

변성 옥수수 전분을 이용한 당면제조 (I) - 국내외 시판당면의 이화학적 특성 -

육 철 · 이원근

영동대학교 생명공학부 식품공학전공

Production of Starch Vermicelli (Dangmyun) by Using Modified Corn Starches (I) - Physicochemical Properties of Domestic and Foreign Starch vermicelli (Dangmyun) -

Cheol Yook and Won-Kun Lee

Department of Food Science & Technology, Youngdong University

Physicochemical properties of 4 kinds of domestic and 7 kinds of foreign starch vermicelli (1 from Chinese, 6 from Japan) were determined. Peak temperature of starch vermicelli measured by DSC were 42~48°C which were much lower than gelatinization temperatures of their raw material starches. X-ray diffraction peaks of starch vermicelli were not sharp compared with those of raw material starches which indicated that starches were gelatinized by heating and retrograded by cooling and freezing during production of starch vermicelli. Hardness and compression slope of sweet potato starch vermicelli measured by rheometer were respectively 9,500~11,000 g/cm² and 18,000~26,000 g/cm² which were twice higher than those of corn starch vermicelli. Cooking loss of corn starch vermicelli, which was 19.8%, was higher than that of sweet potato starch vermicelli, 4.2~6.6% and mung bean starch vermicelli, 7.7%. In changes of thickness of starch vermicelli during cooking i.e swelling ratio, sweet potato starch vermicelli had 58~69% of swelling ratio, which was higher than that of corn starch vermicelli, 50%. Corn starch vermicelli, which was relatively less elastic and easily broken, was shown to be inferior to that of sweet potato starch vermicelli in overall quality.

Key words : starch vermicelli, dangmyun

서 론

당면은 전분을 주원료로 하여 전분의 호화 및 노화를 이용하여 만든 면으로 우리의 주요한 전통식품중의 하나이다. 그동안의 당면에 대한 국내연구로는 Park⁽¹⁾에 의한 제조방법 및 옥수수 전분함량에 따른 당면의 관능적 특성으로 고구마전분 100% 당면, 고구마 전분 50% + 옥수수 전분 50% 당면, 옥수수 전분 100% 당면을 대상으로 조리특성과 조리된 당면의 텍스처와 관능특성을 조사한 연구와 Ko⁽²⁾에 의한 원료 전분이 다른 당면의 품질 평가로 당면의 제조방법(압출식, 자유낙하식)과 옥수수전분함량(옥수수전분 0% + 고구마전분 100%, 옥수수전분 50% + 고구마전분 50%, 옥수수전분 88% + 고구

마전분 12%)에 따른 당면의 관능적 특성을 평가한 연구결과 등이 있다. 당면이 우리 식품에 차지하는 비중을 고려할 때 아직 당면에 대한 연구는 많이 미흡하다고 판단되는 반면 일본에서는 Takahashi 등⁽³⁻⁷⁾에 의하여 당면뿐만 아니라 당면의 원료 전분에 대한 연구가 상당히 활발하게 이루어져 왔다.

이상에서 보면 당면은 원료 전분에 따라 그 품질이 매우 크게 영향을 받는 것으로 보고되고 있다^(1,2,5). 이에 본 연구에서는 당면에는 그다지 적합하지 않지만 값이 저렴하여 널리 이용되고 있는 옥수수 전분을 화학적으로 변성시켜 당면에 적합한 전분으로 개발시키기에 앞서 당면에 대한 기초 data를 얻고자 국내외 당면의 제조방법에 대한 조사를 실시하였고 국내외 시판 당면을 수거 분석하여 당면의 이화학적 특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 국산 고구마 당면 3종과 옥수수당면 1

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

좋은 시중에서 구입하였으며 일본 당면 및 중국당면 등 7종은 일본 현지 시장에서 구입하여 사용하였다.

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 Redclft, 영국)를 이용하여 Yook 등⁽⁸⁾이 사용한 방법으로 측정하였다. 즉 당면을 분쇄하여 100 mesh 체를 통과한 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 reference는 증류수를 사용하였다.

