

아밀로즈 함량별 타락죽의 효소저항전분 함량, 물리적 및 관능적 특성

이귀주* · 김정은 · 김윤선
고려대학교 사범대학 가정교육과

Enzyme-Resistant Starch Content, Physical and Sensory Properties of *Tarakjuk* (Milk-Rice Porridge) with Different Amylose Content

Gui-Chu Lee*, Jung-Eun Kim, Yoon-Sun Kim
Department of Home Economics Education, College of Education, Korea University

Abstract

Tarakjuk with different amylose content was made up using roasted rice flours that consisted of the highest enzyme-resistant starch (RS), while differential scanning calorimetry (DSC) was also utilized to measure the gelatinization temperature of these roasted rice flours in order to establish cooking temperature of *tarakjuk*. The following qualities of *tarakjuk* with different amylose content were studied: color, viscosity, spreadability, starch fractions involving total starch (TS), rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS) and RS, *in vitro* starch digestibility (IVSD) and sensory properties. During experimentation, it was found that as the amylose content of the rice flour decreased, the L value of *tarakjuk* decreased, whereas a value increased significantly ($p < 0.05$). Also, while viscosity showed to increase significantly ($p < 0.05$), on the opposite end, the property of spreadability decreased. TS ranged from 15.95~17.31%, RDS 9.36~10.16%, SDS 5.46~6.91% and RS 0.33~1.07%, on a dry basis. Although the amylose content of rice flours decreased, IVSD increased, however showing no significant difference. When testing the sensory properties of *tarakjuk*, color and viscosity increased, whereas clumpiness decreased. *Ilpum tarakjuk* showed the highest score for nutty taste and overall acceptance levels. In fact a high correlation was shown between nutty taste and overall acceptance level ($p < 0.01$), which leads one to believe that nutty taste is a prime factor that greatly influences overall acceptance. Furthermore, viscosity was positively correlated with both a and b values, however negatively correlated with L value ($p < 0.05$). Moreover, roasted nutty taste and overall acceptance were positively correlated with a value ($p < 0.05$), respectively. In conclusion, the above results suggest that *tarakjuk* could be made by choosing the appropriate rice flour based on the nutritional or sensory purpose.

Key Words : *tarakjuk*, amylose content, starch fractions, enzyme-resistant starch, physical and sensory properties

1. 서론

우리나라는 경제발전과 식생활패턴이 서구화됨에 따라 쌀의 소비량이 매년 감소추세에 있으나 쌀 생산량은 증가하고 쌀을 계속 수입하고 있으므로 쌀 가공 제품은 늘어날 전망이다. 이들 제품의 개발에 대한 연구가 필요한 실정이다. 한편 최근 건강기능성 식품에 대한 관심이 증가하면서 기능성 쌀 가공식품의 개발은 쌀 소비 문제를 해결하고 쌀 가공식품의 다양화와 고급화 대한 요구를 충족시킬 수 있을 것으로 생각된다.

전분은 소장에서 완전히 소화되어 흡수되는 유용한 탄수화물로 생각되어져 왔으나 오늘날에는 전분질 식품의 전분분해 정도가 느린 것로부터 신속한 것에 이르기까지 다양한 특성을 나타내는 것으로 알려지고 있다(Asp 1995). 이로부터 slow-release 전분 및 저항전분과 같은 새로운 영양적 개념이 소개됨에 따라서 Englyst 등(1992)은 영양적인 목적으로 전분을 쉽게 소화되는

전분(Rapidly Digestible Starch, RDS), 천천히 소화되는 전분(Slowly Digestible Starch, SDS), 저항전분(Resistant Starch, RS)으로 분류하였다.

저항전분은 소화효소에 의해 분해되지 않고 소장을 거쳐 대장에서 미생물에 의해 발효되는 일련의 전분 분획으로서 대장 내 미생물군의 유용한 탄수화물 급원을 조성하여 단쇄 지방산 및 초산, propionic acid, butyric acid 등과 같은 다양한 유기산 함량을 증가시킴으로써 장내 pH를 저하시켜 대장을 건강하게 유지하는데 기여하며 포도당 대사에도 이로운 영향을 갖는 것으로 보고되었다(Eliasson 1996; Hylla 등 1998). 또한 저항전분은 소장에서의 전분분해 및 흡수속도와 관련하여 혈당지수(glycemic index, GI)를 저하시키는 것으로 알려지고 있으며 이처럼 낮은 GI를 갖는 식품은 당뇨병 및 고지혈증 환자의 식이요법에 의한 조절에 이로우므로 또 다른 영양적인 중요한 의미를 갖는다(Skrabanja 등 1999). 한편 기능적 측면에서 저항전분은

* Corresponding author : Gui-Chu Lee, Korea University, Anam-dong, Sungbuk-ku, Seoul 136-701, Korea Tel : 82-2-3290-2323 Fax : 82-2-927-7934
E-mail : gcl6@korea.ac.kr

식이섬유소나 올리고당과는 달리 수분흡수력이 낮고 입자의 크기가 적어 전분질 식품에 첨가하였을 때 제품의 품질 증진에 효과적이어서 다양한 가공식품의 개발이 가능하다는 특징을 가지고 있다(Kim & Shin 2003). 가공 과정 중 이러한 저항전분의 형성은 식품의 성분조성, 가공방법, 아밀로즈 함량 등에 의해 영향을 받는 것으로 알려지고 있다(Mangala 등 1999).

쌀 전분은 쌀 구성성분 중 80%를 차지하며 그 중에서 아밀로즈 함량은 미질을 나타내는 중요한 척도의 하나이며 쌀의 조리특성과 밥의 조직감이나 광택 등 식미를 결정하는 가장 중요한 요인이다(Lee 등 1989). 지금까지 아밀로즈 함량이 다른 쌀로부터 제조한 밥에 대한 연구는 보고되어 있으나(Kum 등 1995; Sagum & Arcot 2000), 죽에 대한 연구는 많이 보고되어 있지 않고 있다.

