

멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분이 인절미의 특성에 미치는 영향

김정옥 · 신말식
전남대학교 식품영양학과 및 생활과학연구소

Effect of RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch on the properties of *Injulmi*

Jeong-Ok Kim, Mal-Shick Shin
Department of Food and Nutrition, HERI, Chonnam National University

Abstract

The objective of this study was to compare the textural properties and sensory evaluation of *Injulmi*, a traditional Korean waxy rice cake, added with 10, 20 and 30% of RS3-type resistant starch. RS3-type resistant starch was prepared from nonwaxy rice(Odaebyeo) starch by autoclaving-cooling cycle. The RS yield of RS3-type resistant starch was 9.10%. By increasing the addition level of RS3-type resistant starch, the hardness and adhesiveness of *Injulmi* increased as measured by using a rheometer. Hunter color L and a values of *Injulmi* added with RS3-type resistant starch were increased, but b value was decreased. In case of sensory evaluation, the hardness of *Injulmi* added with RS3-type resistant starch was higher than that of non-added *Injulmi*. The overall quality of *Injulmi* added with RS3-type resistant starch by sensory evaluation was negatively correlated with the hardness measured by rheometer($p < 0.05$).

Key words : *Injulmi*, nonwaxy rice starch, autoclaving-cooling cycle RS3-type resistant starch, textural properties, sensory evaluation

1. 서 론

쌀은 주성분인 전분을 구성하는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율에 따라 찰쌀과 멥쌀로 나누어진다. 우리 나라의 경우, 멥쌀은 주식인 밥으로 이용되고 찰쌀은 주로 한과나 떡을 만들어 소비되고 있다. 최근에는 쌀 생산량의 증대와 쌀 수입개방으로 쌀의 공급량은 증가한 반면 쌀의 소비가 급격히 감소되는 추세로 쌀의 재고가 증가되고 있다. 2004년 WTO에 의한 쌀의 수입 증가를 고려할 때 쌀의 소비를 증가시키기 위한 방안을 마련하는 것이 시급하다. 이를 해결하기 위해서는 쌀 가공식품을 개발하여 가공식품의 비율을 증가시키고 쌀을 이용한

고부가가치 소재의 개발이 필요하다.

저항전분(Resistant Starch, RS)은 건강한 사람의 소장에서 소화 흡수되지 못한 전분과 전분의 분해 산물로, 일반적으로 4가지의 형태로 구분한다. RS1은 물리적으로 효소에 접근되지 못해 분해가 되지 않는 전분, RS2는 감자나 바나나 전분, 고아밀로오스 옥수수전분과 같은 B형의 결정형인 생전분, RS3는 호화된 전분이 노화가 되어 인체 내 전분 분해 효소의 작용을 잘 받지 못하는 구조를 가지는 전분으로 아밀로오스가 노화에 주로 영향을 준다. RS4는 가교결합과 같은 화학적 변성 처리에 의해 전분 분해효소가 쉽게 작용할 수 없는 구조를 가진 전분을 의미한다¹⁻⁷⁾.

여러 형태의 RS 중 가열조건에서 가장 안정한 구조인 RS3는 가열-냉각 과정을 반복할 때 전분의 재결정화과정인 노화에 의하여 형성된다. 현재 식품의 조리나 가공에 사용되는 화학적인 방법으로 제조된 변성전분이 안전성 문제로 사용에 제한을 받고 있

Corresponding author: Mal-Shick Shin, Chonnam National University, 300, Yongbongdong, Bukgu, Gwangju 500-757, Korea
Tel: 82-62-530-1336
Fax: 82-62-530-1339
E-mail: msshin@chonnam.ac.kr

