

볶음조건을 달리한 타락죽의 저장 시 품질의 변화

이귀주* · 김정은 · 김소정
고려대학교 사범대학 가정교육과

Quality Characteristics of *Tarakjuk* (milk-rice porridge) with different Roasting Conditions during Refrigerated Storage

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

Abstract

Rice flour was roasted at different temperatures and times and *tarakjuk* was made from these roasted rice flours. Chemical composition, *in vitro* starch digestibility (IVSD) and protein digestibility (IVPD) of the roasted rice flours and *tarakjuk* were determined. Changes in quality characteristics such as pH, viscosity, IVSD and IVPD of *tarakjuk* during refrigerated storage were also investigated. For roasted rice flours, the protein content ranged from 6.52~7.13% on a dry basis, while for *tarakjuk*, the range was 3.74~4.0%. On the other hand, the Ca level of *tarakjuk* ranged from 1,278.36~1,340.87 ppm. Rice flours showed decreasing IVSD and increasing IVPD on roasting at 145°C and 165°C, whereas they showed increasing IVSD and decreasing IVPD at 185°C, respectively. Roasting also influenced the pH, viscosity, IVSD and IVPD of *tarakjuk* made from these roasted rice flours. As the roasting temperature and time increased, *tarakjuk* showed lower pH and viscosity, however it showed higher IVSD and IVPD. The pH of *tarakjuk*, except that of control, decreased with storage, whereas viscosity increased significantly. IVSD decreased up to 4 days of storage, after which it increased again until 14 days of storage. On the other hand, IVPD increased up to 7 days of storage, but there was no additional significant increase after 14 days of storage. These results suggest that depending on the nutritional purpose, appropriate conditions for roasting of rice flour and storage of *tarakjuk* may be recommended for the commercialization of *tarakjuk*.

Key words: *tarakjuk* (milk-rice porridge), refrigerated storage, viscosity, *in vitro* starch digestibility, *in vitro* protein digestibility

1. 서 론

초기 농경사회에서 상용 음식이었던 죽은 최근 들어 조리가 간편하고 소화가 잘되어 죽에 대한 관심이 상당히 높아지고 있으며 쌀을 주재료로 한 여러 종류의 죽이 완전조리제품으로 가공되어 시판되고 있다. 또한 죽의 이용 범위도 일상식으로서 뿐만 아니라 이유식, 환자식, 간식용, 건강식 그리고 노인식 등으로 확대되어 가고 있다.

타락죽(駝酪粥)은 한국의 전통 궁중 음식으로 낙

죽(酪粥) 혹은 우유죽이라고도 하는데, 조리서에 따라서 제조 방법이 조금씩 다르게 나타나고 있다¹⁻³⁾. 멥쌀가루를 약간 노르스름하게 볶아서 우유를 넣어 끓여서 제조하는 타락죽에 있어서는³⁾ 멥쌀가루의 볶음 과정은 타락죽의 품질 특성에 중요한 영향을 갖는데, 이 등⁴⁾은 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽이 멥쌀가루를 볶지 않을 때보다 고소하였으며 전반적인 기호도가 높았다고 하였다. 오늘날 우유는 쌀 소비량의 감소와 함께 1인당 소비량이 감소하는 추세이나⁵⁾, 조선시대에는 우유가 귀하어 조선왕조실록⁶⁾에 의하면 ‘봄갈이가 멀지 않은 시기에는 내의원에서 올리는 우유 및 타락죽을 정지하라 명하기도 하였으며 또한 타락죽을 쓰기 위하여 송아지가 젖을 끓게 하는 것은 인정(仁政)이 아니다’하여 궁중에서도 타락

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

죽을 올리는 대상을 극히 제한하였다고 한다.

타락죽의 주요 재료인 쌀은 전분과 단백질의 주요 급원이며, 쌀의 가공은 이들 성분의 생체 이용률에 영향을 주는 것으로 알려지고 있다. Sagum 등⁷⁾은 boiling 및 pressure cooking에 의해서 쌀의 전분과 단백질의 *in vitro* 분해율이 증가하여 이들 성분을 보다 소화되기 쉽게 한다고 하였다. 조리된 쌀에 있어서 전분 분해율의 현저한 증가는 전분 분자의 질서 및 결정성이 열에 의해 깨어짐에 따라서 물이 침투하여 전분 입자의 수화를 허용하면서 전분 입자의 비가역적인 팽윤에 의해 특징지어지는 전분 입자의 호화에 기인한다고 하였다. 또한 단백질 분해율의 증가는 단백질 분해효소 저해제의 불활성화와 변성에 의한 단백질 구조의 풀어짐에 기인한다고 하였다. 한편 Devi 등⁸⁾은 parboiling, boiling, puffing에 의해서 쌀의 *in vitro* 전분 분해율은 증가하였으며, 특히 boiling과 puffing한 쌀의 전분 분해율이 더 높았다고 하였다. 또한 boiling과 puffing한 쌀가공 식품의 낮은 효소저항전분(resistant starch, RS) 함량으로부터 RS가 전분의 분해 과정에 영향을 준다고 하였으며, 효소에 의해 분해될 수 있는 전분 및 RS 함량의 측정이 *in vivo* 전분 분해율의 좋은 지표가 될 수 있다고 하였다.

한편 식품 가공 과정 뿐 아니라 저장 조건도 몇가지 보편적인 전분의 α -amylase에 의한 분해율에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, Kayisu 등⁹⁾은 옥수수, 찰옥수수, 감자 그리고 타피오카 전분을 조리한 후 오븐 건조, 냉동 건조, 드럼 건조에 의한 건조 과정 중 오븐 건조가 모든 전분에 있어서 α -amylase에 의한 분해율을 가장 많이 감소시켰고, 또한 냉동 및 냉장 저장은 찰옥수수를 제외한 이들 전분의 분해율에 영향을 미쳤으며, 냉장 저장이 동결 저장보다 효소에 의한 전분 분해율에 더 큰 영향을 미쳤다고 하였다.

이처럼 α -amylase에 의한 *in vitro* 전분 분해율은 식품 전분의 상대적인 분해율에 대한 유용한 정보를 제공하고 있다. 또한 O'Dea 등¹⁰⁾에 의하면 *in vivo*에서의 전분의 유용성과 유의적인 상관관계가 있으며, Frei 등¹¹⁾은 한 전분질 식품을 섭취 후 혈관으로 방출되는 glucose의 속도 및 정도와 관련이 있으며 낮은 혈당지수를 갖는 식품이 영양적인 측면에서 당뇨병 및 고지혈질 환자의 식이요법에 의한 조절에 이로운 것으로 생각되고 있다고 하였다.

