

## 보온 조건이 쌀밥의 관능 특성에 미치는 영향

권미라 · 한진숙 · 안승요

서울대학교 생활과학대학 식품영양학과

### Effect of Storage Conditions on the Sensory Characteristics of Cooked Rice

Mee-Ra Kweon, Jin-suk Han and Seung-Yo Ahn

Department of Food and Nutrition, Seoul National University

#### Abstract

Physicochemical and sensory characteristics of cooked rice during warm-keeping with different temperature (70, 75, 80°C) and period (0, 6, 12, 24, 48 hr) were investigated. As the storage temperature increased, sweet flavor, glossiness, moistness, taste and moisture content decreased but off-flavor, color and sensory and texturometric hardness increased. This trend was significant with storage period. As the storage time and temperature increased, yellowness(b) measured by Hunter color difference meter increased while lightness(L) and whiteness(W) decreased. Degree of retrogradation of cooked rice during storage increased, particularly did in cooked rice stored at 80°C. Cooked rice stored at 70 and 75°C, 6 hr had the least changes in flavor and appearance but more changes in them longer storage time. Cooked rice stored at 80°C had rapid changes in flavor, appearance and texture at initial state of storage. These results showed that the changes in moisture content of cooked rice stored at various conditions had the most important effect upon sensory characteristics of cooked rice.

Keywords: cooked rice, sensory characteristics, storage conditions, moisture content, retrogradation

#### 서 론

쌀밥은 저장 중 노화가 일어나며, 밥의 노화 속도는 쌀의 품종, 취반 온도, 밥의 저장 온도와 수분 함량에 크게 영향을 받는다<sup>(1,2)</sup>. 김 등<sup>(3)</sup>은 실온 및 고온 저장하면서 노화속도를 비교하였을 때, 실온 저장한 쌀밥의 노화속도가 고온 저장한 쌀밥의 노화속도에 비하여 약 1.5배 빠르다고 하였으며, 김<sup>(4)</sup>은 취반시 가수량이 밥의 노화에 영향을 준다고 하였다. 김 등<sup>(5)</sup>은 수분함량을 달리하여 취반한 밥을 온도를 달리하여 저장하였을 때 수분함량에 관계없이 저장 온도가 영향을 미친다고 하였다.

쌀밥의 저장 중 일어나는 노화는 밥의 관능적 특성에 영향을 미쳐 저장 중에 쌀밥의 외관, 텍스처 특성이 변화하여 식미의 저하가 일어나게 된다. 황 등<sup>(6)</sup>은 쌀밥을 4~70°C 온도 범위에서 저장하면서 쌀밥의 겉모양, 텍스처와 향미를 관찰한 결과 냉장 온도와 고온에서 쌀밥을 저장할 경우 쌀밥의 식미가 감소하였

다. 취반 직후의 밥을 용기에 담아 저장하는 동안 부패가 일어나는 것은 취반과정에서 사멸되지 않는 소수의 호기성 세균(*Bacillus* 속)의 포자와 공기나 용기 내에서 유래되는 2차 오염에 기인하기 때문에, 밥을 저장하는 동안 세균의 번식을 방지하기 위하여 일정한 온도를 유지하여야 하는데 일반적으로 10°C 이하 및 65°C 이상의 온도에서 저장하는 것이 바람직하다는 연구 결과가 있다<sup>(7)</sup>.

근래 쌀의 취반 및 보온을 겸한 전기밥솥이 등장하여 가정에서 손쉽게 쌀밥을 보온 저장할 수 있게 됨으로써 쌀밥의 노화 현상을 어느 정도 억제할 수 있게 되었다. 그러나 전기보온밥솥에 밥을 보존할 경우, 전분의 노화는 부분적으로 억제할 수 있지만 갈변반응에 의한 변색과 향미의 변화 등으로 밥의 식미가 나빠지는 것으로 나타났다<sup>(7)</sup>. 이 등<sup>(8)</sup>은 전기밥솥으로 취반된 쌀밥을 보온 저장시 보온 시간이 경과하면서 이취가 증가하는 등 식미가 감소한다고 보고가 있으며, 이 등<sup>(9)</sup>은 압력솥과 전기밥솥으로 취반한 밥맛을 비교하였다. 본 연구에서는 압력솥과 같은 취반방식을 전기밥솥에 적용한 유도가열방식(induction heating)의 전기