타락죽은 한국의 전통 궁중음식으로 조리서에 따라서 제조방법이 다르게 나타나고 있다. 타락죽에 대한 연구로서는 멥쌀가루를 볶아서 우유를 넣어서 가열하여 제조한 타락죽의 품질에 대한 볶음조건(Lee 등 2003)과 가열조건(Lee 등 2004)의 중요성에 대한 연구가 보고된 바 있다.

본 연구에서는 쌀의 이용도를 높이고 쌀 가공식품의 고급화를 위한 기초연구로서 아밀로즈 함량이 다른 품종별 쌀이 타락죽의 품질 특성에 어떤 영향을 미치는가를 알아보기 위하여 고아미, 일품, 찹쌀을 선택하여 볶음조건을 달리한 쌀가루의 RS 함량과 DSC 특성을 측정하여 품종별 쌀가루의 볶음조건과 타락죽의 가열온도를 설정하고자 한다. 또한 설정된 가열조건에서 제조한 품종별 타락죽의 색도, 점도, 퍼짐성, 효소저항전분 함량 및 *in vitro* 전분 분해율과 같은 물리화학적 특성 및 관능적 특성을 측정하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 멥쌀은 2002년 수확된 일품으로 도정한 멥쌀은 고려대학교 농장으로부터 구입하였다. 고아미는 2001년에 농촌진흥청 작물시험장에서, 찹쌀은 2001년도 산(군자농협동조합)으로 농협에서 구입하였다. starch fractions 측정을 위한 pepsin, pancreatin은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, U.S.A)로부터 구입하였으며 amyloglucosidase와 glucose assay kit는 Megazyme (International Ireland Limited, Ireland)에서 구입하였다. IVSD 측정을 위한 porcine α -amylase와 maltose 및 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS), 그리고 아밀로즈 정량을 위한 potato starch는 Sigma Chemical Co.로부터 구입하였으며 그밖에 우유(서울우유)와 소금(정제염 90%, 천일염 10%, 해표)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

2. 쌀가루의 전처리 및 볶음

쌀 1 kg을 전보(Lee 등 2003)에서와 같이 수세, 침지, 체에 받쳐 물기를 제거한 후 방앗간에서 물과 소금을 내리지 않고 제

분하였다. 습식 제분한 쌀가루는 네모난 팬에 고르게 펴서 열풍 건조기(조선과학기계제작소, 한국)에서 40℃에서 5시간 동안 건조, 체(355 μ m)에 내렸다. 건조한 쌀가루는 원형의 팬에 얇게 펴서 열풍건조기에 넣고 165℃에서 25분간 볶았다. 볶은 시료는 실온에서 냉각, 체(180-355 μ m)에 내린 후 비닐 백에 밀봉하여 분석 전까지 냉동(-20℃) 보관하였다.

3. 타락죽의 제조

볶은 쌀가루 15 g을 400 mL 비커에 넣고 우유 150 g을 가하여 잘 저어준 다음 5분간 실온에 방치한 후, water bath에 담고 전보(Lee 등 2003)에서와 같은 장치를 이용하여 고정된 후 타락죽을 저어 주면서 타락죽의 내부온도가 69℃가 되도록 온도를 조절, 30분간 가열하였다. 완성 5분 전에 0.5 g(0.3%, w/w)의 소금을 넣고 가열, 타락죽을 완성하고, 즉시 진공건조기(삼흥기기, 한국)에서 건조, 분쇄, 체(180-335 μ m)에 친 후 분석 전까지 냉동(-20℃) 보관하였다.

4. 쌀가루의 일반 성분과 아밀로즈 함량

쌀가루의 수분 함량은 A.O.A.C 방법(1990)에 준하여 측정하였고, 단백질 함량은 Kjeldahl 방법으로 조단백분석기(2400 Kjeltex, Analyzer Unit, Foss Tecator, Sweden)를 사용하여 질소함량을 구하였다. 아밀로즈 함량은 Juliano(1971)의 요오드 비색법에 의해 측정하였으며, 표준 아밀로즈는 Sigma chemical Co.의 potato amylose (type III)를 사용하였다.

5. 쌀가루의 효소저항전분 함량

볶음조건을 달리한 고아미, 찹쌀가루의 RS 함량은 Goni 등 (1996)의 방법에 따라서 측정하였다. 시료 100 mg을 50 mL 원심분리용 시험관에 넣고 단백질을 제거하기 위하여 먼저 0.02 M KCl-HCl 완충용액(pH 1.5) 10 mL를 넣고 vortex를 사용하여 혼합한 후, 0.2 mL의 pepsin 용액(1 g pepsin/10 mL KCl-HCl 완충용액)을 넣고 water bath에서 40℃에서 60분간 진탕배양 하였다. 상온으로 식힌 후, 0.1 M Tris-maleate 완충용액(pH 6.9) 9 mL와 α -amylase 용액(40 mg α -amylase/mL of Tris-maleate 완충용액) 1 mL를 넣고 vortex로 혼합한 후, water bath에서 37℃에서 16시간 진탕배양 하였다. 원심분리(15 min, 3000 g)하고 잔사에 4 M KOH 용액 3 mL를 넣어 vortex로 혼합하고 상온에서 30분간 진탕배양 하여 분산시킨 후 amyloglucosidase 0.1 mL를 넣고 vortex로 혼합하고 60℃에서 45분간 진탕배양 하였다. 원심분리하고 유리된 glucose는 상등액에 GOD-POD kit을 사용하여 water bath에서 37℃에서 30분간 배양한 후, spectrophotometer (UV/VIS Spectrophotometer, Shimadzu Model, UV-2401 (PC)S, Tokyo, Japan)를 사용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였고, glucose 함량에 0.9를 곱하여 시료 내 RS 함량을 계산하였다.