X-선 회절도 분석

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

당면의 물리적 특성

당면의 물리적 특성은 Takahashi 등⁽⁶⁾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 곁에 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⁽⁹⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉 500 mL 비이커에 시료당면을 3~5 cm 길이로 잘라 끓는 증류수 200 mL에 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 측정하였다. 이때 cooking 과정 중 증류수에 용출된 고형분의 양을 구하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

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

Swelling ratio

조리과정 중의 당면의 팽윤도(swelling ratio)는 당면을 끓는 물에 넣어 면이 완전히 익어 내부까지 투명해질 정도로 삶고 찬물에 1분간 식힌 다음 곁에 묻은 물기를 여지로 제거한 후 당면의 두께(A)를 측정하여 끓이기 전의 당면의 두

<p>Dropping method</p> <p>Starch → (carrier paste, water) → mixing → dropping → cooking in boiling water → cooling in cold water → draining → cooling in cold chamber → freezing → thawing → drying → Starch vermicelli (Dangmyun)</p>
<p>Extrusion method</p> <p>Starch → (carrier paste, water) → mixing → extruder cooking → cooling in air by fan → cooling in cold chamber → freezing → thawing → drying → Starch vermicelli</p>

Fig. 1. Preparation methods of starch vermicelli (Dangmyun) by dropping and extrusion methods in Korea

께(B)에 대한 팽윤 정도[(A-B)/B×100 (%)로 표시하였다. 당면의 두께는 Digimatic caliper(Mitutoyo, Model CD-20CP, Japan)를 사용하여 소수점 둘째 자리까지 측정하였다.

결과 및 고찰

국내외 당면의 제조방법

당면의 제조방법에는 면의 성형 방법에 따라 압출식(extrusion method)과 자유낙하식(dropping method)이 있는데⁽¹⁻³⁾ 이러한 방법에 의하여 만들어진 당면을 국내 업계에서는 각각 기계당면과 손당면이라 부른다. Fig. 1은 국내 당면 생산업체에서 현재 이용하고 있는 당면의 일반적인 제조 공정이며 Fig. 2는 압출식과 자유 낙하식에 의한 현장에서의 면발 형

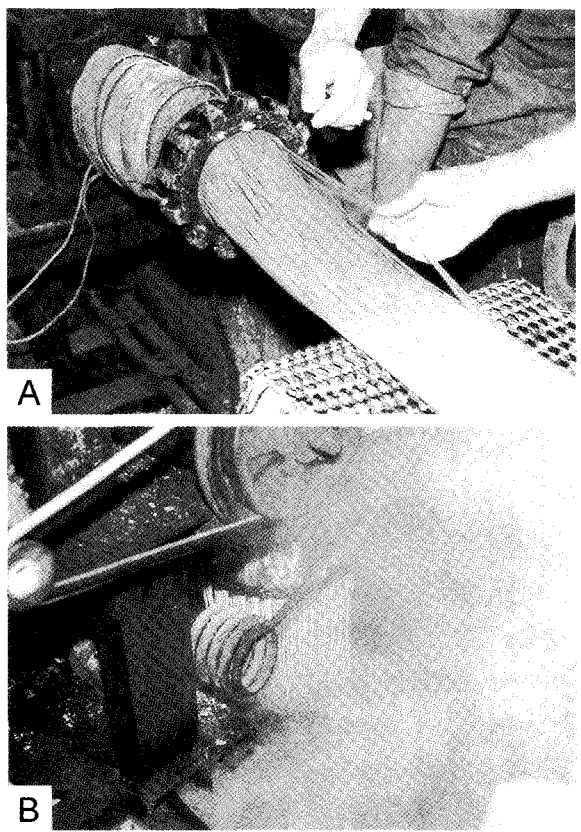


Fig. 2. Pictures showing preparation of starch vermicelli on plant by dropping and extrusion methods

