Korean J Food Cook Sci
Vol. 33, No. 1, pp. 28~36 (2017)

pISSN 2287-1780
eISSN 2287-1772
https://doi.org/10.9724/kfcs.2017.33.1.28

전분을 첨가한 글루텐 프리 쌀 파스타의 텍스처 특성

정진혁 · 윤혜현[1†]

경희대학교 대학원 조리외식경영학과, [1]경희대학교 조리·서비스경영학과

Textural Properties of Gluten-free Rice Pasta Prepared Employing Various Starches

Jin Hyuck Jung · Hye Hyun Yoon[1†]

Department of Culinary Science and Food Service Management, Graduate School of Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea
[1]Department Culinary Arts and Food Service Management, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

Abstract

Purpose: This study was conducted to understand the factors that affect the texture of gluten-free rice pasta prepared buckwheat, mung bean, and acorn starches and to compare textural properties of samples 100% semolina. **Methods:** The moisture content, weight and water absorption test investigated and texture profile analysis measured by texture analyzer. **Results:** 100% semolina sample`s value was lower than gluten-free rice pasta moisture content, weight and water absorption test. moisture content weight was in pasta with mung bean starchin pasta with buckwheat starch. Texture profile analysis showed that increasing amount of buckwheat, mung bean, and acorn starches increased hardness, chewiness, cohesiveness and springiness, and decreased adhesiveness of gluten free rice pasta. **Conclusion:** This study suggested that adding buckwheat, mungbean and acorn starches could improve texture properties of gluten-free rice pasta.

Key words: gluten-free rice pasta, buckwheat starch, mungbean starch, acorn starch, textural properties

Ⅰ. 서 론

파스타는 밀가루 또는 세몰리나를 물과 함께 반죽하여 만든 이탈리아의 대표적인 면 요리이다(Kill R & Turnbull K 2008). 곡류를 이용하여 제조한 식품들 가운데 재료의 선택과 제조 방법에 있어 가장 간단한 식품중 하나로 꼽을 수 있으며, 대중성과 편리성으로 인해 전 세계적으로 널리 사랑받고 있다(De noni I & Pagani MA 2010).

파스타의 전반적인 품질특성에 있어 텍스처는 가장 중요한 평가 요소이다. 일찍이 평가 방법에 관한 다양한 선행연구가 이루어졌는데(Voisey PW 등 1978, Cole ME 1991, D'egidio MG & Nardi S 1996, Smewing J 1997) 대표적인 측정항목으로는 탄력성, 단단한 정도, 표면 끈적임, 수분 흡수율, 조리 손실률 등이 있다(Manser J 1981).

글루텐 프리 식품은 보리, 밀 등의 곡류에 존재하는 불용성 단백질인 글루텐(gluten)이라는 성분에 알러지 반응을 보이는 특정 소비자들을 위한 식품을 말한다. 최근 글루텐 프리 식품이 건강에 좋다거나 다이어트에 좋다는 인식이 확산되면서 이에 대한 수요가 글루텐 알러지 환자들의 숫자와 상관없이 늘어나고 있다. 따라서 파스타를 비롯한 다양한 글루텐 프리 식품에 관한 많은 연구가 필요한 실정이다(Gallagher E 2009).

밀가루로 제조한 파스타의 경우 조리 과정 중 글루텐 망상구조가 형성되어 전분 입자를 가두어 놓게 되지만(Resmini P & Pagani MA 1983), 글루텐 프리 파스타는 글루텐 부재로 인해 조리 과정 중 전분이 조리 수에 용출되어 부착성이 높고 끈적거리는 단점이 나타나게 된다(Hager AS 등 2013). 따라서 글루텐 프리 파스타에 관한 연구는 텍스처 특성에 있어 밀로 제조한 제품과의 차이를 줄이는 것이 가장 큰 관건이라 할 수 있다.

글루텐 프리 파스타의 재료로 가장 많이 이용되고 있는 것은 쌀이다(Kim BK 등 2011, Marti A & Pagani MA 2013).

밀가루로 만든 파스타의 품질은 글루텐과 전분, 두 가

†Corresponding author: Hye Hyun Yoon, Department of Culinary Arts and Food Service Management, Kyung Hee University, Kyungheedae-ro, Dongdaemoon-gu, Seoul 02447, Korea
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9809-2377
Tel: +82-2-961-9403, Fax: +82-2-964-9557, E-mail: hhyun@khu.ac.kr

© 2017 Korean Society of Food and Cookery Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creative-commons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
http://www.ekfcs.org

지 모두에 영향을 받으나(Miskelly DM 1996) 쌀에는 글루텐이 결여되어 있으므로 쌀을 주재료로 한 글루텐 프리 파스타의 품질은 전적으로 전분의 이화학적 특성에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 좋은 제면 적성을 나타내는 쌀 품종은, 높은 아밀로오스 함량, 낮은 호화온도, 호화 후 팽윤된 전분입자와 수용성 아밀로오스에 의한 연속상 망상구조의 강한 겔 특성을 갖고 있는데(Seo HI 등 2011), 이러한 특징들은 우리나라 고유의 전통 조리법인 묵에 사용되는 메밀, 녹두 그리고 도토리 전분의 특성과 유사성을 갖고 있다(Chung KM & Lee WJ 1997, Kim HS & Ahn SY 1997, Cho SA & Kim SK 2000).

