

## 시판 압출숙면류의 저항전분 함량과 조리특성

류복미·김창순<sup>†</sup>

창원대학교 생활과학연구소, <sup>1</sup>창원대학교 식품영양학과

### Study on Resistant Starch Contents and Cooking Characteristics of Commercial Extrusion-Cooked Noodles

Bog-Mi Ryu · Chang-Soon Kim<sup>†</sup>

Research Institute of Human Ecology, Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea

#### Abstract

We conducted this study to investigate the amount of RS and cooking characteristics of the commercial extrusion-cooked noodles. Ten kinds of noodles were selected and grouped according to the storage conditions; dry noodles (3), refrigerated noodles (2), freeze noodles (4), and dry noodle made from wheat flour as a control (not extrusion-cooked). The total starch of commercial noodles ranged from 62.50% to 84.13%, Refrigerated Naengmyeon and dry Dangmyun had high proportions of total starch (respectively 84.13% and 80.13%, respectively). The amounts of apparent amylose ranged from 25.01% to 42.93% and RS ranged from 0.61% to 5.99%. A high proportion of the total starch was rendered digestible by extrusion cooking, and a small amount of RS remained in the samples. Dry Dangmyun had the highest percentages of RS (5.99%), followed by refrigerated Naengmyeon C (2.41%) and dry Jjolmyeon (1.94%), and those of the other noodles were lower than that of the control (1.86%). Cooking properties and texture measurements were evaluated. Cooking loss and turbidity of cooking water were highest in dry Jjolmyeon and dry Naengmyeon. There was little cooking loss in dry Dangmyun and freeze rice noodles. In particular, dry Dangmyun and refrigerated Naengmyeon C containing high amounts of RS and amylose had relatively high measurements of hardness and tensile strength.

**Key words:** commercial extrusion-cooked noodles, resistant starch, cooking characteristics, texture measurement

## I. 서론

최근 식생활의 패턴 변화로 열량 섭취 증가와 서구화된 식생활로 인하여 섬유식을 적게 섭취함으로써 비만, 순환기계 질환 및 당뇨의 발병률이 증가하고 있다. 특히 비만과 당뇨병은 대사 증후군의 대표질환으로 식품 중 탄수화물 섭취와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 같은 양의 탄수화물 식품을 섭취하더라도 서로 다른 속도로 소화되고 흡수되며 소화, 흡수가 빠른 식품은 혈당반응이 급격할 뿐만 아니라 인슐린 및 다른 내분비물의 반응도 함께 상승시킨다(Jenkins AL 2007).

전분은 영양적 측면에서 전분소화율에 따라서 rapidly digestible starch(RDS), slowly digestible starch(SDS), resistant starch(RS)로 분류되며 이중 저항전분(RS)은 소

화 흡수되지 않는 전분과 전분 분해물의 합이라 정의되어 있다(Englyst KN 등 2007, Sajilata MG 등 2006). 저항전분은 네 가지로 분류될 수 있는데 물리적으로 효소와의 접근이 어려운 RS1, 생전분으로 B형 결정형을 갖는 입자형 RS2, 전분의 노화에 의해 형성된 RS3, 화학적 변성전분으로 소화되지 않는 전분인 RS4가 있다(Eerlingen RC & Delcour JA 1995). 이중 특히 RS3는 아밀로오스 함량이 많을수록 저항전분이 많이 생성된다고 알려져 있으며 가공 중 열안정성과 영양적 기능성으로 인해 식품 재료로 주목받고 있다(Haralampu SG 2000, Faraj A 등 2004). 저항전분은 섭취 시 식이섬유소처럼 소장에서 소화되지 않고 대장에서 발효되어 단쇄지방산을 생성하여 대장암과 직장암 억제와 혈당저하 효과, probiotic 미생물 성장, 담석생성 감소, 저콜레스테롤 효능, 지방 축적 방지, 미네랄 성분의 흡수 증가 등 다양한 생리적 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Lehmann U & Robin F 2007, Fuentes-Zaragoza E 등 2010). 이러한 저항전분은 최근에는 빵(Song JY 등 2000, Park MA 등 2007, Joe AR & Ahn SY 1996), 쿠키(Park YS & Chang HG 2008, Kim JS

<sup>†</sup>Corresponding author: Chang-Soon Kim, Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, 20 Changwondaehak-ro Uichang-gu Changwon-si, Gyeongsangnam-do 641-773, Korea  
Tel: +82-55-213-3512  
Fax: +82-55-281-7480  
E-mail: cskim@changwon.ac.kr

& Shin MS 2006, Bae CH 등 2013), 국수 (Moon SH & Shin MS 2000) 등에 사용되고 있다.

