

당근즙 첨가炊飯米의 性分 및 消化率 測定

오 미 향 · 김 경 자

동아대학교 식품과학부 식품영양학과

A Study on Physicochemical Properties and Digestive Ratio Measurement of Carrot Juice Adding Cooked Rice

Oh Mi Hyang, Kim Kyung Ja

Department of Food Science and Nutrition, Dong-A University

Abstract

This study was attempted to enhance the contents of dietary fiber and minerals of cooked rice by adding four different levels of carrot juice in cooking water (0%:A, 10%:B, 20%:C, 30%:D). The degree of gelatinization and retrogradation, sensory evaluation, and *in vitro* digestion ratio were tested. These results concluded that the rice cooked with 10~20 % of carrot juice in cooking water was quite acceptable, the optimum cooking conditions for the rice were one hour prosoaking time, 160% cooking water to rice ratio, 20 minutes heating time and 10 minutes steamed cooking.

Key words : carrot juice, cooking water, cooked rice, *in vitro* digestion.

I. 서 론

한국인이 쌀로 밥을 지어 먹기 시작한 것은 상고 시대부터이고 주식으로 분리된 시기는 삼국시대 전후¹⁾로 추정되고 있다. 쌀과 밥에 대한 연구는 1970년대에 들어와서 쌀 자체의 성분 분석으로 도정, 수세 및 취반과정 중에 vitamin, 무기질의 손실이 있었음을 밝혔으며²⁻⁴⁾ 다수화 품종이 개발 생산되면서 쌀 전분내의 amylose 함량비, 가수량에 따른 호화조건, 호화도에 따른 질감의 차이점의 분석이 발표되었다⁵⁻⁷⁾.

1980년 부터는 밥맛의 특성에 영향을 미치는 요인

분석으로 취반기구에 따른 texture 특성을 texturometer와 관능 검사에 의한 평가 등이 보고되었다.

Hwang 등⁸⁾은 백미에 속을 첨가하여 비만 예방을 위한 식사지침을 발표하였고, Kim⁹⁾은 백미에 조리수를 우유로 대체하여 lysine, threonin의 부족을 보완한 조리방법을 발표한 바 있으며, 최근에는 건강 증진을 위해 식이섬유 특히 곡류 식이섬유의 섭취증가가 유익하다¹⁰⁾는 보고와 같이 쌀의 영양학적 장점이 차례로 밝혀지고 있지만 동물성 식품의 섭취증대로 쌀의 소비가 계속 줄어 들고있는 경향이다.

쌀 소비 감소는 성인병의 증가와 반비례 관계를 나타내기도 한다. 일본에서는 소득향상으로 기름진

동물성 식품의 증가와 쌀의 섭취량이 줄어든 만큼 대장암의 발생이 늘었다는 사실에 비상한 관심을 보여주고 있다¹¹⁾.

식이섬유의 중요성은 1970년대 영국의 Burkitt¹²⁾에 의하여 아프리카에 사는 사람들이 구미 선진국에 사는 사람들보다 성인병의 발생률이 낮다는 연구 결과가 발표되면서 인식하게 되었다. 식이섬유는 구성요소의 물리적 특성에 따라 식품 및 영양학적인 면에서 다양한 기능을 갖고 있으며 악성 종양을 포함한 장관의 질환, 동맥경화증, 울혈성 심장질환, 비만증, 당뇨병과 같은 질병들을 억제하고 있다는 연구보고^{13,14)}가 있으며 이에 따라 약품이 아닌 식품으로 생체의 기능을 위한 기능음료로서의 식이섬유 음료를 이용하려는 측면에서 당근은 우리 식생활에 많이 애용되고 있다. 뿐만 아니라 알칼리 식품이며 vitamin이 풍부하고 섬유질도 많이 함유되어 있으므로 본 연구에서는 취반하는데 중요한 요소인 조리수(0, 10, 20, 30%)로 대체하여서 농도와 가수량 (120, 140, 160, 150, 200%)에 따른 취반미의 물성을 구명하고자 하였다.