한편 타락죽의 또 다른 주요 재료인 우유는 단백질과 Ca의 좋은 급원 식품으로 우유의 가공 시 열처

리에 의해 유청단백질의 변성 및 유청단백질과 카세인과의 복합체 형성을 포함한 여러 반응이 일어나고 있다¹²⁾. 또한 우유의 가열과 균질화 과정은 우유 단백질의 변형을 초래하여 단백질 분해율에 영향을 주는 것으로 보고되었다¹³⁾. 한편 단백질 분해효소에 의한 *in vitro* 단백질 분해율 또한 단백질 유용성의 한 지표로서 사용되며 한 단백질이 가수분해되기 쉬운 정도의 한 척도로서 분해율이 높은 한 단백질은 낮은 분해율의 단백질보다 단백질 분해 시 흡수를 위한 보다 많은 아미노산을 생성하므로 잠재적으로 영양가가 좋다¹⁴⁾.

본 연구에서는 볶음 조건을 달리한 멥쌀가루의 화학 조성과 *in vitro* 전분 및 단백질 분해율을 측정하고, 이들로부터 제조한 타락죽의 화학 조성과 냉장 저장 중 pH, 점도 그리고 *in vitro* 전분 및 단백질 분해율의 변화를 측정하여 타락죽의 제품화를 위한 기초를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 멥쌀은 2002년 수확된 일품벼로서 도정한 멥쌀은 고려대학교 농장으로부터 구입하였다. 그밖에 우유(서울우유)와 소금(정제염, 해표)은 시중에서 구입하였다. *in vitro* 전분 분해율 측정을 위한 porcine α -amylase와 maltose 및 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS), 그리고 *in vitro* 단백질 분해율 측정을 위한 porcine pancreatic trypsin (Type IX-S, 15,200 units/mg protein), bovine pancreatic chymotrypsin (Type II, 51 units/mg powder), porcine intestinal peptidase (102 units/g powder)는 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다.

2. 멥쌀가루의 전처리 및 볶음

멥쌀 1kg을 수세, 침지, 체에 받쳐 물기를 제거한 후 방앗간에서 물과 소금을 내리지 않고 빻았다. 습식 제분한 멥쌀가루 300g을 네모난 팬(28×35×4cm)에 고르게 퍼서 열풍건조기(조선과학기술제작소, 한국)에서 40℃에서 5시간 동안 건조, 체(355 μ M)에 내렸다. 또한 전통적인 타락죽 제조 시에 사용하는 노르스름한 멥쌀가루를 얻기 위하여 건조한 대조구 멥쌀가루 40 g을 원형의 팬(지름 21cm, 높이 3cm)에 얇게 퍼서 열풍건조기에서 145, 165, 185℃에서 각각 25분과 40분간 볶은 후 실온에서 냉각, 체(180-355 μ M)

를 내린 후 비닐 백에 밀봉하여 분석 전 까지 냉동 (-20°C) 보관하였다.

3. 타락죽의 제조

전보⁴⁾에서와 같이 볶음 조건에 따른 멥쌀가루 15 g을 400mL 비커에 넣고 우유 150 g을 가하여 잘 저어 준 다음 5분간 실온에 방치한 후, water bath에 담그고 크램프로 고정, 비커 상부에 Lab stirrer (MS-3030, Tops, Korea)를 장치, impeller를 고정하여 타락죽을 저어 주면서 타락죽의 내부온도가 69°C가 되도록 온도를 조절, 30분간 가열하였다. 완료 5분 전에 0.5g(0.3%, w/w)의 소금을 넣고 가열, 타락죽을 완성하고, 즉시 진공건조기(삼흥기기, 한국)에서 건조, 분쇄, 체(180-355 μ M)에 친 후 분석 전까지 냉동 (-20°C) 보관하였다.

4. 화학 조성

멥쌀가루와 타락죽의 수분, 조단백질, 조지방 그리고 회분 함량은 AOAC¹⁵⁾법에 의해 측정하였다. 무기질 조성은 시료 0.5g을 HNO₃ 5mL와 H₂O₂ 2mL의 혼합 용액을 가하여 약 150°C의 hot plate 위에서 시료를 분해한 후, 산을 충분히 날려 보내어 약 1~5% 정도의 HNO₃ 농도로 만들어 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Model: Jobin Yvon 138 Ultrace)를 사용하여 분석하였다. 분석 조건은 광원: Argon plasma(6000K), Spectral range: 160~800nm, 파장: Na: 588.995nm, P: 213.618nm, Ca: 393.366nm, K: 766.49nm, Resolution: 0.005nm(UV), detection limit: 수 ppb~수십 ppb의 조건에서 분석하였다.

5. pH

저장 기간에 따른 타락죽의 pH는 10g의 타락죽을 동량의 증류수에 분산하고 실온에서 5분간 방치한 후 pH meter를 사용하여 측정하였다.

6. 점도

타락죽의 점도는 점도계 (Brookfield Viscometer, Model DV-1+, Brookfield Engineering, U.S.A)를 사용하여 측정하였다. small sample adapter(SSA, Brookfield Engineering, USA)에 8g의 시료를 담은 후 온도가 60°C에서 spindle S21(Model RVT), 회전속도 0.5 rpm에서 1분간 회전시킨 후 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

7. in vitro 전분 분해율

Singh 등¹⁶⁾의 방법으로 porcine α -amylase를 이용하여 전분을 37°C에서 2시간 진탕 하여 분해하였고, 유리된 maltose를 3, 5-dinitrosalicylic acid(DNS) 시약을 사용하여 반응시킨 후 540nm에서 흡광도를 측정하였으며, 전분 분해율은 mg maltose/g으로 나타내었다.

8. in vitro 단백질 분해속도 및 분해율

Hsu 등¹⁷⁾의 방법으로 측정하였다. 시료 용액(6.25 mg/mL) 50mL를 37°C에서 저어주면서 0.1 N HCl 혹은 0.1 N NaOH로 pH 8.0으로 조절하였고, trypsin 1.6 mg, chymotrypsin 3.1mg, peptidase 1.3mg/mL로 구성된 복합 효소 용액을 ice bath에서 저어 주면서 시료 용액과 같은 방법으로 pH 8.0으로 조절하였다. 시료 용액에 5mL 복합 효소 용액을 가하여 37°C에서 10분간 저어주면서 배양 시간에 따른 분해액의 pH를 측정하였고, 단백질 분해율(%)은 10분 분해 시 분해액의 pH로부터 회귀방정식을 사용하여 계산하였다.

