

**변성 옥수수 전분을 이용한 당면제조 (II)
- 원료전분을 달리한 실험실 제조당면의 이화학적 특성 -**

육 철 · 김재식

영동대학교 생명공학부 식품공학전공

**Production of Starch Vermicelli (Dangmyun) by Using
Modified Corn Starches (II)
- Physicochemical Properties of Starch Vermicelli (Dangmyun)
made with Different Starches in Laboratory -**

Cheol Yook and Jae-Sik Kim

Department of Food Science & Technology, Youngdong University

Physicochemical properties of starch vermicelli (Dangmyun) made with different starches in laboratory were determined to develop a modified corn starch comparable to sweet potato starch which is highly expensive than corn starch but commonly used for starch vermicelli in Korea. Initial temperatures (Ti) of gelatinization of starch vermicelli made in laboratory measured by differential scanning calorimeter, which were above 60°C, were higher than those of starch vermicelli in the market. Their X-ray diffraction peaks were relatively sharp compared with those of starch vermicelli in the market, which showed that starches were not completely gelatinized during the process of starch vermicelli preparation in laboratory. Initial temperature (Ti) of corn starch vermicelli was decreased by 3°C by hydroxypropylation but increased by 2.5°C by oxidation. Hardness and compression slope of sweet potato starch vermicelli and mungbean starch vermicelli, which were 11,726~12,555 g/cm² and 29,914~30,604 g/cm², respectively, were the highest in the samples and those of waxy corn starch were lowest. Hardness and compression slope of starch vermicelli made with corn starch slightly oxidized in the concentration of 0.5% NaOCl at pH 9.0, 40°C for 30 min. increased and found to be comparable to those of sweet potato starch vermicelli.

Key words: starch vermicelli, dangmyun, modified starch

서 론

당면의 원료는 중국의 경우 주로 녹두전분과 고구마전분을 사용하고 있고 일본의 경우에는 고구마전분과 감자전분을 단독 혹은 혼합해서 사용하기도 하고 녹두전분, 옥수수전분, 사고전분 등 다양한 전분을 사용하고 있는 것으로 알려졌다⁽¹⁾. 한편 국내의 당면 원료로는 가정용 고급제품에 고구마 전분을 주로 사용하고 있고 순대, 설렁탕 등에 사용되는 업소용 값싼 제품에는 옥수수 전분을 사용하고 있다. 박⁽²⁾과 고⁽³⁾의 연구결과에서도 나타났듯이 고구마 전분이 옥수수 전분보다 좋은 품질의 당면에 적합한 것으로 나타났다. 품질이

나 기호도를 고려해 볼 때 고구마 당면이 옥수수 당면에 비하여 월등히 우수하지만 고구마 전분이 옥수수전분에 비하여 가격이 10배 가까이 비싸기 때문에 업계에서는 최상등급 품을 제외하고는 원가절감을 위하여 옥수수 전분을 혼합 사용하고 있다.

전분은 원료 source에 따라 그 특성이 매우 달라지는데 이렇게 원료에 따라 특성이 달라지는 이유는 각각의 전분의 물리적, 구조적 특성이 다르기 때문으로 알려졌다. 즉 쌀, 옥수수, 감자전분 등은 밀전분과는 달리 제빵 적성에 맞지 않는 반면 호밀과 보리전분은 제빵 적성에 적합한 것으로 보고되고 있다⁽⁴⁾. 이와 같이 당면에도 고구마전분이나 감자전분, 녹두전분과 같이 소위 long texture를 갖는 전분들이 적합한 반면 옥수수전분이나 밀전분과 같이 short texture를 갖는 전분들은 적합하지 않은 것으로 알려졌다⁽¹⁾.

따라서 본 연구에서는 전보⁽⁵⁾에 이어 실험실적으로 당면 제조 process를 개발하여 원료전분별로 당면을 제조하여 당면의 특성을 살펴보고 끝으로 값싼 옥수수전분을 변성시

Corresponding author : Cheol Yook, Department of Food Science & Technology, Youngdong University, San 12-1 Youngdong, Chungbuk 370-701, Korea
Tel: 82-431-740-1181
Fax: 82-431-744-7218
E-mail: dstyook@youngdong.ac.kr

켜 옥수수전분의 물성을 개량하여 당면에 적합한 전분을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

전분 변성 및 당면제조에 사용한 옥수수전분을 비롯한 모든 전분들은 시판 식용전분으로 (주)두산으로부터 제공받았으며 전분 변성에 사용한 약품은 모두 분석용 등급의 시약을 사용하였다.