Table 1. General information on starch vermicelli used in this study

No.	Raw materials	Package unit (g)	Thickness (mm)	Length (cm)	Price/100 g	Nation
1	sweet potato starch	500~1000	1.23	25~30*2 ¹⁾	₩ 670	Korea
2	sweet potato starch	500~1000	1.21	"	₩ 670	Korea
3	sweet potato starch	500~1000	0.94	"	₩ 640	Korea
4	corn starch	15 kg	1.27	28~32*2	₩ 200	Korea
5	mungbean starch	100	0.82	curl	₩ 185	China
6	potato starch, sweet potato starch	150	0.84	25~30	₩ 265	Japan
7	potato starch	250	1.55	18~19	₩ 118	Japan
8	potato starch, corn starch, CMC	500	1.31	"	₩ 45	Japan
9	rice starch, unknown starch	150	1.21	18~19*2	₩ 133	Japan
10	unknown starch, guar gum	1000	1.29	18~19	₩ 48	Japan
11	unknown starch	500	1.02	18~19	₩ 80	Japan

¹⁾folded

성과정을 보여주는 사진이다. 즉 사용전분의 일부에 끓는 물을 부어 호액(carrier paste)을 만들고 여기에 나머지 전분과 물, 명반 등을 혼합, 반죽한 후 면을 뽑아낸다. 기계당면은 압출기 내에서 압력에 의한 고온으로 전분이 호화되어 면이 나오지만 손당면의 경우에는 구멍이 뚫린 원통형의 진동체에 묶은 반죽을 넣은 후 진동과 중력에 의하여 면발이 형성되어 내려오면서 끓는 솥에서 호화가 이루어진다. 호화된 면은 냉각과 냉동 그리고 해동 과정을 거친 후 건조시켜 제품이 된다. 한편 일본의 당면은 냉동과 비냉동 2가지로 구분되는데 냉동당면의 경우 우리의 손당면과 기계당면의 제조방법과 동일하게 만들기도 하지만 일부에서는 이 두 가지를 혼합한 형태를 사용하기도 한다. 즉 extruder로 면을 성형만 시킨 후 끓는 솥에서 호화시키는 형태이다. 그리고 비냉동 당면은 원료를 혼합한 후 sheet(얇은 면대)를 만들어 drum dryer로 열을 가하여 sheet를 호화시킨 후 냉각하여 면을 세절시키고 이어 건조, 포장, 제품화한다.

국내외 당면의 일반적인 특성

국내산 당면 4종류(고구마 당면(자유낙하식; dropping method) 3종류, 옥수수 당면(압출식; extrusion method) 1종류)와 중국산 당면 1종류 그리고 일본산 당면 6종류를 구입, 분석하여 당면의 일반적인 특성을 조사한 결과 Table 1과 같다. 포장단위는 국내산의 경우 고구마 당면은 일반 가정용으로 500g과 1kg이 주류를 이루었고 업소용으로 판매되는 옥수수 당면은 15~20 kg으로 포장되어 유통되고 있었다. 일본의 경우 국내산에 비하여 소 포장으로 100, 150, 250g이 주류를 이루었으나 500g 이상이 되는 제품도 있어 포장단위가 다양함을 알 수 있었다. 당면의 두께에 있어서는 중국산 녹두당면이 0.82 mm로 가장 가늘었고 비 냉동당면으로 파악된 No. 7의 경우 1.55 mm로 두꺼웠으나 대부분의 당면은 1.0~1.3 mm 정도를 나타내었다. 당면의 길이에 있어서는 일본산 제품이 대부분 18~19 cm의 한 가닥인데 비하여 우리나라 당면은 25 cm 이상으로 길었고 한쪽 끝 부분이 이어진 두 가닥으로 되어있어 일본 당면에 비하여 2배 이상 길이가 길었다. 가격 면에서는 100g당 가격으로 환산하였을 때 대부분 일본당면이 우리나라 당면에 비하여 비쌌으나 당면에 따라서는 저렴한 것도 있었다.