농도별로 만든 밥의 호화도와, 노화도를 순수한 물로 만든 밥과 비교 측정하고 농도별 취반미의 알칼리도와 pH를 측정하였으며 시료 취반미의 기호도 조사로서 맛, 냄새 texture의 차이점을 밝히고 각 취반미의 소화율을 측정하여 당근즙을 섞어서 만드는 새로운 취반미의 최적조건을 찾는데 목적을 두었다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

쌀(낙동벼)과 당근(봄맞이 당근)은 하단시장(부산)에서 구입하였다.

쌀의 길이는 4.7mm, 넓이 2.7mm, 무게 1.97mg 이었다. 수분함량은 쌀이 13.0%이고 당근은 91.6%였다.

2. 시료의 조제

시료로 사용한 조리수의 당근 혼합비율은 Table 1과 같다. 밥을 지을때 쌀은 물에 3회 깨끗이 씻고 체

Table 1. Composition of cooking water (%)

Group	A	B	C	D
Water	100	90	80	70
Carrot	0	10	20	30

에서 물기를 제거하여 사용하였으며 당근은 일정한 크기로 잘라 믹서기에 넣어 덩어리가 없도록 충분히 갈아서 조리수에 농도에 따라 혼합하여 사용하였다.

취반 전에 쌀을 각각의 조리수에 60분씩 침치시켰다. 가수량은 당근 혼합 조리수로써 쌀의 160%로 가수하였다. 가열기구는 가스레인지 사용하였으며 가열은 중간불로 하였다.

1) 회분 정량

정성한 쌀 5g을 담고 농도별 조리수로 20분 끓이고 10분간 뜸들인 후 60분간 상온에서 방치해 두었다가 골고루 섞이도록 저은 후 밥 10g을 도가니 속에 넣어 전기로(화신전기제품, No. 609122)에서 55°C로 5시간 회화시킨 후 회분을 측정하였다.

2) 알칼리도 측정

알칼리도를 측정하는 방법¹⁵⁾에 따라 측정하였다.

시료 10g을 55°C의 전기로에서 5시간 회화시킨 후 증류수 100ml를 가하여 2~3분간 끓인다. 끓인 액을 정량 여지로 여과하여 식힌 다음 methyl orange를 지시약으로 몇 방울 떨어뜨린다. 이때 여액이 황색을 띠면 알칼리성이므로 0.1N-HCl 용액으로 적정하고 여액이 오렌지색이면 산성이므로 0.1N-NaOH 용액으로 적정하여 소요되는 ml 수를 구하여 수용성 회분의 알칼리도를 구하였다. 남은 잔사는 여과지와 함께 도가니에 넣어 다시 회화시켜 여기에 0.1N-HCl 용액 15ml를 넣고 10분간 조용히 끓인 다음 실온에서 냉각시키고 methyl orange를 이용하여 0.1N-NaOH 용액으로 역적정하여 불용성 회분의 알칼리도를 구하였다. 수용성 회분 알칼리도와 불용성 회분 알칼리도를 합한 값으로 총 알칼리도를 구하였다.

3) 호화도 측정

요드 정색법¹⁶⁾에 준하였다. 쌀 2.5g을 칭량한 후

당근의 농도별 조리수를 쌀 무게의 120~200%로 하여 100ml flask에 넣고 1시간동안 침윤 시킨 후 중탕으로 20분간 끓이고 10분간 뜸들인 후 실내온도에서 1시간 동안 방치시켰다.