Corresponding author: Seung-Yo Ahn, Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Korea

보온밥솥으로 취반한후 보온 저장시 일반적인 전기밥솥에서 저장한 경우보다 더 장기간 쌀밥의 식미특성 변화를 적게 할 수 있는가를 알아보기 위하여 쌀밥을 전기보온밥솥에서 70, 75°C와 80°C의 온도로, 저장시간을 6, 12, 24시간과 48시간으로 장기간 저장하면서 시간에 따른 쌀밥의 품질특성의 변화를 시험하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 연구에서는 1995년 수확된 일품벼를 시료로 사용하였으며, 쌀의 수분함량은 AOAC<sup>(10)</sup>법에 의하여 쌀 5 g을 칭량병에 담아 105°C 오븐건조법으로 수분 함량을 측정하였으며, 쌀의 수분함량은 12.0%이었다. 시료는 구입한 후 즉시 nylon/polyethylene 복합 재료로 만든 봉지에 밀봉하여 4°C에 보관하며 사용하였다.

### 취반 및 보온

쌀 300 g을 맑은 물이 나올 때까지 5회 수세한 다음 수세전 쌀 무게의 1.5배량의 물을 가하고 상온에서 40분간 침지하였다. 그 후 전력공급과 온도를 외부에서 조절할 수 있도록 제조된 전기보온밥솥(삼성 SJ-IH185R)을 사용하여 thermocouple을 내솥의 옆, 바닥과 중간의 세 곳에 연결하여 온도 측정을 하였으며, 내솥의 바닥에 설치한 thermocouple의 온도를 기준으로 가열하면서 99°C에 도달하였을 때를 비등점으로 보고 끓기전까지는 1250 W의 전력을 계속적으로 가하였다. 끓기 시작하면서부터는 끓는 동안 850 W의 전력을 5초간 공급하고 10초간 전력공급을 중단하는 방법으로 전력을 간헐적으로 공급하여 내솥의 바닥에 설치한 thermocouple의 온도가 99°C가 유지되도록 하였다가, thermocouple이 102°C이상으로 온도가 빠르게 올라가면 전원을 끄고 15분간 뜸들이기를 하였다. 뜸들이기를 마친 후 보온 시험 온도에 이르도록 온도 조절을 하였다. 쌀을 침지하여 취반한 후 보온까지의 온도변화는 Fig. 1과 같다. 취반 직후 보온 온도를 내솥 바닥의 thermocouple이 70, 75°C나 80°C로 되도록 하여 각 온도에서 6, 12, 24시간과 48시간 저장하면서 실험을 하였다.

### 수분함량 측정

쌀 300 g을 수세한 후 수세전 쌀무게의 1.5배의 물을 가하고 40분동안 상온에서 침지하고 그 직후 침지한 쌀과 함께 취반솥의 무게를 재고 뜸들이기 직후의 취반솥의 무게를 재 후 각 보온조건에서 보온된 직후

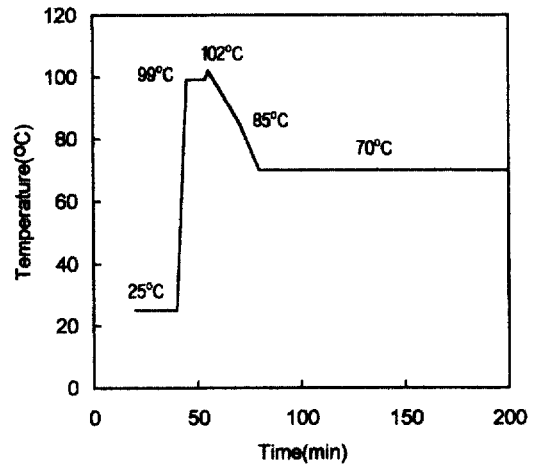


Fig. 1. Temperature profiles of bottom vessel in rice cooker.

의 밥을 포함한 취반솥의 무게를 측정하여 그 차이를 이용하여 보온한 밥의 수분함량을 측정하였다.