9. 통계처리

실험 결과의 통계적 분석은 SAS 통계 프로그램¹⁸⁾을 이용하여 평균과 표준 편차를 구하였고, ANOVA와 Duncan's multiple range test(p<0.05)로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 멥쌀가루와 타락죽의 화학 조성의 변화

멥쌀가루와 타락죽의 화학 조성은 Table 1에 나타나 있다. 먼저 볶음 온도와 시간이 증가함에 따라서 멥쌀가루의 단백질 함량은 감소하여 건물당 6.52~7.13%를 나타내었으며, 지방 함량은 0.07~0.16%, 무기질 함량은 0.18~0.22%를 나타내었다. 한편 이들 멥쌀가루로부터 제조한 타락죽의 수분 함량은 볶음 온도와 시간이 증가함에 따라서 감소하였으며 75.57~74.34%를 나타내었고, 단백질 함량은 3.74~4.00%, 지방 함량은 2.30~3.02%, 무기질 함량은 0.94~1.05%를 나타내었다. 또한 무기질 조성은 P가 1,013.81~1,073.72 ppm, Ca이 1,278.36~1,340.87 ppm, Na가 1,916.10~2,081.61 ppm, K가 1,779.46~1,915.53 ppm이었다. 이로부터 타락죽은 좋은 단백질과 Ca 급원이 될 수 있으며, 특히 Ca 함량은 1인분(300~400g) 섭취 시 한국인 1일 권장

량¹⁹⁾의 약 73.05~76.6%에 해당하고 있다. 우유 속에 Na와 K는 거의 이온 상태로 유리되어 있으며 Ca은 인산염, 구연산염 형태의 콜로이드 상태로 존재하고, P는 인단백의 형태로 카세인 등의 구성 성분이 되고 있다²⁰⁾. 한편 열처리가 수반되는 균질화 과정은 우유의 micelle 붕괴를 수반하면서 교질성의 Ca-인산염의 용해화로 인하여 이온성 Ca의 농도가 증가하는데²¹⁾, 타락죽은 저어주면서 가열하여 제조하므로 이온성 Ca 농도의 증가가 기대되며 Ca 급원으로서 효율성을 증가시킬 것으로 생각된다. 한편

타락죽의 Na 함량은 타락죽 제조 시 첨가한 약 0.5 g의 NaCl을 포함하고 있어 높은 것으로 나타났다.

2. 멧쌀가루의 *in vitro* 전분 분해율(IVSD)

볶음 조건을 달리한 멧쌀가루의 porcine α -amylase에 의한 IVSD는 Table 2와 같다. 대조구 멧쌀가루의 IVSD는 건물당 144.52mg/g이었으며 145°C와 165°C에서는 증가를 나타내지 않았으나 185°C에서는 증가하였으며 특히 25분 볶음 시 IVSD는 190.04mg/g으로서 유의적으로 가장 높게 나타났다(p<0.05).

Table 1. Changes in chemical composition¹⁾ of roasted rice flour and tarakjuk

Composition (%)	Control	Roasting temperature (°C)					
		145		165		185	
		Roasting time (min)					
		25	40	25	40	25	40
Rice flour							
Crude protein	7.13±0.01	6.52±0.05	6.58±0.00	6.92±0.04	6.97±0.06	7.04±0.04	6.92±0.02
Crude fat	0.09±0.00	0.11±0.01	0.07±0.01	0.16±0.01	0.10±0.03	0.09±0.00	0.10±0.01
Crude ash	0.20±0.03	0.20±0.00	0.22±0.01	0.22±0.03	0.18±0.00	0.21±0.01	0.20±0.00
Tarakjuk							
Moisture	75.57±0.54	75.21±0.06	74.79±0.57	74.69±0.58	74.39±0.35	74.60±0.48	74.34±0.42
Crude protein	3.81±0.10	3.74±0.06	3.81±0.05	3.87±0.04	3.94±0.11	3.83±0.06	4.00±0.03
Crude fat	2.30±0.02	2.90±0.03	2.92±0.01	2.91±0.13	2.68±0.02	2.91±0.01	3.02±0.02
Crude ash	1.05±0.17	0.94±0.08	0.98±0.07	0.99±0.06	1.00±0.07	1.03±0.10	1.03±0.08
Mineral composition (ppm)							
P	1034.84±0.41	1057.89±0.24	1055.76±0.17	1070.31±0.26	1047.67±0.17	1013.81±0.36	1073.72±0.08
Ca	1278.36±0.12	1283.43±0.02	1300.98±0.22	1340.87±0.32	1292.98±0.06	1280.16±0.28	1300.93±0.00
Na	1924.79±0.24	1980.08±0.25	1985.93±0.48	2081.61±0.37	1942.28±0.11	1916.10±0.03	1962.66±0.00
K	1781.51±0.25	1830.06±0.57	1822.78±0.48	1915.53±0.21	1811.42±0.10	1868.49±2.87	1779.46±1.00

¹⁾Values are means (standard deviation) of three experiments. Values for roasted rice flour are based on a dry basis.

Table 2. *In vitro* starch and protein digestibility of roasted rice flours

Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	<i>in vitro</i> starch digestibility (mg maltose/g, d.b)	<i>in vitro</i> protein digestibility (%)
Control		144.52±1.25 ^c	89.19±0.01 ^c
145	25	117.34±0.23 ^f	90.28±0.01 ^b
	40	120.88±0.72 ^e	90.82±0.01 ^a
165	25	130.37±0.44 ^d	90.28±0.01 ^b
	40	147.33±1.07 ^c	90.10±0.01 ^b
185	25	190.94±2.63 ^a	89.73±0.14 ^d
	40	163.34±0.78 ^b	86.11±0.14 ^e

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

IVSD에 대한 볶음 처리의 영향을 보면 밀, 보리 그리고 콩과류를 볶음 처리하고 이로부터 제조한 복합분 이유식은 볶지 않은 재료로부터 만든 이유식보다 IVSD가 17.8~18.4% 증가하였다²²⁾. 또한 감자, 대두 그리고 옥수수 가루로 구성된 복합분을 재료로 한 가공 제품에서는 굽기 및 볶음이 IVSD를 14~16% 증가시켰다²³⁾. 한편 Lauro 등²⁴⁾은 보리 전분에 있어서 효소의 접근성의 증가는 전분의 분자 질서 및 결정성의 감소에 의해 설명될 수 있다고 하였다. 이 등⁴⁾은 DSC 측정에 의한 뱀살전분의 호화 특성에 대한 연구에서 볶음 온도가 증가함에 따라서 호화최대온도가 감소하였으며, 이는 전분 분자의 질서가 낮아진 것으로 생각되어진다고 하였다. 또한 X선회절도에 의하여 볶음 온도가 증가함에 따라서 피크의 크기와 강도가 감소한 것으로 미루어 전분의 결정성은 감소하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 볶음 온도가 165°C에서 40분 볶음 시부터 나타난 뱀살가루의 IVSD의 증가는 볶음 과정 중 전분 분자의 질서가 낮아지고 결정성이 감소한 것과 관련이 있는 것으로 생각되어진다. 한편 볶음 과정 중 형성된 어떤 Maillard 반응 생성물은 전분 분해 효소 뿐 아니라 단백질 분해 효소를 저해한다고 한다²⁵⁾.