메밀(*Fagopyrum esculentum* Moench)은 일년생 초본으로 사면체 모양의 열매이다(Marshall HG & Pomeranz Y 1982). 일찍이 이탈리아 등지에서 파스타를 만드는데 사용되어왔으며(Chillo S 등 2008), 우리나라 식품으로는 막국수와 냉면이 있다(Lee SY 등 1991). 메밀가루는 밀가루와 달리 글루텐 단백질이 함유되어 있지 않아 점성과 탄력성이 약하나 수용성 단백질인 알부민(albumin)과 글로불린(globulin)이 상당량 함유되어 있다(Park CH 등 2012). 이러한 단백질은 물에 녹으면 점성이 생기고, 메밀가루에 이음성을 부여하게 되는데 전분이 호화하며 생기는 점성이 이음효과를 나타내는 것과 같은 원리라 할 수 있다(Kim BR 등 1999).

녹두(*Phaseolus radiatus*)는 호화 후 냉각한 후에 투명한 겔을 형성하는 것으로 알려져 있으며, 특히 탄력성이 매우 높고 부드러운 풍미와 같은 장점으로 인해 묵, 국수, 고물, 죽 그리고 과편 등의 재료에 널리 이용되어 왔다. 이는 거피한 녹두를 물로 추출하여 얻은 앙금으로 제조되고 이러한 앙금은 전분으로 이루어져 있다(Cho SA & Kim SK 2000, Park SJ 등 2012). 또한 강한 겔의 안정성과 호화 후 팽윤 전분 입자의 독특한 특징으로 인해 녹두묵 뿐만 아니라(Kim AK 등 1995) 제면 적성에도 적합한 식품으로 국수 제조에 매우 우수한 가공성을 가진다고 알려져 있다(Lii CY & Chang SM 1981).

도토리(*Quecus acutissima* Carruthers)는 약 70%가 전분으로 이루어져 기근이 발생할 때마다 중요한 구황식품으로 사용되었고(Yang KH 등 2012) 우리나라에서는 예로부터 밥, 묵, 술, 수제비, 죽, 떡, 다식 등의 재료로 이용되어왔다(Yoon SJ & Lee MY 2006). 특히 최근에는 식물성 폴리페놀인 tannin과 항산화계 물질이 다량 함유되어있는 장점을 활용한 기능성 식품 연구개발이 활발히 이루어지고 있다(Shim TH 등 2004).

따라서 본 연구는 멥쌀을 주재료로 제조한 글루텐 프리 쌀 파스타의 텍스처 단점을 보완하기 위해 높은 아밀로오스 함량, 낮은 호화온도, 강한 겔의 특성을 갖고 있는 메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가하여 글루텐 프리 쌀 파스타를 제조하고 이에 따른 텍스처 특성 변화를 구체적으로 살펴보았다. 또한, 이를 통해 전분의 첨가에 따른 글루텐 프리 쌀 파스타의 구체적인 텍스처 특성을 규명하여 향후 글루텐 프리 식품 연구의 새로운 메뉴개발 자료로 제시하고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험재료

글루텐 프리 쌀 파스타 제조에 사용할 쌀가루는 쌀가루, (주)대두식품(군산, 대한민국) 박력 쌀가루를 이용하였으며 메밀전분(메밀 100%, 화미식품, 봉평, 대한민국)과 녹두전분(녹두 100%, 화미식품, 중국산), 도토리 전분(도토리 100%, 화미식품, 중국산)은 일괄적으로 구매하여 사용하였다. 잔탄검(xanthan gum 100%, SoleGraells. S.A. Barcelona, Spain)은 회사 홈페이지를 통해 구매하였고 대조군으로 사용할 세몰리나(semolina 100%, Decceco, Fara S. Martino, Italy)와 올리브오일(extra virgin olive oil 100%, Decceco, Fara S. Martino, Italy)은 이탈리아 수입산, 소금은 국내산 정제염(한주소금 100%, 동성, 신안, 대한민국)을 사용하였다.

2. 시료 제조

메밀, 녹두, 도토리 전분, 소금은 40 mesh체(Scandicrafts, Camarillo, CA, USA)에 내려 준비하고 사용되는 모든 재료는 전자저울(CP3202S, Sartorius Co., Goettingen, Germany)에 측량하여 실험재료로 이용하였다. 세몰리나 100%로 제조한 일반적인 파스타를 실험 대조군으로 이용하였고, 총 5차례 예비실험을 실시하였으며, 압출 방식으로 글루텐 프리 파스타를 제조한 선행 연구를 토대로 배합 비율을 정하였다(Kahlon TS & Chiu MCM 2015).

세몰리나 대조군을 설정하고, 멥쌀가루 500 g을 기준으로 메밀, 녹두, 도토리 전분을 50 g씩 첨가량을 증가하여 10%, 20%, 30% 비율로 계량하였으며, 멥쌀가루는 500 g에 차감된 값으로 계산하여 90%, 80%, 70%의 비율로 첨가 하였다. 5 g의 정제염과 25 g의 잔탄검은 대조군 및 실험군 시료에 첨가하여 총 11가지 시료의 계량을 완료 하였다. 반죽 배합기(vertical type mixer, N-5, Hobart, Triy, OH, USA)를 이용하여 모든 재료를 믹싱볼에 투입한 뒤, 500 g 기준 300 mL의 물을 넣어주었고 1분 30초간 혼합하여 반죽을 제조하였다. 글루텐 프리 파스타의 선행연구에 따르면 진공 상태 속에서 가해지는 강한 압력과 스크류를 통과해 디스크 밖을 빠져나오는 강한 팽윤력으로 인해 압출방식의 파스타가 훨씬 더 견고한 파스타를 제조할 수 있다 보고하였다(Wang N 등 1999, Chillo S 등 2010, Marti A & Pagani MA 등 2013) 따라서 본 연구도 완성된 반죽을 압출타입 파스타 제조기(extruder pasta

machine D-35, La parmigiana Co., Fidenza, Italy)에 넣어 스크류를 통과 시킨 다음, 부착된 지름 6 mm, 두께 1.5 mm의 마케로치니 디스크로 빠져나오는 파스타를 45 mm 길이로 잘라 제조하였다(Hildebrand C & Kenedy J 2010). 완성된 시료는 상온에서 2시간 건조 과정을 거친 뒤 4°C 냉장고(NRT-150R, Lassele Co., Ansan, Korea)에 보관 하였다.

