

볶음조건에 따른 멥쌀가루의 이화학적 특성 및 타락죽의 품질특성

이귀주* · 김소정 · 고봉경¹

고려대학교 가정교육과, ¹계명대학교 식품영양학과

Effect of Roasting Condition on the Physicochemical Properties of Rice Flour and the Quality Characteristics of *Tarakjuk*

Gui-Chu Lee*, So-Jung Kim and Bong-Kyung Koh¹

Department of Home Economics Education, Korea University

¹Department of Food and Nutrition, Keimyung University

The physicochemical properties of rice flour roasted at various temperatures and times were analyzed, and the quality characteristics of *tarakjuk* made from these roasted rice flours were investigated. As roasting temperature and time increased, rice flour showed decreasing moisture, protein content, and glucose the major reducing sugar of rice flour. Total amino acid content did not show any significant changes, but the amount of free amino acids and individual amino acids, such as lysine, tryptophane, and tyrosine, decreased. A decrease in L value and increases in a and b values from both roasted rice flour and *tarakjuk* was observed. Reduced crystallinity and gelatinization temperatures of roasted rice flour were investigated with X-ray diffractogram and DSC, respectively. The thermal transitions between 100.6~127.6°C of *tarakjuk* by DSC are considered to be due to the melting of amylose-lipid complex. As the roasting temperature and time of rice flours increased, *tarakjuk* showed lower viscosity and higher spreadability. Sensory characteristics, such as nutty flavor, color intensity, and gritty texture increased significantly. *Tarakjuk* made from rice flour roasted at 185°C for 25 min showed the highest score on overall preference. From the above results, roasted rice flour produced more preferable *tarakjuk* than nonroasted flour in terms of sensory quality.

Key words: roasting condition, physicochemical properties, rice flour, quality characteristics, *tarakjuk*

서 론

타락죽(駝酪粥)은 한국의 전통 궁중음식으로 낙죽 혹은 우유죽 이라고도 한다. 조리서에 나타난 타락죽의 조리방법을 보면 불린 쌀에 물을 넣어 블랜더에 갈은 다음, 다시 물을 넣고 끓이다가 한 소끔 끓으면 우유를 넣고 한번 더 끓여서 만드는 방법과⁽¹⁻²⁾, 불린 쌀을 그늘에 말려 가루로 만들어 볶은 다음, 고운 가루로 만들어 심말(心末)을 불에 개어 끓이다가 바글바글 끓을 때에 우유를 넣고 약한 불로 끓이는 방법⁽³⁾ 그리고 멥쌀가루를 노르스름하게 볶아서 우유만으로 조리하는 방법⁽⁴⁾ 등이 보고되어 있다. 이로부터 타락죽의 조리 방법은 쌀가루를 볶는 경우와 볶지 않는 경우, 또한 쌀가루를 물을 넣고 끓이다가 우유를 넣고 끓이는 방법 그리고 우

유만으로 끓이는 방법 등 차이가 있음을 알 수 있다.

볶음처리는 식품재료의 화학적 성분조성, 물리적 성질 그리고 색깔, 향기, 조직감과 같은 관능적 품질요소에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있는데, 윤 등⁽⁵⁾은 보리의 볶음조건이 보리차의 점도 및 맛과 냄새 등 관능적 특성에 대한 영향을 연구하였으며, 하 등⁽⁶⁾은 승능제조용 찐 백미, 이 등⁽⁷⁾은 미숙보리 곡립의 볶음조건에 따른 색도, 환원당 및 아미노산 함량 변화를 보고하였다. Ayaste 등⁽⁸⁾은 옥수수의 볶음과정 중 일반성분, 무기질, 아미노산 함량 변화에 대하여 연구하였으며, Kunsch 등⁽⁹⁾은 chestnut 볶음과정 중 환원당, 지방산 함량을 측정하고 이들 성분변화와 관능평가와의 상관관계에 대하여 연구하였다. 또한 조리수 대신 우유를 사용하는 조리방법은 구미지역에서는 쌀가루 식품에 우유를 첨가하여 먹는 방법이 오래 전부터 보편화되고 있으며⁽¹⁰⁾, 우리나라에서도 우유로 밥을 조리한 경우 영양성 그리고 기호성이 증가되었다는 연구가 보고되어 있다⁽¹¹⁻¹²⁾.

문헌에 나타난 조선시대 죽의 종류는 89종이 보고되고 있으며⁽¹³⁾, 이 중에서 시판되고 있는 죽의 종류는 40여종에 달하고 있는데 대부분이 완전조리제품으로 전자레인지에 데워

*Corresponding author: Gui-Chu Lee, Department of Home Economic Education, Korea University, 1, 5 ka, Ahnam-dong, Sungbuk ku, Seoul 136-701, Korea
Tel: 82-2-3290-2323
Fax: 82-2-927-7934
E-mail: gcl6@korea.ac.kr

서 바로 먹는 등 조리가 간편하다⁽¹⁴⁾. 그러나 타락죽은 아직 개발되어 시판되고 있지 않은 실정이다. 타락죽은 흰죽과 비교했을 때 기호도가 높게 나타난 것으로 미루어⁽¹⁵⁾, 병원식, 이유식, 노인식 나아가 아침대용식 등으로 개발이 가능하다. 또한 타락죽은 전통죽 가운데에서는 거의 유일하게 우유를 사용하여 제조하므로 외국인의 입맛에 친숙해 질 수 있으므로 제품화하여 우리 전통음식의 세계화에 기여할 수 있다.

본 연구는 멥쌀가루를 볶은 다음 우유와 함께 가열하는 타락죽의 조리방법에서는 멥쌀가루의 볶음조건이 타락죽의 품질특성에 중요한 영향을 미치는 요인이 되고 있으므로 볶음 온도와 시간을 달리하여 멥쌀가루를 볶은 후 멥쌀가루의 이화학적 성질과 볶음조건에 따른 타락죽의 품질특성을 연구하여 타락죽의 제품화를 위한 기초를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 멥쌀은 2001년 수확된 일품벼(19% amylose)로서 도정한 멥쌀은 농촌진흥청 작물시험장으로부터 공급받았다. 그밖에 우유(서울우유)와 소금(정제염, 해표)은 시중에서 구입하였다.