변성전분의 제조

하이드록시프로필화 옥수수전분(HP)은 Wootton 및 Manatsathit의 방법⁽⁶⁾에 의하여 제조하였다. 즉 마개가 달린 1L 플라스틱 통에 옥수수 전분 300g과 물 426 mL를 넣고 현탁시켜 수조에 넣고 40°C로 유지시킨 후 Na₂SO₄ 45g을 천천히 용해시킨 다음 1N NaOH를 이용하여 pH 11.2로 맞추었다. 그리고 나서 프로필렌 옥사이드를 전분에 대하여 1% 첨가한 후 마개를 닫아 밀폐시킨 후 진탕수조에서 24시간 반응시켜 제조하였다. 하이드록시프로필화 인산가교전분은 하이드록시프로필화 옥수수 전분의 반응이 끝난 후 phosphorus oxychloride(POCl₃)를 전분에 대하여 0.2% 첨가하여 20분 동안 반응시켜 제조하였다. 산화전분은 40%의 옥수수 전분 현탁액의 pH를 1N-NaOH로 pH 9로 맞춘 다음 차아염소산나트륨(NaOCl)을 전분 고형분 대비 0.5% 첨가한 후 pH 9로 유지시키면서 40°C에서 30분간 반응시켰다.

당면의 제조

실험실에서 제조한 당면은 전분에 물을 첨가하여 수분이 40% 되도록 하고 명반을 전분에 대하여 0.25% 첨가하였다. 면은 single screw type의 extruder(Brabender, 독일)를 이용하여 60°C에서 40 rpm의 속도로 지름 0.2 mm의 nozzle을 사용하여 면을 성형하였다. 성형된 면은 실온에서 하루 건조하여 시료로 사용하였다.

전분호화특성

전분의 호화특성을 알아보기 위하여 Brabender visco-amylograph를 이용하여 amylogram을 측정하였으며 시료 농도는 전분 건량기준 5%(w/w) 농도로 1.5°C/min 속도로 25°C부터 95°C까지 가열하고 95°C에서 15분간 유지시켰다가 50°C까지 냉각시켰다. Amylogram 특성치는 Bhattacharya와 Sowbhagya의 방법⁽⁷⁾에 따라 구하였다.

Differential Scanning Calorimetry (DSC)

시료 당면의 호화 및 노화 특성을 알아보기 위하여 실시한 DSC 측정은 당면을 분쇄하여 100 mesh 체를 통과한 것을 시료로 사용하였으며 측정방법은 Differential Scanning Calorimeter(STA 785, Stanton Redclift, 영국)를 이용하여 Yook 등⁽⁸⁾이 사용한 방법으로 측정하였다. 즉 당면 가루에 증류수를 1:3.5의 비율로 섞어 현탁액을 만들고 aluminum sample pan에 넣어 밀봉한 다음 5°C/min의 속도로 25°C에서 120°C까지 가열하여 endothermic peak를 얻었으며 reference

는 증류수를 사용하였다.

X선 회절도 분석

당면의 X선 회절도 측정은 당면을 분쇄하여 100 mesh 체를 통과한 것을 시료로 사용하였으며 측정방법은 X선 회절기(D/Max Rigaku Inc., 일본)를 이용하여 target, Co-ka; filter, Ni; 30 kV; 15 mA; full scale range, 1000 cps 조건에서 회절각도 40~5도까지 회절시켜 사용하였다.

당면의 물리적 특성

당면의 물리적 특성은 Takahashi 등⁽⁹⁾의 방법을 약간 변형하여 Rheometer(Sun Kagaku Co. M-1111, Japan)를 사용하여 측정하였다. 즉 당면을 끓는 물에 넣어 면이 완전히 익어 내부까지 투명해질 정도로 삶고 찬물에 1분간 식힌 다음 겉에 묻은 물기를 여지로 제거한 후 바로 측정하였다. 측정조건은 knife 형태의 plunger를 이용하여 table speed 4 cm/min, chart speed 120 mm/min의 조건으로 측정하였다. 면의 초기 peak 강도를 칼날과 접촉면적으로 나누어 hardness로 표시하였고 이 hardness를 면 표면에서 peak까지의 거리로 나눈 값을 compression slope로 표시하였다.