는 것과는 달리 RS3는 물리적 처리에 의해 생성된 것으로 오래 전부터 식품 중 일부 성분으로 함유되어 섭취해 왔으므로 인체에 대한 안전성을 확인할 필요가 없다. 저항전분도 식이섬유소나 올리고당과는 달리 수분흡수력이 낮고 입자의 크기가 적어 전분질 식품에 첨가하였을 때 제품의 품질 증진에 효과적이어서 다양한 가공식품의 개발이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 특히 무정형 구조가 대부분인 RS3는 초기 수분흡수력이 크나 저장시 수분흡수 증가가 거의 없어 보수력 유지가 필요하거나 저장 중에 수분 흡수로 품질이 떨어지는 식품에 첨가하기에 적당한 소재이다. 또한 저항전분은 대장에서 미생물에 의해 발효되어 단쇄지방산을 생성함으로써 암과 성인병의 유병률을 감소시키는 등 식이섬유소와 비슷한 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다^{4, 22)}. 우리나라의 경우 식물성 식품의 섭취가 감소하는 식생활의 변화로 식이섬유소의 섭취량이 일일 권장량인 20~25g보다 부족한 것으로 보고되고 있어^{21, 23)} RS3를 함유하는 식품의 섭취를 통해 식이섬유소의 섭취량을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

RS3의 RS수율은 압출성형법^{8, 9)}, annealing 처리법¹⁰⁾, 수분-열처리법¹¹⁾ 등을 이용하여 증가시킬 수 있으며 아밀로오스 함량과 양의 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있다^{8, 12)}. 인절미와 같이 아밀로펙틴으로만 이루어져있는 전분질 식품에 멧쌀전분으로 제조한 RS3를 첨가하면 식품 내 아밀로오스의 양이 증가하여 전분의 노화를 촉진시키게되므로 식품 중의 RS의 수율을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

그러므로 본 연구는 개고량이 증가하는 쌀의 이용성을 증가시키고 인절미의 RS수율을 높이기 위하여 멧쌀전분을 이용하여 RS3를 제조하였으며, 이를 찹쌀가루에 대하여 10, 20, 30%의 다양한 수준으로 첨가하여 인절미를 만들어 저장하면서 인절미의 색도 변화와 기계적, 관능적 특성을 조사하였다. 이를 통해 품질을 유지하며 저항전분을 첨가한 인절미 제조에 가장 적합한 멧쌀전분 RS3의 첨가 수준을 결정하여 식이섬유소 함량을 증가시킨 기능성 인절미를 상품으로 개발하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

찹쌀(화선찰벼)과 멧쌀(오대벼)은 전라남도 농업기술원(전라남도 남평, 1999년 수확)에서 구입하여 사

용하였다.

2. 멧쌀전분, 찹쌀가루, 멧쌀전분을 이용한 RS3형 저항전분의 제조

멧쌀전분은 백미로 도정한 오대벼를 이용하여 알칼리 침지법²⁴⁾으로 분리하였다. 찹쌀가루는 찹쌀을 실온에서 12시간 수침하여 물기를 뺀 다음 roller mill을 2회 반복 통과시켜 제분한 다음 2 kg씩 개별 포장하여 냉동 보관하면서 실험에 이용하였다. RS3형 저항전분은 멧쌀전분과 물을 1:2(건량기준)로 혼합하여 멸균기(Vision Co. LTD., 한국)로 121°C에서 1시간 호화시켰고 4°C에서 1일 동안 저장한 다음 다시 121°C에서 1시간 동안 가열하였다. 이와 같이 가열-냉각 및 저장 과정을 3회 반복한 다음 40°C 항온기에서 건조시켰다. 이를 분쇄기로 분쇄한 다음 100 메쉬를 통과시켜 사용하였다.

3. 멧쌀전분, 찹쌀가루, RS3형 멧쌀 저항전분의 일반성분

시료의 일반성분은 AOAC 방법²⁵⁾으로 측정하였다. 수분함량은 100±5°C 오븐에서 상압가열건조법, 단백질은 미량 켈달법, 지방질은 속시렛 방법으로, 조지방질은 에틸 에테르, 총지방질은 85% 메탄올을 용매로 사용하여 추출하였으며, 회분은 550°C 전기로를 이용한 직접회화법으로 측정하였다.