멥쌀가루의 전처리

멥쌀 1 kg을 수세 후 가수하여 실온에서 2시간 침지하고 30분간 체에 받쳐 물기를 제거한 후 방앗간에서 물과 소금을 넣지 않고 뿔은 후 두 손으로 가루를 비벼서 고르게 하였다. 습식제분한 멥쌀가루 300 g을 네모난 팬(28×35×4 cm)에 고르게 펴서 열풍건조기(조선과학기술제작소, 한국)에서 40°C에서 5시간 동안 건조시킨 멥쌀가루를 대조구로 하였다. 건조된 쌀가루는 덩어리지지 않게 균일하도록 체(355 μm)를 내린 후 볶기 전 까지 냉동(-20°C) 보관하였다.

멥쌀가루의 볶음

전통적인 타락죽 제조 시에 사용하는 노르스름한 멥쌀가루를 얻기 위하여 건조한 멥쌀가루 40 g을 원형의 팬(지름 21 cm× 높이 4 cm)에 5 mm 이하로 얇게 펴서 고르게 볶아 질 수 있도록 한 후 열풍건조기에서 145, 165, 185°C에서 각각 25분과 40분간 볶았다. 1시간 실온에 방치하여 식힌 후 체(180~355 μm)에 내려 진공 비닐백에 넣어 실험에 이용되기 전까지 냉동(-20°C) 보관하였다.

멥쌀가루의 수분 및 단백질함량

멥쌀가루의 수분함량은 시료 5 g을 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 단백질함량은 시료 1 g을 단백질 분석기(FP2000, Leco, USA)를 이용하여 총 질소함량을 측정하고 질소계수(5.95)를 곱한 값을 단백질함량으로 계산하여 3회 반복한 후 평균값으로 표시하였다.

멥쌀가루와 타락죽의 색도

볶은 멥쌀가루의 색도는 Color and color difference meter (Chroma meter CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여

L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 3회 반복 측정 후 평균값을 나타내었다. 타락죽의 색도는 조리한 후 30분 동안 실온에서 식힌 후 멥쌀가루와 같은 방법으로 측정하였다.

멥쌀가루의 구성당 분석

멥쌀가루 10 mg을 6 N HCl 혹은 2 M trifluoroacetic acid (TFA)로 100°C에서 4시간 가수분해하고, 가수분해물은 Speed-Vac(Sarvant Instruments Inc., Holbrook, NY, USA)을 사용하여 건조될 때까지 증발하고 0.5 mL 증류수에 분산하였다. 30 μL를 취하여 pulsed amperometric detection이 장착된 high pH anion exchange chromatography(HPAEC-PAD)를 사용하여 분석하였다. 구성당의 함량은 CarboPac PA1 column(4.5×250 mm, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)과 guard column(4.5×50 mm)이 장치된 Bio-LC DX-300(Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 측정하였다. 단당류는 16 mM NaOH로 1 mL/min의 속도로 분리되고 pulsed electrochemical detector (PED2)로 동정하였다. 실험조건은 E1 = 0.05 V, t1 = 400 ms; E2 = 0.75 V, t2 = 200 ms; and E3 = -0.15 V, t3 = 400 ms이었으며, on-line chromatography software, AI-450(Dionex, Sunnyvale, CA, USA)로 분석하였다.

멥쌀가루의 아미노산 분석

쌀가루 0.52-0.86 mg를 Pico-Tag workstation에서 6 N HCl과 함께 110°C에서 24시간 가수분해하였다. Cyseine 분석을 위해서는 peroxidation 시킨 후 HCl로 가수분해하였으며, tryptophan 분석을 위해서는 methanesulfonic acid로 가수분해하였다. 가수분해된 아미노산을 PITC(phenylisothiocyanate)를 사용하여 유도체를 만들고, 시료를 완전히 건조한 후 1.4 mM NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH₃CN 혼합용매(pH 6.1) 1000 μL에 용해하였다. Microcentrifuge한 후 상등액을 취하여 HPLC(Hewlett Packard 1100 Series)를 사용하여 분석하였다. 유리아미노산 분석은 시료를 가수분해하지 않고 총아미노산함량과 동일한 방법으로 분석하였다.

시료 및 표준용액 주입량은 각각 30 μL와 4 μL이었다. HPLC 분석은 Pico-tag column(3.9×300 mm)을 사용하여 컬럼온도 46°C에서 1.4 mM NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH₃CN 혼합용매(pH 6.1)를 사용하여 용출하였다. 용출된 시료는 UV 검출기로 254 nm에서 검출되었으며 flow rate는 1.0 mL/min이었다.

멥쌀가루의 X-선회절도

볶음온도와 시간이 다른 멥쌀가루의 회절양상은 X-ray diffractometer(X'pert-APD, Philips, USA)를 사용하여 target: Cu-Kα, filter: Ni, voltage: 35 kV, current: 25 mA의 조건에서 회절각도(2θ) 5~60° 범위에서 회절시켜 분석하였다. 타락죽의 X-선 회절도는 타락죽을 동결건조(Freeze dryer, II Sin, Korea)한 다음 분쇄하여 체(180~355 μm)에 친 후 분석하였다.

DSC에 의한 호화특성

볶은 멥쌀가루 및 타락죽의 호화특성은 시차주사열량기(DSC, Seiko Instrument, DSC 6100, Chiba, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알루미늄 팬(Seiko Instrument, Chiba, Japan)

위에 시료 2 mg을 넣고 현탁액의 수분함량이 80%가 되도록 증류수를 넣은 후 즉시 밀봉하여 실온에서 하루 밤 방치한 후 측정하였다. 시료를 10-170°C까지 5°C/min의 속도로 가열하였으며 이로부터 얻은 DSC thermogram상으로부터 호화개시온도(T_0), 최대호화온도(T_p), 호화종결온도(T_m) 및 엔탈피 (ΔH)를 측정하였으며 이 때 indium과 tin을 사용하여 온도와 엔탈피 값을 보정하였다.

타락죽의 제조

관능평가를 위한 타락죽 제조 시 재료의 배합비율은 예비 실험을 통하여 멥쌀가루와 우유의 배합비율을 10배(w/w)가 되도록 하였다. 타락죽의 가열온도는 DSC 측정에 의한 멥쌀가루의 호화특성(Table 5)으로부터 대조구의 최대호화온도를 기준으로 하였다. 이로부터 볶은 멥쌀가루 15 g을 400 mL 비커에 넣고 우유 150 g을 가하여 잘 저어서 분산시킨 다음 5 분간 실온에 방치하였다. 멥쌀가루-우유 혼합물이 담긴 비커를 water bath에 담근 후 크랩프로 고정하고, 비커 상부에 Lab stirrer(MS-3030, Tops, Korea)를 장치하고 impeller를 고정하여 water bath에서 타락죽을 저어 주면서 죽의 내부온도가 69°C가 되도록 water bath 온도를 조절한 후, 10분간은 느리게(speed 6), 20분간은 빠르게(speed 8) 저어주면서 총 30 분간 가열하였다. 완료 5분 전에 0.5 g의 소금을 넣고 가열한 후 타락죽을 완성하였다.