Cooking Loss

Cooking 과정 중 고형분의 손실을 알아보기 위하여 Lii와 Chang⁽¹⁰⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉 500 mL 비이커에 시료당면을 3~5 cm 길이로 잘라 끓는 증류수 200 mL와 함께 넣고 hot plate에서 매 30분마다 증발 손실된 수분을 보충하면서 2시간동안 가열하였다. 가열이 끝난 후 80°C oven에서 overnight 시키면서 수분을 증발시킨 후 105°C에서 항량이 될 때까지 완전 건조시키고 데시케이터에서 30분 냉각시킨 다음 비이커의 무게를 측정하여 cooking 과정 중 증류수에 용출된 고형분의 양을 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{cooking loss (\%)} = \frac{\text{용출된 고형분 (g)}}{\text{시료고형분 (g)}} \times 100$$

Swelling ratio

조리과정 중의 당면의 팽윤도(swelling ratio)는 당면을 끓는 물에 넣어 면이 완전히 익어 내부까지 투명해질 정도로 삶고 찬물에 1분간 식힌 다음 겉에 묻은 물기를 여지로 제거한 후 당면의 두께(A)를 측정하여 끓이기 전의 당면의 두께(B)에 대한 팽윤 정도 $[(A-B)/B \times 100(\%)]$ 로 표시하였다. 당면의 두께는 Digimatic caliper(Mitutoyo, Model CD-20CP, Japan)를 사용하여 소수점 둘째 자리까지 측정하였다.

결과 및 고찰

전분의 호화 특성

원료전분을 달리하여 제조한 당면의 조리 특성을 알아보기 전에 원료전분의 호화특성을 알아보기 위하여 visco-amylograph로 측정한 시료전분의 amylogram은 Fig 1, 2와 같고 특성치는 Table 1과 같다. 호화개시온도는 전분에 따라 차이가 크게 나타났는데 감자전분이 64°C로 가장 낮았으며 찰

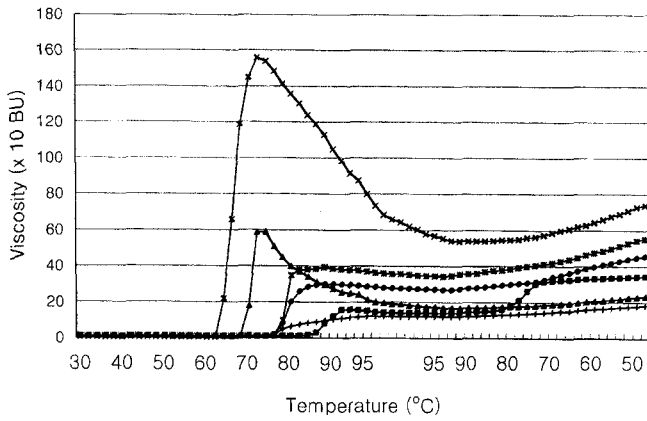


Fig. 1. Brabender visco-amylogram of various starches used for vermicelli in the concentration of 5% (w/w)
 -■- corn starch, -▲- waxy corn starch, -×- potato starch, -✱- sweet potato starch, -●- tapioca starch, -+- mung bean starch

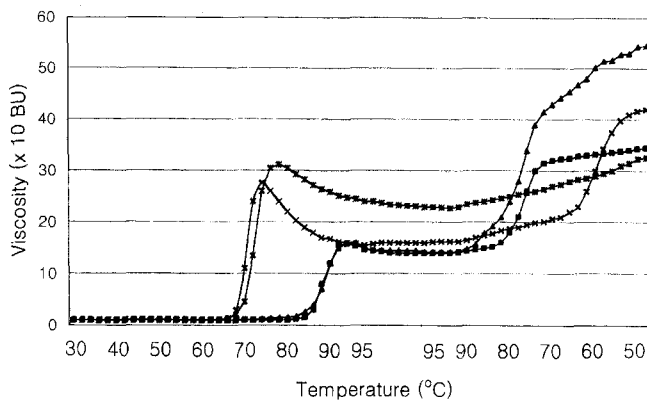


Fig. 2. Brabender visco-amylogram of modified starches used for vermicelli in the concentration of 5% (w/w)
 -■- corn starch, -▲- oxidized corn starch, -×- hydroxypropylated corn starch, -✱- hydroxypropylated and cross-linked corn starch