### 관능검사

관능평가원으로 서울대학교 식품영양학과 대학원생 12명을 선정하여 3회/주로 약 1개월에 걸쳐 훈련하는 동안 쌀밥의 각 평가특성의 개념과 강도에 대한 기준을 정하기 위하여 쌀의 품종(장립종과 단립종), 가수량 및 취반조건을 달리하여 취반한 쌀밥을 사용하여 훈련을 하였다. 또한 관능평가원들은 보온밥솥을 이용한 쌀밥의 최적취반조건을 결정하는 관능평가를 2개월에 걸쳐 실시한 후 본 실험을 하였다. 평가항목은 단향미(sweet flavor), 이취(off-flavor), 윤기(glossiness), 색깔(degree of brown color), 덩어리지는 정도(clumpiness), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 질음성(moistness), 맛(taste) 등의 관능특성과 앞에서 평가한 밥의 외관, 향미와 조직감을 종합적으로 고려했을 때 바람직한 정도(acceptability)를 평가하게 하였으며, 각 평가항목에 대한 정의는 평가지에 제시하였다<sup>(11)</sup>. 시료의 평가는 각 항목에 대하여 그 강도를 15 cm 직선에 표시하도록 설계된 비구획 척도의 질문지를 사용하여 실시하였다. 취반 직후 밥의 관능평가는 관능평가 항목중 경도는 일품벼를 수세전 쌀무게의 1.1배의 물을 첨가하여 1250 W의 전력을 계속적으로 공급하여 가열취반한 밥을 경도 '15', 부착성과 윤기는 장립종 쌀인 IR 36을 시료로 하여 수세전 쌀무게의 1.5배의 물을 가하여 취반한 밥을 윤기 '0', 부착성 '0'으로하여 훈련 시켰다<sup>(12)</sup>. 본 실험에서는 취반직후 밥의 관능평가 결과를 보온시료의 관능평가치의 각 항

**Table 1. Experimental design in sensory evaluation of cooked rice with different storage condition**

| # Experiment | Treatment combination sequence |            |            |         |
|--------------|--------------------------------|------------|------------|---------|
| 1            | 80°C-48 hr                     | 80°C-6 hr  | 75°C-6 hr  | control |
| 2            | 80°C-48 hr                     | 80°C-24 hr | 75°C-24 hr | control |
| 3            | 75°C-12 hr                     | 75°C-6 hr  | 70°C-48 hr | control |
| 4            | 80°C-12 hr                     | 70°C-48 hr | 70°C-12 hr | control |
| 5            | 80°C-24 hr                     | 75°C-48 hr | 70°C-6 hr  | control |
| 6            | 75°C-12 hr                     | 70°C-24 hr | 70°C-12 hr | control |
| 7            | 80°C-12 hr                     | 80°C-6 hr  | 70°C-6 hr  | control |
| 8            | 75°C-48 hr                     | 75°C-24 hr | 70°C-24 hr | control |

목에 표시하여 제시하였고, 평가시료는 취반직후의 밥(control)과 보온시료를 동시에 제공하여 비교 평가하도록 하였다. 각 보온시료는 3수준의 보온 온도에서 저장 시간을 달리하여 보온한 12종류의 밥과 대조구로 사용한 취반직후의 시료를 포함하여 모두 13개였다. 각 관능검사원에게 1회에 보온시료 3개와 대조구 1개를 포함하여 4개의 시료를 제시하는 균형 불완비 블록 계획법(balanced incomplete block design, BIBD)<sup>(13)</sup>을 실시하였다. 실험계획은 Table 1과 같이 보온시료가 2회 반복되도록 8개군으로 하여, 12명의 관능평가원이 각 실험군을 3회 반복하도록 하였다. 시료는 뚜껑이 있는 petri dish에 30 g을 담아 상온에서 10분간 방치한 후 제시하고, 10분 뒤에 실시하였다. 외관 평가가 다른 관능특성에 미치는 영향을 배제하기 위하여 외관 평가시료는 따로 제시하였고, 그 외의 관능 특성용 시료의 평가는 적색등하의 개인검사대에서 실시하였다.

**기기적 검사**

쌀밥의 텍스처는 취반된 시료를 10분간 상온에서 식힌 후 10.5 g씩 직경 2.0 cm, 높이 2.5 cm의 원통형 틀에 담아 Texture analyzer (XT-RT, SMS, England)로 텍스처 묘사 분석(Texture Profile Analysis: TPA)을 실시하여 힘-시간 곡선을 얻었으며, 이 곡선으로부터 경도(hardness)는 첫 번째 피크의 높이, 응집성(cohesiveness)은 첫 번째 피크면적에 대한 두 번째 피크의 면적, 부착성(adhesiveness)은 첫 번째 피크의 negative force area로부터 계산하였다. Texture analyzer의 조작 조건은 Table 2와 같으며, 각 시료별로 50회 반복 측정하였다.