Differential Scanning Calorimetry (DSC)

시중 당면의 DSC endotherm과 그의 특성치는 각각 Fig. 3 및 Table 2와 같다. 결과로 나타난 바와 같이 시중 당면의 DSC endotherm은 종류에 상관없이 전분의 호화 온도에 비하여 낮은 온도인 42~48°C에서 peak가 시작되었고 peak temp.는 50~58°C 정도를 나타내었다. 원료전분이나 제조방법에 관계없이 peak의 온도가 큰 차이 없는 것으로 보아 전분의 호화에 따른 endotherm은 아니고 당면 제조 과정에서 호화가 일어나고 그 후 냉각, 냉동과정 중에 재결정화가 진행되고 그 재결정이 DSC 측정과정 중 용융되면서 생긴 peak로 판단된다. Yook 등⁸⁾의 결과에 따르면 옥수수 전분의 경우 T_0 가 67°C이었으나 호화 시킨 후에 4°C에서 7일간 방치시켰을 때 T_0 가 43°C로 20°C 이상 낮아짐을 확인하였고 이는 그 기간 동안에 전분 분자간에 약한 수소결합이 형성되어 노화가 일어난 것으로 보고한 바 있다. 한편 시료 No. 10과 11은 노화 peak 외에도 전분의 호화로 인한 것으로 보이는 peak가 선명하게 나타나 다른 시료들과 달리 당면 제조과정 중 전분의 호화가 덜 이루어진 것으로 사료된다.

X선 회절도

시료 당면의 호화, 노화 정도를 알아보기 위하여 측정된

Table 2. DSC thermal properties of various starch vermicelli marketed in Korea, China and Japan

No. ¹⁾	(Heating rate=5°C/min, w/w=3.5/1)			
	Ti (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	Enthalphy (mJ/mg)
1	45.5	55.1	68.0	2.1
2	42.4	53.0	66.9	1.9
3	45.7	55.1	66.3	2.9
4	44.3	51.3	60.2	1.5
5	47.9	58.3	71.0	2.4
6	46.2	54.5	65.4	3.6
7	48.0	58.6	69.9	2.6
8	48.7	58.0	69.2	1.2
9	47.3	57.0	64.3	0.4
10	42.7	50.0	57.5	0.6
11	47.2	53.9	63.8	0.8

¹⁾See Table 1

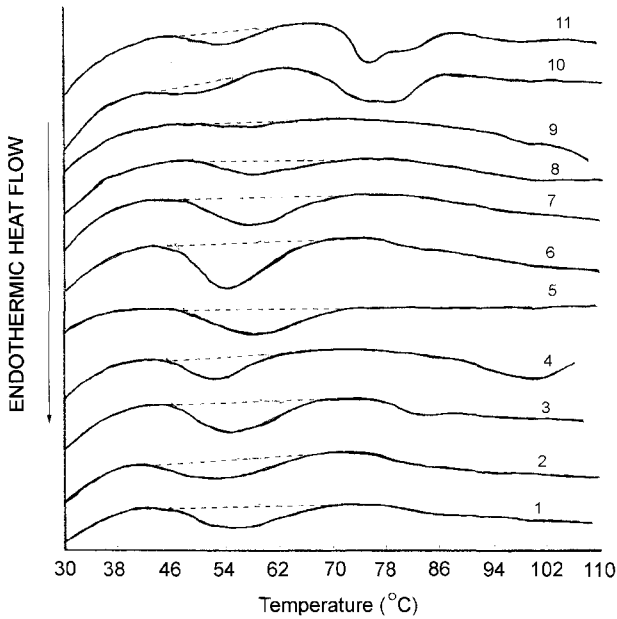


Fig. 3. DSC thermograms of various vermicelli on the market in Korea, China and Japan at heating rate of 5°C/min with water/starch ratio of 3/1
Legend: See Table 1