6. 쌀가루의 DSC 특성

복음조건을 달리한 고아미, 찹쌀가루의 DSC 특성은 시차주사 열량기(DSC, Seiko Instrument, DSC 6100, Chiba, Japan)를 사용하여 전보(Lee 등 2003)에서와 같은 조건에서 측정하였으며, 이로부터 얻은 DSC thermogram으로부터 호화개시온도(T_0), 호화최대온도(T_p), 호화종결온도(T_c) 및 엔탈피(ΔH)를 측정하였다.

7. 타락죽의 색도

타락죽의 색도는 타락죽 시료를 비닐 랩으로 씌워서 원통형 용기에 담고, 색도계(Chroma Meter CR-400, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도)값을 측정하였다. 이때 보정판의 L, a 및 b값은 각각 92.8, 0.3136, 0.3196이었다.

8. 타락죽의 퍼짐성

타락죽의 퍼짐성은 Line Spread Chart를 사용하여 타락죽 20 g을 취하여 polyethylene 원통에 윗부분까지 가득 채워 넣고 1분이 지난 후 원통을 단번에 들어 올려 정확히 1분간 시료가 흐르도록 한 후 퍼진 거리를 측정하여 평균값을 구하였다. 타락죽은 제조 직후 60°C로 유지하였으며 측정 전까지 보온병에 넣어 온도를 일정하게 유지하였다.

9. 타락죽의 점도

타락죽의 점도는 점도계(Brookfield Viscometer, Model DV-1+, Brookfield Engineering, U.S.A)를 사용하여 측정하였다. 74의 water bath에서 죽을 7분간 가온하여 죽의 내부 온도를 60°C로 유지시킨 다음 small sample adapter(SSA, Brookfield Engineering, U.S.A)에 8 g의 시료를 담은 후 온도가 60°C, 회전속도 10 rpm에서 spindle S21(Model RVT)을 이용하여 2분간 저어준 후 1분간 회전시킨 후 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

10. 타락죽의 starch fractions 함량

아밀로즈 함량이 다른 쌀가루로부터 제조한 타락죽의 TS를 포함한 RDS, SDS, RS와 같은 여러 starch fraction의 함량은 Englyst 등(1992)의 방법에 따라서 측정하였다. 시료 1 g을 50 mL 원심분리병에 넣고 37°C의 shaking water bath에서 30분간 pepsin 용액(50 mg/10 ml 0.05M HCl)으로 처리한 후, 이어서 pancreatin (150 mg/ml)과 amyloglucosidase (13 AGU/mL)를 포함하는 혼합 효소용액 5 mL을 넣고 shaking water bath에서 37°C에서 배양하였다. 이때 식품 입자들의 붕괴를 용이하게 하고 배양 혼합물의 점도를 표준화하기 위해 guar gum (50 mg)과 glass ball을 가하였다. 배양 후 20분과 120분 후 반응액 0.5 mL를 취하여 80% ethanol 용액에 가하고, 각각 G20과 G120이라고 명명하였다. Total glucose (TG)는 상기 효

소 반응액을 끓는 물에서 30분간 끓이고, 냉각 후 7 M KOH를 넣고 0°C에서 30분간 배양한 후, 시험관에 상기 반응액 1 mL를 넣고 0.5 M acetic acid를 가하고 희석 amyloglucosidase 용액으로 가수분해한 후 측정하였다. Free glucose(FG)는 시료를 담은 원심분리병에 guar gum, 0.05 M HCl, Na-acetate 용액을 가한 후 100°C 끓는 물에서 30분 동안 가열하여 측정하였다. G20, G120, TG 및 FG 시료 내 유리된 glucose 함량은 glucose oxidase/peroxidase 시약을 사용하여 37°C에서 30분간 배양한 후 spectrophotometer(UV/VIS Spectrophotometer, Shimadzu Model, UV-2401 (pCS), Tokyo, Japan)를 사용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 glucose 함량으로부터 타락죽의 RDS, SDS, RS, TS의 함량은 Englyst 등(1992)의 방법에 따라서 계산하였다.

11. 타락죽의 *in vitro* 전분 분해율

Singh 등(1982)의 방법으로 porcine α -amylase를 이용하여 전분을 37°C에서 2시간 진탕하여 분해하였고, 유리된 maltose를 3, 5-dinitrosalicylic acid (DNS) 시약을 사용하여 반응시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 전분 분해율은 mg maltose/g으로 나타내었다.

12. 타락죽의 관능평가

타락죽의 관능평가는 관능검사 경험이 있는 일반대학원 가정학과(식품영양 전공)에 재학 중인 대학원생 6명을 검사원으로 선정하였다. 실험설계는 완전 랜덤화 블록 계획(completely randomized block design)으로 실시하였다. 평가항목은 색, 덩어리짐, 점성, 그리고 고소한 맛(roasted nutty taste)과 전체적인 수용도(overall acceptance)이었다. 시료 평가는 각 검사항목에 대하여 9점 척도법에 따라 그 강도를 표시하도록 설계된 질문지를 사용하였으며, 직선의 오른쪽 끝으로 갈수록 특성강도가 강한 것을 나타내었다. 시료 제시는 흰색 종이컵에 1인당 20 g의 죽(60°C)을 담아 관능 검사원에게 랜덤하게 제공하였다. 각 종이컵은 난수표에 의해 세 자리 숫자를 표기하였으며, 평가 사이에 입을 헹글 수 있도록 정수된 물과 빨는 컵을 플라스틱 스푼(폭 3 cm, 길이 15 cm)과 함께 제시하였다. 관능검사는 4일에 걸쳐 시료에 대하여 4회 반복 실험하였다.