옥수수전분, 녹두전분, 고구마/타피오카전분, 옥수수전분 순으로 높아졌다. 최고 점도는 감자전분이 1,560 BU로 가장 높았으며 녹두전분이 가장 낮았다. 최고점도와 95°C에서 15분간 유지한 후의 점도 차이 즉 breakdown 역시 감자전분이 가장 크고 녹두전분의 경우 breakdown이 없이 가열에 따라 계속 점도가 상승되어 granule의 붕괴가 없이 계속 팽윤되고 있음을 알 수 있었다. 냉각 후 50°C에서의 점도 역시 감자전분이 가장 높았고 녹두전분이 가장 낮았다. 3가지 변성방법(oxidation, hydroxypropylation, hydroxypropylation+cross-linking)으로 옥수수 전분을 변성시킨 결과 3가지 모두 전분의 호화개시온도가 떨어졌는데 하이드록시프로필화에 의하여 호화개시온도가 가장 많이 떨어짐을 알 수 있었고 가교에 의하여 호화개시온도는 별 영향이 없었다. 하이드록시프로필화에 의하여 호화개시온도가 떨어지는 이유에 대하여 Wootton과 Manatsathit⁽¹¹⁾는 치환기에 의하여 전분입자에 가해지는 내부 스트레스(internal stress)가 더 커졌기 때문이라고 설명하였으며 El-Hinnawy 등⁽¹²⁾은 하이드록시에틸전분의 치환도가 증가함에 따라 전분의 호화온도가 떨어지는 현상을 치환기에 의하여 전분입자 구조가 약해졌기 때문이라고 보고하였다.

Table 1. Brabender visco/amylogram characteristics of various starches and modified corn starches used for vermicelli

No.	Pasting temperature (°C)	Peak Visco. temperature (°C)	Peak viscosity (BU)	Hot-paste viscosity (BU)	Cold-paste viscosity (BU)
A	82	94	158	154	345
B	76	88	395	376	554
C	64	72	1,560	875	740
D	74	95	95	120	183
E	76	88	300	292	457
F	68	74	590	241	235
G	74	94	160	160	545
H	66	74	276	158	420
I	66	78	312	245	326

A. Corn starch, B. Sweet potato starch, C. Potato starch, D. Mungbean starch, E. Tapioca starch, F. Waxy rice starch, G. Oxidized corn starch, H. Hydroxypropylated corn starch, I. Hydroxypropylated and cross-linked corn starch

또한 옥수수전분은 하이드록시프로필화와 가교반응에 의하여 최고 점도도 상승하였는데 산화반응에 의하여는 최고점도는 크게 변하지 않았다. 반면 냉각 후 50°C에서의 점도는 산화반응을 시킨 옥수수 전분이 545 BU로 가장 높게 나타났는데 이는 slight oxidation에 의한 전분 사슬간의 약한 가교반응으로 점도가 냉각 중 상승한 것으로 사료된다.

Differential Scanning Calorimetry (DSC)

실험실 제조당면의 DSC endotherm과 특성치는 각각 Fig. 3과 Table 2와 같다. 실험실에서 제조한 당면의 경우 대개가 61~65°C로 시중 당면의 peak 온도⁽⁵⁾보다 높게 나타났고 ΔH도 상대적으로 높았는데 이는 실험실에서 당면의 제조시 extrusion 온도가 60°C로 전분의 호화가 충분히 일어나지 않은 상태라 시중당면의 DSC 특성치와는 달리 전분의 호화에 의한 peak로 사료된다. 한편 감자전분으로 만든 당면의 경우 (Table 2 No. C) Ti가 49.3°C로 타 당면보다 10°C 이상 낮았는데 이는 감자전분의 호화온도가 낮아 실험실 당면 제조 조건에서도 일부 호화가 일어나 시중 당면과 같이 호화가 일어난 부분에서 냉각생동과정 중 약간의 재결정이 생겨난 것이 아닌가 생각된다. 또한 감자 당면의 경우 Tc의 온도가 타 전분과 비슷하게 측정된 결과를 볼 때 노화 peak와 당면 제조시 미처 호화가 일어나지 않은 부분의 호화 peak가 함께 겹쳐 나타난 것으로 사료된다. 하이드록시프로필화 옥수수전분으로 만든 당면과 하이드록시프로필화 및 가교화시킨 옥수수전분으로 만든 당면의 DSC 특성치를 보면 호화온도가 3°C 정도 낮아졌는데 이는 하이드록시프로필화에 의하여 옥수수 전분의 호화온도가 낮아진다는 예전의 연구 결과와 일치하였다⁽⁸⁾. 반면 옥수수 산화전분으로 만든 당면의 경우 Ti가 2.5°C 정도 높아졌고 amylogram에서도 산화전분의 breakdown이 없고 냉각시 total setback(cold paste 점도와 hot paste 점도와의 차이)이 큰 결과로 볼 때 산화반응에 의하여 옥수수 전분에 일종의 가교결합과 비슷한 반응이 일어난 것으로 사료된다.