이 시료에 증류수 50ml를 가하여 취반미를 분산시킨 후 40°C의 shaking water bath에서 2시간 진탕시켰다. 이때, 침출된 가용성 전분을 3000rpm에서 5분간 원심 분리시킨 후 여기서 얻은 상등액 10ml를 100ml 메스 플라스크에 취한후 0.1N I₂용액 0.5ml를 가하고 증류수 100ml로 채워 잘 섞은 후 630nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) 노화도 측정

노화도를 측정할 때 만든 취반 방법으로 시료를 만들었다. 만든 취반미는 밀봉하여 일정시간(3~24시간) 상온에 방치하면서 매시간마다 노화도를 측정하여 그 값으로 다음과 같이 노화도를 계산하였다.

$$\text{노화도}(\%) = (a - b) / a \times 100$$

a : 취반 직후의 흡광도

b : 일정시간 노화시킨 후 상기와 같은 흡광도

5) 취반미의 기호도 조사

동아대학교 식품영양학과 4학년 20명을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 실험의 목적을 상세히 설명해 주었다. 가수율 160%로 만든 A, B, C, D 네 가지의 취반미를 제공하여 평가하도록 하였다.

기호도 조사를 위한 관능검사 내용은 외관으로 색, 윤기, 풍만성, 덩어리지는 정도를 나타내도록 하였고 향미로서는 구수한 냄새, 단냄새, 구수한 맛, 단맛을 채점하도록 하였으며, 질감의 느린점은 거친정도, 견고성, 부착성, 질은 정도, 삼킬때의 용이성 등 모두 14항목에 대하여 채점하도록 하였다. 채점방법은 제일 좋은 것은 5점, 제일 나쁜것은 1점으로 하는 5점 평정법¹⁷⁾에 준하였다.

통계처리는 기호도 조사에서 얻은 측정치로 분산분석(ANOVA)하고 Duncan test¹⁸⁾로 검정하였다.

6) pH 측정

당근 농도별로 만든 조리수를 여과하여 실온에서

pH Meter(PH/ion meter DP-880)를 사용하여 각 시료를 측정하였다.

7) In vitro 소화율 측정

Jenkins 법¹⁹⁾을 다소 변화시킨 방법을 사용하였다. A, B, C, D 취반미를 100°C 건조기에 5시간 건조한 후 곱게 가루를 만들어 각각의 시료 0.2g에 전처리한 후 dialysis tube(Sigma Vo 250-9)에 충전하였다. 여기에 human saliva 0.2mg과 pancreatic amylase(E.C 3.2.11 NO.A-6255) 0.5mg을 가하여 dialysis tube를 봉하였다. 이것을 100ml beaker 속에 넣고 10ml 증류수를 가한 다음 37°C 항온조에서 2시간 진탕하였다. 그리고 일정시간 30, 60, 90, 120분마다 0.4ml씩 취하여 유리된 환원당을 Folin-Wu 법²⁰⁾에 의하여 정량하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 회분 측정량

각 조리수로 취반한 밥 10g을 550°C에서 5시간 회화한 후 회분량을 측정된 결과는 Table 2와 같이 당근 농도가 짙을수록 회분량이 많았다.

2. 알칼리도 측정량

측정된 A, B, C, D 회분에 증류수 100ml를 가하여 2분동안 끓인 뒤 여과하여 1~2 방울의 methyl orange를 넣었을때 알칼리성인 황색을 띄었으므로 0.1N-HCl 용액을 가하여 수용성회분의 알칼리도를 구하였으며, 불용성 회분은 15ml 0.1N-HCl를 가한 다음 methyl orange를 넣어서 붉은색을 띄었으므로 0.1N-NaOH를 넣어 측정된 값은 Table 2와 같다. 당근 농도가 짙을 수록 알칼리도가 높아지는 것으로 나타났다.

3. 당근 농도와 가수율에 따른 취반미의 노화도 변화

당근의 농도별 조리수 A, B, C, D를 가수율 120~200%를 넣고 만든 취반미를 요드 정색법에 의해 노화도를 비교한 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같다.