13. 자료 처리 및 분석

실험 결과의 통계적 분석은 SPSS 통계 프로그램(허명희 2002)을 이용하여 평균과 표준 편차를 구하였고, ANOVA와 Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)를 통해 시료간의 유의적 차이를 검증하였다. 또한 관능적 특성에서는 회귀분석과 Pearson's correlation coefficient를 통해 상관관계를 알아보았다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀가루의 일반성분

아밀로즈 함량이 다른 쌀가루의 일반성분 함량은 습식제분 한 쌀가루를 건조오븐에서 40°C에서 5시간 건조시킨 시료를 사용하여 측정하였으며 그 결과는 <Table 1>과 같다. 수분함량은 고아미, 일품, 찹쌀이 각각 14.13%, 10.64%, 17.47%이었다. 쌀의 아밀로즈 함량은 쌀의 수분함량과 높은 음의 상관관계가 있다 (Sagum & Arcot 2000). 본 연구에서는 아밀로즈 함량이 감소함에 따라서 수분함량은 유의적인 증가를 나타내지 않았으나 아밀로즈 함량이 가장 낮은 찹쌀의 수분함량이 가장 높았다. 단백질 함량은 고아미, 일품, 찹쌀이 각각 7.76%, 6.21%, 5.64%로 아밀로즈 함량이 높을수록 증가하였다(p<0.05). 단백질은 쌀의 식미와 음의 상관관계를 가지며 이는 전분입자 주변에 단백질 층이 형성되어 취반 후 밥의 점성 및 탄성을 저하시키고 전분의 호화 특성에 직접적으로 영향을 주는 것으로 보고되었다(Kum 등

1995). 아밀로즈 함량은 고아미, 일품, 찹쌀이 각각 33.84%, 25.31%, 8.84%로 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05).

2. 아밀로즈 함량별 타락죽 제조조건 설정

아밀로즈 함량별 타락죽을 제조하기 위하여 먼저 볶음 조건은 볶음 조건을 달리한 쌀가루의 RS 함량에 기반 하였다. <Table 2>로부터 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 Goni 등(1996)의 방법에 의해 측정된 고아미, 찹쌀가루의 RS 함량은 볶음 과정에 의해 영향을 받는 것으로 나타났는데 고아미의 경우 22.24~46.90%의 범위를 나타냈으며, 165°C에서 25분간 볶은 쌀가루의 RS 함량이 46.9%로서 가장 높았다. 한편 찹쌀은 7.60~24.09%이었으며 165°C에서 25분 볶은 찹쌀가루의 RS 함량이 가장 높았다. 한편 Lee 등(2004)은 볶음 조건을 달리한 일품 쌀가루의 RS 함량은 14.52~ 18.93%이었으며 185°C에서 25분간 볶은 쌀가루의 RS 함량이 가장 높았으나 165°C에서 25분 볶은 쌀가루의 RS 함량과 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 하였다. 이로부터 쌀가루의 RS 함량은 찹쌀, 일품, 고아미의 순서로 증가하는 것으로 나타나 아밀로즈 함량이 증가함에 따라서 증가하였다.

Parchure & Kulkarni(1997)는 쌀 전분의 RS 함량이 아마란스 전분보다 높았는데, 이는 쌀 전분이 아마란스 전분에 비하여 아밀로즈 함량이 높기 때문이라고 하였다. 다른 연구에서도 아밀로즈 함량과 RS의 수율은 양의 상관관계를 갖으며 이러한 결과는 전분의 노화에 아밀로즈의 역할이 중요함을 나타낸다고 하였다(Sievert & Pomeranz 1989). 일반적으로 쌀의 RS 함량은 낮은 것으로 보고되었으나, 본 연구에서 고아미와 찹쌀 대조구의

<Table 1> Chemical composition¹⁾ of different rice flours (%)

Rice flour	Moisture	Crude protein	Amylose
Koamy	14.13±0.11 ^a	7.76±0.06 ^a	33.84±0.97 ^a
Ilpum	10.64±0.04 ^b	6.21±0.02 ^b	25.31±2.38 ^b
Waxy rice	17.47±0.14 ^c	5.64±0.02 ^c	8.84±0.28 ^c

¹⁾ Values are mean±standard deviation of three experiments. Means with different letters within the same column are significantly different at p<0.05.
²⁾ Rice flours used in this study were dried at 40°C for 5 hours in a drying oven after wet milling.

<Table 2> The Enzyme-resistant starch contents¹⁾ and differential scanning calorimetry characteristics²⁾ of roasted rice flours from Koamy and waxy rice

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Enzyme-resistant starch content (%)	To (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	ΔH (J/g)
Koamy						
Control ³⁾		32.78±0.01 ^c	55.4±0.4	62.4±0.4	69.8±0.8	6.7±0.8
145	25	36.30±0.79 ^{bc}	55.0±0.4	60.4±0.1	68.2±0.1	8.1±0.1
	40	34.10±0.93 ^{ba}	54.5±0.3	60.7±0.4	66.3±2.3	7.2±0.5
165	25	46.90±0.98 ^a	53.9±0.2	59.8±0.1	64.4±0.1	6.0±1.4
	40	44.12±1.23 ^{ba}	51.4±5.1	59.6±0.3	68.6±1.9	7.4±0.8
185	25	36.33±3.53 ^{bc}	53.1±3.3	58.7±0.3	68.2±3.1	5.5±0.7
	40	22.24±8.08 ^d	51.8±0.4	56.7±0.0	66.4±2.1	6.4±1.5
Waxy rice						
Control		6.57±0.87 ^d	59.1±2.2	65.2±0.7	71.3±0.6	6.3±0.3
145	25	15.83±4.16 ^{ba}	58.1±0.1	64.0±0.2	69.7±1.2	8.4±1.3
	40	14.70±1.03 ^a	56.4±0.8	63.4±0.0	69.9±0.2	9.7±1.0
165	25	16.01±0.25 ^{bc}	57.1±1.2	63.2±0.3	68.7±0.6	5.9±2.0
	40	15.79±5.13 ^{bc}	57.3±1.6	62.5±0.2	69.8±0.4	7.7±1.4
185	25	10.18±1.75 ^{dc}	53.8±1.9	61.6±0.1	70.9±2.1	10.4±2.9
	40	7.60±2.81 ^d	53.0±0.3	59.6±0.0	67.1±1.7	9.8±1.7

¹⁾ Values are means±standard deviation of three replicates. Means with different letters within the column are significantly at p<0.05.
²⁾ To, Tp, Tc are onset, peak and completion temperatures and ΔH is transition enthalpy for gelatinization, respectively. Values are means (standard deviation) of three experiments.
³⁾ Control rice flours were dried at 40°C for 5 hours in a drying oven.