3. 뱀살가루의 *in vitro* 단백질 분해율(IVPD)

볶음 조건은 뱀살가루의 단백질 분해속도 및 IVPD에도 영향을 미치는 것으로 나타났는데, trypsin-chymotrypsin-peptidase로 구성된 혼합 단백질 분해효소에 의한 뱀살가루의 단백질 분해속도는 Fig. 1과 같다. 볶음 온도 145°C와 165°C에서는 분해 속도가 배양 초기 1분까지 신속하였으며 이후 느리게 나타난 반면, 185°C에서는 배양 초기에도 단백질 분해속도가 느린 것으로 나타났다. 혼합 단백질 분해효소

에 의해 10분 분해한 후 분해액의 pH로부터 회귀방정식을 이용하여¹⁷⁾ 계산한 IVPD는 Table 2와 같다. 대조구 뱀살가루의 IVPD는 89.28%이었으며 145°C와 165°C에서 볶음 시 90.19~90.91%로서 대조구보다 유의적으로 증가하였고, 185°C에서는 86.11~87.92%를 나타내어 대조구보다 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$).

일반적으로 열처리는 구조적 변화로 인해 단백질이 보다 가수분해되기 쉽게 하고, 단백질 분해 효소 저해제들을 파괴함으로써 곡류 낱알 단백질의 분해율을 이롭게 한다⁸⁾. 이로부터 IVPD에 대한 볶음처리의 영향을 보면 밀, 보리 그리고 콩과류를 볶음처리하고 이로부터 제조한 복합분 이유식은 볶지 않은 재료로부터 제조한 이유식보다 IVPD가 17.4~18.4% 증가하였다²²⁾. 가공하지 않은 이유 식품의 낮은 IVPD는 콩과류 종자 단백질의 주요 단백질을 구성하고 있는 globulins이 변성되기 어려우며 자연 상태에서는 분해 효소에 의해 분해되지 않는 것에 기인한다고 한다. 또한 감자, 대두 그리고 옥수수로부터 제조한 복합분을 재료로 한 케익과 비스킷 그리고 이유 식품에서 굽기 및 볶음은 IVPD를 12~17% 증가시켰다²³⁾. 한편 African breadfruit 종자를 160°C에서 10분 볶음 처리하면 IVPD가 감소하였고²⁶⁾, 특히 160°C에서 볶음 시 볶음 시간이 증가함에 따라서 IVPD가 유의적으로 감소하였는데, 그러나 IVPD의 감소에 따른 트립신 저해제, 폴리페놀 및 phytate 함량의 증가는 관찰되지 않았다²⁷⁾.

4. 타락죽의 냉장 저장 시 품질의 변화

1) pH

볶음 조건을 달리한 타락죽을 4°C에서 14일간 냉장 저장 시 pH의 변화는 Table 3과 같다. 먼저 타락죽 제조직후 대조구 타락죽의 pH는 6.32이었으나 볶

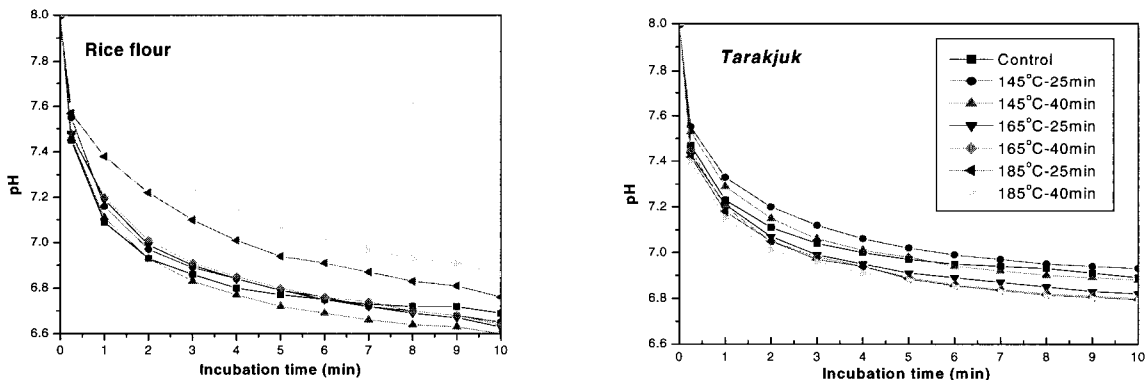


Fig. 1. *In vitro* protein hydrolysis rate of roasted rice flour and tarakjuk

음 온도와 시간이 증가함에 따라서 점차 감소하는 경향을 나타내어, 185°C에서 40분 볶은 멥쌀가루로 만든 타락죽의 pH는 6.23을 나타내었다. 신선한 우유의 pH는 6.5~6.8로서 약산성이며 우유의 산도에 관여하는 성분으로는 카세인과 알부민, 유당과 구연산 그리고 CO₂ 등이며 우유를 농축하면 산도는 높아진다²⁰. 볶음 온도와 시간의 증가에 따른 타락죽의 pH의 감소는 멥쌀가루의 갈변 정도의 차이와 관련이 있는 것으로 생각된다. 이 등⁴)은 볶음 온도와 시간이 증가함에 따라서 멥쌀가루의 L값의 감소와 함께, glucose 함량은 일반적으로 감소하였으며 lysine, tryptophane, tyrosine 등 개별 필수아미노산 함량이 감소한 것으로부터 볶음 과정 중 Maillard 형 갈변 반응이 일어난 것으로 생각된다고 하였다. Maillard 반응은 반응이 진행됨에 따라서 유리 아미노산, 펩티드, 단백질의 아미노기의 결합이 말단 카르복실기를 유리 상태로 남기고, 또한 여러 산성의 중간생성물을 형성함으로써 산도의 증가를 초래한다²⁸). 또한 우유의 균질화 과정 혹은 열처리가 수반되는 균질화 과정은 전지 우유 시료의 pH를 감소시키는 것으로 보고되었는데, 이것은 micell 붕괴를 수반하면서 교질성의 인산칼슘의 용해화로 인하여 이온성 Ca의 농도가 증가하기 때문이라고 한다²¹).