타락죽의 점도

타락죽의 점도는 조리 후 수분 증발을 막기 위하여 비커의 상부를 알미늄호일로 덮고 실온에 방치하여 죽의 온도가 60°C가 되었을 때 Brookfield digital viscometer(Model DV-I+, Brookfield Engineering, USA)를 이용하여 측정하였다. Small sample adaptor(SSA, Brookfield Engineering, USA)에 약 8g의 시료를 담아 스펀들 No. S21(Model RVT), 회전속도 0.5 rpm에서 약 1분간 회전시킨 후 점도를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

타락죽의 퍼짐성

타락죽의 퍼짐성은 line spread chart를 사용하였다. 60°C로 유지된 시료 20 g을 원통(지름 3 cm×높이 4.5 cm)에 채워 넣고 1분이 지난 후 원통을 들어 올려 1분간 퍼지도록 한 후, 4군데 부위에서 퍼진 거리를 측정하여 평균값을 구하였다.

타락죽의 관능검사

관능평가원은 고려대학교 가정교육과 대학원생과 학부생 16명을 대상으로 평가를 실시하였다. 평가항목은 타락죽의 색(color), 알갱이짐(gritty texture), 죽의 점성(viscosity) 고소한 맛(roasted nutty taste) 및 전체적인 선호도(overall preference)에 대하여 1~9점으로 자극의 강도가 강한 것에 높은 점수를 주도록 하였다. 볶음조건에 따른 타락죽은 완성될 때마다 수분 증발을 막기 위하여 비커의 상부를 알미늄호일로 덮고 실온에서 방치하여, 7종류의 타락죽이 모두 완성되면 난수표에 의해 3자리의 숫자로 매겨진 검사용기에 약 30 g씩 담았다. 검사 전 water bath에서 60°C로 시료를 데운 후 complete block experimental design으로 한 사람이 대조구를 포함하여 7종류의 시료 모두를 한번에 검사하도록 시료를 제시하였다. 이러한 실험을 사흘에 걸쳐 3회 반복하였다.

결과분석

모든 분석은 3번 반복실험하였으며 실험결과와 통계적 분석은 SAS 통계 프로그램⁽¹⁶⁾을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, ANOVA와 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

멥쌀가루의 수분 및 단백질함량

대조구는 습식제분된 멥쌀가루를 40°C에서 5시간 건조시킨 것으로 수분함량은 11.08%이었다(Table 1). 대조구 멥쌀가루를 팬 위에서 5 mm 이하가 되도록 얇게 펴서 열풍건조기에서 145, 165, 185°C에서 각각 25분, 40분간 볶았을 때 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 멥쌀가루의 수분함량은 감소하였으며 165°C에서 40분간과 185°C에서 볶은 멥쌀가루는 수분을 함유하지 않았다. 조단백질은 단백질 품질의 한 지표가 될 수 있는데, 단백질함량은 대조구는 건물당 7.13%를 나타내었으나 볶음과정 중 감소하였으며 볶음처리를 한 시료들 간에는 185°C에서 25분 볶은 멥쌀가루의 단백질함량이 7.04%로서 유의적으로 가장 높았다.

Ayatse 등⁽⁸⁾은 옥수수의 볶음과정 중 수분함량은 유의적으로 감소하였으나 단백질함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 하였으며, Giami 등⁽¹⁷⁾은 아프리카 breadfruit 종자를 볶는 과정 중 수분함량과 단백질함량이 유의적으로 감소하였다고 하였다.

Table 1. Moisture and protein contents¹⁾ of roasted rice flours

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Moisture (%)	Protein (N×5.95) (% dry basis)
Control		11.08 (0.09) ^a	7.13 (0.01) ^f
145	25	0.47 (0.12) ^b	6.52 (0.05) ^e
	40	0.25 (0.08) ^c	6.58 (0.00) ^d
165	25	0.38 (0.07) ^{cb}	6.89 (0.04) ^c
	40	0.00 ^d	6.97 (0.06) ^b
185	25	0.00 ^d	7.04 (0.04) ^a
	40	0.00 ^d	6.92 (0.02) ^b

¹⁾Values are means (standard deviation) of three experiments. Means with different letters within the same column are significantly different at p<0.01.

Table 2. L, a and b values¹⁾ of roasted rice flour and tarakjuk

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Color		
		L	a	b
Rice flour				
Control		99.90 (0.54) ^a	4.19 (0.04) ^d	11.00 (0.15) ^f
145	25	99.76 (0.31) ^a	3.91 (0.04) ^f	13.06 (0.31) ^e
	40	99.97 (0.10) ^a	3.99 (0.03) ^e	13.43 (0.34) ^e
165	25	98.73 (0.25) ^b	4.03 (0.03) ^e	14.84 (0.15) ^d
	40	97.68 (0.51) ^c	4.32 (0.07) ^c	16.57 (0.27) ^c
185	25	95.64 (0.66) ^d	4.84 (0.02) ^b	19.45 (0.21) ^b
	40	93.97 (1.55) ^e	5.78 (0.32) ^a	22.60 (0.74) ^a
Tarakjuk				
Control		92.73 (0.74) ^a	0.36 (0.04) ^g	19.40 (1.24) ^{cb}
145	25	93.41 (0.06) ^a	0.68 (0.05) ^f	16.10 (0.10) ^f
	40	92.81 (0.76) ^a	1.08 (0.03) ^e	17.68 (0.03) ^e
165	25	90.92 (0.75) ^b	1.81 (0.05) ^d	18.24 (0.03) ^d
	40	88.64 (0.64) ^c	1.95 (0.03) ^c	18.96 (0.25) ^c
185	25	90.49 (0.27) ^b	3.28 (0.03) ^b	19.58 (0.08) ^b
	40	87.14 (0.12) ^d	4.26 (0.06) ^a	21.61 (0.07) ^a

¹⁾Values are means (standard deviation) of three experiments. Means with different letters within the same column are significantly different at p<0.01.

멥쌀가루와 타락죽의 색도

볶음 직후 멥쌀가루 표면의 색깔은 육안으로 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 점차 노르스름하게 그리고 옅은 갈색으로 착색되었다. 볶음조건에 따른 멥쌀가루 및 타락죽의 L값, a값, b값을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 먼저 멥쌀가루의 경우 백색도를 나타내는 L값은 145°C에서 40분간까지는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 이후 유의적으로 감소하여 185°C에서 40분간 볶음시 93.97을 나타내었다. 한편 적색도를 나타내는 a값은 4.19에서 5.78로, 황색도를 나타내는 b값은 11.00에서 22.60으로 증가하였다. 볶음조건에 따른 L값의 감소는 승농제초용 전백미⁶⁾, 미숙보리⁷⁾의 볶음과정 중 L값이 감소하였다는 기존의 연구결과와 일치하였으며 Maillard 반응에 의한 것으로 생각되어진다.