4. Pancreatin-gravimetric method에 의한 RS 함량

멧쌀로 제조한 RS3형 저항전분의 RS 함량은 pancreatin-gravimetric(P/G)법¹⁴⁾으로 측정하였다. 50 mL 원심분리관에 시료 1 g(건물당)을 초산 완충용액(pH 5.2) 20 mL와 혼합하여 끓는 항온수조에서 교반하면서 1시간 동안 가열한 다음 37°C로 급속히 냉각시켰다. 여기에 pancreatin(from Porcine Pancrease, Sigma, P7545) 1 g을 12 mL 2차 증류수에서 10분 동안 교반하고 원심분리하여(3,000rpm, 10분) 얻은 상정액 10 mL와 0.2 mL의 pullulanase(Promozyne, Novo Nordisk), 1.8 mL 2차 증류수를 혼합하여 만든 효소 용액 2 mL를 넣고 16시간 반응시켰다. 반응 후 총 용액의 알코올 농도가 80%가 되게 에탄올을 첨가하여 1시간 동안 방치한 다음, celite를 넣어 항량을 측정해 둔 crucible(2G3, IWAKI, Japan)을 이용하여 여과하였다. 다시 에탄올(95%, 78%)과 아세트산 순으로 세척하여 얻은 불용성 잔사를 105°C에서 16시간 건조시킨 다음 불용성 잔사의 무게를 측정하였다. 이 때 모든 시료의 불용성 잔사의 무게는 단

백질 함량과 회분함량을 뺀 값으로 보정하여 계산하였다. 전분을 첨가하지 않고 같은 조건으로 효소 반응을 시켜 blank 값을 얻었으며 시료의 RS 함량은 다음 식으로 계산하였다.

$$RS\text{함량}(\%) = \frac{\text{불용성 잔사의 무게}(g) - \text{blank}(g)}{\text{시료의 무게}(g)} \times 100$$

5. 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 인절미의 제조

멥쌀전분을 이용하여 제조한 RS3형 저항전분을 찹쌀가루에 대하여 건물당 10, 20, 30%를 첨가하여 가루와 물의 비율을 1:1(건량기준)로 혼합한 다음 30분 동안 찌고 반죽기(N50, Hobart, USA)를 이용하여 10분 동안 치대었다. 인절미는 3cm×6cm×1cm의 크기로 잘라 떡 표면에 최소한의 찹쌀전분을 묻혀 성형한 다음 포장지(CRYOVAC D-955, W. R. Grace Co., USA, 수분투과도; 1.38g/100sq.in/day/atm, 산소투과도; 8.548cc/m²/day/atm, Cryovac)로 전기접착기(SK-210, 삼보테크주식회사, 한국)를 이용하여 개별 포장하였다. 포장한 인절미는 1, 2일 동안 20°C에서 저장하면서 텍스처 특성, 관능 특성, 색도를 관찰하였다.

6. 인절미의 특성 조사

텍스처 특성은 레오매타(Compac-100, Sun Sci. Co., Japan)를 이용하여 type; two bite mastication test, adaptor; No. 5, critical diameter; 10.00(mm), load cell; 1.00 kg, deformation; 50%, sample size; 10.00 (mm)×10.00(mm)×10.00(mm), table speed; 50.00(mm/min), chart speed; 85.00(mm/sec)의 조건으로 각 시료를 10회 반복하여 측정하였다. 이 결과로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness)을 구하였다.

관능 특성은 전남대학교 식품영양학과 대학원생 중 10명의 훈련된 평가원을 선정하여 표면의 색, 냄새, 이취, 경도, 탄성, 응집성, 매끄러움, 전체적인 품질에 대하여 정량묘사분석기법(QDA, Quantitative Descriptive Analysis)으로 분석하였다.

색도는 Chroma meter(CR-300, Minolta, Japan)을 이용하여 각 시료를 10회 반복 측정하였으며 Hunter color system의 L값, a값, b값으로 나타내었다.

7. 통계처리

통계처리는 SAS package를 이용하여 ANOVA와 Duncan's multiple range test, Pearson's 상관관계로 통계처리하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 멥쌀전분, 찹쌀가루, RS3형 멥쌀 저항전분의 특성

멥쌀전분, 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분, 찹쌀가루의 일반성분 함량은 Table 1과 같았다. 각 시료의 수분함량은 11.67~13.27%로 비슷하였다. 찹쌀가루의 단백질 함량은 5.81% 이었으며, 알칼리 침지에 의해 분리된 멥쌀전분과 RS3형 저항전분의 단백질 함량은 각각 0.16%와 0.26%로 큰 차이가 없었다. 회분 함량도 멥쌀과 RS3형 저항전분의 경우에는 0.09와 0.13%로 비슷하였으며 찹쌀가루는 0.39% 이었다. 조지방질과 총지방질의 함량도 찹쌀가루의 경우에 0.25%와 2.24%로 가장 높았고 다른 시료는 큰 차이를 보이지 않았다. P/G법으로 측정된 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분의 수율은 9.10%이었다.

