasting temperature and viscosity of corn and waxy corn starches

starch	pasting temp (°C)	peak viscosity (CP)	breakdown (CP)	setback (CP)	final viscosity
native corn	84.65	825.00	255.00	296.00	866.00
10%	85.10	881.00	287.00	336.00	930.00
20%	87.05	841.00	243.00	326.00	924.00
30%	89.80	439.00	38.00	151.00	552.00
35%	90.60	308.00	27.00	131.00	412.00
native waxy corn	70.30	1802.00	1151.00	128.00	779.00
10%	70.25	1264.00	768.00	93.00	589.00
20%	70.40	1327.00	819.00	98.00	606.00
30%	70.30	1336.00	827.00	112.00	621.00
35%	71.35	1665.00	1110.00	117.00	672.00

* 7% solid dispersion in water was pasted by using rapid viscoanalyzer

1.2. X-ray diffractometer에 의한 결정화도

마이크로웨이브 조사에 따른 전분 입자의 X-선 회절도는 Fig.1,2,3과 같다. X-ray diffractometer를 이용하여 전분의 결정 구조를 살펴보면, 곡류전분은 A형, 괴경(tuber), 줄기(stem)전분은 B형, 고구마전분같이 A와 B형의 혼합형은 C형으로 구분되어진다. 이들은 결정 격자 내에 채워진 전분 분자에 의해 구분되며, 특히 나선형의 결정격자와 결합된 물분자의수에 따라 결정 형태가 결정되어진다²⁴⁾.

전분의 결정은 생전분 시 전분의 출처에 따라 결정형을 갖으나, 호화 시 결정 부분이 감소되어 완전히 호화된 전분은 무정형 구조를 이룬다. 수분함량이 30-70%인 호화 전분을 저장함에 따라 노화에 의해 결정 구조가 생전분과 관계없이 B형으로 바뀌게 된다²⁵⁾. 노화가 진행됨에 따라 호화되어 용출된 아밀로오스가 아밀로오스나 아밀로펙틴과 상호 결합되어 이루는 이중나선형 결정구조에 물분자가 수소결합하면서 공간을 가지는 배열로 바뀌기 때문에 수분의 이동성이 떨어지고 X-선 회절도에 변화를 가져오게 된다. 즉 일반적으로 전분에 수분을 첨가하여 열처리를 하면 결정구조는 변화를 갖는다.

일반적인 옥수수전분은 곡류 전분의 대표적인 전분으로 x-ray 회절도 측정 시 A type을 나타내며, 고아밀로오스는 회절 각도(2θ) 16.9° 에서 강한 결정도를 5.4° , 22.2° , 23.8° 에서 중간 결정도를 보이는 B형의 결정 형태를 나타냈다. 마이크로웨이브 조사한 결과 각각의 결정형은 변함이 없었으나 결정 함량이 다소 감소됨을 관찰할 수 있었다. 비조사 옥수수 전분과 비교하여 마이크로웨이브 조사한 옥수수전분은 15° , 17° 부근의 두 개의 결정도 및 22° 부근의 결정도가 수분함량이 증가할수록 비례적으로 낮아져 결정이 용융됨을 관찰할 수 있었다. 35%의 수분함량을 가진 옥수수 전분은 마이크로웨이브 조사한 결과 모든 결정도가 낮아져 broad한 A type으로 나타났다. 특히 고아밀로오스는 B형의 특성을 갖는 회절 각도(2θ) 5° 부분의 결정도가 마이크로웨이브를 조사함에 따라 소실되었으며 15° 부분의 결정도도 거의 소실되었고 22° , 23° 의 두 개의 결정도가 하나로 나타났다. Hagiwara²⁶⁾ 등은 마이크로웨이브 조사에 의하여 수분함량이 감소된 전분 입자와 이탈된 수증기 사이의 조건이 수분-열처리와 유사하다고 가정하여 일정 온도에 도달할 때까지 감자전분을 수초간 단속적으로 마이크로웨이브를 처리하여 20분간 항온을 유지하였을 때 수분-열처리와는 달리 A Type 또는 C Type으로 변환되지 않았다고 보고하였다. Lewandowicz²⁷⁾ 등은 마이크로웨이브 처리에서 감자전분은 B Type에서 A Type으로 X-Ray 회절형식이 변환된다고 보고하였다. 본 실험에서 결정형이 같은 고아밀로오스 옥수수 전분을 마이크로웨이브 조사한 결과 결정성이 상당히 용융되어 감소하였으며 결정형의 변화는 없는 것으로 사료된다.