Table 2. Alkalinity and contents of ash of cooked rice by addition of carrot juice

Group	A	B	C	D
Ash(%)	0.21	0.24	0.25	0.29
Alkalinity & acidity	(-)0.35	(+)3.26	(+)4.78	(+)5.41

A : 100% water
 B : 90% water and 10% carrot
 C : 80% water and 20% carrot
 D : 70% water and 30% carrot

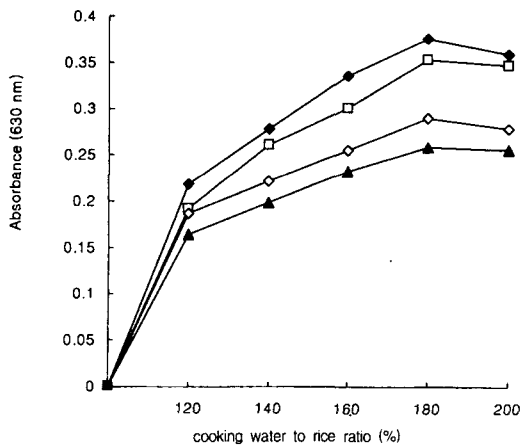


Fig. 1. Effect of cooking water to rice ratio on the degree of gelatinization of cooked rice determined by iodine method.

◆ : A (100% water).
 □ : B (90% water and 10% carrot juice).
 ◇ : C (80% water and 20% carrot juice).
 ▲ : D (70% water and 30% carrot juice).

호화도는 A취반미나 B, C, D 모두 가수량이 많아 질수록 증가하다가 200%에 이르러서는 조금씩 감소하였다. 같은 가수량에서의 호화도는 A취반미가 B, C, D 취반미 보다는 높게 나타났고 A와 B 시료 사이에 호화도 차이는 적었으나 B 시료가 A 시료와 비슷한 호화도를 나타내려면 B 시료를 가수량 160%로 하면 될 것으로 나타났고 C, D 시료에서는 가수량을 A시료 때 보다 30~40%넣어 주어야만 비슷한 호화도를 나타낼 것으로 사료된다.

4. 당근 농도에 따른 취반미의 노화도 변화

조리수 A, B, C, D로 가수량 160%로써 취반한 밥을 그대로 밀봉한 후 상온에서 방치하여 3, 6, 12, 24

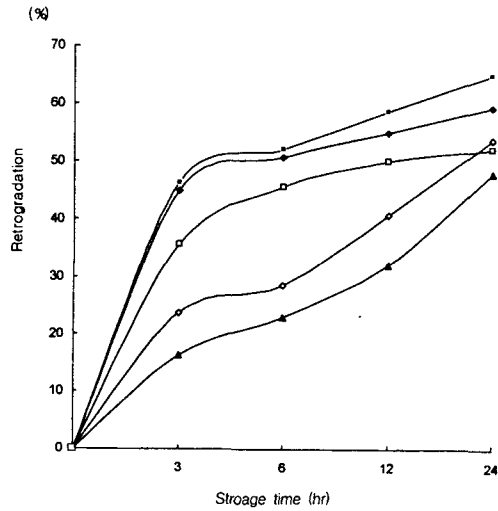


Fig. 2. Degree of retrogradation of cooked rice during twenty four hour storage at room temperature(15°C).

◆ : A (100% water).
 □ : B (90% water and 10% carrot juice).
 ◇ : C (80% water and 20% carrot juice).
 ▲ : D (70% water and 30% carrot juice).
 ■ : E (60% water and 40% carrot juice).

시간 경과 후 각각의 취반미의 노화도를 측정한 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

조리수 A의 취반미가 B, C, D 보다 노화도가 높았으며 A취반미는 시간이 경과하면서 점진적인 상승을 보였다.

취반미 B와 C는 일단 노화가 되면 노화속도가 느려지는 것으로 나타났고 D 취반미는 시간이 경과 될수록 노화속도가 점진적인 상승을 보였다. 전체적으로 3시간 경과시에 A시료는 45%, B시료는 36%, C시료는 33%, D시료 25%, E시료 17%로 나타났다.

전분이나 전분 식품의 노화는 수분함량과 온도 그리고 시간에 영향을 받지만 당근즙 20%가 노화도를 지연시키는데 최적조건으로 나타났다. B 취반미는 A 취반미보다 노화도가 조금 낮았으나 D 취반미 보다는 높았고 40%취반미는 오히려 노화도를 촉진시키는 것으로 나타났다.