저항전분 생성에 영향을 미치는 요인으로는 전분의 결정질, 전분입자 구조, 아밀로오스와 아밀로펙틴 비율, 아밀로오스의 노화, 아밀로오스 사슬길이와 수분-열처리, 다른 성분들과 전분과의 상호작용, 가공조건, 열처리온도, 저장온도 및 기간, 열처리-냉각 반복 횟수 등이 있다 (Chung HJ & Lim ST 2014). 또한 압출조리(extrusion cooking), baking, pasta 제조, autoclaving 등에서도 저항전분이 생성되는 것으로 알려져 있다(Bjorck I 등 1987).

압출조리는 압출기를 가압·가온하여 식품재료를 익힌 뒤 사출구(die)를 통과시켜 일정한 모양으로 성형하는 것으로 압출성형기의 바렐온도, 수분함량, 스크류 속도와 압출성형물의 건조조건이 저항전분의 수율에 영향을 주며(Shin MS 등 2002), 일부 전분질식품에서는 압출가공 중 전분-단백질, 아밀로오스-지질 복합체 사이의 새로운 상호작용이 일어나 효소작용이 지연되는 것으로 알려져 있다(Guha M 등 1997). 본 연구는 저항전분의 함량을 높일 수 있는 면류를 개발하는데 기초 연구로 시판되는 압출숙면류를 유통방법별로 선별하여 저항전분의 함량과 조리특성을 알아보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

국내에서 유통되고 있는 대표적인 압출숙면류로는 냉면, 당면, 쫄면, 쌀국수 등으로 인터넷과 시장조사를 통하여 유통과정(상온면, 냉장면, 냉동면)별로 나누어 2013년 4~6월에 걸쳐 경남 창원시 소재 대형 할인마트에서 구입하였다. 각 제품의 포장에 제시된 조리방법에 따라 삶은 후 관능평가(기호도)를 통해 조직감이 우수하다고 평가된 제품을 선별하였고, 최종적으로 냉면 4종(건면 1종, 냉장면 1종, 냉동면 2종) 당면 1종(건면), 쌀국수 1종(냉동면), 쫄면 3종(건면 1종, 냉장면 1종, 냉동면 1종)을 선정하였다. 압출숙면과 비교하기 위한 대조군(비압출숙면)으로 국수(밀가루 소면)를 선택하였다. 면들은 각각 제시된 조리법에 따라 삶은 후 40°C에서 건조시키고 분쇄한 후 100 mesh체를 통과시켜 분석용 시료로 사용하였다.

### 2. 일반성분 및 총전분, 아밀로오스 함량 측정

시판면의 일반성분은 AOAC 법(2006)에 따라 수분함량은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분함량은 직접회화법으로 분석하였다. 총전분 함량은 McCleary BV 등 (1994)의 방법으로 total starch assays kit (Megazyme Int, Bray, Co., Wicklow, Ireland)를 이용하여 측정하였고, 아밀로오스 함량은 Juliano 방법(Juliano BO 1971)인 비색법

에 준하여 620 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 3. 저항전분 함량 측정

저항전분 함량은 McCleary BV & Monghan DA(2002)의 방법에 따라 resistant starch assays kit(Megazyme Int, Bray, Co., Wicklow, Ireland)를 이용하여 측정하였다. 시료 0.1 g에 pancreatin(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)과 amyloglucosidase(Sigma) 혼합액 4 mL를 넣고 37°C water bath에 200 strokes로 16시간 방치 후 에탄올 99% 용액 4 mL를 넣어 효소 반응을 중지시켰다. 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액에 50% ethanol 8 mL를 넣고 voltex mixing 한 다음 원심분리하고 침전물에 2 M KOH를 2 mL 씩 넣어 녹인 후 ice water bath에서 20분간 stirring 하였다. 1.2 M sodium acetate buffer (pH 3.8) 8 mL를 넣고 섞은 후 즉시 amyloglucosidase (Megazyme) 0.1 mL를 첨가하고 50°C water bath에 30분 방치하면서 5분 간격으로 섞어주었다. 3,000 rpm에서 10분 원심분리 후 상등액 0.1 mL에 glucose oxidase/peroxidase reagent(Megazyme) 용액 3 mL를 넣고 50°C water bath에서 20분 방치 후 510 nm에서 흡광도로 glucose 함량을 측정하였다.