파스타 조리는 시료 50 g을 500 mL의 끓는 물 100°C에 넣어 세몰리나 대조군은 4분, 전분을 첨가한 쌀 파스타 시료는 2분간 삶은 다음 건져내어, 2 g의 올리브유를 뿌려 버무려 준 뒤, 실온에서 1분간 냉각하였다. 조리된 파스타는 즉시 본 실험의 시료로 사용하였다.

3. 실험 방법

1) 수분 함량

주 재료인 쌀가루와 메밀, 녹두, 도토리 가루 1 g을 시료 판에 최대한 얇게 펴서 측정하였다. 메밀, 녹두, 도토리가루를 첨가하여 제조한 글루텐 프리 쌀 파스타는 시료별로 각각 1 g씩 생면과 숙면을 고르고 얇게 펴서 할로겐 수분측정기(Moisture Analyzer, MB-45, Ohaus Co., Nanikon, Switzland)에 넣고 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

2) 중량 및 수분 흡수율

글루텐 프리 쌀 파스타의 조리실험은 건면 50 g을 1000 mL의 끓는 증류수에 넣고 2분간 삶은 후 냉수로 30초간 냉각하여 파스타를 제조하였으며, 종이타올(Kimtech pure paper towel, Yuhan kimberly, Seoul, Korea)로 파스타 표면의 수분을 제거 한 후 중량을 측정하였다. 각 시료는 3회 반복 측정하였다.

수분 흡수율은 다음 식에 의해 구하였다.

$$\text{Water absorption (\%)} = \frac{\text{조리 후 파스타의 중량(g)} - \text{조리 전 파스타의 중량(g)}}{\text{조리 전 파스타의 중량(g)}} \times 100$$

3) 기계적 texture 측정

시료의 texture 측정은 texture analyzer(TA-XT Express, Stable Micro Systems. Ltd, Godalming, UK)를 사용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(cohesiveness), 응집성(cohensiveness) 총 5가지 항목에 대한 측정을 실시하였다. 측정은 HDP/PFS(Pasta Firmness/stickiness. Rig)로 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다. 실험에 사용한 texture analyzer의 측정조건은 pro-test speed, test speed, post-speed 1.0(mm/s), distance 4.0(mm), time 5.0(s), trigger force 1.0(g)이다.

4. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정하여 그 결과를 SPSS Statistics (ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며, $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan`s multiple range test)를 실시하여 각 시료간의 통계 유의성을 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수분 함량

본 연구에 사용한 쌀가루의 수분 함량은 13.81%, 메밀, 녹두, 도토리 전분은 각각 11.52%, 14.20%, 15.38%, 대조군으로 사용한 세몰리나는 10.82%였다. 메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가한 글루텐 프리 쌀 파스타의 수분함량 측정 결과는 Table 1과 같다.

Schoenlechner R 등(2010)에 따르면 파스타 반죽의 수분 함량은 파스타 품질을 좌우하는 주된 요인으로, 수분함량이 지나치게 높을 경우 경도성은 낮아지고 부착성은 증가하며, 수분함량이 너무 낮을 경우 부착성은 감소하지만, 표면 균열과 함께 잘 부서진다고 보고하였다.

조리 전 수분 측정값은 세몰리나 대조군(20.70%)이 가장 낮게 나타났으며, 가장 높은 수분 함량을 나타낸 시료는 도토리 전분을 30% 첨가한 AC30(36.38%)과 20% 첨가한 AC20(36.34%)이었다.

메밀 전분 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 낮아졌으며, 녹두 전분과 도토리 전분 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 증가하였다. 이는 도토리 전분의 수분 함량 값이 메밀, 녹두 전분에 비해 높다는 선행연구와 일치하는 경향을 나타낸다(Cho SA & Kim SK 2000).

조리 후 수분 측정값 역시 조리전과 비슷한 양상을 나타내었는데, 세몰리나 대조군이 36.86%로 가장 낮게 나타났고, 메밀 전분 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 낮아지는 결과를 나타내었으며, 녹두 전분의 첨가는 수분함량을 증가 시켰다. 도토리 전분을 첨가한 시료들은 조리 전, 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 높아지는 경향을 나타내었으나, 조리 후에는 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 낮아져서 조리 전과 후, 각각 상반되는 결과를 나타내었다.

2. 중량 및 수분 흡수율

메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가한 글루텐 프리 쌀 파스타의 중량 및 수분흡수율 측정 결과는 Table 2, 3과 같다.

조리 전 중량 값은 세몰리나 대조군이 1.45 g으로 가장 낮았고 녹두, 도토리 전분 첨가량이 증가 할수록 중량은 높아졌다. 조리 후 중량 값도 대조군이 3.36 g으로 가장

Table 1. Moisture contents of gluten free rice pasta samples with added buckwheat, mungbean and acorn starches

(Unit: %)