한편 저장 일수가 증가함에 따라서 대조구 타락죽의 pH는 유의적으로 증가하여 저장 14일에는 pH 6.75를 나타내었다(p<0.05). 그러나 볶음 온도와 시간에 따른 멥쌀가루로 만든 타락죽의 pH는 저장 7일까지는 증가하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않은 반면, 저장 14일에는 모두 유의적으로 감소하여 타락죽의 pH는 6.11~6.17을 나타내었다(p<0.05). Valero 등²⁹)은 우유 저온 살균 후 냉장 저장 시 15일까지는 pH 변화가 거의 없었으나 저장 15일에는 pH

가 감소하였다고 하였다. Paoageorgion 등³⁰)은 우유와 쌀로 만든 쌀 pudding의 초기 pH는 6.60~6.67이었으나 4°C에서 23일간 저장 시 점차 감소하여 pH가 6.07~6.03으로 감소하였다고 하였다. 초기의 쌀 pudding 제품은 높은 pH와 함께 또한 수분 함량이 75%로서 세균 증식에 매우 적합하여 위장염을 일으키는 것으로 알려진 *Aeromonas hydrophila*가 성장할 수 있고 4°C에서 3주간 저장 시 미생물 수가 약 8.00log₁₀cfu/g에 달할 수 있다고 하였다. 한편 Ramirez-Jimenez 등³¹)은 우유를 포함하는 유아용 곡류 제품들의 장기 저장은 Maillard형 반응을 촉진시키고 이들 제품들은 저장성을 갖으며 제조 후 2년까지 소비될 수 있다고 하였다.

2) 점도

볶음 조건을 달리한 타락죽의 냉장 저장 시 점도의 변화는 Table 4와 같다. 제조직후 대조구 타락죽의 점도는 2,650 cp이었으며 볶음 온도와 시간이 증가함에 따라서 감소하였는데, 볶음 처리는 전분입자의 손상 및 손실을 일으키며 팽윤 및 수화의 감소를 초래하여 점도를 감소시킨다고 보고되었다³²). 한편 저장 일수가 증가함에 따라서 볶음 정도에 따른 타락죽의 점도는 유의적으로 증가하여 저장 14일에는 1,075~4,774 cp를 나타내었다(p<0.05).

타락죽의 점도는 제조 과정 중 멥쌀가루 전분의 호화와 저장 시 뒤 이온 노화와 관련이 있다. 또한 타락죽은 멥쌀가루와 우유의 비율이 15 : 150(w/w)로서 우유의 비율이 크므로 저장 중 타락죽의 점도는 가열에 의한 우유의 물리화학적 변화에 의한 영향이 큰 것으로 생각된다. 열처리는 대부분의 우유 가공 시 위생적 그리고 제품에 바람직한 성질을 초래하는 기술적인 이유로 필요한데, 예를 들어 요구

Table 3. Changes in pH¹⁾ of tarakjuk during refrigerated storage

Storage period (day)	Control	Roasting temperature (°C)					
		145		165		185	
		Roasting time (min)					
		25	40	25	40	25	40
0	6.32±0.01 ^c	6.29±0.01 ^b	6.29±0.00 ^c	6.29±0.01 ^b	6.28±0.01 ^a	6.25±0.00 ^b	6.23±0.00 ^c
2	6.40±0.01 ^d	6.30±0.01 ^{ba}	6.31±0.01 ^b	6.30±0.00 ^b	6.29±0.00 ^a	6.28±0.01 ^a	6.25±0.01 ^b
4	6.48±0.01 ^c	6.31±0.01 ^{ba}	6.31±0.01 ^b	6.33±0.00 ^a	6.30±0.00 ^a	6.29±0.01 ^a	6.25±0.01 ^b
7	6.60±0.01 ^b	6.32±0.01 ^a	6.33±0.00 ^a	6.31±0.01 ^b	6.31±0.01 ^a	6.30±0.01 ^a	6.27±0.00 ^a
14	6.75±0.01 ^a	6.20±0.01 ^c	6.17±0.00 ^d	6.17±0.01 ^c	6.14±0.04 ^b	6.11±0.01 ^c	6.10±0.01 ^d

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

르트 제조 시 우유를 85°C에서 10분간 가열하는 조건에서는 유청단백질이 변성되어 카세인 micelles과 복합체를 형성함으로써 요구르트의 점도를 증가시킨다¹²⁾. 한편 열처리와 균질화 과정을 병용하면 균질화하지 않고 가열된 우유와 비교 시 유청단백질의 변성을 강화시킨다¹³⁾. Vasbinder 등³³⁾은 70~100°C에서는 카세인 micelle 분획의 구조에는 주목할만한 열에 의해 유발된 효과는 관찰되지 않았으나, 주로 β-lactoglobulin(β-Ig)과 α-lactalbumin(α-lac)으로 구성된 우유의 유청단백질 분획에 대해서는 한 분명한 영향을 갖는다고 하였다. 즉 가열 시 분자의 구조적 변화로 인해서 β-Ig 내에 한 개의 thiol기(-SH)가 노출되고, 이 thiol기는 한 개의 thiol기를 갖는 다른 단백질 혹은 thiol-disulfide 교환 반응을 통해서 disulphide (-S-S-)을 형성할 수 있으며 이 반응은 단백질의 변성과정을 비가역적으로 만든다고 한다. 또한 Fairise 등¹²⁾은 우유의 열처리 시 β-Ig/k-casein 복합체가 열에 의해 유발된 가장 중요한 반응 생성물이며, 특히 70~90°C에서는 α-lac과 β-Ig 사이에 용해성 복합체를 형성한 후 k-casein과 반응하여 복합체를 형성하기도

한다고 하였다.