### 4. 조리특성 평가

면의 조리시간은 제품 포장지에 제시된 조리법에 따랐으며, 면 10 g을 면부피의 20배 증류수에 삶아 행구고 탈수 후 조리특성 평가 시료로 사용하였다. 면의 복원률은 조리 전 면 중량에 대한 조리 후 중량 증가의 백분율로 계산하였다. 조리손실률을 나타내는 용출 고형분은 면을 삶은 후 건져내고 남은 물과 행군 물을 합하여 105°C 건조오븐에서 건조시켜 무게를 측정하고, 조리 전 면 중량에 대한 백분율로 나타내었다. 조리수 탁도는 삶은 면을 건져내고 남은 조리수를 실온으로 식힌 후 UV-VIS spectrophotometer(UV mini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 5. 기계적 조직감 측정

삶은 면의 조직감은 Texture analyzer(TA-XT2i/25, stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 사용하여 texture profile analysis(TPA) test를 실시하고 인장강도를 측정하였다. 조리법에 제시된 조건대로 면을 삶은 후 건져서 증류수에 30초간 행구고 체에 받혀 2분간 방치하여 탈수한 후 15분 이내 측정을 완료하였다. TPA는 국수 세 가닥을 일직선으로 plate에 올려놓고 압착실험 하였으며, 측정 조건은 pasta firmness/stickiness rig(HDP/PFS), pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, post-test speed 0.5 mm/sec, time 2 sec, strain 75%로 하였다. 인장

강도는 spaghetti/noodle tensile rig(A/SPR)를 TA에 장착하여 한 가닥의 국수를 상하로 grip에 잡아 측정하였다. 측정 조건은 pre-test speed 3.0 m/sec, test speed 3.0mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, distance 75 mm로 하였다. 측정은 10회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

## 6. 통계처리

모든 실험결과는 SPSS 통계프로그램(SPSS 22.0 for window, SPSS Inc., USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며 Duncan's multiple range test에 의해 평균값의 유의차( $p < 0.05$ )를 검증하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 시판면의 일반성분 함량

시판면들은 포장지에 제시된 조리법대로 삶은 후 40°C에서 건조시키고 분쇄하여 일반성분 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 건조중량 조단백은 건졸면과 건냉면이 각각 12.78%, 12.68%로 국수 12.50%보다 높았고, 건당면이 0.38%로 가장 낮았다. 조회분 함량은 냉동졸면 1.16%, 건졸면 1.12%로 많았고 건당면이 0.20%로 가장 적었다. 조지방은 건국수와 냉동냉면 D가 각각 0.84%, 0.82%로 높았고 냉장냉면이 0.43%로 가장 낮았다. 이러한 일반성분 함량의 차이는 면 제조 시 사용되는 원료 곡류분이나 전분의 종류와 함량에 따른 것으로 보인다.

### 2. 총전분, 아밀로오스, 저항전분 함량

시판면의 총전분, 아밀로오스, 저항전분 함량은 Table 2와 같다. 총전분 함량은 냉장냉면 B와 건당면에서 각각

84.13%, 80.13%로 높았으나 건국수, 건졸면 A, 냉장졸면 B, 냉동냉면 D에서 60%대로 낮게 나타났는데 총전분 함량이 적은 제품들은 주원료로 전분이 아닌 밀가루를 사용했기 때문인 것으로 보인다. 아밀로오스 함량은 24.71-42.93%의 넓은 범위로 냉동냉면 C가 42.93%로 가장 높았고 다음으로 건당면이 38.69%로 높게 나타났다. 냉동냉면 D는 평양식냉면으로 아밀로오스 함량이 26.63%로 건국수와 유의적 차이가 없었으나 함홍식냉면인 냉동냉면 C(42.93%)와 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 함홍식냉면은 쫄깃하고 단단한 식감의 특성으로 전분이 주원료로 사용되어지는 반면에 평양식냉면은 면발이 부드러운 특성을 가지며 전분보다 밀가루 사용량이 큰 비율을 차지하는 것으로 알려져 있다(Seo SJ 2011). 따라서 냉동냉면 C와 D는 제조사가 동일하나 제품의 성분표시에서 전분보다는 밀가루가 다량 사용된 평양식 냉동냉면 D가 총전분 함량과 아밀로오스 함량이 더 낮게 나타난 것으로 보인다.