반면 볶음조건이 다른 멥쌀가루에 우유를 넣어 조리한 타락죽의 색깔도 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 육안에 의해 점차 노르스름하게 그리고 갈색으로 착색되었다. 타락죽의 L값, a값, b값은 멥쌀가루와 같은 경향을 나타내었는데, L값은 145°C에서 40분간까지는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 이후 유의적으로 감소하여 185°C에서 40분간 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽의 L값은 87.14를 나타내었다. 한편 a값은 0.36에서 4.26으로, b값은 19.40에서 21.61로 각각 증가하였다. 타락죽의 L값은 멥쌀가루보다 낮았는데 이는 타락죽의 가열과정 중 우유의 갈변에 기인된 것으로 생각된다.

구성당의 변화

볶음조건에 따른 멥쌀가루 구성당의 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 대조구의 구성당은 건물량을 기준으로 할 때 glucose가 81.5%로 주요 구성성분을 이루었으며, xylose가 0.14%, arabinose와 galctose가 소량으로 각각 0.09%와 0.05%를 나타내었다. 주요 구성당인 glucose 함량은 볶음과정 중 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나 일반적으로 대조구보다 감

소하는 경향이였다. 또한 xylose, arabinose, galctose의 함량도 볶음과정 중 약간 감소하는 것으로 나타났다.

볶음과정은 두 단계로 진행되는데 첫 번째인 건조단계에서는 증기가 방출되고 수분이 있는 한 가열된 식품의 온도가 100°C 이상으로 올라 갈 수 없으나 식품의 내부온도가 전분과 dextrin의 가수분해를 일으키기기에 충분히 높다. 두 번째 단계에서는 모든 수분이 증발하고 식품의 온도는 가열온도로 증가되는데 이 단계에서는 전분의 가수분해는 일어나지 않는 반면, Maillard 반응속도가 증가하여 색깔과 향미의 형성과 함께 환원당의 감소를 초래한다¹⁸⁾. 한편 이 등⁷⁾은 미숙보리 볶음과정 중 볶음초기에는 환원당함량이 감소하였으나 그 이후에는 다시 증가하였는데, 이는 볶음초기에는 유리당 중에서 환원당이 Maillard 반응에 관여하여 소모되나 볶음이 진행됨에 따라서 유리당의 비환원당과 저분자량의 올리고당이 열분해되므로써 생성되는 환원당이 소모되는 환원당 함량보다 많기 때문이라고 하였다.

아미노산조성의 변화

볶음조건에 따른 멥쌀가루의 아미노산의 변화는 Table 4와 같다. 총아미노산 함량은 볶음온도와 시간이 증가함에 따라

Table 3. Component sugars of roasted rice flour (% , dry basis)

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Glucose	Xylose	Arabinose	Galactose
Control		81.5	0.14	0.09	0.05
145	25	61.9	0.10	0.07	0.03
	40	70.4	0.14	0.07	0.04
165	25	76.0	0.11	0.07	0.03
	40	65.2	0.11	0.07	0.04
185	25	61.8	0.12	0.07	0.04
	40	71.6	0.12	0.09	0.04

Table 4. Total and free amino acid contents of roasted rice flour

(mg/100 g)

Amino acid	Control	Roasting temperature					
		145°C		165°C		185°C	
		Roasting time (min)					
		25	40	25	40	25	40
CYA ¹⁾	180	130	140	270	80	240	170
ASX ²⁾	260	210	188	490	121	413	277
GLX ²⁾	572	470	424	1011	255	918	659
SER	132	96	72	184	48	172	131
GLY	177	130	93	252	63	243	189
HIS	98	69	74	109	33	126	116
ARG	137	103	109	209	52	204	207
THR	105	75	43	145	37	133	105
ALA	214	164	198	329	82	305	216
PRO	191	134	144	256	65	256	211
TYR	59	22	17	21	4	30	31
VAL	234	163	161	330	96	311	254
MET	43	26	31	76	28	79	54
ILE	155	97	104	242	74	215	155
LEU	285	179	185	460	134	417	294
PHE	143	79	79	232	67	202	147
TRP	26	24	30	19	5	19	13
LYS	51	19	26	56	19	51	36
Free ³⁾ amino acids	11.89 (13.48)	12.70 (12.76)	7.55 (7.57)	12.08 (12.12)	11.69 (11.69)	7.70 (7.70)	7.03 (7.03)
Total ³⁾ amino acids	3060 (3469)	2193 (2203)	2120 (2125)	4692 (4709)	1265 (1265)	4333 (4333)	3262 (3262)

¹⁾CYA means the sum of cysteine and cysteic acid.

²⁾ASX and GLX mean the sum of asparagine and aspartic acid, and glutamine and glutamic acid, respectively.

³⁾Total and free amino acids in parenthesis means dry basis.

서 건물당 1265~4709 mg/100 g를 나타내었으며, 볶음과정 중 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 아미노산조성은 glutamine과 glutamic acid가 가장 높았으며 asparagine과 aspartic acid, leucine, valine, alanine, 그리고 cysteine과 cystine 등이 주요 성분을 이루었고 tryptophane이 제한아미노산으로 나타났다. 개별 필수아미노산 및 비필수아미노산 함량은 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나, lysine, tryptophan, tyrosine은 대조구가 건물당 57.36 mg/100 g, 29.23 mg/100 g, 66.35 mg/100 g에서 볶음과정 중 감소하여 185°C에서 40분 볶음 시에는 건물당 각각 36 mg/100 g, 13 mg/100 g, 31 mg/100 g을 나타내었다. 반면 총유리아미노산 함량은 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 일반적으로 감소하여, 대조구의 총유리아미노산 함량은 건물당 13.48 mg/100 g에서 185°C에서 40분간 볶은 멥쌀가루는 7.03 mg/100 g을 나타내어 47.85% 감소하였다. 총유리아미노산 함량의 감소는 개별 유리 아미노산 함량의 감소로 나타났으며, 유리 cysteine과 cysteic acid, phenylalanine tryptophane, lysine은 검출되지 않았다(data 미제시).