5. 기호도 조사에 따른 품질 평가

Table 3. Analysis of variance for sensory evaluation of cooked rice

Characteristics	A	B	C	D
Color*	3.6 ^a	3.2 ^a	2.65 ^{ab}	2.4 ^b
Shininess*	4.2 ^a	3.85 ^a	2.45 ^b	1.6 ^c
Plumpness*	4 ^a	3.3 ^a	2.4 ^b	1.95 ^b
Clumpiness	2.95	2.95	3.45	3.7
Roasted nutty odor	3.25	2.6	3.05	3.3
Sweet odor	2.4	2.55	2.6	3.25
Roasted nutty taste	2.825	2.675	3.1	3.275
Sweet taste**	2.35 ^a	2.3 ^a	2.487 ^{ab}	3.15 ^b
Roughness*	2.3 ^a	2.3 ^a	3 ^a	4.15 ^b
Hardness*	2.1 ^a	2.55 ^a	3.45 ^b	4.35 ^c
Stickiness	3.15	2.8	2.9	2.5
Inner moisture*	3.75 ^a	3 ^{ab}	2.6 ^{bc}	1.85 ^c
Ease of swallowing*	3.95 ^a	3 ^a	2.65 ^{ab}	2.2 ^b
Chewiness**	3.55 ^a	3.05 ^{ab}	2.7 ^a	2.6 ^b

A : 100% water.

B : 90% water and carrot.

C : 80% water and 20% carrot.

D : 70% water and 30% carrot.

Within a row values not sharing common superscript letters are significantly different at the $p < 0.05$ and $p < 0.01$.

"a, b, c : means Duncan's multiple range test for sample (row)".

* $p < 0.01$, ** $p < 0.05$.

Panel원 20명이 3회에 걸쳐 관능특성차이를 평가하였다. 관능 검사원들에 의해서 기호도를 조사한 것을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

외관적으로 나타난 색깔은 취반미 A, B, C 사이에서는 유의성이 없었으나 D 취반미에서는 $P < 0.01$ 수준에서 유의성이 있었는데 특히 D 취반미에서는 높은 유의성을 나타내었다.

풍만성은 A, B 취반미에서는 유의성이 없었으나 C, D 취반미에서는 $P < 0.01$ 수준에서 유의성이 있는 것으로 나타났다. 향미에서는 구수한 냄새, 단 냄새, 구수한 맛에서는 A, B, C, D 취반미가 별다른 차이를 나타내지 않았으며 단맛에서는 A, B, C 취반미 사이에서는 별다른 유의성이 없었고 D 취반미에서는 $P < 0.05$ 수준에서 유의성이 나타났다. 질감에서 보면 거친 정도에서 A, B, C 취반미에서는 별다른 차이가 없었고 D 취반미에서는 $P < 0.01$ 수준에서 유의성이 높았다.

견고성은 A, B 취반미는 차이가 없었고 C, D 취반미에서는 $P < 0.01$ 수준에서 유의성이 나타났으며 부착성에서는 C, D 취반미에서는 $P < 0.01$ 수준에서 유의성이 있었다. 삼킬때의 용이성은 A 취반미에 대해서 B, C, D 취반미가 $P < 0.05$ 수준에서 유의성이 있었다. 시료간의 유의성은 조리수가 당근을 혼합한 취반미이기 때문에 당근속의 섬유질이 관능 특성치의 차이를 뚜렷하게 나타낸 결과라고 사료된다.

6. 당근 농도별 취반미의 pH변화

pH를 측정된 결과 조리수 A가 pH 6.18, 조리수 B는 pH 5.89, 조리수 C는 pH 5.83 그리고 조리수 D는 pH 5.71로써 당근 농도가 짙은 조리수 일수록 pH가 산성쪽으로 나타났다.