시판면의 저항전분 함량을 측정된 결과, 건당면이 5.99%로 가장 높았고 다음으로 냉동냉면 C가 2.41%로 높았으며 냉동졸면이 0.61%로 가장 낮았다. 유통방법별 냉면의 저항전분 함량은 건냉면이 1.60%였고 냉장냉면은 1.82%, 냉동냉면 C는 2.41%, 냉동냉면 D는 1.63%로 냉동냉면 C가 가장 높게 나타났다. 압출조리과정에서 전분입자는 가열과 기계적 에너지에 의해 파괴되고 저분자화에 따른 구조적 변화가 나타나고 냉각과정에서 아밀로오스와 아밀로펙틴의 사슬부분은 수소결합에 의해 서로 재결합에 의한 노화가 일어나 결과적으로 소화효소에 대한 저항성이 증가한다(Faraj A 등 2004, Unlu E & Faller JF 1998). 본 연구에서 특히 당면은 아밀로오스 함량이 38.69%로 냉동냉면 C 42.93%보다 낮았음에도 불구하고 저항전분의 함량이 현저히 높게 나타났는데 이것은 당면의 제조

Table 1. Proximate composition of commercial noodles

(%)

	Samples	Crude protein	Crude ash	Crude lipid
Dry	Noodle (wheat flour)	12.50±0.04 <sup>1) b2)</sup>	0.73±0.05 <sup>c</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>
	Dangmyun	0.38±0.02 <sup>h</sup>	0.20±0.06 <sup>c</sup>	0.51±0.04 <sup>cd</sup>
	Jjolmyeon A	12.78±0.05 <sup>a</sup>	1.12±0.03 <sup>a</sup>	0.62±0.05 <sup>bc</sup>
	Naengmyeon A	12.68±0.04 <sup>a</sup>	0.98±0.03 <sup>b</sup>	0.56±0.03 <sup>cd</sup>
Refrigeration	Jjolmyeon B	10.81±0.03 <sup>c</sup>	0.72±0.04 <sup>c</sup>	0.71±0.06 <sup>ab</sup>
	Naengmyeon B	8.95±0.05 <sup>e</sup>	0.54±0.05 <sup>d</sup>	0.43±0.06 <sup>d</sup>
Freeze	Jjolmyeon C	10.30±0.01 <sup>d</sup>	1.16±0.07 <sup>a</sup>	0.74±0.06 <sup>ab</sup>
	Naengmyeon C	5.73±0.05 <sup>e</sup>	0.51±0.05 <sup>d</sup>	0.56±0.05 <sup>cd</sup>
	Naengmyeon D	10.78±0.06 <sup>c</sup>	0.42±0.04 <sup>d</sup>	0.82±0.05 <sup>a</sup>
	Rice noodle	7.79±0.04 <sup>f</sup>	0.90±0.05 <sup>b</sup>	0.63±0.07 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD

<sup>2)</sup> Different letters in column indicate significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

**Table 2.** The contents of total starch, amylose and resistant starch of commercial noodles (%)

Samples		Total starch	Amylose	Resistant starch
Dry	Noodle (wheat flour)	62.50±3.87 <sup>1) d2)</sup>	25.01±1.71 <sup>f</sup>	1.86±0.04 <sup>bc</sup>
	Dangmyun	80.13±0.35 <sup>ab</sup>	38.69±1.69 <sup>b</sup>	5.99±0.06 <sup>a</sup>
	Jjolmyeon A	65.06±3.73 <sup>d</sup>	24.71±0.97 <sup>f</sup>	1.94±0.02 <sup>b</sup>
	Naengmyeon A	74.13±4.31 <sup>abcd</sup>	34.87±0.78 <sup>cd</sup>	1.60±0.02 <sup>de</sup>
Refrigeration	Jjolmyeon B	65.22 ±0.11 <sup>d</sup>	35.95±0.41 <sup>bc</sup>	1.57±0.01 <sup>de</sup>
	Naengmyeon B	84.13 ±8.80 <sup>a</sup>	32.70±0.45 <sup>d</sup>	1.82±0.02 <sup>c</sup>
Freeze	Jjolmyeon C	71.67 ±1.87 <sup>abcd</sup>	32.59±1.48 <sup>d</sup>	0.61±0.01 <sup>f</sup>
	Naengmyeon C	79.64 ±2.09 <sup>abc</sup>	42.93±0.49 <sup>a</sup>	2.41±0.01 <sup>b</sup>
	Naengmyeon D	65.82 ±0.39 <sup>d</sup>	26.63±0.44 <sup>ef</sup>	1.63±0.02 <sup>d</sup>
	Rice noodle B	73.31 ±0.23 <sup>abcd</sup>	29.31±0.74 <sup>c</sup>	1.53±0.05 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD

<sup>2)</sup> Different letters in column indicate significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