볶음과정 중 육안에 의한 멥쌀가루의 노르스름한 색깔과 높은 L값(Table 2)으로부터 본 연구에 사용한 볶음조건에서는 갈변반응이 많이 진행하지 않은 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 우유의 경우 가열온도가 높지 않거나 반응시간이 길지 않으면 Maillard 반응의 초기단계에서는 색깔과 향미의 형성 없이 단지 lysine 함량만 감소한다고 한 연구결과와 일

치하였다¹⁹⁾. Glucose 함량의 감소(Table 3)와 lysine, tryptophan, tyrosine 함량의 감소(Table 4)로부터 이들 성분이 부분적으로 Maillard 반응에 참여한 것으로 생각되어진다. 아미노산은 그 종류에 따라 Maillard 반응에 의한 갈변정도가 다르며 생성된 향기성분도 각기 다른 특성을 나타내는 것으로 보고 된 바 있다²⁰⁾.

볶음과정 중 아미노산함량 변화에 대한 연구를 보면, 승능 제조용 찌백미의 총아미노산 함량은 150~220°C의 온도에서 볶음온도가 증가함에 따라 현저히 감소하였으며, 특히 threonine, serine, lysine 함량이 감소하여 250°C 볶음 시에는 미가열시의 5%가 잔존하였다고 보고하였다²¹⁾. 한편 Kashani¹⁸⁾ 등은 nut의 볶음과정 중 총아미노산 함량의 변화가 없었는데 이는 아마도 nut내에 Maillard 반응에 대한 저해제를 함유한 것에 기인한다고 하였다. 또한 미숙보리곡립의 총유리아미노산 함량은 180°C에서 8분간 볶음 시 볶음시간이 증가함에 따라 92.1% 감소하였으며⁷⁾, 또한 Agunbiade 등²²⁾은 yambean을 160°C에서 30분간 볶았을 때 lysine 함량이 8% 감소하였다고 하였다. 반면, Ozdemir 등²³⁾은 hazelnut 볶음과정 중 품종에 따라서 104°C에서 30분과 126°C에서 45분 볶음 시 methionine 만이 각각 154%, 183% 증가하였다고 하였으며 116°C에서 30분간 볶음 시에는 histidine과 phenylalanine 함량의 증가도 보고하고 있다. 또한 Ayaste⁸⁾는 stove 위에서 옥수수를 120~130°C에 도달할 때까지 볶는 과정 중 대부분의 아미노산이 감소하였으나 methionine, proline, arginine은

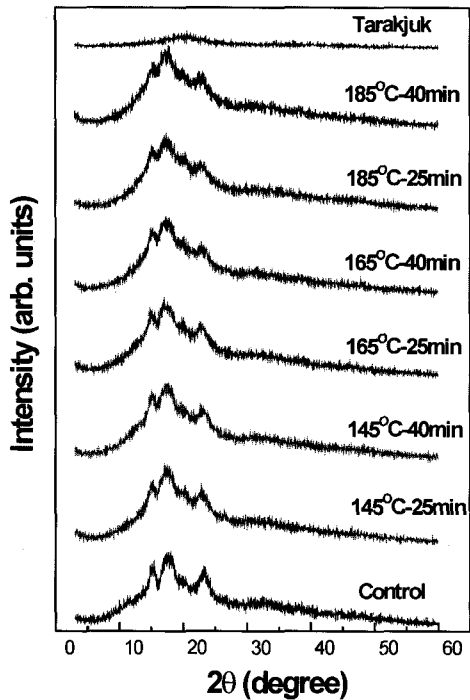


Fig. 1. X-ray diffractogram of rice flours with the different roasting conditions and *tarakjuk* which was cooked at 69°C and 30 min with the rice flour roasted at 185°C for 25 min.

각각 36%, 15%, 0.64% 증가하였다고 하였다.

멥쌀가루 전분의 X선회절도

볶음조건에 따른 멥쌀가루 전분의 X선회절도는 Fig. 1과 같다. 40°C에서 건조한 대조구는 회절각도(2θ) 15.46, 18.1 및 23.02°에서 강한 peak를 나타내어 다른 곡류에서처럼 전형적인 A형의 결정 pattern을 나타내었다⁽²⁴⁾. 그러나 자연전분의 경우 20°가이 16-19°사이에서 명확한 두개의 peak를 나타내는데 비하여, 대조구의 X선회절도는 두개의 peak가 명확하지 않게 나타나 40°C에서 5시간 건조처리가 멥쌀전분의 결정성에 영향을 주는 것으로 생각된다. 볶음조건에 따른 멥쌀가루 전분의 X선회절도는 대조구와 유사하였으나 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 peak가 명확하지 않았으며, 크기와 강도도 감소하는 것으로 나타나 전분의 결정성이 감소한 것으로

생각된다. 전분의 결정성은 이중나선구조 형태로 존재하는 amylopectin 분자의 직선상의 부분에 의해 생성되며 이들 이중나선구조가 lamellar 영역으로 결정화하는데, 결정성의 정도는 결정형배열을 이루고 있는 이중나선구조의 함량, 결정질의 크기 및 amylose 함량에 의해 영향을 받는다⁽²⁵⁾. 한편 관능평가(Table 7)에 의해 선호도가 가장 높은 것으로 나타난 185°C에서 25분간 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽의 X선 회절도는 broad peak를 나타내어 멥쌀가루 전분이 결정성을 상실하였음을 알 수 있다.

멥쌀가루 전분의 호화특성

볶음과정은 멥쌀전분의 호화특성에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 대조구의 호화최고온도(T_p)는 62.43°C이었으나, 볶음온도가 145, 165, 185°C로 증가함에 따라 60.37, 59.10, 56.50°C로 각각 감소하였다. 그러나 볶음시간에 따라서는 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 호화개시온도(T_o)와 호화종결온도(T_c)도 볶음온도가 증가함에 따라서 같은 경향을 나타내었다(Table 5). 멥쌀전분의 호화엔탈피(ΔH)의 변화는 볶음온도가 증가함에 따라 증가하였으나 일반적으로 대조구의 호화엔탈피인 11.25 J/g보다 감소하였다.