또한 본 RVA 실험에서 옥수수전분의 호화온도가 높아지는 것은 결정성이 떨어지기 때문이라 하였는데 고수분함량일수록 호화온도가 높다. X-Ray에서도 고수분함량의 마이크로웨이브 조사한 시료가 결정성이 용융된 것을 알 수 있었다. 고아밀로즈는 RVA 실험에서 측정조건상 호화되지 않고 점도를 나타내지 않았지만, X-Ray 결과 옥수수전분보다 더 큰 결정성이 용융된 것으로 사료된다.

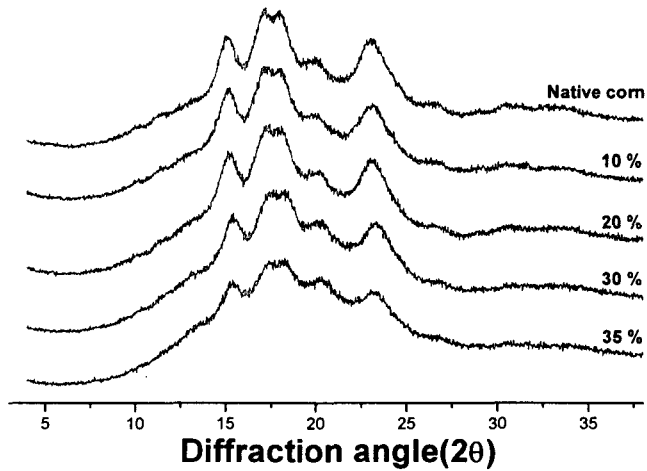


Fig.1. X-ray diffraction pattern of native and microwave corn starches of moisture contents 10-35%.

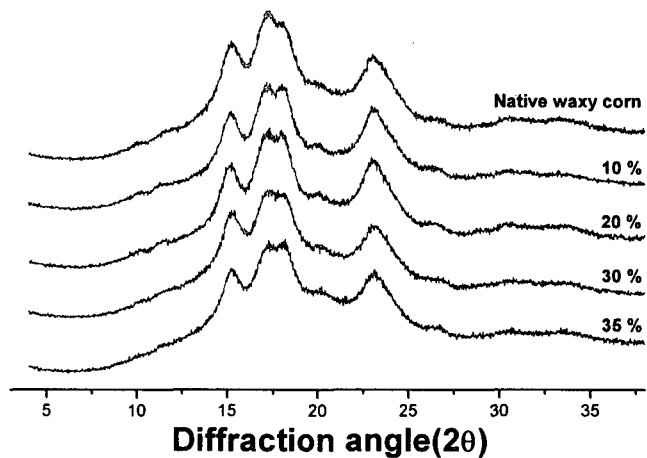


Fig.2. X-ray diffraction pattern of native and microwaved waxy corn starches of moisture contents 10-35%.