과정에서 압출기 내에서 호화된 면을 냉각과 냉동, 해동 과정을 거친 후 건조시키기 때문에 노화가 촉진되어 저항전분 생성을 증가시킨 것으로 보인다(Yook C & Lee WK 2001). 당면 다음으로 함홍식 냉동냉면 C(2.41%)가 높았는데 아밀로오스 함량과 마찬가지로 평양식 냉동냉면 D(1.63%)와 저항전분 함량에서도 차이가 있음을 알 수 있었다. 압출조건을 달리한 고아밀로오스 옥수수전분의 경우에도 압출조리 후 높은 아밀로오스 함량의 시료에서 저항전분이 높게 생성되어 아밀로오스 함량은 저항전분의 생성과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다(Berry CS 1986). 따라서 아밀로오스 함량이 높은 함홍식냉면이 평양식냉면보다 저항전분 생성에 유리할 것으로 보인다.

### 3. 조리 특성

시판면들의 조리특성 결과는 Table 3과 같다. 면복원율(water absorption)은 냉장면과 냉동면에 비해 건면들에서 매우 높게 나타났으며 건냉면의 면복원율이 207.67%로 가장 높았고 냉동쪽면이 32.67%로 가장 낮았다. 조리 전 건면 자체의 수분함량은 10% 대로 모두 낮았지만 냉장면과 냉동면은 조리 전 수분함량이 40% 내외로 많았기 때문에 조리 후 면복원율이 건면들보다 낮게 나타난 것으로 보인다. 면 조리 후 수분흡수율은 제품의 복원력에 영향을 주게 되는데(Woo N 등 2010), 수분 흡수가 적으면 국수의 조직감이 단단하고 거칠어지며 수분 흡수가 지나칠 경우에는 부드럽고 끈적끈적한 식감을 주는 것으로

**Table 3.** Cooking characteristics of commercial noodles

Samples		Moisture <sup>1)</sup> (%)	Water absorption (%)	Turbidity of cooking water (O.D.) <sup>4)</sup>	Cooking loss (%)
Dry	Noodle (wheat flour)	10.88±0.41 <sup>2) e3)</sup>	205.33±3.21 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>c</sup>	6.15±0.21 <sup>b</sup>
	Dangmyun	11.98±0.03 <sup>de</sup>	185.00±12.50 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>d</sup>	0.08±0.01 <sup>f</sup>
	Jjolmyeon A	12.94±0.04 <sup>d</sup>	104.67±3.51 <sup>c</sup>	0.81±0.42 <sup>a</sup>	8.91±0.06 <sup>a</sup>
	Naengmyeon A	11.93±0.08 <sup>de</sup>	207.67±6.53 <sup>a</sup>	0.75±0.04 <sup>a</sup>	9.04±0.16 <sup>a</sup>
Refrigeration	Jjolmyeon B	33.92±0.27 <sup>c</sup>	77.67±3.51 <sup>d</sup>	0.51±0.03 <sup>b</sup>	5.00±0.01 <sup>c</sup>
	Naengmyeon B	41.03±0.29 <sup>ab</sup>	61.00±3.00 <sup>e</sup>	0.30±0.08 <sup>c</sup>	2.16±0.02 <sup>d</sup>
Freeze	Jjolmyeon C	41.12±0.89 <sup>ab</sup>	32.67±4.04 <sup>f</sup>	0.35±0.06 <sup>c</sup>	1.01±0.01 <sup>e</sup>
	Naengmyeon C	40.16±0.29 <sup>b</sup>	89.33±2.52 <sup>cd</sup>	0.26±0.04 <sup>c</sup>	2.01±0.02 <sup>d</sup>
	Naengmyeon D	40.61±0.8 <sup>b</sup>	85.67±5.13 <sup>d</sup>	0.53±0.01 <sup>b</sup>	5.27±0.24 <sup>c</sup>
	Rice noodle B	42.40±0.66 <sup>a</sup>	56.33±1.53 <sup>e</sup>	0.27±0.04 <sup>bc</sup>	0.02±0.01 <sup>f</sup>

<sup>1)</sup> Moisture content before cooking.

<sup>2)</sup> Mean±SD

<sup>3)</sup> Different letters in column indicate significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

<sup>4)</sup> Optical density.

알려져 있다(Horndok R & Noomhorm A 2007).