Uncooked	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	20.70±0.95		20.70±0.95^{a}	20.70±0.95^{a}	20.70±0.95^{a}	
RICE		35.25±0.85	35.25±0.85^{d}	35.25±0.85^{b}	35.25±0.85^{c}	
10%	^{A}20.70±0.95	^{BC}35.25±0.85	^{CD}35.16±0.33^{cd}	^{B}34.36±0.91^{b}	^{B}34.91±0.65^{b}	137.16***
20%	^{A}20.70±0.95	^{B}35.25±0.85	^{B}34.52±1.05^{c}	^{B}34.88±0.85^{bc}	^{B}36.34±0.26^{c}	83.18***
30%	^{A}20.70±0.95	^{C}35.25±0.85	^{B}33.11±0.77^{b}	^{D}36.24±0.12^{c}	^{D}36.38±0.31^{d}	189.163***
F-value			202.96***	153.74***	78.12***	
Cooked	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	36.86±1.40		36.86±1.40^{a}	36.86±1.40^{a}	36.86±1.40^{a}	
RICE		58.24±1.15	58.24±1.15^{e}	58.24±1.15^{d}	58.24±1.15^{d}	
10%	^{A}36.86±1.40	^{D}58.24±1.15	^{C}55.66±0.59^{d}	^{B}50.63±0.59^{b}	^{CD}57.50±1.27^{d}	209.94***
20%	^{A}36.86±1.40	^{D}58.24±1.15	^{B}52.31±0.95^{c}	^{C}55.32±2.08^{c}	^{B}51.26±1.29^{c}	100.60***
30%	^{A}36.86±1.40	^{C}58.24±1.15	^{B}47.72±0.94^{b}	^{C}59.05±0.91^{d}	^{B}48.75±1.38^{b}	178.80***
F-value			196.45***	141.03***	132.25***	

CON: pasta made with semolina; RICE: pasta made with rice flour; BW: gluten-free rice pasta samples with added buckwheat starch; MB: gluten-free rice pasta samples with added mungbean starch; AC: gluten-free rice pasta samples with added acorn starch.
Mean±SD. $^{***}p<0.001$.
$^{a-e}$ Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.
$^{A-D}$ Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 2. Weight of gluten free rice pasta samples with added buckwheat, mungbean and acorn starches (g)

Uncooked	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	1.45±0.01		1.45±0.01^{a}	1.45±0.01^{a}	1.45±0.01^{a}	
RICE		1.65±0.01	1.65±0.01^{b}	1.65±0.01^{b}	1.65±0.01^{b}	
10%	^{A}1.45±0.01	^{B}1.65±0.01	^{B}1.66±0.03^{b}	^{B}1.65±0.00^{bc}	^{B}1.65±0.00^{b}	88.82***
20%	^{A}1.45±0.01	^{B}1.65±0.01	^{B}1.65±0.01^{b}	^{B}1.66±0.01^{c}	^{B}1.66±0.00^{b}	365.69***
30%	^{A}1.45±0.01	^{B}1.65±0.01	^{B}1.64±0.01^{b}	^{C}1.67±0.00^{c}	^{C}1.67±0.01^{c}	438.03***
F-value			84.04***	405.81***	436.93***	
Cooked	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	3.36±0.19		3.36±0.19^{a}	3.36±0.19^{a}	3.36±0.19^{a}	
RICE		5.37±0.12	5.37±0.12^{d}	5.37±0.12^{bc}	5.37±0.12^{d}	
10%	^{A}3.36±0.19	^{B}5.37±0.12	^{B}5.20±0.17^{d}	^{B}5.16±0.15^{b}	^{B}5.19±0.06^{cd}	98.00***
20%	^{A}3.36±0.19	^{C}5.37±0.12	^{B}4.72±0.35^{c}	^{C}5.43±0.05^{c}	^{B}4.93±0.13^{c}	54.59***
30%	^{A}3.36±0.19	^{C}5.37±0.12	^{B}4.32±0.06^{b}	^{C}5.60±0.07^{c}	^{B}4.42±0.21^{b}	115.72***
F-value			46.87***	154.50***	86.61***	

CON: pasta made with semolina; RICE: pasta made with rice flour; BW: gluten-free rice pasta samples with added buckwheat starch; MB: gluten-free rice pasta samples with added mungbean starch; AC: gluten-free rice pasta samples with added acorn starch.
Mean±SD. $^{***}p<0.001$.
$^{a-d}$ Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.
$^{A-C}$ Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

낮게 나타났고, 녹두 전분 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 메밀, 도토리 전분 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 모든 글루텐 프리 쌀 파스타 실험군은 세몰리나 대조군에 비해 높은 중량을 나타내었는데, 쌀가루의 경우 물과 친화력이 큰 불용성 식이섬유 함량이 높고 수분 결합력이 크기 때문에 반죽의 제조 및 조리 과정 중 밀가루에 비해 더 많은 수분과 결합하여 중량이 증가한 것으로 사료된다(Baik SJ & Kim HS 2001).

수분 흡수율 측정 결과, 모든 글루텐 프리 실험군에 비해 세몰리나 대조군(132.73%)이 두 배 정도 낮은 수분 흡수율을 나타내었다. Holliger A(1963)의 선행연구에 따르면 단백질 함량이 적은 스파게티 면에서 흡수율이 높고, 단백질 함량이 높은 스파게티 면에서 흡수율이 낮았다 보고하였으며, 이는 강한 단백질 망상구조의 형성이 전분 입자들 사이로 수분이 침투하는 것을 방해하여 발생하는 현상으로(Sözer N & Kaya A 2003) 본 실험도 글루텐 망상구조의 부재로 인해 모든 실험군의 수분 흡수율이 높아진 것으로 사료된다. 실험군간 비교에서는 AC30(213.37%)이 가장 낮은 수분 흡수율을 나타났으며, 녹두전분을 30% 첨가한 MB30이 가장 높은 값(227.69%)을 나타내었다.

3. 조리 전 기계적 텍스처 측정

메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가한 글루텐 프리 쌀 파스타의 기계적 텍스처 측정은 조리 전과 후로 나뉘어 실시되었다.

조리 전 측정 결과는 Table 4와 같으며, 경도를 제외한 모든 시료에 있어 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.001).

경도는 도토리 전분의 첨가로 증가되었고 20% 첨가군 간 비교에 있어 녹두전분을 첨가한 시료가 가장 높은 값을 나타내며 유의적 차이를 나타내었으나, 다른 비교에 있어 유의적 차이는 나타나지 않았다.