3) *in vitro* 전분 분해율(IVSD)

볶음 조건을 달리한 타락죽을 14일간 냉장 저장하고, 저장 기간에 따른 타락죽을 진공 건조한 후 porcine α-amylase에 의한 IVSD의 변화를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 대조구 멍쌀가루로 만든 타락죽의 IVSD는 160.11mg maltose/g이었으나 165°C와 185°C에서 볶음 시 증가하였으며 185°C에서 25분 볶음 시 타락죽의 IVSD는 191.19mg maltose/g으로 가장 높게 나타났다. 본 연구에서 제조한 타락죽은 우유에 대한 멍쌀가루의 비율이 15 : 150 (w/w)으로 일정한 타락죽 시료 내 멍쌀가루의 비율이 낮았으나, 볶음조건에 따른 멍쌀가루의 IVSD(Table 2)와 비교할 때 타락죽의 가열 과정은 IVSD를 증가시키는 것으로 나타났다. 조리 및 autoclaving과 같은 가내에서 행해지는 가공 방법은 amylase 저해제, 폴리페놀, phytate와 같은 α-amylase를 저해하는 항영양성 물질들의 농도를 감소시킴으로써 어느 정도 전분 분해율의 증가에 관여하는 것으로 알려지고 있다²³⁾.

Table 4. Changes in viscosity¹⁾ of tarakjuk during refrigerated storage

Storage period (day)	Control	Roasting temperature (°C)					
		145		165		185	
		Roasting time (min)					
		25	40	25	40	25	40
0	2650±0.0 ^e	2070±7.1 ^c	2568±10.6 ^c	1832±17.7 ^d	1953±10.6 ^c	1365±14.1 ^c	668±3.5 ^c
2	2148±17.7 ^d	1958±3.5 ^d	2945±7.1 ^d	2193±3.5 ^c	2473±3.5 ^c	1678±24.8 ^c	673±10.6 ^c
4	2878±3.5 ^c	2030±14.1 ^c	3013±3.5 ^c	2120±35.4 ^c	2233±24.8 ^d	1575±14.1 ^d	725±0.0 ^b
7	3058±10.6 ^b	2605±28.3 ^b	3748±10.6 ^b	2718±24.8 ^b	2708±3.5 ^b	2060±7.1 ^b	730±7.1 ^b
14	3640±14.1 ^a	4143±53.0 ^a	4774±36.8 ^a	4148±60.1 ^a	4298±88.4 ^a	2723±31.8 ^a	1075±7.1 ^a

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

Table 5. Changes in *in vitro* starch digestibility (mg maltose/g, d.b.)¹⁾ of tarakjuk during refrigerated storage

Storage period (day)	Control	Roasting temperature (°C)					
		145		165		185	
		Roasting time (min)					
		25	40	25	40	25	40
0	160.11±0.51 ^{ba}	139.72±0.62 ^b	150.99±4.35 ^{ba}	169.05±2.28 ^{ba}	173.34±10.57 ^a	191.19±6.07 ^a	177.05±1.15 ^b
2	145.78±1.21 ^{dc}	160.99±0.57 ^a	153.32±2.07 ^a	162.55±5.11 ^b	147.95±4.10 ^b	173.96±1.32 ^b	184.82±0.74 ^a
4	139.31±5.52 ^d	144.33±7.66 ^b	143.29±5.60 ^{bc}	153.25±2.26 ^c	148.65±0.71 ^b	163.05±1.90 ^c	164.37±1.64 ^c
7	153.47±0.69 ^{bc}	140.40±3.64 ^b	151.54±3.09 ^{ba}	170.90±1.68 ^a	147.74±5.50 ^b	166.72±0.01 ^{cb}	175.22±2.08 ^b
14	164.35±4.07 ^a	148.01±2.60 ^b	139.65±2.10 ^c	173.85±1.25 ^a	167.23±3.25 ^a	153.96±1.48 ^d	178.34±4.95 ^{ba}

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

한편 볶음 조건을 달리한 타락죽의 냉장 저장 중 IVSD의 변화를 보면 일반적으로 저장 4일까지는 IVSD가 감소하여 139.31~164.37mg maltose/g을 나타내었으며, 이후 다시 서서히 증가하는 경향을 나타내어 저장 14일에는 타락죽의 IVSD는 139.65~178.34 mg maltose/g을 나타내었다. Devi 등⁸⁾은 boiling과 puffing한 쌀의 높은 전분 분해율과 또한 이들 쌀가공 식품의 낮은 RS 함량으로부터 RS 함량의 측정인 전분 분해율의 좋은 지표가 될 수 있다고 하였다. Lorraine³⁴⁾는 가공 식품에서 가장 보편적인 형태의 효소저항전분(RS)은 노화된 전분이며, 노화를 증진하거나 혹은 제한하는 저장 조건은 뒤이은 RS 형성에 영향을 미친다고 하였다. RS는 대장에서 발효되어 acetate, propionate, butyrate와 같은 단쇄 지방산을 생성하여 장내 pH를 저하시킴으로써 대장암, 혈당지수의 감소 및 다른 식이와 관련된 질병 예방과 연관되므로 생리적으로 이로운 물질로 알려져 있다³⁵⁾. 따라서 RS 함량의 변화로부터 전분 분해율의 변화를 이해하기 위하여 저장 중 RS 함량의 변화에 대한 연구를 보면, 옥수수 빵을 냉장 저장 시 4일까지는 RS 함량이 증가한 반면, 저장 7일에는 RS 함량이 상당히 떨어졌는데 장기 저장에 따른 RS 함량의 감소는 재결정화에 필요한 물의 고갈과 함께 전분-단백질, 전분-지질 복합체의 형성 결과로 인한 전분의 일반적인 비유용성 때문일 수 있다고 한다³⁴⁾. Frei 등¹¹⁾도 저장 시 전분 가수분해의 감소는 이미 호화된 전분의 재결정화에 의하는데, amylose의 노화는 2일 후에 한계에 달하는 반면 amylopectin의 노화는 호화 후 30~40일까지 지속한다고 하였다. 이로부터 본 연구에서 멥쌀가루를 우유와 함께 가열하여 제조한 후 냉장 저장된 타락죽은 RS를 포함하는 것으로 생각되어지며, 따라서 타락죽의 IVSD에 영향을 줄 것으로 생각된다. 그러므로 혈당지수와 관련이 있는 것¹¹⁾으로 알려진 전분분해율 측면에서 영양적인 목적에 적합한 멥쌀가루의 볶음 조건과 타락죽의 저장 시간

이 선택되어질 수 있다고 생각된다.