7. In vitro 소화율 결과

취반미의 전분 가수분해가 당근 식이섬유 첨가에 미치는 영향을 알아보기 위하여 human saliva amylase와 체장에서 정제한 amylase를 취반미 현탁액에 가하여 2시간까지 환원당량을 측정된 결과는 Fig. 3 및

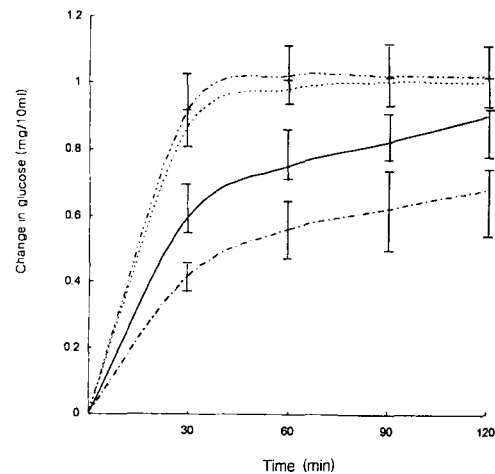


Fig. 3. Formation of reducing sugar during *in vitro* digestion of cooked rice by amylases from pancreas.

--- : A (100% water).

— : B (90% water and 10% carrot juice).

..... : C (80% water and 20% carrot juice).

- · - · - : D (70% water and 30% carrot juice).

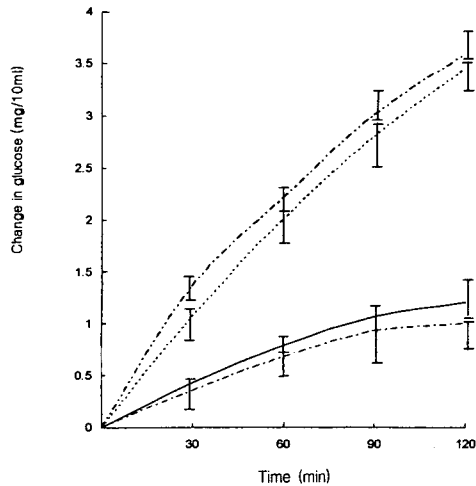


Fig. 4. Formation of reducing sugar during *in vitro* digestion of cooked rice by amylases from human saliva.

- : A (100% water).
- : B (90% water and 10% carrot juice).
- : C (80% water and 20% carrot juice).
- - - - : D (70% water and 30% carrot juice).

Fig. 4와 같다.

Human saliva amylase와 췌장 amylase에 의하여 A 취반미가 B, C, D 취반미보다 조금 늦었으며 당근즙 혼합비율이 많을수록 전분 분해가 조금씩 빨라진 것으로 나타났다.

8. 고찰

백미에 당근즙을 첨가하여 쌀밥에 섬유소를 강화시키려는 실험으로 당근즙 농도를 0%, 10%, 20% 및 30%로 하고, 가수량은 120~200%로 첨가하여 호화도, 노화도 및 기호도와 *in vitro* 소화율을 실험한 결과는 다음과 같다.

1) 호화도는 가수량이 120~200%로 증가시킴에 따라 거의 비례적으로 상승하였으나 가수량이 200% 정도 증가되었을 때는 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. 동일한 가수량에서 호화도는 A 취반미가 높았으며 당근 취반미 사이에도 농도에 따라 호화도 차이는 두드러졌다. A 취반미와 비슷한 호화도를 나타낼 수 있는 시료는 B 시료로서 취반시 10% 정도 가수량을 높이면 될 것으로 나타났다.

2) 노화도는 조리수 A, B, C, D 취반미 모두 3시간 경과 후 노화현상이 크게 나타났고 A 취반미와 비슷한 노화도를 갖는 취반미는 B였다. C 취반미는 A, B 취반미보다 노화도가 낮았고 당근 농도가 짙은 D 취반미 보다 노화도가 낮게 나타났으므로 당근즙 20% 취반미가 노화를 지연시키는데는 가장 좋은 것으로 나타났으며, 또한 당근즙 20% 취반미가 노화를 지연 시키는데는 가장 좋은 것으로 나타났다.