RS 함량이 각각 32.78%와 6.57%로서 높게 나타났는데, 이것은 대조구가 습식제분 한 쌀가루를 40℃에서 5시간 오븐 건조시킨 쌀가루로서 수분의 존재 하에서 열처리를 받았기 때문인 것으로 생각된다고 하였다. 즉 오븐건조 과정 중 annealing 과정에 기인한 α -amylase에 저항성인 쌀 전분분자의 규칙성의 증가로 인한 것으로 생각되어진다(Ahmed & Belfast 1978). 이러한 경향은 일품 대조구에 있어서도 RS 함량이 16.2%로 유사한 경향을 나타내었다(A.O.A.C 1990).

타락죽의 가열조건은 볶음조건을 달리한 품종별 쌀가루의 DSC 측정에 의한 호화온도에 기반하였다. <Table 2>로부터 볶음과정은 고아미와 찹쌀가루의 호화특성에 영향을 미치는 것으로 나타나 고아미 쌀가루는 대조구의 호화최고온도 (Tp)가 62.4℃이었으나 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 점차 감소하여 56.7℃를 나타내었으며, 찹쌀가루는 대조구의 Tp가 65.2℃이었으나 59.6℃으로 감소하였다. 이러한 결과를 볶음조건을 달리한 일품 쌀가루의 호화특성(Lee 등 2003)과 비교할 때 찹쌀가루의 Tp가 가장 높았으며, 일품과 고아미 쌀가루의 Tp는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 한편 고아미와 찹쌀가루의 호화엔탈피는 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 이상의 결과로부터 본 연구에서는 품종별 타락죽을 제조하기 위하여 RS 함량이 가장 높은 165℃에서 25분 볶은 쌀가루를 사용하였으며, 이 볶음조건에서 볶은 품종별 쌀가루의 DSC 특성으로부터 찹쌀가루의 Tc가 68.7℃로 가장 높았으므로 69℃로 가열하여 타락죽을 제조하였다.

Flipse 등(1996)은 품종별 쌀로부터 분리한 전분의 To, Tp, Tc 및 호화엔탈피의 차이는 아밀로스 함량 및 입자구조에 기인하는데, 아밀로펙틴이 전분입자 결정성에 한 주요 역할을 하므로, 아밀로스의 존재는 결정형 영역의 용점 및 호화를 시작하는 energy를 저하시킨다고 하였으며, Krueger 등(1987)도 인도에서 재배한 품종별 쌀로부터 분리한 전분에 있어서 아밀로스의 비율이 높은 무정형영역의 결여 하에서는 용융을 시작하는데 더 많

은 energy가 필요하다고 하였다.

3. 타락죽의 점도, 퍼짐성 및 색도

아밀로스 함량이 다른 쌀로부터 제조한 타락죽의 점도, 퍼짐성과 색도는 <Table 3>과 같다. 점도는 쌀가루의 아밀로스 함량이 감소함에 따라서 유의적으로 증가하여 찹쌀로 만든 타락죽이 10573.3 cP로 가장 높은 값을 보였으며, 일품과 고아미로 만든 타락죽은 각각 915 cP와 435 cP를 나타내었다($p < 0.05$). 반면 퍼짐성은 감소하여 찹쌀로 만든 타락죽이 4.25 cm로 가장 낮은 값을 보였으며 일품과 고아미는 각각 5.53 cm와 5.95 cm를 나타내었다. 이러한 결과는 아밀로스 함량이 낮을수록 점도는 밥알 자체의 끈기가 상당히 남아있기 때문에 낮지 않았으며 퍼짐성은 낮다고 한 연구결과와 일치하였다(Han & Oh 2001).

아밀로스 함량이 감소함에 따라서 타락죽의 L 값(백색도)은 고아미로 만든 타락죽이 92.08로 가장 낮았으며 일품과 찹쌀은 각각 92.49와 93.39를 나타내었다. b 값(황색도)은 찹쌀로 만든 타락죽이 10.26으로 가장 높았고 a 값(적색도)은 일품 타락죽이 -2.62로 가장 높았으며 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 아밀로스 함량이 가장 높은 태국산 쌀로 만든 죽의 명도가 가장 높았고, 적색도가 가장 낮았다는 Han & Oh(2001)의 연구결과와 일치하였다. 일반적으로 전분질 식품은 L 값이 증가할수록 소비자의 선호도가 높아지는 것으로 알려져 있다(Kim & Shin 2003).

4. 타락죽의 RDS, SDS, RS 함량

타락죽을 진공 건조한 후 TS (total starch) 함량 및 RDS (rapidly digested starch), SDS (slowly digested starch), RS (resistant starch)와 같은 전분 분획 함량을 측정된 결과는 <Table 4>와 같다. TS 함량은 고아미 17.31%, 일품 15.95%, 찹쌀이 16.99%이었으며, RDS 함량은 고아미 9.88%, 일품

<Table 3> Viscosity, spreadability and L, a and b values¹⁾ of tarakjuk with different rice flours

Rice flour	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)	Color		
			L	a	b
Koamy	435.0±31.2 ^a	5.95±0.88 ^a	93.39±0.33 ^a	-3.31±0.04 ^a	8.21±0.10 ^a
Ilpum	915.0±13.2 ^b	5.53±0.43 ^a	92.49±0.19 ^b	-2.62±0.02 ^b	9.66±0.15 ^b
Waxy rice	10573.3±141.9 ^c	4.25±0.17 ^b	92.08±0.06 ^b	-2.84±0.00 ^c	10.26±0.01 ^c

¹⁾ Values are mean standard deviation of three experiments. Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$.