2. 텍스처 특성

Table 2는 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 10~30% 첨가한 인절미의 텍스처 특성을 레오매타로 측정된 결과이다. 인절미의 경도는 저장기간이 증가할수록, RS3형 저항전분의 첨가량이 증가할수록 증가하였으며 이러한 증가 경향은 저장 2일에 더 뚜렷하였다. 쌀전분은 다른 곡류전분에 비해 전분 입자의 크기가 작고 복합전분립으로 이루어져 입자 표면에 전분 입자 단백질 막이 균일한 분포를 하지 않고 있기 때문에 멥쌀전분을 가열-냉각 과정을 반복하여 RS3형 저항전분을 제조하면 입자 모양을 이루지 못하고 호화 과정에서 용출된 아밀로오스가 겔과 같은 구조를 이루게 되어 수분이 있는

Table 1. Proximate composition of nonwaxy rice starch, waxy rice flour and autoclaving-cooling cycled RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch

Samples	Moisture (%)	Protein (%)	Ash (%)	Lipid (%)	
				Crude	Total
Nonwaxy rice starch	12.32	0.16	0.10	0.20	0.89
Autoclaving-cooling cycled RS3	13.27	0.26	0.13	0.17	0.90
Waxy rice flour	11.67	5.81	0.39	0.54	2.24

Table 2. Analysis of variance for rheological properties of Injulmi with RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch

Storage time (day)	RS3 level (%)	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Springiness	Cohesiveness
1	0	^y 1005.7 ± 83.7 ^c	-6.3 ± 0.8 ^a	1.04 ± 0.07	1.10 ± 0.13
	10	^y 1239.9 ± 70.1 ^{ab}	-10.6 ± 1.9 ^b	1.01 ± 0.04	1.06 ± 0.06
	20	^y 1248.9 ± 119.7 ^a	-7.2 ± 1.0 ^a	1.00 ± 0.04	1.01 ± 0.06
	30	^y 1162.2 ± 73.2 ^b	^x -9.4 ± 2.0 ^b	1.01 ± 0.03	0.99 ± 0.12
2	0	^x 1220.0 ± 137.6 ^c	-6.5 ± 1.0 ^a	1.02 ± 0.05	1.03 ± 0.05
	10	^x 1560.9 ± 70.4 ^b	-11.9 ± 1.9 ^b	1.00 ± 0.02	1.01 ± 0.06
	20	^x 1750.5 ± 76.2 ^a	-7.6 ± 1.1 ^a	1.05 ± 0.06	1.07 ± 0.09
	30	^x 1691.4 ± 222.8 ^a	^y -12.3 ± 1.8 ^b	1.01 ± 0.04	1.02 ± 0.11

n=10

p<0.05

a, b, c) Duncan's multiple range test for RS3 starch content (column)

x, y) Duncan's multiple range test for storage time (column)

조건에서는 부분적인 노화과정을 거치게 된다. 그러므로 멧쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분의 첨가량이 증가할수록 인절미의 노화가 촉진되어 경도가 증가한 것으로 생각된다. 인절미의 부착성도 저장기간과 RS3형 저항전분 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나 RS3형 저항전분의 첨가량이 30% 일 때만 유의적인 차이를 보였다. 이러한 결과는 식빵에 제조 방법이 다른 RS3형 저항전분을 첨가하였을 때도 무첨가 식빵에 비하여 경도가 증가하였다는 송 등¹⁶⁾의 보고와도 일치한다. 또한 옥수수 전분으로 제조한 pregelatinized 전분을 첨가한 인절미의 경도가 저장 기간이 증가할수록 무첨가 인절미나 찹쌀전분을 첨가한 인절미에 비하여 현저하게 증가하였다는 보고¹⁵⁾로 생각할 때 pregelatinized starch와 찹쌀가루 간의 결정생성이 증가하는 것으로 보인다.