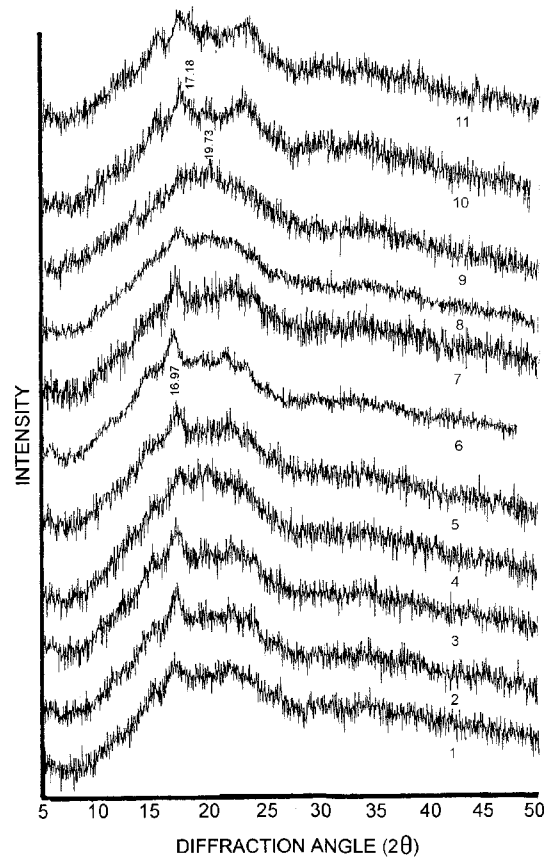


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of various vermicelli on the market in Korea, China and Japan
Legend: See Table 1

당면의 X-선 회절도는 Fig. 4에서와 같다. 시중당면의 경우 대부분의 X-선 회절도가 일반전분의 그것에 비하여 peak가 뾰족하지 않은 것으로 보아 전분입자의 상당부분이 호화가 되었음을 알 수 있었다. 특히 시료 No. 9의 경우 거의 peak가 없이 무정형이었으며 DSC 결과도 endotherm enthalphy가 매우 낮은 것으로 보아 당면제조 과정 중 전분이 거의 완전히 호화가 되었음을 알 수 있었다. 하지만 시료에 따라서는 일부 peak가 선명하게 나타났는데 시료 10, 11의 경우에는 $2\theta = 23^\circ$ 의 peak가 생전분의 경우처럼 비슷하게 남아 있는 것으로 보아 DSC 결과에서도 보여 주었듯이 당면의 제조과정 중 전분이 완전히 호화가 되지 않아 전분의 결정성을 그대로 갖고 있는 것으로 판단된다. 한편 시료 No. 1~8의 경우 peak의 전반적인 크기는 줄었으나 $2\theta = 17^\circ$ 의 peak가 상대적으로 강하게 보인 점을 보아 당면 제조과정 중 전분이 호화

된 후 냉장, 냉동과정을 거치면서 노화에 의하여 생긴 재결정으로 인한 것으로 사료되며 이는 DSC 실험결과와도 부합되는 결과이다. 한편 전분을 열처리(호화)한 후 냉각 과정을 거치면 enzyme-resistant starch(RS)가 생긴다는 연구결과가 많이 보고되고 있는데⁽¹⁰⁻¹³⁾ 당면의 경우 제조과정을 보면 열처리와 냉장/냉동/해동 과정을 거치므로 당면에도 어느 정도의 RS가 함유되어 있을 가능성이 있으나 이에 대한 연구는 추후의 과제로 삼도록 하겠다.

Table 3. Hardness, swelling ratio and cooking loss of various vermicelli after cooking marketed in Korea, China and Japan

No. ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Compression Slope (g/cm ³)	Cooking Time (min)	Noodle thickness (mm)		Swelling ratio (%)	Cooking loss (%)
				before cooking	after cooking		
1	11,237 ± 2,629	25,638 ± 5,199	4	1.23	1.97	60.16	6.57 ± 0.51
2	9,557 ± 1,435	18,384 ± 5,014	4	1.21	1.91	57.85	4.24 ± 0.65
3	9,636 ± 719	22,347 ± 1,480	4	0.94	1.59	69.15	4.86 ± 0.09
4	4,736 ± 497	10,418 ± 1,084	6	1.27	1.91	50.39	19.76 ± 2.19
5	4,626 ± 522	12,353 ± 3,771	2	0.82	1.22	48.78	7.73 ± 0.15
6	1,987 ± 185	4,776 ± 855	2	0.84	1.34	59.52	45.61 ± 1.34
7	7,638 ± 1,523	16,585 ± 3,388	6	1.55	2.74	76.77	46.42 ± 1.46
8	5,685 ± 307	12,916 ± 1,341	4	1.31	2.15	64.12	29.63 ± 0.51
9	3,737 ± 568	10,270 ± 1,721	5	1.21	1.51	24.79	58.27 ± 1.57
10	6,715 ± 1,062	15,623 ± 1,842	5	1.29	1.97	52.71	80.08 ± 0.34
11	3,567 ± 208	9,949 ± 1,241	5	1.02	1.39	36.27	95.44 ± 0.85