부착성과 탄력성은 대조군이 가장 낮았고 RICE가 가장 높았으며 전분 첨가량이 증가할수록 높아졌다. 쌀가루의 함량이 높을수록 부착성이 높아지는 실험 결과는 슈퍼자미 분말의 첨가량이 증가할수록 생면 파스타의 부착성이 증가했던 Noh JS & Park KH(2013)의 연구와도 일치하는 경향을 나타내었다.

씹힘성과 응집성은 대조군이 가장 높았고, RICE가 가장 낮았으며 3가지 전분의 첨가량이 증가할수록 높아졌다. 30% 실험군 간 비교에서는 MB30과 AC30에서 높은 씹힘성을 나타내었고, BW30은 높은 응집성을 나타내었다.

4. 조리 후 기계적 텍스처 측정

조리 후 메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가한 글루텐 프리 쌀 파스타의 텍스처 측정 결과는 Table 5와 같다.

경도는 대조군이 가장 높았으고, RICE가 가장 낮았으며, 전분의 첨가량이 증가할수록 경도는 높아졌다. AC30은 122.80 g으로 실험군 집단에서 가장 높은 값을 기록하여 도토리 전분의 첨가로 경도를 크게 높일 수 있음을 확인하였다.

부착성은 대조군이 가장 낮았고, RICE는 가장 높은 값을 나타내었다. 조리 전과 후, 부착성의 변화를 살펴보면 세몰리나 대조군(2.80 mm→3.70 mm)에 비해 RICE는 조리 후 4배 이상 부착성이 증가(11.57 mm→51.10 mm)하였는데, 조리 후 급격하게 높아지는 부착성은 글루텐 프리 쌀 파스타의 가장 큰 단점이라 할 수 있다(Giménez MA 등 2015). 그러나 본 실험 결과 메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가할수록 부착성은 낮아지는 결과를 나타내어 전분의 첨가가 부착성이 높아지는 단점을 보완 할 수 있

Table 3. Water absorption of gluten free rice pasta samples with added buckwheat, mungbean and acorn starches

(Unit: %)

	Control		Sample			F-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	132.73±12.61		132.73±12.61^{a}	132.73±12.61^{a}	132.73±12.61^{a}	
RICE		226.47±9.53	226.47±9.53^{b}	226.47±9.53^{b}	226.47±9.53^{b}	
10%	^{A}132.73±12.61	^{B}226.47±9.53	^{B}223.00±6.65^{b}	^{B}228.10±1.15^{b}	^{B}221.47±2.54^{b}	84.58***
20%	^{A}132.73±12.61	^{B}226.47±9.53	^{B}223.63±1.33^{b}	^{B}226.45±2.87^{b}	^{B}219.74±2.38^{b}	94.77***
30%	^{A}132.73±12.61	^{BC}C226.47±9.53	^{BC}224.41±0.46^{b}	^{C}227.69±0.99^{b}	^{B}213.37±1.85^{b}	98.02***
F-value			85.26***	102.89***	87.91***	

CON: pasta made with semolina; RICE: pasta made with rice flour; BW: gluten-free rice pasta samples with added buckwheat starch; MB: gluten-free rice pasta samples with added mungbean starch; AC: gluten-free rice pasta samples with added acorn starch.
Mean±SD. $^{***}p$<0.001.
$^{a-b}$ Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.
$^{A-C}$ Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Textural properties of uncooked gluten free rice pasta samples with added buckwheat, mungbean and acorn starches

Hardness (g)	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	122.57±30.46		122.57±30.46	122.57±30.46	122.57±30.46^{a}	
RICE		85.30±27.77	85.30±27.77	85.30±27.77	85.30±27.77^{a}	
10%	122.57±30.46	85.30±27.77	75.43±12.63	93.87±2.08	82.13±16.21^{a}	N.S
20%	^{BC}122.57±30.46	^{AB}85.30±27.77	^{ABC}100.77±5.93	^{C}133.80±14.37	^{A}79.33±10.37^{a}	4.03*
30%	122.57±30.46	85.30±27.77	106.40±10.79	112.50±69.41	133.93±20.57^{b}	NS
F-value			NS	NS	3.94*	
Adhesiveness	Control		Sample			F-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	2.80±0.10		2.80±0.10^{a}	2.80±0.10^{a}	2.80±0.10^{a}	
RICE		11.57±0.64	11.57±0.64^{e}	11.57±0.64^{e}	11.57±0.64^{d}	
10%	^{A}2.80±0.10	^{D}11.57±0.64	^{B}9.40±0.20^{d}	^{B}9.07±0.64^{d}	^{C}10.50±0.26^{c}	189.74***
20%	^{A}2.80±0.10	^{D}11.57±0.64	^{C}7.40±0.26^{c}	^{B}5.53±0.15^{c}	^{B}5.57±0.29^{b}	266.63***
30%	^{A}2.80±0.10	^{D}11.57±0.64	^{C}5.53±0.32^{b}	^{B}4.30±0.17^{b}	^{A}3.30±0.26^{a}	306.34***
F-value			275.19***	222.44***	389.73***	
Springiness	Control		Samples			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	1.00±0.00		1.00±0.00^{a}	1.00±0.00^{a}	1.00±0.00^{a}	
RICE		2.57±0.35	2.57±0.35^{c}	2.57±0.35^{d}	2.57±0.35^{d}	
10%	^{A}1.00±0.00	^{C}2.57±0.35	^{B}2.15±0.16^{b}	^{B}2.08±0.20^{c}	^{B}2.09±0.07^{c}	25.74***
20%	^{A}1.00±0.00	^{D}2.57±0.35	^{C}1.96±0.04^{b}	^{B}1.60±0.06^{b}	^{BC}1.80±0.02^{bc}	37.06***
30%	^{A}1.00±0.00	^{C}2.57±0.35	^{AB}1.29±0.07^{a}	^{A}1.22±0.02^{a}	^{B}1.57±0.07^{b}	42.26***
F-value			39.29***	35.70***	37.92***	
Chewiness	Control		Samples			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	94.83±4.26		94.83±4.26^{d}	94.83±4.26^{e}	94.83±4.26^{e}	
RICE		25.14±5.31	25.14±5.31^{a}	25.14±5.31^{a}	25.14±5.31^{a}	
10%	^{C}94.83±4.26	^{A}25.14±5.31	^{A}23.80±1.42^{a}	^{B}35.30±0.85^{b}	^{B}35.46±1.06^{b}	260.20***
20%	^{D}94.83±4.26	^{A}25.14±5.31	^{B}44.77±3.62^{b}	^{C}53.62±2.51^{c}	^{C}54.20±1.61^{c}	141.53***
30%	^{D}94.83±4.26	^{A}25.14±5.31	^{B}52.34±3.05^{c}	^{C}74.31±1.39^{d}	^{C}74.90±3.92^{d}	144.81***
F-value			176.10***	218.50***	185.38***	
Cohesiveness	Control		Samples			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	0.61±0.02		0.61±0.02^{e}	0.61±0.02^{d}	0.61±0.02^{d}	
RICE		0.15±0.02	0.15±0.02^{a}	0.15±0.02^{a}	0.15±0.02^{a}	
10%	^{C}0.61±0.02	^{A}0.15±0.02	^{B}0.34±0.03^{b}	^{A}0.17±0.01^{a}	^{A}0.17±0.01^{a}	319.41***
20%	^{E}0.61±0.02	^{A}0.15±0.02	^{D}0.46±0.04^{c}	^{B}0.25±0.08^{b}	^{C}0.35±0.04^{b}	51.05***
30%	^{E}0.61±0.02	^{A}0.15±0.02	^{D}0.53±0.01^{d}	^{B}0.42±0.02^{c}	^{C}0.46±0.02^{c}	308.44***
F-value			145.21***	85.09***	211.13***	