**보온저장한 밥의 색도 변화 측정**

시료 10 g을 고체시료 측정용 petri dish (3.0×1.0 cm)에 채운 후 색차계(CM-S7w, Minolta)를 이용하여 L (lightness), a (redness) 및 b(yellowness)값을 각각 4회 반복하여 측정하였고 다음의 계산식에 의하여 백도

**Table 2. Condition of two bite test using Texture Analyzer (XT-RT)**

| Type                | Two bite compression test |
|---------------------|---------------------------|
| Plunger             | Stainless steel (ø 15 mm) |
| Weight of load cell | 5 kg                      |
| Test speed          | 2.0 mm/s                  |
| Deformation         | 30%                       |
| Force threshold     | 20.0 g                    |
| Distance threshold  | 0.50 mm                   |
| Contact force       | 0.5 g                     |

(W)를 산출하였다<sup>(14)</sup>.

$$W=100-\{(100-L)+(a+b)\}$$

**보온저장한 밥의 노화도 측정**

각 보온 온도에서 저장한 밥을 정해진 보온시간이 되었을 때 즉시 꺼내어 드라이 아이스와 아세톤을 이용하여 -40°C 이하로 급속히 냉각시켰다. 그 후 냉동 건조기를 사용하여 냉동 건조하여 얻어진 시료를 마쇄기로 갈아 60 메쉬 체를 통과시켜 가루로 하여 측정 시료로 사용하였다. 밥의 노화도 측정은 α-amylase-iodine 방법을 이용한 Tsuge 등<sup>(15)</sup>의 방법을 변형하여 실시하였다. 증류수 50 mL에 시료 250 mg을 가하고 균질기(Biohomogenizer, Gardiner, New York, 12525)를 이용하여 3분간 균질화 시켰다. 균질화된 용액 5 mL에 증류수 3 mL, 0.1 M 인산완충용액(pH6.0, 0.3% NaCl) 2 mL와 α-amylase (EC 3.2.1.1. Type II -A from Bacillus species, Sigma, U.S.A)용액 2 mL (7 unit)를 넣은 후 37°C 항온수조에서 10분간 반응시키고 4 N NaOH를 5 mL첨가하여 효소반응을 정지시키고 그 후 4N HCl을 첨가하여 용액을 중성으로 만든 후 100 mL로 정용하였다. 그 중 10 mL를 취해 요오드 용액(0.2% I<sub>2</sub>-2% KI) 5 mL를 넣고 반응시킨 후 100 mL로 만들어 실온에서 20분간 방치한 후 625 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 의해 노화도를 계산하였다.

$$\text{노화도}(\%) = 100 - \left\{ \frac{a-b}{a-c} \times 100 \right\}$$

- a: 밥의 전체분획의 흡광도
- b: 효소로 반응시킨 밥의 분획의 흡광도
- c: 효소에 의해 완전히 분해된 밥의 분획의 흡광도

**통계 분석**

각 실험을 통해 얻은 자료는 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 분산분석(Analysis of Variance)과

Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 통계 처리하였다. 각 자료들은 필요에 따라 각 실험특성치간의 상관관계 분석을 실시하였다<sup>(16)</sup>.

## 결과 및 고찰

### 보온저장한 밥의 수분함량

보온저장한 밥의 수분함량 변화는 Fig. 2와 같다. 보온 시간이 경과할수록, 보온 온도가 높을수록 수분함량이 감소하는 경향을 보였다. 6시간 보온한 경우는 세 온도에서 큰 차이를 보이지 않았지만 시간이 경과할수록 보온 온도에 따른 차이가 크게 나타났다. 특히 80°C에서 보온한 밥에 있어서는 6시간 이후부터 수분증발량이 급격히 증가하여 24시간 보온한 밥의 경우 70°C나 75°C온도에서 48시간 보온한 밥의 수분 함량과 같은 정도로 밥의 수분 함량이 감소하였다. 이처럼 고온에서 밥을 저장하는 경우 수분 함량의 변화가 현저하여 보온시료의 관능 특성에 상당한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