<Table 4> *in vitro* starch digestibility, total starch and its fractions(%)¹⁾ of tarakjuk with different rice flours

Rice flour	IVSD (mg maltose/g)	RDS	SDS	RS	TS
Koamy	164.37±24.90 ^a	9.88±1.65 ^a	6.36±2.00 ^a	1.07±0.61 ^a	17.31±0.26 ^a
Ilpum	200.39±4.79 ^a	10.16±0.19 ^a	5.46±1.09 ^a	0.33±1.12 ^a	15.95±0.16 ^a
Waxy rice	254.05±10.76 ^b	9.36±0.11 ^a	6.91±0.51 ^a	0.73±0.68 ^a	16.99±1.30 ^a

¹⁾ Values are mean±standard deviation of three experiments. Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$.

10.16%, 찹쌀이 9.36%이었다. 또한 SDS 함량은 고아미 6.36%, 일품 5.46%, 찹쌀이 6.91%인 반면, RS 함량은 고아미 1.07%, 일품 0.33%, 찹쌀이 0.73%를 나타내었다. 타락죽의 RDS, SDS, RS, TS 함량은 모두 아밀로즈 함량에 따라서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 쌀만을 사용한 쌀 가공제품의 TS 함량은 일반적으로 80% 이상이나(Sagum & Arcot 2000) 타락죽은 볶은 쌀가루와 우유의 비율이 15:150(w/w) 로서 쌀가루의 비율이 낮으므로 TS를 비롯한 여러 전분 분획의 함량이 낮은 것으로 생각된다. 또한 SDS와 RDS 함량은 역의 관계를 갖는 것으로 나타났다.

식품 내 영양학적으로 중요한 RS의 존재는 낱알 내에 물리적으로 포획되어 있는 전분 분획(RS₁), 호화되지 않은 β형 전분입자(RS₂), 그리고 노화된 전분(RS₃)과 관련이 있으며 각각의 비율이 식품에 따라 다른데, 보통 가공식품에서는 노화된 전분(RS₃)이 RS의 주요 공급원을 구성하고 있는 것으로 알려지고 있다(Englyst 등 1992). 가공 시 RS 형성에 영향을 미치는 중요한 요인은 식품의 성분조성 및 가공방법뿐 아니라 아밀로즈 함량 등에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려지고 있다(Mangala 등 1999). 본 연구에서 타락죽의 RS 함량은 쌀가루의 아밀로즈 함량에 따라서 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 아밀로즈 함량이 가장 높은 고아미로 만든 타락죽의 RS 함량이 가장 높았다. Sagum & Arcot(2000)는 높은 아밀로즈(31%)를 포함하는 Doongara 쌀 품종이 압력 조리 시 가장 높은 RS 함량(2.8%)을 보였다고 하였다. 또한 Akerberg 등(1998)에 따르면, 3% 아밀로즈 함량을 갖는 찰 보리로 구운 빵에서는 RS 함량이 1% 미만이었으나 아밀로즈 함량이 44%인 고 아밀로즈 보리로 구운 빵은 4%라고 하였다. 대장에서 RS 발효에 의해 형성된 단쇄지방산 및 유기산 중 butyric acid는 colonocyte의 에너지원이 되어 *in vitro*에서 중앙증식을 억제하는 것으로 보고되었으며, propionic acid는 포도당과 지질대사에 대해 이로운 효과를 갖는 것으로 알려지고 있다(Eliasson 1996).

한편 SDS는 소장에서 완전히 분해되거나 보다 느린 속도로 분해되는 전분분획으로 정의하였으며(Englyst 등 1992), 고혈당증 및 저혈당증을 방지하여 GI를 개선시킴으로써 영양적인 이점을 갖으며 또한 포만감을 연장시키고 체중감량 프로그램을 위해 판매되는 식품재료에 혼합되어 이용될 수 있다(Wolf 등 1999).

5. 타락죽의 *in vitro* 전분 분해율

진공 건조된 타락죽의 *in vitro* 전분 분해율(IVSD)은 <Table 4>와 같다. 타락죽의 IVSD는 쌀가루의 아밀로즈 함량이 낮을수록 높아지는 경향으로 고아미 164.37 mg maltose/g, 일품 200.39 mg maltose/g, 찹쌀이 254.05 mg maltose/g을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. IVSD는 조리 시 호화 정도, 입자 크기, 아밀로즈/아밀로펙틴 비율, 전분 단백질 상호작용, 아밀로즈/지질 복합체, 그리고 저항 전분의 함량에 의해 영향을 받는다(Holm 등 1987). Aarathi 등(2003)은 수종 곡류에서 아밀로즈 함량이 높을수록 낮은 전분 분해율을 보인다고 하였으며, Devi & Geervani(2000)는 boiling과 puffing한 쌀의 높은 전분

분해율과 또한 이들 쌀 가공 식품의 낮은 함량으로부터 RS 함량의 측정이 전분 분해율의 좋은 지표가 될 수 있다고 하였다. Tas & El(2000)은 빵에서 RS 함량과 SDRI (starch digestibility rate index) 사이에서 유의적으로 음의 상관관계를 갖는다고 하였다. 본 연구에서는 RS 함량과 IVSD 사이에 유의적인 상관관계는 없었으나 RS 함량이 가장 높은 고아미로 만든 타락죽의 IVSD가 164.37 mg maltose/g로 가장 낮았다.