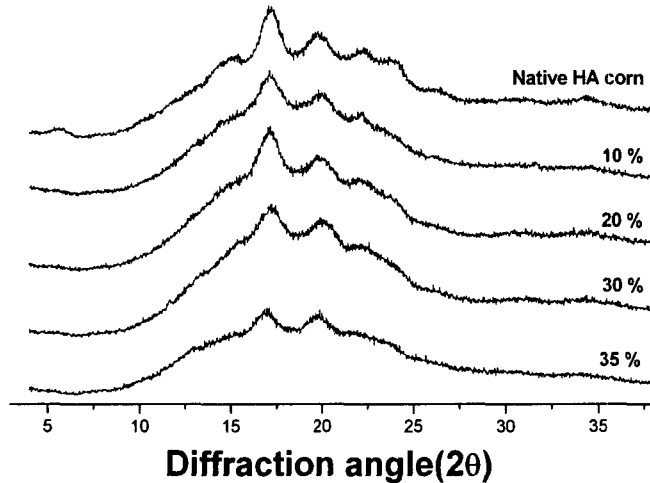


Fig.3. X-ray diffraction pattern of native and microwaved high amylose corn starch of moisture contents 10-35%.

IV. 요약

마이크로웨이브 조사가 전분의 물리적 특성에 미치는 영향을 연구하기 위해 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율이 서로 다른 옥수수, 찰옥수수, 고아밀로오스 옥수수전분을 20~35%로 수분함량을 조절한 후 마이크로오븐에서 마이크로웨이브를 조사하여 수분함량과 가열처리시간과의 관계, RVA, X-ray diffractometry를 이용하여 측정하고 변화를 비교하였다.

마이크로웨이브 조사에 의해 최고 점도 및 break down이 감소하였으나, 페이스팅 온도는 증가하였다. 20% 이하의 수분을 함유한 전분에서는 천연전분과 비슷한 점도 및 호화양상을 띠었다. 수분함량의 증가에 따른 호화개시온도의 증가는 마이크로웨이브 조사시 수분의 영향에 의해 전분 분자의 변성을 초래하기 때문이라 생각된다. 호화 엔탈피 감소는 마이크로웨이브 조사시 일부 호화된 것으로 사료된다.

X-ray diffractometry 측정 결과 마이크로웨이브 조사한 전분에 열적 변성이 발생하여 결정감소를 가져왔으며, 특히 고아밀로오스 전분에서는 회절각도(2θ) 5° , 15° 부분의 결정도가 소실되었으며 22° , 23° 의 두 개의 결정도가 broad하게 하나로 되었다. 이는 결정도가

크게 용융되어 감소하였을 뿐 다른 결정형으로의 변화되지 않음을 관찰할 수 있었다. 찰옥수수전분은 결정의 변화가 거의 없었다. RVA, X-ray, 측정결과 마이크로웨이브 조사 시료가 결정성이 용융되거나 떨어졌음을 확인하였다. 이는 아밀로오스의 이탈로 전분입자 구조가 더욱 안정되었다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2003년 대구산업정보대학의 연구비에 의하여 연구되었으며 이에 감사 드립니다.

Abstarct

Effect of microwave radiation on physico-chemical properties of corn starches was studied. Waxy corn, corn and high amylose corn starches of varying moisture content(20~35%) were subjected to microwave processing(2450MHz) at 120°C and the experimental starch samples were examined by a X-ray diffractometry, rapid viscosity analyzer(RVA) and. with the samples in temperature was observed and the peaks of high amylose corn starches at $2\theta = 5.0, 15.0$ and 23.0° were disappeared indicating the melting of crystallines while those of corn and waxy corn had not changed. A change in gelatinization pattern was observed in the case of corn starches from type A with nearly no peak-viscosity and breakdown to type C. Except a decreased viscosity, no change was observed in those of waxy corn starches.

key words : microwave, corn, x-ray, RVA

참 고 문 헌

1. Meyer, K.H., Bernfeld, P., Boissonnas, R.A., Gurtler, P and Noelting, G. : Starch solutions and pastes and their molecular interpretation. J. Physical and Colloid Chem., **53**, 100. 1949.
2. Stering, C. : J. Texture studies **9**, 225. 1978.