### 보온저장한 밥의 관능특성

보온저장한 밥의 관능 특성치들의 결과는 Table 3에 제시하였다. 저장 온도와 관계없이 6시간후에 부착성, 응집성과 질음성을 제외한 모든 항목이 취반직후와 유의적인 차이를 보였다. 보온저장시 밥의 냄새는 단내(sweet flavor)<sup>(17)</sup>와 이취(off-flavor)로 나누어 평가하였는데 단내는 취반직후의 밥이 가장 컸으며, 70,

75°C로 보온한 시료는 6시간 이후부터 저장시간에 따라 유의적인 차이가 없었으나, 80°C에서 보온한 경우는 보온 온도가 높은 상태에서 오래 저장할수록 단내가 감소하여 김 등<sup>(17)</sup>의 보고와 일치하였다. 이취는 70, 75, 80°C 각 온도에서 보온시간이 길수록 증가하는 경향을 보였고, 80°C로 보온한 밥의 경우 이취가 다른 온도에서 보온한 시료에 비해 두드러지게 증가하였다. Tsugita 등<sup>(18,19)</sup>은 보온에 따른 이취의 증가는 보온시 쌀밥내에 존재하는 향기 성분의 변화로 몇몇의 카보닐 화합물과 alcohol에 의한 것이라 보고한 바 있다.

밥의 외관은 크게 윤기(glossiness), 색깔(color)과 덩어리짐(clumpiness)으로 나누어 평가하였는데 윤기는 취반직후의 밥이 가장 윤기가 있다고 나타났으며 각 온도에서 보온시간이 경과하면서 감소하는 경향을 보였다. 색깔의 경우는 보온시간이 길어지면서 갈변도가 크다는 평가를 받았다. 이와 같은 고온저장에 의한 쌀밥의 갈변화는 밥에 존재하는 아미노산과 환원당간의 비효소적 갈변 반응에 의한 것으로, 80°C에서 보온시간이 증가됨에 따라 갈변정도가 크게 증가하는 것으로 평가되었다. 덩어리짐은 색깔의 경우와 같이 보온온도와 보온시간이 경과하면서 증가하는 경향을 보여 이 등<sup>(20)</sup>의 보고와는 상이한 결과를 보였다. 그러나 김과 김<sup>(6)</sup>은 압력솥과 전기밥솥으로 취반시 압력솥의 경우 밥알끼리 뭉쳐지는 정도가 더 큰 것으로 나타났으며, 재가열시에도 변화가 적은 것으로 보고하고 있다. 따라서 압력솥과 유사한 취반방식을 이용한 유도 가열방식 전기밥솥은 일반전기밥솥으로 취반한 경우와는 쌀밥의 특성이 다른 것으로 생각된다.

보온한 밥의 조직감에 대한 관능검사 결과를 보면 경도(hardness)의 경우 70°C와 75°C에서 유의적인 차이가 없었으며, 80°C에서 보온한 밥은 보온 6시간후부터 급격한 경도 증가를 보여 다른 저장온도에서보다 유의적으로 크게 증가하였다. 이러한 결과는 보온중 수분 증발이 증가하여(Fig. 2) 밥알표면의 수분감소로 표면이 딱딱해지기 때문으로 생각된다. 밥의 부착성(adhesiveness)과 응집성(cohesiveness)은 각각의 저장 온도와 시간에 따라 유의적인 차이는 보이지 않았으나 부착성은 저장시간이 증가함에 따라 감소하였으며, 응집성은 보온 저장시간이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 질음성(moistness)은 경도와는 상반되는 경향을 보여 보온 시간이 경과하면서 유의적으로 감소하였고, 80°C에서 저장한 경우에는 6시간 저장하였을 때도 70와 75°C에서 저장했을 때보다 유의적으로 크게 감소하였다. 이는 고온 저장시 수분의 증발이 증가하여 질음성의 감소에 영향을 주었기 때문으

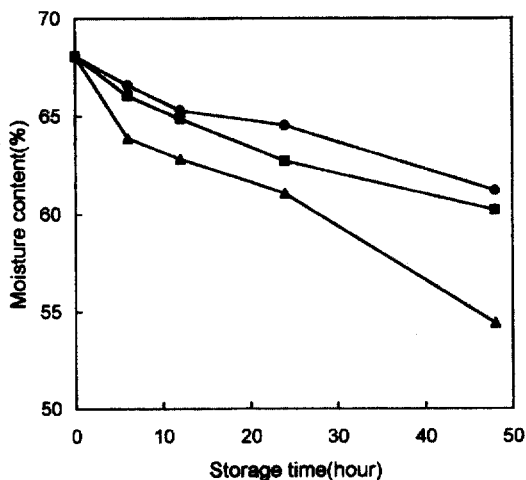


Fig. 2. Changes of moisture content in cooked rice with storage. ●—●: 70°C, ■—■: 75°C, ▲—▲: 80°C