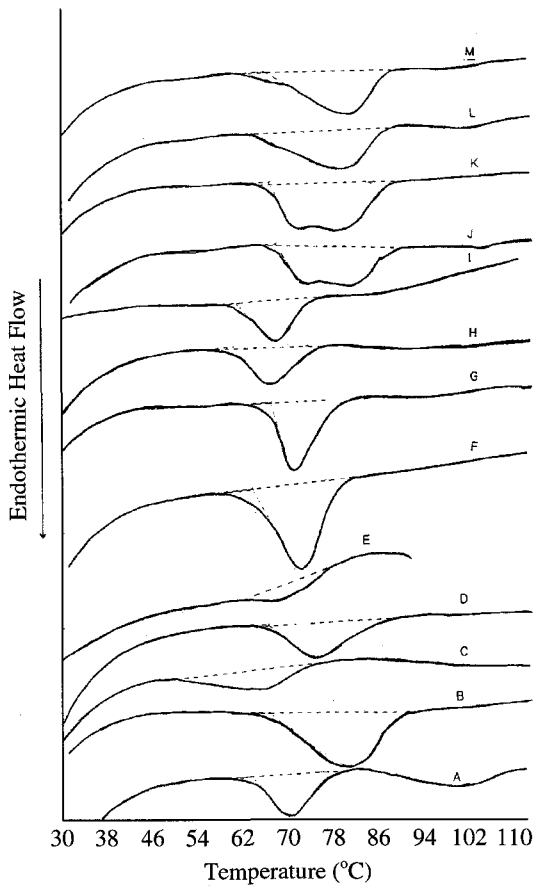


Fig. 3. DSC thermograms of various vermicelli made in laboratory using different starches and modified corn starches at heating rate of 5°C/min with water/starch ratio of 3/1

X-선 회절도

시료 당면의 호화, 노화 정도를 알아보기 위하여 측정된 당면의 X-선 회절도는 Fig. 4와 같다. 시중당면의 경우 대부분 X-선 회절도상의 peak가 선명하지 않았던데 반해 실험실에서 제조한 당면의 경우 대부분이 peak가 선명하게 나타나 당면제조 중 전분이 상당부분 호화가 되지 않은 상태로 생전분의 결정성 구조를 그대로 유지하고 있는 것으로 판명되었다. X-선 회절도 형태도 옥수수 당면, 찹옥수수 당면은 A-type, 고구마 당면과 녹두 당면은 C-type 등 원료 전분의 회절도 형태⁽¹³⁾를 그대로 유지하였으나 감자 당면의 경우와 타피오카 당면의 경우에는 peak가 선명하게 나타나지 않았다. 이는 실험실 당면 제조 과정 중 일부 호화가 일어나 결정성이 줄어들었기 때문으로 사료된다.

당면의 물성과 조리 특성

실험실 제조 당면의 조리 특성과 물리적 특성 결과는 각각 Table 3과 같다. 실험실 제조 당면의 원료전분별 물리적 특성(Table 3)을 보면 고구마 당면(No. B)과 녹두 당면(No. D)의 hardness와 compression slope가 각각 11,726~12,555 g/cm², 29,914~30,604 g/cm³으로 가장 높았으며 찹옥수수전분으로 만든 당면이 가장 낮게 나타났다. 옥수수전분을 변성시켜 당면을 제조한 결과 산화전분으로 만든 당면(No. G)이 가장 높은 수치를 나타냈으며 하이드록시프로필화 전분과 하이드

Table 2. DSC thermal properties of various vermicelli made in laboratory using different starches

(Heating rate=5°C/min, w/w=3.5/1)

No.	Ti (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	Enthalphy (mJ/mg)
A	62.8	69.8	76.6	2.8
B	64.4	78.7	86.2	5.8
C	49.3	64.5	72.4	2.2
D	64.4	72.6	83.3	3.2
E	61.4	68.2	74.0	1.2
F	62.1	70.2	77.0	6.3
G	65.3	70.2	76.4	3.9
H	59.4	66.0	73.5	2.5
I	60.9	66.7	73.4	2.4
J	65.6	74.5	84.9	4.4
K	65.2	74.9	85.4	5.6
L	61.6	77.5	84.4	4.2
M	65.0	79.7	86.2	4.4