4) *in vitro* 단백질 분해율(IVPD)

볶음 조건을 달리한 타락죽을 냉장 저장하고 저장 기간에 따른 타락죽을 진공 건조한 후 trypsin-chymotrypsin-peptidase로 구성된 혼합 단백질 분해효소에 의해 10분 분해한 후 분해액의 pH로부터 계산한 IVPD의 변화는 Table 6과 같다. 제조직후 대조구 타락죽의 IVPD는 85.93%이었으며 볶음 온도와 시간이 증가할수록 타락죽의 IVPD는 일반적으로 증가하는 경향을 나타내어 185℃에서 40분 볶음 시 87.74%를 나타내었다. Table 3에서 볶음 조건에 따른 멥쌀가루의 IVPD는 145℃와 165℃에서 볶음 시 대조구보다 증가하였고 185℃에서는 낮았으나, 이들로부터 제조한 타락죽의 IVPD는 대조구보다 일반적으로 증가하는 것으로 나타났다. 한편 제조직후 타락죽의 혼합 단백질 분해효소에 의한 단백질 분해속도는 Fig. 1과 같다. 볶음 조건을 달리한 멥쌀가루의 단백질 분해속도에서 185℃에서 볶음 시 대조구보다 느린 것으로 나타났으나(Fig. 1), 이들로부터 만든 타락죽의 단백질 분해속도는 대조구보다 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 사용한 타락죽의 가열 온도와 시간 조건은 IVPD를 증가시키는 것으로 나타났다.

IVSD에 대한 열처리 가공의 영향을 보면 pearl millet를 98℃에서 30초간 blanching 하면 고분자 단백질의 분해 및 열에 민감한 단백질 분해요소 저해제를 파괴함으로써 IVPD가 증가하였고³⁶⁾, African breadfruit 종자를 30분간 boiling하면 IVPD가 증가하였다²⁶⁾. 한편 boiling 시 단백질 분해율의 감소는 단백질 구조가 구부러지고 휘어짐을 초래하는 disulphide (-S-S-) 결합의 형성으로 효소에 의한 분해 정도가 감소하는 것에 기인한다고 한다³⁷⁾.

볶음 조건을 달리한 타락죽은 저장 7일에는 IVPD가 유의적으로 증가하여 88.01~89.28%를 나타내었으나 ($p < 0.05$), 저장 14일에는 더 이상의 유의적인 증가는

Table 6. Changes in *in vitro* protein digestibility (%)¹⁾ of tarakjuk during refrigerated storage

Storage period (day)	Control	Roasting temperature (°C)					
		145		165		185	
		Roasting time (min)					
		25	40	25	40	25	40
0	85.93±0.26 ^c	84.76±0.38 ^b	85.93±0.00 ^b	87.38±0.51 ^b	87.38±0.00 ^c	87.47±0.00 ^c	87.56±0.00 ^c
7	89.01±0.00 ^a	88.01±0.38 ^a	88.19±0.13 ^a	89.01±0.00 ^a	88.28±0.00 ^b	88.83±0.00 ^b	89.19±0.00 ^b
14	88.29±0.26 ^b	88.83±0.51 ^a	88.56±0.38 ^a	88.29±0.26 ^{ba}	89.01±0.00 ^a	89.19±0.00 ^a	89.37±0.00 ^a

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

나타내지 않았다. Chevan 등³⁸⁾은 수수 낱알을 실온에서 24시간 발효 시 IVPD가 현저히 증가한다고 하였는데, 이는 보다 복잡한 저장 단백질이 부분적으로 분해하여 저분자의 수용성 물질을 생성하기 때문이라고 하였다.

한편 타락죽은 멥쌀가루에 대한 우유의 비율이 크므로 열처리에 의한 우유 단백질의 변화 또한 타락죽의 IVPD에 영향을 주리라 생각된다. Garcia-Risco 등¹³⁾은 우유의 카세인 micelles을 파괴시키는 물리적, 화학적, 효소적 처리는 단백질 분해율을 증가시킨다고 하였다. 또한 열처리는 전지 우유의 지방구의 크기에 영향을 미치지 않았으나 보다 큰 micelles의 수를 증가시켜 광범위한 micelle 크기 분포를 초래한다고 하였고, 균질화 과정은 전지 우유의 평균 micelle의 크기를 감소시키는 경향이 있으며, 특히 먼저 가열된 후 균질화된 우유는 가장 작은 크기의 micelle을 갖는다고 하였다. 따라서 본 연구에서 타락죽은 멥쌀가루와 우유의 혼합물을 동시에 저어주면서 가열하여 제조하였으므로, 우유의 카세인 micelle의 크기를 감소시킴으로써 뒤이은 냉장 저장 중 단백질 분해율의 증가에 관여하는 것으로 생각된다.

IV. 요약

볶음 온도와 시간을 달리한 멥쌀가루와 이들로부터 제조한 타락죽의 화학 조성, *in vitro* 전분분해율 (IVSD)과 *in vitro* 단백질 분해율 (IVPD)을 측정하였다. 또한 볶음조건을 달리한 타락죽의 냉장 저장 중 pH, 점도, IVSD 그리고 IVPD의 변화를 측정할 결과는 다음과 같다. 멥쌀가루의 단백질 함량은 볶음 조건에 따라서 건물당 6.52~7.13%이었으며, 타락죽의 단백질과 Ca 함량은 각각 3.74~4.0%, 1,278.36~1,340.87 ppm이었다. 멥쌀가루를 145°C와 165°C에서 볶음 시 IVSD는 대조구에 비해 증가를 나타내지 않았으나 185°C에서는 증가하였다. 반면 IVPD는 대조구보다 유의적으로 증가한 반면, 185°C에서는 유의적으로 감소하였다. 멥쌀가루의 볶음 조건은 이로부터 제조한 타락죽의 pH, 점도, IVSD 그리고 IVPD와 같은 품질특성에 영향을 주는 것으로 나타났는데, 볶음 온도와 시간이 증가함에 따라서 타락죽의 pH와 점도는 점차 감소하는 경향을 나타낸 반면, IVSD와 IVPD는 일반적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 볶음조건을 달리한 타락죽의 냉장 저장 중 품질 특성의 변화를 보면 볶음 조건을 달리한 타락죽의 pH는 대조구를 제외하고 저장 7일