5. 타락죽의 관능적 특성

아밀로즈 함량이 다른 쌀로 만든 타락죽의 관능적 특성은 <Table 5>에 나타내었다. 쌀가루의 아밀로즈 함량이 낮을수록 색깔은 증가하여 찹쌀로 만든 타락죽이 4.92로 가장 높았으며, 일품 4.29, 고아미 4.17를 나타내었다. 덩어리짐은 감소하여 고아미 타락죽이 6.63으로 가장 높았으며 일품 4.00, 찹쌀 3.33을 나타내었는데, 고아미 타락죽은 일품과 찹쌀 타락죽과는 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 점성은 증가하여 찹쌀로 만든 타락죽이 7.50로 가장 높았으며, 일품 6.38, 고아미 2.63의 순서로 감소하였다(p<0.05). 고소한 맛은 일품으로 만든 타락죽이 6.67로 가장 높았으며 찹쌀 5.58, 고아미가 4.75이었다. 전반적인 수용도는 일품이 7.21로 가장 높았으며 찹쌀이 5.96, 고아미는 3.92를 나타내었다(p<0.05).

쌀 가공에 관한 연구는 주로 취반 방법에 치중하여 왔으며 밥은 주식으로 오랜 시간동안 계속적인 섭취하여 왔으므로 그 선호도의 기준이 잘 확립되어져 있지만, 죽의 경우 섭취 빈도수가 밥에 비해 떨어지므로 밥에 비해 맛있다는 평가 정의가 명확하지 않은 것으로 생각된다(Han & Oh 2001).

<Table 5> Sensory characteristics¹⁾ of tarakjuk (%)

Sensory characteristics	Koarny	Ilpum	Waxy rice
Color	4.17±1.55 ^a	4.29±1.20 ^a	4.92±1.67 ^a
Clumpiness	6.63±1.88 ^a	4.00±1.29 ^b	3.33±1.97 ^b
Viscosity	2.63±1.10 ^a	6.38±1.24 ^b	7.50±1.18 ^c
Roasted nutty taste	4.75±2.09 ^a	6.67±1.34 ^b	5.58±2.24 ^{ab}
Overall acceptance	3.92±1.32 ^a	7.21±1.64 ^b	5.96±1.97 ^c

¹⁾ Values are mean±standard deviation. Means with different letters are significantly different at p<0.05.

6. 타락죽의 전반적인 수용도와 관능적 품질특성과의 상관관계

타락죽의 전체적인 수용도와 관능적 특성들 사이의 상관관계를 회귀분석 한 결과는 <Table 6>과 같다. 고소한 맛이 0.649로 가장 높은 상관계수를 나타냈으며 점성은 0.507을 나타내었고, 덩어리짐은 -0.395로서 유의적인 음의 상관관계를 나타냈다(p<0.01). 그러나 색깔은 -0.044로서 유의적인 상관관계를 갖지 않는 것으로 나타났다. 또한 전체적인 수용도를 종속변수로, 각 관능적 특성들을 독립변수로 하는 직선 방정식의 기울기 값은 고소한 맛이 0.513으로 가장 높았는데 고소한 맛이 수용도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다.

<Table 6> Correlations and slopes of equations relating *tarakjuk* acceptance to sensory attributes

Attributes	Correlation	Slope ^a
	r	m
Color	-0.044	-0.057
Clumpiness	-0.395**	-0.102
Viscosity	0.507**	0.278
Roasted nutty taste	0.649**	0.513

^a acceptance = m (attribute) + b

** significant at p<0.01

7. 타락죽의 관능적 측정치와 기계적 측정치 간의 상관관계

타락죽의 관능검사와 기계적 검사에 의한 품질 특성간의 상관관계 결과는 <Table 7>과 같다. 점성은 기계적 검사에 의한 점도, a, b 값과 유의적인 정의 상관관계를 나타낸 반면, L 값과는 -0.872로서 부의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 고소한 맛은 기계적 특성에 의한 a 값과 0.679의 상관계수를 나타내었으며 전체적인 수용도는 기계적 검사에 의한 a 값과 0.825의 높은 상관계수를 보이며 정의 상관관계를 나타내었다(p<0.05).

<Table 7> Pearson's correlation coefficients between sensory and mechanical measurements of *tarakjuk*

Characteristics	Mechanical measurements			
	Viscosity	L	a	b
Color	0.386	-0.280	0.119	0.260
Clumpiness	-0.110	0.470	-0.625	-0.506
Sensory Viscosity	0.775*	-0.872*	0.675*	0.876*
Roasted nutty taste	-0.424	-0.219	0.679*	0.178
Overall acceptance	-0.038	-0.497	0.825*	0.507

* significant at p<0.05

IV. 요약 및 결론

아밀로즈 함량별 타락죽은 RS 함량이 가장 높은 볶은 품종별 쌀가루를 사용하였으며 DSC를 사용하여 이들 쌀가루의 호화온도를 측정하여 타락죽의 가열조건을 설정하였다. 설정된 가열조건을 이용하여 제조한 타락죽의 색도, 점도, 퍼짐성 및 TS, RDS, SDS, RS와 같은 전분 분획, *in vitro* 전분분해율 그리고 관능적 특성을 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 아밀로즈 함량별 타락죽은 RS 함량이 가장 높게 나타난 165℃에서 25분 볶은 품종별 쌀가루를 우유와 함께 69℃에서 30분 가열하여 제조하였다.

2. 쌀가루의 아밀로즈 함량이 감소함에 따라서 타락죽의 L 값은 감소하였으나 유의적인 차이는 없는 반면, b 값은 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 점도는 유의적으로 증가하는 경향을 나타낸 반면(p<0.05), 퍼짐성은 감소하여 점도와 상반된 경향을 나타내었다.