¹⁾See Table 1

당면의 물성과 조리 특성

시중당면의 조리 및 물리적 특성의 측정 결과는 Table 3과 같다. 시중 당면 중 고구마 당면 3종(No. 1~3)은 hardness와 compression slope가 각각 9,500~11,000 g/cm², 18,000~26,000 g/cm³으로 옥수수 당면(No. 4)의 2배 이상 높아 고구마 당면이 쉽게 딱딱 끊어지는 옥수수 당면 보다 쫄깃거림을 보여 주었다. 이는 고구마전분과 옥수수전분을 비율을 달리하여 당면을 제조하였을 때 고구마 당면이 옥수수 당면에 비하여 압축강도가 2.4배 높다고 보고한 Ko⁽²⁾의 연구결과와 일치하였다. 또한 당면이 익는데 걸리는 시간은 옥수수 당면이 6분으로 고구마 당면의 4분 보다 길었으며 외국 당면(No. 5~11)의 경우 두께가 가는 No. 5, 6 시료를 제외하고는 조리시간이 4~6분으로 국산 당면과 비슷하였으며 hardness와 compression slope는 국산 고구마당면 보다 낮게 나타났다.

당면의 조리 시 고형분의 손실을 알아보기 위하여 측정한 cooking loss는 국산의 경우 업소용 옥수수 전분이 19.8%로 고구마 전분 4.2~6.6%에 비하여 높게 나타났고 외국산의 경우 녹두당면이 7.7%로 낮게 나타났으나 대부분의 당면이 국내산보다 높게 나타났는데 이는 제조한 원료와 방법에 따른 영향으로 추측된다.

당면의 조리과정(cooking 전후) 중 당면 두께의 변화 즉 팽윤도(swelling ratio)를 살펴본 결과 국내산 시중 고구마 당면들은 58~69%를 나타내었고 옥수수 당면의 경우에는 50%정도로 고구마 당면보다 낮았다. 일반적으로 옥수수 당면에 비하여 고구마 당면이 쫄깃거리고 잘 붙지 않는 것으로 알려졌는데 본 실험에서는 조리과정 중 옥수수 당면과 고구마 당면간의 조리시 두께의 변화에는 큰 차이가 없었고 오히려 옥수수 당면이 덜 팽윤하였다. 그러나 옥수수 당면의 경우 팽윤 정도는 낮았으나 탄력이 떨어지고 딱딱 끊어지는 현상이 심하여 기호도 면에서 크게 떨어졌다. 일본 당면의 경우 팽윤도가 낮게는 25%에서 높게는 77%까지 폭 넓게 나타났는데 중국산의 녹두당면은 49%로 국산 고구마 당면과 옥수수 당면의 중간 정도를 나타내었다.

이상 국내의 당면의 이화학적 특성 및 조리 특성을 분석해본 결과 국산 당면이 일본 당면에 비하여 두께는 큰 차이가 없었으나 길이가 2배 이상 길었고 포장 단위도 대체로 2배 이상의 대용량이었다. 당면을 DSC와 X-ray로 호화/노화 특성을 조사한 결과 대부분의 당면이 제조과정 중 호화가 되고 또한 재결정에 의한 노화가 일어났음을 알 수 있었으나 일부 당면의 경우에는 호화가 완전히 일어나지 않은 경우도 있었으며 일부 당면은 호화는 충분히 되었으나 노화가 거의 일어나지 않은 당면도 있었다. 한편 당면의 물리적 특성 실험에서는 원료전분에 따라 특성치가 크게 다르게 나타났는데 특히 고구마 당면이 옥수수 당면에 비하여 hardness와 compression slope가 높게 나타나 고구마 당면이 옥수수 당면에 비하여 쫄깃거리고 기호도가 높은 일반인들의 인식을 뒷받침해 주었다. 그러나 고구마 전분은 옥수수 전분에 비하여 10배 가까이 비싼 단점이 있어 생산업자들은 최고급품을 제외하고는 옥수수 전분을 일부 혼합 사용하고 있는 실정이다.