그러나 찹쌀가루에 수리취를 10~40% 수준으로 첨가한 수리취 인절미의 경우 수리취의 첨가량이 증가할수록 견고성이 낮았으며, 저장 중 견고성 증가 폭도 적게 나타났으며¹⁷⁾ 대추가루를 첨가하여 제조한 인절미도 무첨가 인절미에 비하여 경도가 낮았고¹⁸⁾ 썩을 첨가한 인절미도 썩의 첨가량이 많을수록 경도가 낮았다¹⁹⁾. 이와 같이 수리취, 썩, 대추가루를 첨가한 인절미의 경도 변화가 억제되는 것은 섬유소가 보수성이 크며, 전분의 결정 형성도 방해하는 것으로 생각된다. 그리고 섬유소와는 달리 멧쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분은 아밀로오스를 함유하게 되므로 아밀로펙틴으로만 이루어진 무첨가 인절미에 비하여 RS3형 저항전분의 첨가량이 증가할수록 아밀로오스의 함량이 증가하게 되므로 아밀로오스가 주로 관여하는 전분의 재결정화인 노화

가 촉진되어 경도가 증가한 것으로 보인다. 또한 autoclaving-cooling 과정에서 무정형 부분이 80% 존재하므로 인절미의 경도를 증가시키는 원인이 되는 것으로 생각되었으며 경도의 증가를 감소시키기 위해서는 RS3형 저항전분 제조시의 조건을 조절하는 것이 필요하다고 생각된다.

인절미의 탄성은 1.00~1.05, 응집성은 0.99~1.10의 범위이었으며 저장기간과 RS3형 저항전분 첨가량에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 수리취, 대추가루, 썩을 첨가하여 제조한 인절미의 경우에도 탄성과 응집성은 저장기간과 첨가량의 영향을 받지 않았으며¹⁷⁻¹⁹⁾, 다양한 방법으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 식빵의 경우에도 탄성과 응집성은 RS3형 저항전분의 첨가량과 저장기간에 따른 차이가 나타나지 않았다¹⁵⁻¹⁶⁾.

이상의 결과로 보아 인절미의 텍스처 특성 중 경도와 부착성이 탄성과 응집성에 비하여 첨가물의 종류와 양, 저장기간의 영향을 더 받을 수 있었다.

3. 관능 특성

Fig. 1은 멧쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가하여 만든 인절미를 1일 동안 저장한 다음 실시한 관능검사결과를 QDA profile로 나타낸 것이다. 무첨가 인절미 표면의 색은 7.01, 멧쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 인절미는 7.02~7.90으로 RS3형 저항전분의 첨가량이 증가할수록 인절미의 색이 밝아지는 경향을 보였다. 경도는 무첨가 인절미와 멧쌀전분 RS3를 첨가한 인절미가 유의적 차이를 보였다. 무첨가 인절미가 3.56으로 부드럽고, 멧쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 인

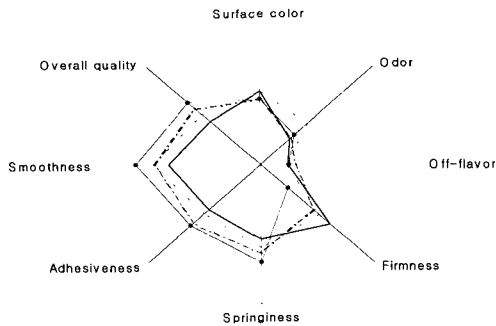


Fig. 1 QDA profiles of Injulmi with RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy starches

--- 0% — 10% - - - 20% - · - - 30%

절미는 6.98~9.12로 견고하다고 평가되었다. 이는 레오메타로 측정된 텍스처 특성 중 경도와 같은 결과로 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분이 인절미의 경도를 증가시킴을 확인할 수 있었다. 김¹⁵⁾은 pregelatinized 전분을 10~30% 첨가한 인절미의 특성을 조사하였을 때 pregelatinized 전분의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하고 전체적인 품질이 낮아졌다고 하였다. 이상의 결과로 보아 인절미는 경도가 증가할수록 전체적인 품질이 감소하므로 저장 중 적절한 경도를 유지하는 것이 인절미의 품질을 결정하는 데 중요한 요소임을 알 수 있었다.