조리손실률은 국수 품질에 매우 중요한 인자로서 높은 조리손실률은 조리수에 대한 전분의 높은 용해도를 나타내는 것으로 조리수의 높은 탁도, 낮은 조리 저항성, 끈적끈적한 식감을 가져오게 된다. 시판면의 조리손실률은 건졸면과 건냉면이 각각 8.91%, 9.04%로 높았으며 건당면과 냉동쌀국수는 0.08%, 0.02%로 조리손실률이 거의 없는 것으로 나타났다. 냉동냉면 C는 2.01%였으나 냉동냉면 D는 5.27%로 냉면의 종류에 따라 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 조리손실량이 높았던 건졸면과 건냉면에서 탁도가 높았고, 조리손실량이 적었던 건당면과 냉동쌀국수의 탁도가 낮은 경향이었으나 각 면의 수분함량, 조리 시간과 면의 굵기 등과 같은 면의 특성을 고려할 필요가 있다고 본다.

#### 4. 조직감 특성

삶은 면의 기계적 조직감을 측정한 결과 경도, 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성은 건당면에서 가장 높았으며 부착성은 가장 낮게 나타났다(Table 4). 졸면이 냉면보다 현저히 단단하며 검성과 씹힘성이 높으며 부착성은 다른 면류에 비해 높게 나타났다. 유통방법별로 보면 졸면의 경우 냉동 졸면의 경도, 검성, 씹힘성이 높게 나타났다. 냉장면 중 냉장졸면의 경도는 냉장냉면보다 높게 나타났으며 냉장냉면은 응집성이 냉장졸면보다 높게 나타났다. 냉동면 중 졸면이 경도와 검성이 높게 나타났으며 냉면보다 인장강도가 현저히 높게 나타나 졸면 특유의 줄깃한 식감을 나타낸 결과로 보인다. 이러한 졸면의 식감은 주원료나 압출조건이 냉면과 달라 치밀한 조직으로 조리 후 낮은 면복원율과도 관련이 있는 것으로 판단된다.

건면의 인장강도는 당면(47.37 g), 졸면(25.31 g), 냉면(10.96 g), 국수(10.27 g) 순으로 나타났다. 냉장면은 냉장졸면이 25.26 g으로 냉장냉면 13.03 g보다 높게 나타났다. 냉동면 중에서도 냉동졸면이 가장 높게 나타났다. 냉면 중에서는 저항전분이 2.41%로 가장 높았던 냉동냉면 C가 역시 단단하고 부착성이 낮고 인장강도는 높게 나타났다. 고아밀로오스 옥수수전분으로 제조한 저항전분을 밀가루에 첨가했을 때 대조군에 비해 국수의 탄력성은 낮았으나 견고성은 높았다고 하였으며(Moon SH & Shin MS 2000), 저항전분(RS3)을 스파게티에 첨가하였을 때 면이 더 단단해지고 부착성이 낮아진다고 하였다(Sozer N 등 2007). 본 연구에서도 저항전분이 가장 많았던 당면이 가장 단단하고 부착성은 가장 낮았으며 인장강도는 높게 나타나 저항전분이 면의 조직감 특성에 영향을 주는 것으로 보여 차후 이에 대한 연구가 더 필요하다고 사료된다.

### IV. 결론

본 연구는 국내에서 시판되는 압출숙면류인 냉면, 당면, 졸면, 쌀국수를 유통과정(상온면, 냉장면, 냉동면)별로 나누어 9종을 선별하였고 밀가루 국수(소면)를 대조군(비압출숙면)으로 하여 저항전분의 함량과 조리특성을 측정하였다. 시판면의 총 전분 함량은 62.50-84.13% 범위로 차이를 보였으며, 아밀로오스 함량은 25.01-42.93% 범위로 냉동냉면 C에서 가장 높았다. 냉동냉면 D는 평양식냉면으로 아밀로오스 함량이 건국수 25.01%와 유사하였으며 함흥식냉면인 냉동냉면 C의 42.93%와 큰 차이를 보였다. 시판면의 저항전분 함량은 아밀로오스 함량이 38.69%