까지는 증가하였으나 유의적인 차이는 나타내지 않았으며, 저장 14일에는 모두 유의적으로 감소하여 pH 6.11~6.17을 나타내었다. 한편 점도는 저장일수가 증가함에 따라서 유의적으로 증가하여 저장 14일에는 1,075~4,774 cp를 나타내었다. 타락죽의 IVSD는 일반적으로 저장 4일까지는 감소하였으며, 이후 다시 서서히 증가하는 경향을 나타내어 저장 14일에는 139.65~178.34mg maltose/g을 나타내었다. 반면 IVPD는 저장 7일에는 유의적으로 증가하여 88.01~89.28%를 나타내었으나, 저장 14일에는 더 이상의 유의적인 증가는 나타내지 않았다. 이상의 결과들은 타락죽을 제품화 하는데 있어서 영양적인 목적에 따라서 멥쌀가루의 볶음과 타락죽의 저장을 위한 적합한 조건이 추천될 수 있음을 제시하고 있다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 고려대학교 특별연구비에 의하여 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 황해성, 한복려, 한복진: 한국전통음식. p.234, 교문사, 서울, 1991
- 강인희 : 한국의 맛. p.64, 대한교과서, 서울, 1987
- Lee, GC : A study on the traditional daily food of Seoul. *Asian Comparative Folklore*, 20:233, 2001
- Lee, GC, Kim, SJ and Koh, BK : Effect of roasting condition on the physicochemical properties of rice flour and the quality characteristics of *Tarakjuk*. *Korean J. Sci. Technol.*, 35(5):905, 2003
- 농림부 홈페이지.
- 조선왕조실록, 영조 29년 7월.
- Sagum, R and Arcot, J : Effect of domestic processing methods 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(1): 107, 2000
- Devi, K and Geervani, P : Rice processing-Effect on dietary fibre components and *in vitro* starch digestibility. *J. Food Sci. Technol.*, 37(3):315, 2000
- Kayisu, K and Hood, LF : Effects of dehydration and storage conditions on the pancreatic alpha amylase susceptibility of various starches. *J. Food Sci.*, 44:1728, 1979
- O'Dea, K, Snow, P and Nestel, P : Rate of starch hydrolysis *in vitro* as a predictor of metabolite responses to complex carbohydrate *in vivo*. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 1991, 1981
- Frei, M, Siddhuraju, P and Becker, K : Studies on the *in vitro* starch digestibility and the glycemic index of six

- different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem.*, 83(3):395, 2003
12. Fairise, J-F, Cayot, P and Lorient, D : Characterisation of the protein composition of casien micelles after heating. *Inter. Dairy J.*, 9(3-6):249, 1999
 13. Garcia-Risco, MR, Ramos, M and Lopez-Fandino, R : Modifications in milk proteins induced by heat treatment and homogenization and their influence on susceptibility to proteolysis. *Inter. Dairy J.*, 12(8):679, 2002
 14. Duodu, KG, Taylor, JRN, Belton, PS and Hanaker, BR : Mini review. Factors affecting sorghum protein digestibility. *J. Cereal Sci.*, 38(2):117, 2003
 15. AOAC. Official methods of analysis (14th ed.). Washington DC, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1984
 16. Singh, U, Kherdeka MS and Jambunathan, R : Studies on Desi and Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L) cultivars. The levels of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and in vitro starch digestibility. *J. Food Sci.*, 47:510, 1982
 17. Hsu, HW, Vavak, DL, Satterlee LD and Miller, GA : A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J. of Food Sci.*, 42(5):1269, 1977
 18. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA 1990
 19. 한국인 영양권장량. 제6차개정, 한국영양학회, p.82, 서울, 1995
 20. 문지웅 : 우유 및 유제품과학. p.61, 유한문화사, 서울, 2003
 21. Robson, EW and Dalgleish, DG : Coagulation of homogenized particles by rennet. *J. of Dairy Res.*, 51: 417, 1984
 22. Gahlawat, P and Sehgal, S : In vitro starch and protein digestibility and iron availability in weaning foods as affected by processing method. *Plant Foods for Human Nutr.*, 45:165, 1994
 23. Gahlawat, P and Sehgal, S : Protein and starch digestibility and mineral availability of products developed from potato, soy and corn flour. *Plant Foods for Human Nutr.*, 52(2):151, 1998
 24. Lauro, M, Suortti, T, Autio, K, Linko, P and Poutanen, K : Accessibility of barley starch granules to α -amylase during different phases of gelatinization. *J. of Cereal Sci.*, 17:125, 1993
 25. Friedman, M : Food browning and its prevention: an overview. *J. Agric. Food Chem.*, 44:631, 1996
 26. Giami, SY, Adindu, MN, Akusu, MO and Emelike, JNT : Compositional, functional and storage properties of flours from raw and heat processed African breadfruit seeds. *Plant Foods for Human Nutr.*, 55(4):357, 2000
 27. Giami, SY, Adindu, MN, Hart, AD and Denenu, EO : Effect of heat processing on in vitro protein digestibility and some chemical properties of African breadfruit seeds. *Plant Foods for Human Nutr.*, 56(2):117, 2001
 28. Gardner, HW : Lipid hydroperoxide reactivity with protein and amino acids. A review. *J. Agric. Food Chem.*, 27:220, 1979
 29. Valero, E, Villamiel, M, Sanz, J and Martinez-Castro, I : Chemical and sensorial changes in milk pasteurised by microwave and conventional systems during cold storage. *Food Chem.*, 70(1):77, 2000
 30. Papageorgiou, DK, Melas, DS, Abraham, A and Koutsoumanis, K : Growth and survival of *Aeromonas hydrophila* in rice pudding (milk rice) during its storage at 4°C and 12°C. *Food Microbiol.*, 20(4):385, 2003
 31. Ramirez-Jimenez, A, Guerra-Hernandez, EJ and Garcia-Villanova, B : Evaluation of amino group losses for monitoring storage of infant cereals containing milk. *Food Control*, 15(5):351, 2003
 32. Plahar, WA, Annan, NT and Nti, CA : Cultivar and processing effects on the pasting characteristics, tannin content and protein quality and digestibility of cowpea. *Plant Foods for Human Nutr.*, 51(4):343, 1997
 33. AJ and de Kruif, CG : Casein-whey protein interactions in heated milk: the influence of pH. *Int. Dairy J.*, 13(8):669, 2003
 34. LN : Effect of storage period and temperature on resistant starch and β -glucan content in cornbread. *Food Chem.*, 83(4):493, 2003
 35. Jenkins, DJA, Wolever, TMS, Collier, GR, Ocana, A, Rao, AV, Buckley, G, Lam, Y, Mayer, A and Tompson, LU : Metabolic effects of a low-glycemic-index diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46:968, 1987
 36. Sehgal, AS and Kawatra, A : In vitro protein and starch digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) as affected by processing techniques. *Nahrung/Food*, 45(1): 25, 2001
 37. Fageer, ASM and Tinay, AHEI : Effect of genotype, malt pretreatment and cooking on in vitro protein digestibility and protein fractions of corn. *Food Chem.*, 84(4):613, 2004
 38. UD, Chavan, JK and Kadam, SS : Effect of fermentation on soluble protein and in vitro protein digestibility of sorghum, green gram and sorghum-green gram blends. *J. Food Sci.*, 53(5):1574, 1988

(2004년 6월 1일 접수, 2004년 7월 6일 채택)