이에 저자들은 본보에 이어 당면에는 그다지 적합하지 않지만 값이 저렴하여 널리 이용되고 있는 옥수수 전분을 화학적으로 변성시켜 당면에 적합한 전분으로 개발시키고자 한다.

요 약

국내산 당면 4종류(고구마 당면(자유낙하식; Dropping method) 3종류, 옥수수 당면(압출식; Extusion method) 1종류)와 중국산 1종류, 일본산 6종류를 가지고 당면의 이화학적 특성을 조사하였다. 포장단위는 국내산의 경우 일반 가정용으로 고구마 당면이 500 g과 1 kg 두 종류의 포장이 주류를 이루었고 일본의 경우 국내산에 비하여 소 포장으로 100, 150, 250 g이 주류를 이루었다. 당면의 두께에 있어서는 중국산 녹두당면이 0.82 mm로 가장 가늘었으나 대부분의 당면은 1.0~1.3 mm 정도를 나타내었다. 시중 당면의 DSC endotherm을 분석한 결과 peak 온도가 전분의 호화온도보다 낮은 42~48°C에서 시작하였으며 당면의 X-ray 회절도에서도 peak가 선명하지 않은 것으로 보아 호화가 일어난 후 노화로 재결정이 생겼음을 알 수 있었다. 당면의 조리 특성을 보면 국산 고구마 당면은 hardness와 compression slope가 각각 9,500~11,000 g/cm², 18,000~26,000 g/cm³으로 옥수수 당면보다 2배 이상 높았다. 당면 조리시의 고형분 손실(cooking loss)은 옥수수 전분으로 만든 당면이 19.8%로 고구마 당면(4.2~6.6%)보다 높았으며 외국산의 경우 녹두당면이 7.7%로 낮았으나 대부분 국내산 당면보다 높게 나타났다. 조리과정 중 당면의 두께변화 즉 팽윤도(swelling ratio)는 고구마 당면이 58~69%, 옥수수 당면이 50%로 옥수수 당면이 고구마 당면 보다 낮게 나타났으나 옥수수 당면의 경우 cooking 중 고형분 loss가 커 탄력이 떨어지고 딱딱 끊어지는 현상이 심하여 고구마 당면에 비하여 품질이 떨어짐을 알 수 있었다.

감사의 글

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

문 헌

1. 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)
2. 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)
3. Takahashi, S., Hirao, K., Kawabata, A. and Nakamura M. Effects of preparation methods of starches from mung beans and broad beans and preparation method of noodles on the physico-chemical properties of harusame noodles. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 32: 257-266 (1985)
4. Takahashi, S., Kobayashi, R. Kainuma, K. and Nakamura, M. Physico-chemical properties of starches from mung bean, broad bean and commercial harusame noodles. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 32: 181-187 (1985)
5. Takahashi, S., Hirao, K. and Watanabe, T. Effect of added soybean protein on physicochemical properties of starch noodles. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 33: 15-24 (1986)
6. 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)

7. Takahashi, S. Physicochemical properties and evaluating sensory attributes of harusame noodles. Jap. Cooking Sci. 21: 1-13 (1988)
8. Yook, C., Pek, U.H. and Park, K.H. Gelatinization behaviors and gel properties of hydroxypropylated corn starches. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 317-324 (1991)
9. Lii, C.Y. and Chang, S.Y. Characterization of red bean starch and its noodle quality. J. Food Sci. 46: 78-81(1981)
10. Ring S.G., Gee, J.M., Whittam, M., Orford, P. and Johnson, I.T. Resistant starch: Its chemical form in foodstuffs and effect on digestibility *in vitro*. Food Chem. 28: 97-109 (1988)
11. Sievert, D. and Pomeranz, Y. Enzyme-resistant. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical and microscopic methods. Cereal Chem. 66: 342-347 (1989)
12. Russel, P.L., Berry, C.S. and Greenwell, P. Characterization of resistant starch from wheat and maize. J. Cereal Sci. 9: 1-15 (1989)
13. Fuwa, H. Resistant starch. Denpun Kagaku. 38: 51-54 (1991)

(2000년 8월 16일 접수)