CON: pasta made with semolina; RICE: pasta made with rice flour; BW: gluten-free rice pasta samples with added buckwheat starch; MB: gluten-free rice pasta samples with added mungbean starch; AC: gluten-free rice pasta samples with added acorn starch.
Mean±SD. $^{***}p<0.001$, $^{*}p<0.05$.
$^{a-e}$ Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.
$^{A-E}$ Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Textural properties of cooked gluten free rice pasta samples with added buckwheat, mungbean and acorn starches

Hardness (g)	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	130.60±7.94		130.60±7.94^{c}	130.60±7.94^{d}	130.60±7.94^{d}	
RICE		36.40±0.90	36.40±0.90^{a}	36.40±0.90^{a}	36.40±0.90^{a}	
10%	^{C}130.60±7.94	^{A}36.40±0.90	^{A}45.30±0.10^{a}	^{A}42.13±0.91^{a}	^{B}56.19±1.23^{b}	253.99***
20%	^{D}130.60±7.94	^{A}36.40±0.90	^{B}55.68±1.95^{b}	^{C}72.20±1.05^{b}	^{C}80.60±8.37^{c}	119.93***
30%	^{D}130.60±7.94	^{A}36.40±0.90	^{B}63.77±1.82^{b}	^{C}99.24±0.12^{c}	^{D}122.80±6.10^{d}	171.50***
F-value			165.45***	277.25***	142.78***	
Adhesiveness	Control		Sample			F-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	3.70±1.35		3.70±1.35^{a}	3.70±1.35^{a}	3.70±1.35^{a}	
RICE		51.10±16.06	51.10±16.06^{c}	51.10±16.06^{d}	51.10±16.06^{d}	
10%	^{A}3.70±1.35	^{D}51.10±16.06	^{C}37.97±3.09^{c}	^{B}4.17±2.66^{a}	^{C}36.03±2.20^{c}	16.28***
20%	^{A}3.70±1.35	^{C}51.10±16.06	^{B}20.90±8.12^{b}	^{B}21.77±8.85^{bc}	^{B}26.03±3.09^{bc}	10.54**
30%	^{A}3.70±1.35	^{B}51.10±16.06	^{A}7.90±1.54^{ab}	^{A}17.00±2.43^{ab}	^{A}17.33±2.25^{b}	19.14***
F-value			17.88***	13.80***	17.46***	
Springiness	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	0.93±0.07		0.93±0.07^{ab}	0.93±0.07	0.93±0.07	
RICE		0.90±0.00	0.90±0.00^{a}	0.90±0.00	0.90±0.00	
10%	0.93±0.07	0.90±0.00	0.88±0.05^{a}	0.89±0.05	0.87±0.09	N.S
20%	^{B}0.93±0.07	^{AB}0.90±0.00	^{B}0.95±0.02^{ab}	^{B}0.93±0.01	^{A}0.82±0.08	3.81*
30%	^{B}0.93±0.07	^{AB}0.90±0.00	^{B}0.98±0.02^{b}	^{B}0.94±0.03	^{A}0.81±0.09	4.33*
F-value			3.41*	N.S	N.S	
Chewiness	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	126.29±62.47		126.29±62.47^{b}	126.29±62.47^{b}	126.29±62.47^{b}	
RICE		39.69±7.96	39.69±7.96^{a}	39.69±7.96^{a}	39.69±7.96^{a}	
10%	^{B}126.29±62.47	^{A}39.69±7.96	^{A}22.10±9.83^{a}	^{A}38.37±3.81^{a}	^{A}31.53±12.82^{a}	6.34**
20%	^{B}126.29±62.47	^{A}39.69±7.96	^{A}33.75±6.85^{a}	^{A}50.86±13.11^{a}	^{A}44.66±7.14^{a}	5.15*
30%	^{B}126.29±62.47	^{A}39.69±7.96	^{A}49.12±8.92^{a}	^{AB}73.94±9.62^{ab}	^{A}58.47±21.97^{a}	3.79*
F-value			6.16**	4.76*	4.70*	
Cohesiveness	Control		Sample			*F*-value
	CON	RICE	BW	MB	AC	
CON	0.94±0.04		0.94±0.04^{c}	0.94±0.04^{d}	0.94±0.04^{d}	
RICE		0.52±0.03	0.52±0.03^{a}	0.52±0.03^{a}	0.52±0.03^{a}	
10%	^{D}0.94±0.04	^{A}0.52±0.03	^{B}0.62±0.09^{b}	^{C}0.82±0.06^{b}	^{A}0.45±0.04^{a}	44.41***
20%	^{D}0.94±0.04	^{A}0.52±0.03	^{C}0.87±0.01^{c}	^{C}0.86±0.03^{bc}	^{B}0.68±0.05^{b}	81.56***
30%	^{C}0.94±0.04	^{A}0.52±0.03	^{C}0.88±0.08^{c}	^{C}0.93±0.04^{cd}	^{B}0.75±0.17^{c}	41.03***
F-value			32.48***	55.52***	77.94***	