3. Marshall, J.J. : Wallerstein Lab. Commun, **35**. 49. 1972
4. Donovan, J.W. : Phase transition of the starch-water system. Biopolymer. **18**. 263. 1979.
5. 최옥자 : 마이크로파 가열에 의한 감자 전분의 특성. 전남대학교 박사학위논문
6. Moss, G.E. : The microscopy of starch"Examination and analysis of starch and starch products" ed. by Radley, G.A., Applied science publishes Ltd., London. 1982.
7. Rutenberg, M.W. and Solarek, D. : Starch derivatives :Production and used. In " Starch chemistry and technology"ed. by whistler, R.L., Bemiller J.N. and Paschall, E.F., Academic press. Inc., New york. 311. 1984.
8. Lewandowicz G., Fornal J. and Walkoski A. : Effect of microwave radiation on physico-chemical properties and structure of potato and tapioca starch, Carbohydrate 4.polymers 3 213. 1997.
9. Li-Mingt Tu and Shui-Tein Chen : Effect of microwave irradiation on acid-catalyzed hydrolysis of starch. J. org. Chem. 61. 1996.
10. Lorenz, K. and Kulp, K. : Physico-chemical properties of defatted heat-moisture treated starches. Staerke. **35**. 123. 1983.
11. Donovan, J.W., Lorenz, K. and Kulp, K. : Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and poraro starches. Cereal chem. **60**. 381. 1983.
12. 서정식 : 열처리가 옥수수 전분의 이화학적 성질에 미치는 영향, 효성여자대학교 박사학위논문, 1989
13. 박홍현, 이규한, 김성곤 : 수분-열처리에 의한 밤전분의 물리화학적 성질의 변화, 한국식품과학회지, **18**. 437. 1986.
14. Sair, L. : heat-moisture treatment of starch. ceral chem. **40**. 8. 1967
15. Giese, J. : Advances in microwave food processing, Food Technol., **10**, 118(1992)
16. 권중호: 마이크로웨이브 공정을 이용한 식품 및 천연물 성분의 고속추출, Food Science and Inudstry, 31., 1(1998)
17. Decareau, R.V.: Microwave Foods, New Product Development. Food and Nutrition Press, Trumbull, Conn.(1992)
18. G. Summu, M.K. Ndifé and L. Bayindirh.: Temperature and weight loss profiles of model cakes baked in the Microwave oven
19. Rosenberg, U. and Bogl, W.: Microwave thawing, drying and baking in the food industry. Food Technol., **41**, 35(1987)

20. Edwards, G.H. : Effect of microwave radiation on wheat and flour : The viscosity of the flour pastes. *J. sci Food agric.* **15**. 108. 1964.
21. Uchijima, Y. and Kurihara, Y. : The retrogradation of starch of electronic range heated food. *J. of home economics Jpn.* **28**. 95. 1977.
22. 백만희, 신말식 : 저장 중 수분활성이 고구마 전분의 이화학적 특성에 미치는 영향, *한국식품과학회지.* **27**. 532. 1995.
23. Roach R.R. and Hosney R.C. : Effect of certain surfactants on the swelling, Solubility and amylograph consistency of starch. *Cereal chem.* **72**. 571. 1995.
24. Zebel, H.F. : Starch crystal transformations and their industrial importance. *starch.* **40**. 1. 1985.
25. Russell, P. L. : The ageing of gels from starches of different amylose/amylopectin content studied by differential scanning calorimetry. *J. Cereal Sci.* **6**. 147. 1987.
26. Hagiwara S., Esaki K., Nishiyama K., Kitamura S. and Kuge T. : Effect of microwave irradiation on potato starch granules. *J. Jpn. Doc. Starch sci.* **33**. 1. 1986.
27. Lewandowicz, G., Jankowski, T. and Fornal, J. : Effect of microwave radiation on physico-chemical properties and structure of cereal starches. *Carbohydrate polymers.* **42**. 193. 2000.