**Table 3. Sensory characteristics of cooked rice during storage at different conditions**

| Sensory characteristics | Storage condition  |                    |                     |                     |                     |                    |                    |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                       |       | F Values |
|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-------|----------|
|                         | 70°C               |                    |                     |                     |                     | 75°C               |                    |                     |                     |                     | 80°C                |                     |                    |                       |       |          |
|                         | 0 hr               | 6 hr               | 12 hr               | 24 hr               | 48 hr               | 6 hr               | 12 hr              | 24 hr               | 48 hr               | 6 hr                | 12 hr               | 24 hr               | 48 hr              | 6 hr                  | 12 hr |          |
| Sweet foavor            | 9.74 <sup>1a</sup> | 7.74 <sup>2b</sup> | 6.69 <sup>b</sup>   | 7.75 <sup>b</sup>   | 7.09 <sup>b</sup>   | 7.90 <sup>b</sup>  | 7.00 <sup>b</sup>  | 7.17 <sup>b</sup>   | 6.69 <sup>b</sup>   | 7.19 <sup>b</sup>   | 6.81 <sup>b</sup>   | 5.11 <sup>c</sup>   | 4.49 <sup>c</sup>  | 6.34 <sup>3***b</sup> |       |          |
| Off-flavor              | 2.25 <sup>f</sup>  | 7.03 <sup>d</sup>  | 7.02 <sup>d</sup>   | 7.54 <sup>cd</sup>  | 10.14 <sup>ab</sup> | 5.27 <sup>e</sup>  | 8.28 <sup>cd</sup> | 9.17 <sup>bc</sup>  | 10.49 <sup>ab</sup> | 7.61 <sup>cd</sup>  | 10.40 <sup>ab</sup> | 10.14 <sup>ab</sup> | 11.23 <sup>a</sup> | 20.28 <sup>***</sup>  |       |          |
| Glossiness              | 9.70 <sup>a</sup>  | 6.89 <sup>bc</sup> | 5.34 <sup>d</sup>   | 7.31 <sup>bc</sup>  | 5.21 <sup>d</sup>   | 7.92 <sup>b</sup>  | 7.42 <sup>b</sup>  | 6.36 <sup>c</sup>   | 4.91 <sup>d</sup>   | 7.49 <sup>b</sup>   | 4.49 <sup>c</sup>   | 4.31 <sup>d</sup>   | 3.11 <sup>e</sup>  | 27.88 <sup>***</sup>  |       |          |
| Color                   | 3.16 <sup>e</sup>  | 6.31 <sup>de</sup> | 7.59 <sup>cd</sup>  | 6.51 <sup>de</sup>  | 9.60 <sup>b</sup>   | 5.67 <sup>e</sup>  | 7.07 <sup>de</sup> | 8.28 <sup>c</sup>   | 10.54 <sup>b</sup>  | 6.26 <sup>cd</sup>  | 9.73 <sup>b</sup>   | 9.48 <sup>b</sup>   | 12.31 <sup>a</sup> | 33.26 <sup>***</sup>  |       |          |
| Clumpiness              | 6.69 <sup>e</sup>  | 6.70 <sup>e</sup>  | 8.11 <sup>de</sup>  | 9.37 <sup>bcd</sup> | 9.95 <sup>bc</sup>  | 7.44 <sup>e</sup>  | 7.16 <sup>e</sup>  | 9.37 <sup>bcd</sup> | 10.47 <sup>ab</sup> | 7.35 <sup>e</sup>   | 8.95 <sup>cd</sup>  | 9.75 <sup>bc</sup>  | 11.37 <sup>a</sup> | 10.83 <sup>***</sup>  |       |          |
| Hardness                | 7.20 <sup>a</sup>  | 9.04 <sup>de</sup> | 9.83 <sup>de</sup>  | 9.47 <sup>de</sup>  | 10.36 <sup>c</sup>  | 8.27 <sup>e</sup>  | 9.08 <sup>de</sup> | 9.91 <sup>cd</sup>  | 11.15 <sup>b</sup>  | 8.85 <sup>de</sup>  | 11.04 <sup>b</sup>  | 11.05 <sup>b</sup>  | 12.97 <sup>a</sup> | 30.42 <sup>***</sup>  |       |          |
| Adhesiveness            | 8.67 <sup>a</sup>  | 7.42 <sup>ab</sup> | 7.17 <sup>ab</sup>  | 8.14 <sup>ab</sup>  | 7.74 <sup>ab</sup>  | 6.87 <sup>ab</sup> | 7.37 <sup>ab</sup> | 8.14 <sup>ab</sup>  | 6.85 <sup>ab</sup>  | 7.37 <sup>ab</sup>  | 6.36 <sup>c</sup>   | 8.28 <sup>ab</sup>  | 6.74 <sup>ab</sup> | 1.47                  |       |          |
| Cohesiveness            | 8.70 <sup>a</sup>  | 8.69 <sup>ab</sup> | 8.86 <sup>ab</sup>  | 8.68 <sup>ab</sup>  | 10.41 <sup>a</sup>  | 8.87 <sup>ab</sup> | 8.60 <sup>ab</sup> | 8.66 <sup>ab</sup>  | 9.58 <sup>ab</sup>  | 7.88 <sup>b</sup>   | 9.00 <sup>ab</sup>  | 8.78 <sup>ab</sup>  | 10.28 <sup>a</sup> | 8.34                  |       |          |
| Moistness               | 7.50 <sup>a</sup>  | 6.46 <sup>ab</sup> | 5.62 <sup>bcd</sup> | 5.83 <sup>bcd</sup> | 5.23 <sup>de</sup>  | 6.55 <sup>ab</sup> | 6.15 <sup>bc</sup> | 4.89 <sup>de</sup>  | 4.06 <sup>f</sup>   | 4.97 <sup>bcd</sup> | 4.11 <sup>f</sup>   | 4.25 <sup>de</sup>  | 1.71 <sup>e</sup>  | 37.43 <sup>***</sup>  |       |          |
| Taste                   | 9.60 <sup>a</sup>  | 7.95 <sup>b</sup>  | 6.58 <sup>c</sup>   | 6.95 <sup>bc</sup>  | 5.48 <sup>d</sup>   | 7.59 <sup>bc</sup> | 6.74 <sup>c</sup>  | 5.41 <sup>d</sup>   | 5.01 <sup>d</sup>   | 7.36 <sup>bc</sup>  | 5.50 <sup>d</sup>   | 4.78 <sup>d</sup>   | 3.22 <sup>e</sup>  | 22.33 <sup>***</sup>  |       |          |
| Acceptability           | 10.30 <sup>a</sup> | 7.41 <sup>bc</sup> | 6.29 <sup>c</sup>   | 6.83 <sup>c</sup>   | 5.21 <sup>d</sup>   | 8.15 <sup>b</sup>  | 7.01 <sup>c</sup>  | 4.89 <sup>d</sup>   | 3.69 <sup>de</sup>  | 7.31 <sup>bc</sup>  | 4.91 <sup>d</sup>   | 4.68 <sup>de</sup>  | 2.80 <sup>e</sup>  | 31.40 <sup>***</sup>  |       |          |