CON: pasta made with semolina; RICE: pasta made with rice flour; BW: gluten-free rice pasta samples with added buckwheat starch; MB: gluten-free rice pasta samples with added mungbean starch; AC: gluten-free rice pasta samples with added acorn starch.
Mean±SD. $^{***}p<0.001$, $^{**}p<0.01$ $^{*}p<0.05$.
$^{a-d}$ Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.
$^{A-D}$ Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

음을 확인하였다.

탄력성은 BW30(0.98 mm)이 가장 높았고 AC30(0.81 mm)이 가장 낮았으며 메밀과 녹두 전분의 첨가는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

씹힘성은 조리 전 측정결과와 같이 전분의 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으며 실험군 집단에서는 MB30(73.94 mm)이 가장 높은 값을 나타내었다.

응집성은 RICE(0.52 mm)가 가장 낮았고 대조군(0.94 mm)이 가장 높았으며 전분의 첨가량이 증가할수록 응집성은 높아졌다. 30% 첨가 집단 간 비교에서 MB30은 0.93 mm을 나타내어 대조군과 유의적 차이를 나타내지 않았으므로 녹두 전분의 첨가는 응집성을 크게 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구에서는 글루텐 프리 쌀 파스타의 텍스처 특성 향상을 위해 높은 아밀로오스 함량, 낮은 호화온도, 겔화가 가능하다는 특징을 갖고 있는 묵 재료들인 녹두(MB), 메밀(BW), 도토리(AC) 전분을 각각 10%, 20%, 30%를 첨가하여 파스타를 제조하고, 이에 대한 특성을 분석하였다. 조리 전과 후 수분 함량에 있어 대조군이 가장 낮았고, 모든 실험군은 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 메밀 전분의 첨가량이 증가할수록 수분함량은 낮아졌고, 녹두 전분 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 높아졌다. 도토리 전분은 조리 전 측정에 있어 함량이 증가할수록 높아졌으나, 조리 후에는 반대로 낮아졌다. 중량 및 수분 흡수율은 세몰리나 대조군이 모든 실험군에 비해 가장 낮았고 메밀, 녹두, 도토리 전분의 첨가로 중량은 증가하였다. 조리 후 중량은 녹두 전분 첨가로 증가하였고 메밀, 도토리 전분의 첨가로 감소하였다. 기계적 텍스처 측정 결과 메밀, 녹두, 도토리 전분의 첨가로 경도, 씹힘성, 응집성, 탄력성은 높아졌고, 부착성은 낮아졌다. 첨가량이 증가할수록 메밀은 탄력성을, 녹두는 씹힘성과 응집성을, 도토리 전분은 경도를 크게 증가시켰다. 본 실험 결과 글루텐 프리 쌀 파스타에 메밀, 녹두 그리고 도토리 전분을 첨가하여 쌀 파스타의 텍스처 단점이 보완되었다. 본 실험은 멥쌀을 주 재료로 제조한 글루텐 프리 쌀 파스타의 텍스처 단점을 보완하기 위해 메밀, 녹두, 도토리 전분을 첨가하여 나타나는 텍스처 특성을 기계적 측정을 통해 연구한 논문이다. 그러나 파스타 제조 시 각 시료의 첨가되는 수분 함량을 조절하지 않아 절대적인 값에 대한 실험이 아닌 상대적인 특성을 비교한 실험이라는 것이 그 한계성이라 지적할 수 있다. 파스타의 수분 함량은 텍스처 뿐만 아니라 다양한 특성에 영향을 미치며 향후 파스타의 첨가되는 수분 함량에 따른 텍스처 특성에 관한 확장된 연구가 나오기를 기대한다.

본 연구를 통해 향후 글루텐 프리 식품 연구 및 제조에 활용될 수 있는 전분과 쌀에 대한 특성들을 조사할 수 있었고 앞으로 이에 대한 연구 개발의 좋은 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was supported.

References

Baik SJ, Kim HS. 2001. Physicochemical and gelatinization properties of starch and flour from pigmented rice (Suwon 415). Korean J Soc Food Sci 17(1):23-28.

Chillo S, Civica V, Iannetti M, Mastromatteo M, Suriano N, Del Nobile MA. 2010. Influence of repeated extrusions on some properties of non-conventional spaghetti. J Food Eng 100(2):329-335.

Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Protopapa A, Del Nobile MA. 2008. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. J Cereal Sci 47(2): 144-152.

Cho SA, Kim SK. 2000. Paticle size distribution, pasting pattern and texture of gel of acorn, mungbean, and buckwheat starches. Korean J Food Sci Technol 32(6):1291-1297.