Sodhi 등⁽²⁶⁾은 보다 높은 T_o , T_p , T_c 는 작은 전분입자들의 치밀한 성질과 입자 내 전분분자의 규칙성이 높은 것에 기인한다고 하였다. 따라서 Table 5로부터 볶음온도가 증가함에 따라서 전분분자의 질서는 낮아진 것으로 생각되어진다. Guler 등⁽²⁷⁾은 pasta의 고온 및 초고온 건조 시 호화엔탈피가 대조구보다 낮은 것은 건조과정 중 전분이 완전히 호화되지 않았음을 확인하고 있으며 이러한 제한된 전분의 호화현상은 시료 내의 낮은 수분함량에 기인하는 것이라고 하였다. Holm 등⁽²⁸⁾은 DSC 측정에 의하여 32% 이하의 수분함량에서는 전분의 호화가 일어나지 않는다고 제안하였다. 한편 Cooke 등⁽²⁹⁾은 호화엔탈피 값은 결정성의 상실보다는 주로 이중나선 구조의 상실을 반영한다고 하였고, Ahmed 등⁽³⁰⁾도 전분의 결정도가 DSC에 의해 측정될 수 없으나 엔탈피의 크기는 입자 내 전분분자의 질서정도를 반영한다고 하였다.

한편 amylose는 지질과 amylose-lipid 복합체를 형성하는 것으로 알려져 있다⁽³¹⁾. 타락죽의 주요 원료의 하나인 우유의 지방산조성은 palmitic acid가 30%로 가장 많았으며, 그 다음은 oleic acid가 23.7%, myristic acid가 12.1% 이며 가열 후

Table 5. Differential scanning calorimetry characteristics of rice flour¹⁾ with different roasting condition and *tarakjuk*²⁾

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	T_o (°C)	T_p (°C)	T_c (°C)	ΔH (J/g)
Control	10	55.70 (0.10)	62.43 (0.31)	69.07 (0.40)	11.25 (0.43)
145	25	53.50 (0.20)	60.37 (0.45)	67.00 (0.62)	8.64 (0.01)
	40	53.43 (0.15)	60.93 (0.40)	68.43 (0.55)	9.37 (0.24)
165	25	50.73 (0.35)	59.10 (0.36)	67.77 (0.45)	10.95 (0.33)
	40	51.87 (0.15)	58.90 (0.44)	67.20 (0.66)	10.00 (0.41)
185	25	49.57 (0.21)	56.50 (0.30)	65.73 (0.57)	11.70 (0.12)
	40	45.80 (0.10)	56.59 (0.36)	67.60 (0.56)	10.31 (0.54)
<i>Tarakjuk</i>		100.6 (0.80)	111.4 (3.50)	127.6 (2.20)	10.34 (0.21)

¹⁾ T_o , T_p , T_c are onset, peak, completion temperatures and ΔH is transition enthalpy for gelatinization, respectively. Values are means (standard deviation) of three experiments.

²⁾*Tarakjuk* was cooked at 69°C for 30 min with the rice flour roasted at 185°C for 25 min. Values are transition temperatures and transition enthalpy for amylose-lipid complex, respectively.

에도 함량 변화는 없었다고 보고 되었는데⁽³²⁾, 관능평가에 의해 선호도가 가장 높은 185°C에서 25분간 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽을 동결건조한 후 DSC에 의해 측정된 결과 100.6~127.6°C에서의 열전이는 타락죽의 가열과정 중 형성된 amylose-lipid 복합체의 붕괴에 기인된 것으로 생각되어진다.

타락죽의 점도와 퍼짐성

볶음조건이 다른 멥쌀가루를 우유와 함께 가열하여 만든 타락죽의 점도와 퍼짐성은 Table 6과 같다. 점도는 대조구가 4821.3 cP이었으나 185°C에서 45분 볶음 시에는 1270 cP를 나타내어 감소하였으며 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적인 차이를 나타내었다. 한편 점도와는 반대로 퍼짐성은 대조구가 3.03 cm이었으며 185°C에서 40분 볶음시 3.53 cm를 나타내어 증가하였으나 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 점도에 대한 볶음처리의 영향에 대한 연구에서 Plahar 등⁽³³⁾은 품종별 cowpea 가루를 오븐에서 150°C에서 35분간 볶은 결과 점도가 유의적으로 감소하였다고 하였다. Mangala 등⁽³⁴⁾은 ragi를 250°C의 roaster에서 popping하면 최고점도가 매우 낮았는데 이는 가공과정 중 amylose의 용출에 의한 전분입자의 손상 및 손실에 의한다고 하였다. 전분의 손상은 전분입자의 팽윤 및 수화의 감소를 초래하여 점도를 감소시킨다고 한다⁽³⁵⁾. Yue 등⁽³⁶⁾은 건조온도를 달리한 pasta로부터 분리한 전분의 점도에 대한 연구에서, 저온건조 pasta와 고온건조 pasta 전분이 원료인 durum 밀가루의 점도보다 낮았으며 또한 고온건조 pasta 보다 저온 건조 pasta의 점도가 낮았는데 이러한 점도의 감소는 부분적으로 저온건조 pasta에서 보다 높은 전분의 손상에 기인한다고 하였다. 또한 타락죽의 가열과정 중 amylose-lipid 복합체 형성(Table 5)은 amylose의 용출을 방해하고 전분입자의 팽윤을 저해하며 전분의 수분결합 능력을 감소시키므로⁽³⁷⁾ 타락죽의 점도에 기여할 것으로 생각되어진다.

타락죽의 관능평가

볶음온도와 시간을 달리한 멥쌀가루로 조리한 타락죽의 관능적특성을 평가한 결과는 Table 7과 같다. 타락죽에서 중요하다고 생각되어지는 관능적특성은 고소한 맛과 입안에서 알갱이가 씹히는 감촉 그리고 점도와 색깔이다. 타락죽의 고소한 맛(roasted nutty taste)은 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 유의적(p<0.01)으로 증가하여 185°C에서 40분간 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽의 고소한 맛은 대조구 3.7에 비해

Table 6. Viscosity and spreadability¹⁾ of tarakjuk with the different roasting temperature and time

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)
Control		4821.3 (84.0) ^a	3.03 (1.19) ^{cb}
145	25	2481.3 (47.9) ^d	3.20 (0.08) ^b
	40	2558.8 (48.2) ^c	3.15 (0.24) ^b
165	25	3303.8 (29.5) ^b	2.78 (0.17) ^c
	40	2293.8 (34.3) ^e	2.95 (0.17) ^{cb}
185	25	1366.3 (77.5) ^f	3.03 (0.05) ^{cb}
	40	1270.0 (35.6) ^g	3.53 (0.19) ^a

¹⁾Values are means (standard deviation) of 4 replicates. Means with different letters within the same column are significantly different at p<0.05.

6.46으로 맛의 강도가 매우 상승하였다. 타락죽의 색깔은 대조구가 1.45이었으나 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 유의적(p<0.01)으로 증가하여 185°C에서 40분간 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽의 색깔은 7.38이었다. 관능평가에 의한 타락죽의 색깔은 색도계로 측정된 L값의 감소와 a값, b값의 증가(Table 2)와 일치하는 경향을 나타내었다.