3. 아밀로즈 함량이 다른 타락죽의 TS는 15.95~17.31%의 범위를 나타내었으며 RDS 함량은 9.36~10.16%, SDS는

5.46~6.91%, RS는 0.33~1.07%를 나타내었다. 타락죽의 *in vitro* 전분 분해율은 쌀가루의 아밀로즈 함량이 감소함에 따라서 증가하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

4. 타락죽의 관능검사 결과, 쌀가루의 아밀로즈 함량이 감소함에 따라서 색깔은 증가하고, 덩어리짐은 감소한 반면, 점도는 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 고소한 맛과 전체적인 수용도는 일품으로 만든 타락죽이 가장 높았으며 아밀로즈 함량에 따라서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 타락죽의 전반적인 수용도는 고소한 맛과 높은 상관계수를 나타내어(p<0.01) 고소한 맛이 타락죽의 수용도에 큰 영향을 나타내는 것으로 생각된다.

5. 관능검사에 의한 점성은 기계적 측정에 의한 점도, a 값과 b 값과 유의적인 정의 상관관계를 나타낸 반면, L 값과는 부의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 이상의 결과는 영양적 혹은 관능적 목적에 따라서 쌀을 선택하여 타락죽을 제조할 수 있음을 제시하고 있다.

■ 참고문헌

허명희. 2002. SPSS를 활용한 통계적 방법론. SPSS 아카데미.
 A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 5th edition. Association of official analytical chemists. Washington DC.
 Aarathi A, Urooj A, Puttaraj SH. 2003. *In vitro* starch digestibility and nutritionally important starch fractions in cereals and their mixtures. Starch, 55: 94-99
 Ahmed M, Belfast JL. 1978. Effect of various drying procedure on the crystallinity of starch isolated from wheat grains. Starch, 30: S78-79
 Akerberg A, Liljeberg H, Björck I. 1998. Effect of amylose/amylopectin ratio and baking conditions on resistant starch formation and glycemic indices. J of Cereal Sci., 28: 71-80
 Asp NG. 1995. Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. Am J Clin Nutr. Suppl., 61: 930S-937S
 Devi K, Geervani P. 2000. Rice processing-effect on dietary fiber components and *in vitro* starch digestibility. J Food Sci Technol., 37(3): 315-318
 Eliasson AC. 1996. Carbohydrate in foods. University of Lund, Sweden, Marcel Dekker, Inc. p 534
 Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. Eur J of Clin Nutr., 46(2): 33-50
 Flipse E, Keetels CJAM, Jacobson E, Visser RGF. 1996. Absence of amylose has a distinct influence on the physico-chemical properties of starch. Theo Appl Genetics, 92: 121-127
 Goni I, Garcia Diz L, Manas E, Saura Calixto F. 1996. Analysis of resistant starch: A method for foods and food products.

- Food Chem., 56: 445-449
- Han SH, Oh MS. 2001. A comparative study on quality characteristics of Jook (traditional Korean rice gruel) made of imported and domestic rices (Chuchung byeo). Korean J Soc Food Cookery Sci., 17(6): 604-610
- Holm J, Asp NG, Bjorck I. 1987. Factors affecting enzymatic degradation of cereal starches *in vitro* and *in vivo*. In: Cereal in a european context. First european conference on food science and technology. Morton ID (ed). Ellis Horwood, Chichester, UK. pp 169-187
- Hylla S, Gostner A, Dusel G, Anger H, Bartram HP, Christl SU, Kasper H, Scheppach W. 1998. Effects of resistant starch on the colon in healthy volunteers: possible implications for cancer prevention. Am J Clin Nutr., 67: 136-142
- Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci Today, 16(10): 334-338
- Kim JO, Shin MS. 2003. Effect of RS₃ type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch on the properties of *Injilmi*. Korean J Soc Food Cookery Sci., 19(1): 65-71
- Krueger BR, Knutson CA, Inglett GE, Walker CE. 1987. A differential scanning calorimetry study on the effect of annealing on gelatinization behavior of corn starch. J Food Sci., 52: 715-718
- Kum JS, Lee CH, Baek KH, Lee SH, Lee HY. 1995. Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. Korean J Food Sci Technol., 27(3): 365-369
- Lee GC, Kim SJ, Koh BK. 2003. Effect of roasting condition on the physicochemical properties of rice flour and the quality characteristics of *tarakjuk*. Korean J Food Sci Technol., 35: 905-913
- Lee GC, Lim ST, Yoon HS. 2004. Effect of the cooking condition on enzyme-resistant starch content and *in vitro* starch and protein digestibility of *tarakjuk* (milk-rice porridge). Korean J Food Sci Technol., 36: 765-772
- Lee SH, Han O, Lee HY, Kim SS, Chung DH. 1989. Physicochemical properties of rice starch by amylose content. Korean J Food Sci Technol., 21(6): 766-771
- Mangala SL, Udayasankar K, Tharanathan RN. 1999. Resistant starch from processed cereals: the influence of amylopectin and non-carbohydrate constituents in its formation. Food Chem., 64: 391-396
- Parchure AA, Kulkarni PR. 1997. Effect of food processing treatments on generation of resistant starch. International J of Food Sci and Nutr., 48: 257-260
- Sagum R, Arcot J. 2000. Effect of domestic processing method on the starch, non-starch polysaccharides and *in vitro* starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. Food Chem., 70: 107-111
- Sievert D, Pomeranz Y. 1989. Enzyme-resistant starch 1. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods. Cereal Chem., 66: 342-347
- Singh U, Kherdekar MS, Jambunathan R. 1982. Studies on desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. The levels of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and *in vitro* starch digestibility. J of Food Sci., 47: 510-512
- Skrabanja V, Liljebreg HGM, Hedley CL, Freft I, Bjorck IME. 1999. Influence of genotype and processing on the *in vitro* rate of starch hydrolysis and resistant starch formation in peas (*Pisum sativum* L.) J Agric Food Chem., 47: 2033-2039
- Tas AA, El SN. 2000. Determination of nutritionally important starch fractions of some Turkish breads. Food Chem., 70: 493-497
- Wolf BW, Bauer LL, Fahey GC, JR. 1999. Effects of chemical modification: An attempt to discover a slowly digested starch. J Agric Food Chem., 47: 4178-4183

(2006년 2월 17일 접수, 2006년 4월 7일 채택)