탄성과 부착성과 부드러움성과 전체적인 품질도 RS3형 저항전분을 첨가한 인절미가 무첨가 인절미에 비하여 낮은 값을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 인절미의 품질은 견고성과는 음의 상관 관계, 부착성과는 양의 상관관계를 가짐을 확인하였으며, 평가항목 중 텍스처 특성이 가장 큰 영향을 주는 것을 알 수 있었다. RS3형 저항전분을 첨가한 인절미의 품질이 6.58~8.44로 무첨가 인절미와 차이를 보였으며 20~30% 첨가시 품질이 더 좋아졌다. 또한 식이섬유 함량이 증가하므로 RS3 저항전분을 제조하는 조건을 변형하여 RS의 수율을 높이면서 인절미의 품질을 유지할 수 있는 형태로 만들어 인절미에 첨가할 경우 기능성 인절미의 제조가 가능할 것으로 보인다.

최근 식이섬유소가 심혈관계질환, 대장암, 당뇨병의 유병율을 낮추어준다고 보고되고 있으며²⁰⁾ 우리나라에서는 식이섬유소 섭취량을 1일 20~25 g 섭취하도록 권장하고 있으나, 식물성 식품의 섭취량이 높음에도 불구하고 1일 식이섬유섭취량이 20 g에

미치지 못하고 있다²⁰⁾. 그러므로 체내에서 식이섬유소와 같은 역할을 하는 RS를 함유한 전분질 식품을 섭취하면 1일 식이섬유소 섭취량을 높이는 효과를 기대할 수 있다. 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 10, 20, 30% 첨가할 경우에 각각 무첨가 인절미보다 RS를 0.91, 1.82, 2.73% 더 함유하게 되므로 기능성을 높인다는 측면에서 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 인절미의 개발이 가능하며 이를 통해 쌀전분의 활용도를 증가시킬 수 있으며 인절미의 다양화와 고부가가치를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

4. 색도 특성

멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 10~30% 첨가한 인절미를 0, 1, 2일 동안 저장하면서 색차계로 측정된 색의 변화는 Table 3과 같았다.

명도를 나타내는 L값은 무첨가 인절미와 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분의 첨가량이 10%와 20%인 경우에는 72.04~73.53 범위로 저장기간과 첨가량에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 RS3형 저항전분의 첨가량이 30%인 경우에는 72.28~75.08로 증가하였다. 이는 관능검사로 측정된 표면의 색에 대한 변화와 일치하는 결과이며, 전분질 식품은 일반적으로 L값이 증가할수록 소비자의 선호도가 높아지는 것으로 알려져 있다. 또한 RS3형 저항전분을 30% 첨가한 인절미에서만 저장기간이 증가할수록 L값이 증가하는 경향을 보여 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 30% 첨가하였을 때 밝아짐을 확인하였다. 적색도와 녹색도를 나타내는 a값은 -1.08~-1.38로 RS3형 저항전분의 첨가량과 저장기간이 증가할수록 녹색도가 증가하였다. 황색도와 청색도를 나타내는 b값은 무첨가 인절미를 0일 저장한 경우에 8.20으로 가장 높고 RS3형 저항전분을 30% 첨가한 인절미를 2일 저장한 경우에 6.21로 가장 낮아

Table 3. Color value of Injulmi with RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch

Storage time(day)	RS3 level(%)	L	a	b
1	0	73.01±0.37	-1.15±0.04	7.81±0.12
	10	72.46±0.07	-1.17±0.12	7.42±0.08
	20	72.04±0.24	-1.27±0.06	6.99±0.10
	30	74.27±0.22	-1.27±0.33	6.74±0.21
2	0	72.52±0.80	-1.15±0.07	7.82±0.37
	10	72.39±0.18	-1.19±0.27	7.54±0.28
	20	73.25±0.28	-1.33±0.02	6.79±0.09
	30	75.08±0.33	-1.24±0.21	6.21±0.21

n=10

Table 4. Analysis of variance for sensory properties of Injumi with RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch

	Rheological properties				Sensory properties								
	Hardness	Adhesive-ness	Springi-ness	Cohesi-veness	Surface color	Odor	Off-flavor	Firmness	Springi-ness	Adhesive-ness	Smooth-ness	Overall quality	
Rheol-ogical	Hardness	1.000											
	Adhesiveness	-0.393*	1.000										
	Springiness	-0.403*	0.053	1.000									
	Cohesiveness	-0.474*	0.225	0.774***	1.000								
Sensory	Surface color	-0.065	-0.112	0.219	0.123	1.000							
	Odor	-0.024	0.046	-0.038	0.003	-0.017	1.000						
	Off-flavor	0.257	0.101	-0.094	-0.107	-0.194	0.804	1.000					
	Firmness	0.359*	-0.352	-0.163	-0.048	-0.040	0.064	-0.113	1.000				
	Springiness	-0.191	0.175	0.021	0.016	0.058	-0.028	-0.083	-0.475***	1.000			
	Adhesiveness	-0.069	0.122	0.058	-0.139	0.251	-0.021	0.034	-0.564***	0.406**	1.000		
	Smoothness	-0.256	0.033	-0.137	-0.232	-0.042	0.204	-0.457**	0.535***	0.424**	1.000		
	Overall quality	-0.331*	0.344*	-0.09	-0.079	0.209	-0.152	-0.005	-0.454**	0.444**	0.458**	0.392*	1.000

n=10, * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분의 첨가량과 저장기간이 증가할수록 황색도가 감소함을 보였다.

5. 텍스처 특성과 관능적 특성의 상관관계

Table 4는 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 인절미의 특성을 레오메타와 관능검사로 측정된 결과의 상관관계를 나타낸 것이다. 레오메타로 측정된 특성 중 경도와 부착성, 탄성, 응집성은 각각 $r=-0.393$, $r=-0.403$, $r=-0.474$ 로 음의 상관관계를 보였으며($p<0.05$) 탄성과 응집성은 $r=0.774$ 로 양의 상관관계를 보였다($p<0.001$). 관능검사로 측정된 특성 중 탄성과 부착성($p<0.001$), 부드러움성과 전체적인 품질($p<0.01$)은 각각 경도와 음의 상관관계를 보였으며, 탄성은 부착성, 부드러움성, 전체적인 품질과 양의 상관관계가 있었다($p<0.001$). 또한 전체적인 품질은 경도와는 음의 상관관계를 보였으며($p<0.01$), 탄성, 부착성, 부드러움성과는 양의 상관관계를 보였다($p<0.01$).

레오메타로 측정된 경도와 관능검사로 측정된 경도는 양의 상관관계가 있었으며($r=0.359$, $p<0.05$), 관능검사로 측정된 전체적인 품질은 레오메타로 측정된 경도와는 음의 상관관계를 보였으며($r=-0.331$, $p<0.05$), 부착성과는 양의 상관관계를 보였다($r=0.344$, $p<0.05$).

IV. 요약

멥쌀전분, 찹쌀가루, 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분의 수분 함량은 비슷하였으나, 단백질 함량, 회분 함량, 지방질 함량은 찹쌀가루가 가장 높

았다. 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분의 RS 함량은 9.10% 이었다. 멥쌀전분으로 제조한 RS3형 저항전분을 첨가한 인절미 경도와 부착성을 레오메타로 측정하였을 때 저장기간과 RS3형 저항전분의 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 관능검사 결과, RS3형 저항전분을 첨가한 인절미의 경도가 무첨가 인절미보다 높은 값을 보였으나, 탄성, 부착성, 부드러움성, 전체적인 품질은 RS3형 저항전분의 첨가량에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 전체적인 품질은 경도와 음의 상관관계를 보였다($r=-0.331$, $p<0.05$).