타락죽의 색깔과 고소한 맛에 영향을 주는 주요 요인은 멥쌀가루의 볶음과정 중 일어나는 Maillard 반응으로 생각되어진다. 본 연구에서 사용한 볶음조건에서는 멥쌀가루의 L값이 185°C에서 40분간 볶음 시 대조구보다 약 6% 감소하여, 갈변정도가 크지 않은 것으로 나타났다. 또한 총 아미노산은 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나 개별 아미노산 중에서 lysine과 tryptophan, tyrosine 함량은 감소하였고, 총유리아미노산 함량 및 멥쌀가루의 주요 구성당인 glucose 함량은 볶음과정 중 일반적으로 감소하여(Table 4) 이들 성분이 Maillard 반응에 관여한 것으로 생각된다. 그리고 우유의 첨가도 타락죽의 고소한 맛과 색깔에 한 중요한 요인이 된다고 생각되어진다.

DSC 측정에 의해 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 멥쌀가루 전분의 결정성이 감소하고(Fig.1) 분자질서가 낮아지는 것으로 나타났으나(Table 5), 타락죽의 입안에서 알갱이와 같은 작은 덩어리를 느끼는 감촉은 대조구가 1.40이었으며 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 유의적(p<0.01)으로 증가하여 185°C에서 40분간 볶은 쌀가루를 이용한 시료는 6.31을 나타내었다. 이는 적은 수분함량 하에서 전분질 식품의 열처리가 transglycosidation을 통하여 새로운 가지구조를 형

Table 7. Sensory characteristics¹⁾ of tarakjuk

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Color**	Gritty**	Viscosity*	Nutty** taste	Overall on preference
Control		1.45 ^f (1.43)	1.40 ^e (0.44)	5.67 ^a (2.04)	3.70 ^d (2.34)	3.80 ^e (2.72)
145	25	2.63 ^c (0.78)	3.68 ^d (1.52)	5.65 ^a (1.83)	4.35 ^{dc} (2.10)	4.89 ^d (2.20)
	40	2.90 ^e (0.59)	4.51 ^c (1.94)	5.79 ^a (2.12)	4.46 ^{dc} (1.61)	5.00 ^{dc} (1.70)
165	25	4.27 ^d (2.39)	5.18 ^{cb} (1.80)	5.97 ^a (1.89)	4.79 ^c (1.65)	5.08 ^{dc} (1.70)
	40	4.71 ^c (2.43)	5.21 ^{cb} (1.70)	4.53 ^b (1.32)	4.88 ^{bc} (1.25)	5.20 ^c (1.41)
185	25	6.32 ^b (0.77)	5.56 ^b (1.90)	4.33 ^{cb} (1.71)	5.76 ^{ba} (2.07)	7.06 ^a (2.36)
	40	7.38 ^a (0.89)	6.31 ^a (2.42)	3.48 ^c (2.30)	6.46 ^b (2.73)	6.56 ^b (2.66)

¹⁾Values are means (standard deviation) of three experiments. Means with different letters within the same column are significantly different. *p<0.05, **p<0.01.

성하거나 혹은 효소저항전분을 형성하는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다⁽³⁸⁾.

반면 타락죽의 점성은 165°C에서 25분 볶을 때까지는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 이후 감소하였으며, 볶음 온도와 시간에 따른 점도의 변화는 기계적측정에 의한 점도 변화(Table 6)와 같은 경향을 나타내었다. 타락죽의 선포도는 대조구가 3.80이었고 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 선포도가 증가하여 185°C에서 25분 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽이 7.06으로 유의적($p < 0.01$)으로 가장 높았다. 볶음처리에 의한 관능적 품질특성의 향상에 대한 연구는 윤 등의 연구가 보고되어 있다⁽⁶⁾.

요 약

타락죽 제조 시 멥쌀가루를 볶는 과정의 중요성을 측정하기 위하여 볶음조건에 따른 멥쌀가루의 물리화학적 특성과 이로부터 제조한 타락죽의 품질특성을 연구한 결과는 다음과 같다. 멥쌀가루의 수분함량은 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 감소하였다. 단백질함량은 볶음과정 중 감소하였으며 볶음처리를 한 시료들 간에는 185°C에서 25분 볶은 멥쌀가루의 단백질함량이 유의적으로 가장 높았다. 멥쌀가루의 L 값은 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 감소하였고, a 값과 b 값은 증가하였다. 이로부터 제조한 타락죽의 L 값, a 값, b 값도 멥쌀가루와 같은 경향을 나타내었다. Glucose 함량은 볶음과정 중 일반적으로 감소하였으며, 총아미노산함량과 개별 필수 및 비필수아미노산 함량은 볶음과정 중 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나 lysine, tryptophan, tyrosine 함량은 감소하였다. 또한 볶음과정 중 총유리아미노산 함량은 감소하였다.

볶음처리는 멥쌀가루 전분의 결정성에 영향을 주는 것으로 나타났는데, X선회절도에 의하여 대조구는 전형적인 A형의 결정 pattern을 나타내었으며 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 peak의 크기와 강도가 감소하여 전분의 결정성은 감소하였다. 반면 타락죽의 X선회절도로부터 멥쌀가루 전분의 결정성이 완전히 상실되었음을 알 수 있었다. 볶음처리는 DSC에 의한 멥쌀가루 전분의 호화특성에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 호화개시온도, 호화최대온도, 호화종결온도 및 호화엔탈피가 감소하였다. 또한 DSC 측정에 의해 타락죽의 가열과정 중 아밀로스와 우유속의 지방산과의 사이에 amylose-lipid 복합체를 형성한 것으로 생각된다. 점도계에 의한 타락죽의 점도는 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 감소하였으며 퍼집성은 증가하였다.

한편 타락죽의 관능검사 결과 볶음온도와 시간이 증가함에 따라서 타락죽의 고소한 맛과 색깔 및 알갱이(gritty)를 느끼는 관능적 특성이 유의적으로 증가하였다. 점성은 165°C에서 25분까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 이후 감소하였다. 타락죽의 선포도는 185°C에서 25분 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽이 유의적으로 가장 높게 나타났다.

감사의 글

환원당과 아미노산 조성 분석을 협조해 주신 기초과학지

원 센터와 연구비를 지원해 주신 한국과학재단(2001년 유망 여성과학자 도약 연구지원, 과제번호 R04-2001-000-00142-0)에 깊이 감사드립니다.