3) 기호도 조사결과로서 A 취반미와 B 취반미 사이에는 유의성이 없었으나 A 취반미와 C, D 취반미 사이에는 $P < .05$ 의 수준에서 유의성이 있는 것으로 나타났다.

4) 소화효소인 human saliva와 췌장 알파-amylase로서 *in vitro* 소화율 결과는 전체적으로 당근이 첨가된 취반미가 물로 만든 취반미보다 소화율이 높은 것으로 나타났다.

5) 알칼리 측정에서 당근즙 첨가 취반미 B, C, D는 (+) 3.26, (+) 4.78, (+) 5.41로서 알칼리성으로 나타났다.

이상의 실험 결과로 당근즙 첨가 취반미의 취반 조리 조건은 가수량이 160%에, 당근즙 농도 10~20%, 가열시간은 20분 끓이고 10분간 뜸들이는 것이 최적조건으로 나타났다.

IV. 문헌

1. 강인희(1980) : 한국식생활사. 삼영사.
2. Kim SK, Kim SS(1985) : Viscogram Pattern of Korean Rice Flours. Korean Agricultural Chemical Society 28(3).
3. Lee SH, Joo HY, Kim SK, Lee SG, Bun YR (1984) : Rheological Properties of Rice Starch by Gelatinization. Korean J Soc Food Cookery Sci 16(3).
4. Kim HY, Kim KO(1986) : Sensory Characteristics for cooked rice by pressure cooker and electric rice-cooker. Korean J Sci Food Cookery Sci 18(4).
5. Kim WJ, Kim JK, Kim SK(1986) : Evaluation and Comparison of Sensory Quality of Cooked Rice.

- Korean J Soc Food Cookery Sci 18(1).
6. Hong, YH, An HS, Lee SK, Jun SK(1988) : Character of Genral Rice and Textural Characteristics of Cooked Rice. Korean J Soc Food Cookery Sci 20(1).
 7. Jung HM, An SY, Kim SG(1982) : Comparison of Physicochemical Characteristics of Rice Starch by Akkibare and Milyang 23. Korean Agricultural Chemical Society 25(2).
 8. Hwang HY, Lee DS, Ju JS(1986) : Effect on Nutrition of White Rat from Foods Service of Rice Flour added Mugwort. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(1).
 9. Kim KJ(1990) : The Study on Rheology and Nutrition of Cooked Rice added Milk. Hyosung Women's University, Doctor's Degree Thesis.
 10. Lee HJ, Byeon SM, Kim HS(1988) : A Study for the Dietary Fiber of Brown and Milled Rice. Korean J Soc Food Cookery Sci 20(4).
 11. Jeon SK(1990): Rice and Nutrition : Simposium-Knowledge of Rice, p.23 National Agricultural Cooperative Federation.
 12. Burkitt DP, Waker ARP, Panter NS(1974) : Dietary Fiber and Disease. J Amer Med Assoc 229.
 13. Trowell HC(1972) : Ischemia heart diease and dietary fiber. Am J Clim Nutr 25: 926.
 14. 이서대(1984) : 식품과 영양(농촌 영양개선 연수원), 5(1):14.
 15. 남궁석, 심상국(1982) : 최신식품 화학실험, 신광출판사 p.74.
 16. 川上謙, 飯島淑子(1964) : 澱粉工學會誌 12: 27.
 17. 吉川誠次(1977) : 食品の官能検査, 光琳書院, p.121.
 18. 이철호, 채수규(1984) : 식품공업품질이론, 유림출판사, p.45.
 19. Jenkins DJA, Woderer TMS, Teylor RH, Ghafari H, Jenkins AL, Barker Jenkins MJA(1980) : Rate of digesstion of and postpran dial glycemia in normal diabetic Subjects. Brit Med J 281: 14.
 20. 실험생화(1988) : 한국생화학회, 탐구당, p.158.