Table 4. Textural measurements of commercial noodles

Samples	Textural properties							
	Hardness (g)	Adhesiveness (gs)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Tensile strength (g)	
Dry	Noodle (wheat flour)	3,528.50±248.93 <sup>1)d2)</sup>	16.83±4.64 <sup>a</sup>	0.89±0.44 <sup>c</sup>	0.67±0.02 <sup>g</sup>	2,376.31±156.31 <sup>de</sup>	2,107.45±143.82 <sup>ef</sup>	10.27±0.57 <sup>d</sup>
	Dangmyun	8,807.42±471.28 <sup>a</sup>	18.44±7.93 <sup>ab</sup>	0.99±0.01 <sup>a</sup>	0.84±0.01 <sup>a</sup>	7,386.06±366.58 <sup>a</sup>	7,324.40±402.66 <sup>a</sup>	47.37±5.45 <sup>a</sup>
	Jjolmyeon A	4,553.34±368.77 <sup>c</sup>	23.43±4.55 <sup>abcd</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.78±0.02 <sup>bcd</sup>	3,540.63±253.13 <sup>c</sup>	3,419.76±239.64 <sup>c</sup>	25.31±3.88 <sup>b</sup>
	Naengmyeon A	3,094.23±138.77 <sup>def</sup>	29.35±6.75 <sup>cde</sup>	0.97±0.02 <sup>ab</sup>	0.78±0.01 <sup>bcd</sup>	2,401.24±104.58 <sup>de</sup>	2,334.61±126.55 <sup>ef</sup>	10.96±0.72 <sup>d</sup>
Refrigeration	Jjolmyeon B	4,233.42±244.88 <sup>c</sup>	32.55±9.53 <sup>de</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	0.75±0.01 <sup>def</sup>	3,189.32±176.34 <sup>c</sup>	3,029.40±165.34 <sup>d</sup>	25.26±2.11 <sup>b</sup>
	Naengmyeon B	2,588.85±150.78 <sup>g</sup>	28.42±4.36 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>ab</sup>	0.79±0.01 <sup>bc</sup>	2,050.54±146.91 <sup>c</sup>	1,981.58±174.10 <sup>f</sup>	13.03±1.13 <sup>cd</sup>
Freeze	Jjolmyeon C	6,997.02±392.97 <sup>b</sup>	36.50±7.64 <sup>c</sup>	0.95±0.00 <sup>b</sup>	0.75±0.01 <sup>def</sup>	5,277.96±329.21 <sup>b</sup>	5,029.79±309.60 <sup>b</sup>	23.57±2.64 <sup>b</sup>
	Naengmyeon C	3,202.53±232.46 <sup>de</sup>	21.49±5.15 <sup>abc</sup>	0.98±0.01 <sup>ab</sup>	0.80±0.01 <sup>b</sup>	2,544.00±181.78 <sup>d</sup>	2,492.09±182.77 <sup>c</sup>	16.30±1.20 <sup>c</sup>
	Naengmyeon D	2,664.99±152.77 <sup>fg</sup>	24.89±4.03 <sup>abcd</sup>	0.98±0.01 <sup>ab</sup>	0.77±0.01 <sup>cdef</sup>	2,048.59±149.18 <sup>c</sup>	2,002.90±151.45 <sup>f</sup>	10.63±0.56 <sup>d</sup>
	Rice noodle B	3,023.12±205.24 <sup>efg</sup>	23.24±4.53 <sup>abcd</sup>	0.98±0.00 <sup>ab</sup>	0.75±0.01 <sup>f</sup>	2,265.60±168.05 <sup>de</sup>	2,216.19±162.76 <sup>ef</sup>	9.81±0.38 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD

<sup>2)</sup> Different letters in column indicate significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

로 높았던 건당면과 냉동냉면 C에서 각각 5.99%와 2.41%로 높았다. 냉동냉면 D의 저항전분 함량은 1.63%로 냉동냉면 C보다 크게 낮았으며 건당면과 냉동냉면을 제외하고 모두 대조군 국수(1.86%)보다 낮았다. 시판면들의 조리특성에서 면복원율은 냉장, 냉동면들보다 건면들에서 높게 나타났다. 조리수 탁도와 조리손실량은 건쪽면과 건냉면에서 높았다. 삶은 면의 기계적 조직감으로 경도, 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성은 건당면에서 가장 높았으며 부착성은 가장 낮게 나타났다. 저항전분이 많았던 당면과 냉동냉면 C가 단단하고 부착성은 낮으며 인장강도는 높아 저항전분 함량이 면의 조직감에 부분적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 선별된 시판 압출숙면들은 회사별로 전분의 종류와 배합비, 가공조건, 조리방법 등이 다르므로 차후 저항전분의 함량이 높은 압출숙면의 제조 표준화가 필요하다고 사료된다.