A. Corn starch, B. Sweet potato starch, C. Potato starch, D. Mungbean starch, E. Tapioca starch, F. Waxy rice starch, G. Oxidized corn starch, H. Hydroxypropylated corn starch, I. Hydroxypropylated and cross-linked corn starch, J. Sweet potato starch 70%+Corn starch 30%, K. Sweet potato starch 70%+Oxidized corn starch 30%, L. Sweet potato starch 70%+Hydroxypropylated corn starch 30%, M. Sweet potato starch 70%+Hydroxypropylated and cross-linked corn starch 30%

록시프로필화 가교전분으로 만든 당면(No. H, I)은 hardness와 compression slope이 산화전분으로 만든 당면뿐만 아니라 원료 옥수수전분으로 만든 것보다도 낮게 나타났다. 고구마 전분의 대체 효과를 알아보기 위하여 고구마 전분 70%와 기타전분 30%를 혼합한 것을 원료로 당면을 제조하였을 경우에도 산화전분을 첨가하여 만든 당면(No. K)이 고구마 전분만을 사용하였을 때보다 더 높게 나타나 옥수수 산화전분으로 고구마전분의 대체 가능성을 보여주었다.

당면의 조리시 고형분의 손실을 알아보기 위하여 측정된 cooking loss는 같은 원료전분이라 할지라도 시중당면의 cooking loss⁽⁶⁾보다 매우 높게 나타났는데 이는 제조방법이 다르고 제조시 호화 정도가 다르기 때문으로 사료된다. 전분 원료별로 제조된 당면의 cooking loss는 시판 당면과 마찬가지로 고구마전분(No. B)과 녹두전분(No. D)으로 만든 당면에서 가장 낮게 나타났으며 Tapioca전분(No. E), 옥수수전분(No. A), 찹옥수수전분(No. F) 그리고 감자전분(No. C)순으로 높게 나타났다. 옥수수변성전분으로 만든 당면의 경우 산화전분으로 만든 당면(No. G)의 cooking loss가 63.6%로 가장 낮게 나타났으며 하이드록시프로필화전분과 하이드록시프로필화 가교전분은 옥수수전분과 비슷하거나 높게 나타났다. 고구마 전분을 30% 대체하여 만든 당면의 cooking loss 측정 결과 산화전분으로 대체하여 만든 당면(No. K)이 53%로 고구마전분으로 만든 당면(No. A) 48% 보다는 약간 높았으나 옥수수전분이나 다른 변성전분으로 만든 당면보다도 월등히 낮아 옥수수 산화전분으로 당면용 고구마 전분을 대체할 가능성을 높여주었다.

당면의 조리과정(cooking 전후)중 당면 두께의 변화 즉 팽윤도(swelling ratio)를 살펴본 결과 감자 당면의 팽윤도가 가

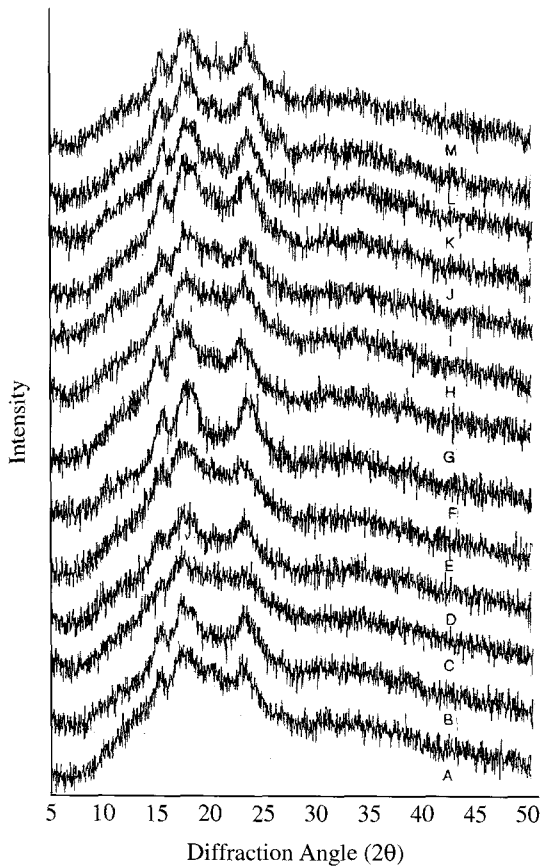


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of various vermicelli made in laboratory using different starches and modified corn starches

장 낮았으며 찰옥수수당면, 고구마, 옥수수, 타피오카, 녹두 당면의 순으로 나타났다. 변성 옥수수 전분으로 제조한 당면의 경우 산화전분으로 제조한 당면이 19%로 실험군 중 가장 낮아 잘 부풀지 않는 특성을 갖고 있음을 알 수 있었다.