V. 감사의 글

본 연구는 1999년도 농림기술개발연구과제 (Technology Development Program for Agriculture and Forestry)의 일환으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

VI. 참고문헌

- Berry, CS, T'Anson, KJ, Miles, MJ, Morris, VJ and Russell, RL : Physico-chemical characterization of resistant starch from wheat. *J. Cereal Sci.*, 8:203, 1988
- Colonna, P, Leloup, V and Bulon, A : Limiting factors of starch hydrolysis. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 46(Suppl. 2):S17-S32, 1992
- Leloup, VM, Colonna, P and Ring, SG : Physicochemical aspects of resistant starch. *J. Cereal Sci.*, 16:253, 1992
- Berry, CS : Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary

- fiber. *J. Cereal Sci.*, 4:301, 1986
5. Englyst, HN and Cummings, JH : Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 46(Su 2):S33-S50, 1992
 6. Eerlingen, RC, Crombez, M and Delcour, JA : Enzyme-resistant starch. I. Quantitative and qualitative influence of incubation time and temperature of autoclaved starch on resistant starch formation. *Cereal Chem.*, 70:339, 1993
 7. Woo, KS and Seib, PA : Cross-linking of wheat starch and hydroxypropylated wheat starch in alkaline slurry with sodium trimetaphosphate. *Carbohydr. Polymers*, 33:263, 1997
 8. Mun, SH, Baek, MY and Shin, MS : Effect of amylose content on the physical properties of resistant starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29:516, 1997
 9. Englyst HN, Trowel, H, Southgate, DAT and Cummings CH : Dietary fiber and resistant starch. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46:873, 1987
 10. Seow, CC and Penang, CHT : Annealing of granular rice starches-Interpretation of the effect on phase transitions associated with gelatinization. *Starch*, 45:345, 1993
 11. Fransco, CML, Ciacco, CF and Tavares, DQ : Effect of the heat-moisture treatment on the enzymatic susceptibility of corn starch granules. *Starch*, 47:223, 1995
 12. Lee, SK and Shin, MS : Effects of amylose content on properties of lintnerized maize starches and yield of resistant starch. *J. Korean Agric. Chem.*, 40:395, 1997
 13. Sievert, D, Czuchajowska, Z and Pomeranz, Y : Enzyme-resistant starch II. X-ray diffraction of autoclaved amylo maize VII starch and enzyme-resistant starch residues. *Cereal Chem.*, 68:86, 1991
 14. Mun SH and Shin MS : The effects of annealing on resistant starch contents of cross-linked maize starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34(3):431, 2002
 15. Kim, JO : Properties of waxy rice cakes made from waxy rice flours by different milling methods. Thesis for a doctoral degree from Chonnam National University, 1998
 16. Song, JY, Lee, SK and Shin, MS : Effects of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 16:188, 2000
 17. Lee, SM and Cho, JS : Sensory and mechanical characteristics of Surichwi-Injeulmi by adding Surichwi contents. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17(1):1, 2001
 18. Cha, GH, Shim, YH and Lee, HG : Sensory and physicochemical characteristics and storage time of Daechu-Injeulmi added with various levels of jujube powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 16(6):609, 2000
 19. Lee, HG and Yoon, HY : Sensory and mechanical characteristics of Ssuck - injulmi supplemented by mugworts. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11(5):463, 1995
 20. Spiller, GA : Dietary fiber in human nutrition. CRC Press, Inc., FL, 1993
 21. Lee, HS, Lee, YK, Chen, SC : Estimation of dietary fiber intake of college students. *Korean J. Nutrition*, 24(6):534, 1991
 22. Silvester, KR, Bingham, SA, Pollock, JRA, Cummings, JH and O. Neill, IK : Effect of meat and resistant starch on fecal excretion of apparent N-nitroso compounds and ammonia from the human large bowel. *Nutr. and Cancer*, 29:13, 1997
 23. Hyun, WJ, Lee, JW and Kwak, CS : Dietary fiber and fat intakes related to age in adults living in Taejon City. *Journal of Korean Living Science Association*, 8(3):477, 1999
 24. Wilson, LA, Birmingham, VA, Moon, DP and Synder, HE : Isolation and characterization of starch from mature and soybeans. *Cereal Chem.*, 55(5):661, 1978
 25. Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis. 14th ed., Washington, D.C., 1984

(2002년 12월 3일 접수, 2003년 2월 11일 채택)