### 감사의 글

이 논문은 2012년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이며 (NRF-2012R1A1A3013946), 2013~2014년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

### References

AOAC. 2006. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA. pp 210-219

Bae CH, Park GH, Kang WW, Park HD. 2013. Quality characteristics of cookies added with RS4 type resistant corn starch. *Korean J Food Preserv* 20(4):539-545

Berry CS. 1986. Resistant starch. formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fiber. *J Cereal Sci* 4(4):301-314

Bjorck I, Nyman M, Pedersen P, Siljestrom M, Asp NG, Eggum BO. 1987. Formation of enzyme resistant starch during autoclaving of wheat starch: Studies in vitro and in vivo. *J Cereal Sci* 6(2):159-172

Eerlingen RC, Delcour JA. 1995. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *J Cereal Sci* 22(2):129-138

Englyst KN, Liu S, Englyst HN. 2007. Nutritional characterization and measurement of dietary carbohydrate. *European J Clin Nutr* 61(1):S19-S39

Faraj A, Vasanthan T, Hoover R. 2004. The effect of extrusion cooking on resistant starch formation in waxy and regular barley flours. *Food Res Int* 37(5):517-525

Fuentes-Zaragoza E, Riquelme-Navarrete MJ, Sanchez-Zapata E,

Perez-Alvarez JA. 2010. Resistant starch as functional ingredient: a review. *Food Res Int* 43(4):931-942

Guha M, Ali SZ, Bhattacharyah S. 1997. Twin-screw extrusion of rice flour without a die: Effect of barrel temperature and screw speed on extrusion and extrudate characteristics. *J Food Eng* 32(3):251-267

Haralampu1 SG. 2000. Resistant starch-a review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydr Polym* 41(3):285-292

Horndok R, Noomhorm A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT Food Sci Technol* 40(10):1723-1731

Htoon A, Shrestha AK, Flanagan BM, Lopez-Rubio A, Bird AR, Gilbert EP, Gidley MJ. 2009. Effects of processing high amylose maize starches under controlled conditions on structural organisation and amylase digestibility. *Carbohydr Polym* 75(2):236-245

Jenkins AL. 2007. The glycemic index: Looking back 25 years. *Cereal Foods World* 52(2):50-53

Joe AR, Ahn SY. 1996. Effect of addition of enzyme-resistant starch on texture characteristics of corn bread. *Korean J Soc Food Sci* 12(2):207-213

Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled rice-amylose. *Cereal Sci Today* 16:334-338

Kim JS, Shin MS. 2006. Quality characteristics of cookies with resistant starches. *Korean J Food Cook Sci* 23(5):659-665

Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(8):1076-1083

Lehmann U, Robin F. 2007. Slowly digestible starch - its structure and health implications: a review. *Trends in Food Sci Technol* 18(7):346-355

McCleary BV, Solah V, Gibson TS. 1994. Quantitative measurement of total starch in cereal flours and products. *J Cereal Sci* 20(1):51-58

McCleary BV, Monghan DA. 2002. Measurement of resistant starch. *J AOAC Int* 85(3):665-675

Moon SH, Shin MS. 2000. Quality characteristics of noodle with health-functional enzyme resistant starch. *Korean J Food Sci Technol* 32(2):328-334

Park MA, Lee JW, Shin MS, Ly SY. 2007. Glycemic index lowering effects of breads supplemented with resistant starch, whole rye grain and fructooligosaccharide, *Korean J Comm Nutr* 12(2):189-197

Park YS, Chang HG. 2008. Quality of sugar-snap cookie supplemented with resistant starch. *Food Eng Programs* 12(1):65-68

Sajilata MG, Rekha S, Singhal RS, Kulkarni PR. 2006. Resistant starch-A review. *Comprehensive Reviews in Food Sci and Food Safety* 5(1):1-17

Seo SJ. 2011. Influence of hydrocolloids on rice Naengmyon

- quality properties. Master's thesis. The Kyonggi University, Seoul, Korea. pp 16-30
- Shin MS, Moon SH, Bae CH. 2002. Effects of processing parameters of twin screw extruder and dry methods on the resistant starch formation from normal maize starch. *Korean J Human Ecol* 5(1):62-70
- Song JY, Lee SK, Shin MS. 2000. Effects of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. *Korean J Soc Food Sci* 16(2):188-194
- Sozer N, Dalg AC, Kaya A. 2007. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *J Food Eng* 81(2):476-484
- Unlu E, Faller JF. 1998. Formation of resistant starch by a twin-screw extruder. *Cereal Chem* 75(3):346-350
- Woo N, Chung HK, Kim JH, Lee TR. 2010. Development of rice noodles with lotus leaf. proceedings of the KAIS Fall Conference. Jeju, Korea. pp 1014-1016
- Yook C, Lee WK. 2001. 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* 33(1):60-65

Received on Apr.7, 2015/ Revised on Apr.24, 2015/ Accepted on Apr.28, 2015