이상 실험실에서 제조한 당면의 이화학적 특성과 조리 특성을 분석해본 결과 원료전분에 따른 당면의 특성이 크게 차이가 남을 알 수 있었고 옥수수 전분을 차아염소산소다로 조금만 변성(oxidation)시켜도 전분의 이화학적 성질이 바뀌고 당면의 물리적 특성이 크게 변하는 것을 알 수 있었다. 즉 옥수수전분을 pH 9.0에서 0.5% 농도로 40°C에서 30분간 산화시킨 전분이 옥수수전분과는 달리 당면제조에 아주 우수한 특성을 갖고 있음을 확인하였다. 본보에서는 실험결과를 제시하지 않았으나 산화전분 제조시 차아염소산소다 농도를 0.5% 이상 초과하게 되면 가수분해 반응이 일어나 전분의 점도가 떨어져 당면에 부적합한 것으로 나타났다. 한편 0.5% 정도의 산화반응은 일반 전분 공장에서 아주 손쉽게 저렴한 비용으로 만들 수 있는 변성전분으로 옥수수 전분에 비하여 가격이 크게 상승하지 않으며 산업적으로도 바로 상용화가 가능하다는 것이 업계의 의견이다. 본 연구에서는 당면용 전분의 개발을 위하여 옥수수 전분에 oxidation, hydroxypropylation 뿐만 아니라 acetylation, cross-linking등을 처리해 보았고 옥수수 전분 보다는 가격이 비싸지만 고구마전분 보다는 값싼 찰옥수수전분도 이용하여 변성을 시켜 보았다. 또한 이러한 변성전분과 일반전분들을 분말 혼합시켜 당면을 제조 분석해 보았으나 가격적인 면, 물리적 성질 면을 고려해 볼 때 옥수수전분을 약간 산화시킨 전분이 당면에 가장 우수한 결과를 얻었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 국내에서 당면용으로 가장 선호하고 있는 고가의 고구마 전분은 약하게 산화반응을 시킨 저렴한 변성옥수수전분으로 일부 또는 상당량 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

당면에 적합한 옥수수 변성전분을 개발하기 위하여 실험실규모로 원료전분별 당면을 제조하여 이화학적 특성을 살펴보고 몇 가지 옥수수 변성전분을 제조하여 당면을 만들

Table 3. Hardness, swelling ratio and cooking loss of various vermicelli after cooking made in laboratory using different starches

No.	Hardness (g/cm ²)	Compression slope (g/cm ³)	Cooking time (min)	Noodle thickness (mm)		Swelling ratio (%)	Cooking loss (%)
				before cooking	after cooking		
A	3,297±371	9,282± 895	6	1.34	1.86	38.81	88.65±1.77
B	4,824±183	14,768±1,387	8	1.36	1.87	37.50	48.17±4.06
C	12,555±661	30,604±4,556	8	1.53	1.87	22.22	97.11±0.89
D	11,726±348	29,914±2,662	9	1.40	2.08	48.57	40.09±0.38
E	7,546±378	16,389±1,403	9	1.61	2.33	44.72	85.48±3.30
F	753±263	2,932± 849	7	1.30	1.70	30.77	94.54±1.61
G	5,188±328	18,793±3,248	8	1.35	1.61	19.26	63.64±2.69
H	1,519±121	4,595±1,230	7	1.37	1.72	25.55	88.96±1.24
I	2,271±185	4,203± 897	7	1.38	1.71	23.91	93.01±1.79
J	5,618±232	13,308±1,086	8	1.37	1.95	42.34	73.28±3.14
K	6,248±162	16,770±2,973	7	1.39	1.89	35.97	53.38±2.91
L	4,807±200	10,014±1,151	7	1.39	1.73	24.46	82.87±0.98
M	5,298±216	10,952±1,950	7	1.43	1.79	25.17	90.66±3.15

A. Corn starch, B. Sweet potato starch, C. Potato starch, D. Mungbean starch, E. Tapioca starch, F. Waxy corn starch, G. Oxidized corn starch, H. Hydroxypropylated corn starch, I. Hydroxypropylated and cross-linked corn starch, J. Sweet potato starch 70%+Corn starch 30%, K. Sweet potato starch 70%+Oxidized corn starch 30%, L. Sweet potato starch 70%+Hydroxypropylated corn starch 30%, M. Sweet potato starch 70%+Hydroxypropylated and cross-linked corn starch 30%