Chung KM, Lee WJ. 1997. Properties of starch gels mixed with mugwort juice. Korean J Food Sci Technol 29(4):693-699.

Cole ME. 1991. Prediction and measurement of pasta quality. Int J Food Sci Technol 26(2):133-151.

De Noni I, Pagani MA. 2010. Cooking properties and heat damage of dried pasta as influenced by raw material characteristics and processing conditions. Crit Rev Food Sci Nutr 50(5):465-472.

D'egidio MG, Nardi S. 1996. Textural measurement of cooked spaghetti. pp 133-156. In: Pasta and noodle technology. JE Kruger, RB Matsuo, JW Dick (eds.). American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA.

Gallagher E. 2009. Gluten-free food science and technology. Vol. 55. Wiley-Blackwell Co., London, UK. p 1.

Giménez MA, Gámbaro A, Miraballes M, Roascio A, Amarillo M, Sammán N, Lobo M. 2015. Sensory evaluation and acceptability of gluten-free andean corn spaghetti. J Sci Food Agric 95(1):186-192.

Hager AS, Zannini E, Arendt EK. 2012. Gluten-free pasta — Advances in research and commercialization. Cereal Foods World 57(5):225-229.

Hildebrand C, Kenedy J. 2010. The geometry of pasta. Boxtree, London, UK. pp 1-288.

Holliger A. 1963. Improved method for testing macaroni products. Cereal Chem 40(3):231-240.

Kahlon TS, Chiu MCM. 2015. Teff, buckwheat, quinoa and amaranth: Ancient whole grain gluten-free egg-free pasta. Food Nutr Sci 6(15):1460-1467.

Kill R, Turnbull K. 2008. Pasta and semolina technology. John Wiley & Sons, London, UK. p 1.

Kim AK, Kim SK, Lee AR. 1995. Comparison of chemical composition and gelatinization property of mungbean flour and starch. Korean J Soc Food Sci 11(5):472-478.

Kim BK, Park JE, Zu GU. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noddles. Food Eng Prog 15(1): 56-63.

Kim BR, Choi YS, Kim JD, Lee SY. 1999. Noodle making characteristics of buckwheat composite flours. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(2):383-389.

Kim HS, Ahn SY. 1997. Effect of amylose and amylopectin on the texture of Mook. Korean J Hum Ecol 6(2):157-166.

Lee SY, Shim HH, Ham SS, Rhee HI, Choi YS, Oh SY. 1991. The nutritional components of buckwheat flours and physicochemical properties of freeze-dried buckwheat noodles. J Korean Soc Food Nutr 20(4):354-362.

Lii CY, Chang SM. 1981. Characterization of red bean (*Phaseolus radiatus* var. Aurea) starch and its noodle quality. J Food Sci 46(1):78-81.

Manser J. 1981. Optimale parameter fur die teigwarenherstellung am beispeil von langwaren. Getreide Mehl Brot 35(3):75-83.

Marshall HG, Pomeranz Y. 1982. Buckwheat: Description, breeding, production, and utilization. pp 162-174. In: Advances in cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

Marti A, Pagani MA. 2013. What can play the role of gluten in gluten free pasta?. Trends Food Sci Technol 31(1):63-71.

Miskelly DM. 1996. The use of alkali for noodle processing. pp 227-273. In: Pasta and noodle technology. Kruger JE, Matsuo RB, Dick JW (eds.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

Noh JS, Park KH. 2013. Quality characteristics of fresh pasta containing various amounts of superjami. Korean J Culin Res 19(5):184-195.

Park CH, Woo SH, Choi YS, Jang KJ, Park SE. 2012. *Memireul beotgyeora* [Discover the buckwheat]. Jin Sol Co., Seoul, Korea. pp 59-60.

Park SJ, Choe EO, Kim JI, Shin MS. 2012. Physicochemical properties of mung bean starches in different Korean varieties and their gel textures. Food Sci Biotechnol 21(5):1359-1365.

Resmini P, Pagani MA. 1983. Ultrastructure studies of pasta. A review. Food Struct 2(1):2.

Schoenlechner R, Drausinger J, Ottenschlaeger V, Jurackova K, Berghofer E. 2010. Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. Plant Foods Hum Nutr 65(4):339-349.

Seo HI, Ryu BM, Kim CS. 2011. Effect of heat-moisture treatment of domestic rice flours containing different amylose contents on rice noodle quality. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(11):1597-1603.

Shim TH, Jin YS, Sa JH, Shin IC, Heo SI, Wang MH. 2004. Studies for component analysis and antioxidative evaluation in acorn powders. Korean J Food Sci Technol 36(5):800-803.

Smewing J. 1997. Analyzing the texture of pasta for quality control. Cereal Foods World 42(1):8-12.

Sözer N, Kaya A. 2003. Changes in cooking and textural properties of spaghetti cooked with different levels of salt in the cooking water. J Texture Stud 34(4):381-390.

Voisey PW, Larmond E, Wasik RJ. 1978. Measuring the texture of cooked spaghetti. 1. Sensory and instrumental evaluation of firmness. Can Inst Food Sci Technol J 11(3):142-148.

Wang N, Bhirud PR, Sosulski FW, Tyler RT. 1999. Pasta-like product from pea flour by twin-screw extrusion. J Food Sci 64(4):671-678.

Yang KH, Lee KJ, Kim MR. 2012. Gel properties of *Mook* manufactured from acorns harvested in various countries according to storage period. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(8):1168-1175.

Yoon SJ, Lee MY. 2006. The quality properties of *Dotoridasik* with added acorn powder. Korean J Food Cook Sci 22(6): 849-854.

Received on Oct.5, 2016/ Revised on Nov.23, 2016/ Accepted on Dec.14, 2016