<sup>1</sup>Each data is means of 24 sensory evaluation values. As the value increase from 1 to 15, the intensity of sensory characteristics increase.

<sup>2</sup>Values within a row that followed by same letter are not significant different at 5% level by multiple duncan test.

<sup>3</sup>\*\*\* means significance at 0.1%level.

로 생각된다.

맛(taste)은 밥을 씹을 때 코와 혀로 느껴지는 밥의 구수한 향미, 기름진 느낌과 단맛의 정도를 측정하였다. 일단 저장을 하였을 때는 취반직후보다 밥맛이 유의적으로 낮게 평가되었으며, 80°C에서 보온한 경우가 맛의 감소경향이 가장 컸고, 70와 75°C에서 보온한 시료는 저장시간에 따른 감소경향이 유사하였으나 70°C로 저장한 경우가 더 나은 것으로 평가되었다. 전체적인 기호도(acceptability)에서 높은 평가를 받은 밥은 보온온도가 70, 75°C에서 보온 시간이 짧은 것이었다. 70°C에서 보온한 밥의 경우 기호도의 감소경향이 가장 작았고 80°C에서 48시간 보온한 밥의 평가치가 가장 낮았다. 전체적으로 보온시간과 보온온도가 커질수록 평가치가 낮아졌는데 이는 이 등<sup>9)</sup>이 보고한 결과와 일치하였다.