문 헌

- Hwang, H.S., Han, B.R. and Han, B.J. Korean Traditional Foods, p. 234. Kyomoonsa, Seoul, Korea (1991)
- Yun, S.S. Korean Food, p. 119. Soohacksa, Seoul, Korea (1997)
- Kang, I.H. Korean Taste, p. 64. Daehankyogwasuh, Seoul, Korea (1987)
- Lee, G.C. A study on the traditional daily food of Seoul. Asian Comparative Folklore 20: 233-250 (2001)
- Yoon, S.K. and Kim, W.J. Effects of roasting conditions on quality and yields of barley tea. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 575-582 (1989)
- Ha, T.Y., Chun, H.S., Lee, C., Kim, Y.H. and Han, O. Changes in physicochemical properties of steamed rice for Soong-Neung during roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 171-175 (1999)
- Lee, Y.T., Seog, H.M., Kim, S.S., Kim, K.T. and Hong, H.D. Changes in physicochemical characteristics of immature barley kernels during roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 336-342 (1984)
- Ayatse, J.O., Eka, O.U. and Ifon, E.T. Chemical evaluation of the effect of roasting on the nutritive value of maize (*Zea mays*, Linn). Food Chem. 12: 135-147 (1983)
- Kunsch, U., Scharer, H., Patrian, B., Hoh, E., Conedera, M., Sassel, A., Jermini, M. and Jelmini, G. Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea sativa* Mill) varieties. J. Sci. Food Agric. 81: 1106-1112 (2001)
- Webb, B.D. and Stermer, R.A. Criteria of rice quality, p. 102. In: Rice Chemistry and Technology. Houston, D.F. (eds.). AACC, MN, USA (1972)
- Kim, K.J. Changes of physicochemical characteristics of various rice cooking by using milk and in vitro digestibility. Korean J. Soc. Food Sci. 3: 28-37 (1987)
- Kim, K.J., Kang, S.H. and Kwag, Y.J. Rheological evaluation of cooked rice with milk. Korean J. Soc. Food Sci. 7: 71-86 (1991)
- Cho, E.J. and Shin, H.S. Analytical study of Jook (Korean gruel) appeared in the books. Korean J. Diet. Culture 11: 609-619 (1996)
- Ministry of Agriculture and Forestry. Homepage.
- Lee, C.J. A study on the improvement of menu patterns of gruels as soft diet in hospital foodservice operation. Korean J. Soc. Food Sci. 10: 18-23 (1994)
- SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)
- Giami, S.Y., Adindu, M.N., Akusu, M.O. and Emelike, J.N.T. Compositional, functional and storage properties of flours from raw and heat processed African breadfruit seeds. Plant Foods Human Nutr. 55: 357-368 (2000)
- Kashani, G.G. and Guy Valadon, L.R. Effect of salting and roasting on the carbohydrates and proteins of Iranian pistachio kernels. J. Food Technol. 19: 247-253 (1984)
- van Boekel, M.A.J.S. Effect of heating on Maillard reaction in milk. Food Chem. 62: 403-414 (1998)
- Seog, H.M. The effects of the roasting temperatures on the formation of volatile compounds in the malted naked barley. Ph.D. dissertation, Choongang Univ., Seoul, Korea (1987)
- Ha, T.Y., Chun, H.S., Lee, C., Kim, Y.H. and Han, O. Changes in physicochemical properties of steamed rice for Soong-Neung during roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 171-175 (1999)
- Agunbiade, S.O. and Longe, O.G. Essential amino acid composition and biological quality of yambean, *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex A. Rich) Hams. Nahrung 43: 22-24 (1999)
- Ozdemir, F., Ackurt, F., Myildiz, G., Biringen, T., Gurcan, M. and Loker, M. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts

- (Corylus Avellena L.). Food Chem. 73: 185-190 (2001)
24. Buleon, A., Colonna, P., Planchot, V. and Ball, S. Mini review. Starch granules: Structure and biosynthesis. Int. J. Biol. Macromol. 23: 85-112 (1998)
 25. Jsyskofy, L. and Hoover, R. The effect of linterization on cereal starch granules. Food Res. Int. 35: 665-680 (2002)
 26. Sodhi, N.S. and Singh, N. Morphological, thermal and rheological properties of starches separated from rice cultivars grown in India. Food Chem. 80: 99-108 (2003)
 27. Guler, S., Koxsel, H. and Ng, P.K.W. Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pasta quality. Food Res. Int. 35: 421-427 (2002)
 28. Holm, J., Bjorck, I., Sjoberg, N.-G., Asp, L.B. and Lundquist, I. Starch availability in vitro and in vivo after flaking, steam-cooking and popping of wheat. J. Cereal Sci. 3: 193-206 (1985)
 29. Cooke, D. and Michael, J. Loss of crystalline and molecular order during starch gelatinization : origin of enthalpic transition. Carbohydr. Res. 227: 103-112 (1992)
 30. Ahmed, M. and Belfast, J.L. Effect of various drying procedures on the crystallinity of starch isolated from wheat grains. Starch 30: 78-79 (1978)
 31. Kaur, K. and Singh, N. Amylose-lipid complex formation during cooking of rice flour. Food Chem. 71: 511-517 (2000)
 32. Kim, K.J., Kang, S.H. and Kwag, Y.J. Rheological evaluation of cooked rice with milk. Korean J. Soc. Food Sci. 7: 71-86 (1991)
 33. Plahar, W.A., Annan, N.T. and Nti, C.A. Cultivar and processing effects on the pasting characteristics, tannin content and protein quality and digestibility of cowpea. Plant Foods Human Nutr. 51: 343-356 (1997)
 34. Mangala, L.M., Malleshi Mehadevamma, N.G. and Tharanatnan, R.N. Resistant starch from differently processed rice and ragi (finger millet). Eur. Food Res. Technol. 209: 32-37 (1999)
 35. Lintauw, C. and D'Appolonia, B.L. Effect of spaghetti processing on semolina carbohydrates. Cereal Chem. 50: 563-570 (1973)
 36. Yue, P., Rayas-Duarte, P. and Elias, E. Effect of drying temperature on physicochemical properties of starch isolated from pasta. Cereal Chem. 76: 541-547 (1999)
 37. Szczodrak, J. and Pomeranz, Y. Starch-lipid interaction and formation of resistant starch in high-amylose barley. Cereal Chem. 69: 626-632 (1992)
 38. Siljestrom, M., Westerlund, E., Bjorck, I., Holm, J. and Asp, N.-G. The effects of various thermal processes on dietary fibre and starch content of whole grain wheat and white flour. J. Cereal Sci. 4: 315-323 (1986)
-
- (2003년 7월 15일 접수; 2003년 10월 16일 채택)