어 당면의 특성을 조사하였다. 우선 원료전분의 호화특성을 amylograph로 살펴본 결과 감자전분의 점도가 가장 높았으며 녹두전분이 가장 낮았다. 옥수수 전분을 oxidation, hydroxypropylation, hydroxypropylation+cross-linking시킨 결과 호화온도가 떨어지고 점도가 상승하였다. 실험실에서 제조한 당면의 DSC endotherm과 X-ray diffraction을 측정한 결과 대부분 당면의 T_i 가 60°C 이상으로 시판당면의 peak 온도보다 높았고 X-ray 회절도의 peak가 분명하게 나타나 시판 당면과는 달리 실험실 당면 제조 조건하에서 당면이 완전히 호화되지 않았음을 보여주었다. 변성시킨 옥수수전분을 이용하여 만든 당면의 경우 hydroxypropylation에 의하여 peak 온도가 3°C정도 낮아졌으며 oxidation에 의하여는 T_i 가 2.5°C 정도 높아졌다. 당면의 물리적 특성을 보면 원료전분별로는 고구마 전분, 녹두전분의 hardness와 compression slope가 각각 11,726~12,555 g/cm², 29,914~30,604 g/cm³으로 가장 높았으며 찰옥수수전분으로 만든 당면이 가장 낮았다. 옥수수 전분을 변성시켜 만든 당면의 경우 산화전분으로 만든 당면의 hardness와 compression slope가 타 전분에 비하여 높게 나타났으며 고형분의 손실 면이나 조리과정 중의 팽윤 정도 등을 종합적으로 고려해 볼 때 옥수수 전분을 pH 9.0, 40°C에서 NaOCl 0.5% 농도로 30분간 약하게 산화반응을 시킨 옥수수 전분이 당면제조에 매우 적합한 특성을 갖고 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 1998년 한국과학재단 핵심전문연구과제(KOSEF (핵심)981-0608-033-2)의 일부이며 연구비를 지원하여 주신 한국과학재단에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Takahashi, S. Physicochemical properties and evaluating sensory

- attributes of harusame noodles. *Jap. Cooking Sci.* 2: 1-13 (1988)
2. Park, O.J., Kim, K.O. and Kim, S.K. The sensory characteristics of Tangmyon as affected by production methods and the contents of corn starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 721-723 (1990)
3. Ko, C.H. and Kim S.K. Quality evaluation of Tangmyon prepared from sweet potato and/or corn starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 160-164 (1992)
4. Lineback, D.R. Current concepts of starch structure and its impact on properties. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 33: 80-88 (1986)
5. Yook, C. and Lee, W.K. Production of starch vermicelli (Dangmyun) by using modified corn starches (I): Physicochemical properties of domestic and foreign starch vermicelli (Dangmyun). *Korean J. Food Sci. Technol.* (submitted)
6. Wootton, M. and Manatsahit, A. The influence of molar substitution on the water binding capacity of hydroxypropyl maize starches. *Stärke.* 35: 92-94 (1983)
7. Bhattacharya, K. A. and Sowbhagya, C. M. Pasting behaviour of rice: A new method of viscosography. *J. Food Sci.* 44: 797-804 (1979)
8. Yook, C., Pek, U.H. and Park, K.H. Gelatinization behaviors and gel properties of hydroxypropylated corn starches. *Korean J. Food Sci. Tech.* 23: 317-324 (1991)
9. Takahashi, S., Hirao, K., Kobayashi, R., Kawabata, A. and Nakamura, M. The degree of gelatinization and texture during the preparation of harusame noodles. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 34: 21-30 (1987)
10. Lii, C.Y. and Chang, S.Y. Characterization of red bean starch and its noodle quality. *J. Food Sci.* 46: 78-81(1981)
11. Wootton, M. and Manatsahit, A. The influence of molar substitution on the gelatinization of hydroxypropyl maize starches. *Stärke.* 36: 207-208 (1983)
12. El-Hinnawy, S.I., Saied, H.M., Fahmy, A., El-Shirbeeny, A.E. and El-Sahy, K.M. Viscosity and gelatinization characteristics of hydroxyethyl starch. *Stärke.* 34: 112-114 (1982)
13. Zobel, H.F. Starch crystal transformations and their industrial importance. *Stärke.* 40: 1-7 (1988)

(2000년 8월 16일 접수)