#### 보온저장 밥의 texture profile analysis (TPA)

보온 시간을 달리한 밥의 TPA 특성치는 Table 4와 같다. 각 온도에서 6시간까지는 경도(hardness)가 증가하는 경향이나 유의적인 차이는 없었으며, 그 이후부터는 저장온도와 관계없이 유의하게 증가하였다. 특히, 80°C에서 저장하였을 때 가장 크게 변화하는 것으로 나타났으며, 70°C에서 보온한 시료가 보온 시간에 따른 변화가 가장 작아 관능검사와 비슷한 경향을 보였다. 부착성(adhesiveness)은 보온 온도와 보온 시간 사이에 뚜렷한 경향성은 보이지는 않았으나, 80°C에서 48시간 보온한 밥이 가장 낮았다. 응집성(cohesiveness)의 경우는 경도와 마찬가지로 각 저장온도에서 보온 시간이 길어짐에 따라 증가하였으며, 80°C에서 보온한 경우에 가장 현저한 차이를 보였으며, 70과 75°C에서는 보온시간에 따른 변화가 거의 유사하였다. 저장중 수분증발이 증가하면 경도가 증가하게 되며, 밥알 표면의 수분 증발로 부착성이 증가할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 상관관계

보온저장시 쌀밥의 전체적인 기호도에 영향을 미치는 인자들은 관능검사의 각 특성치들간의 상관 관계를 분석하여 Table 5에 나타내었다. 관능특성치중 경도는 질음성, 윤기와 높은 음의 상관성을 보이는 것으로 나타났으며, 색깔은 이취, 질음성, 맛과 음의 상관성을 보였다. 맛은 단내, 윤기, 질음성과 양의 상관성을 보여 쌀밥의 전체적인 기호도는 단내, 윤기, 부착성, 질음성, 맛과 양의 상관 관계를 보였고 보온에 따른 이취의 증가와 갈변화, 덩어리짐과 경도와는 높은

음의 상관 관계를 보였다. 따라서 보온 중의 식미와 기호도는 주로 외관(윤기, 색)과 향미에 의해 결정되며 텍스처 특성중에는 경도가 영향을 주는 것으로 사료된다. Okabe<sup>10)</sup>는 밥의 식미는 부착성과 경도의 비(adhesiveness/hardness)와 밀접한 관련이 있어 밥알의 부착성과 경도의 비가 낮을수록 식미가 떨어진다고 보고하였다.

관능검사와 기기적 검사의 특성치들간의 상관 관계 분석 결과는 Table 6과 같다. 각각의 기계적 특성치는 관능적 특성치와 양의 상관관계를 가지며, 기계적 특성치의 경도와 응집성이 관능특성치중 질음성, 기호도와 음의 상관관계를 보였다.

앞에서 본 보온 시료의 수분함량을 몇몇의 관능검사 특성치 및 기기적 검사의 특성치들과 상관 관계 분석을 한 결과는 Table 7과 같다. 밥의 수분 함량은 기호도와는 양의 상관관계를 보였고, 경도, 응집성과는 음의 상관관계를 보였다. 이는 저장에 따라 수분 함량이 감소하여 밥의 경도와 응집성 등 조직감에 영향을 주는 것으로 생각된다.

#### 보온저장한 밥의 색도 변화

보온저장한 밥의 시간에 따른 색도의 변화는 Fig. 3과 같다. 명도(L)와 백도(W)는 보온 시간이 경과할수록, 보온 온도가 높을수록 감소하는 경향을 보였다. 특히 80°C의 경우는 보온 시간에 따라서 모두 유의적인 차이를 보여 시간이 경과함에 따라 급격하게 감소함을 볼 수 있었다. 적색도(a)는 모두 음의 값을 나타냈는데 황색도(b)와 함께 보온 시간이 경과할수록, 보온 온도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 황색도(b)의 경우는 모두 양의 값을 나타내었으며, 80°C에서 6시간 보온한 밥이 70°C나 75°C에서 24시간 보온한 밥보다 유의적으로 더 큰 값을 나타냈다. 이상의 보온에 따른 쌀밥에 있어 Hunter color value의 변화는 이 등<sup>9)</sup>의 보고와 일치하였으며, 이와 같이 보온 저장하면서 황색도가 증가하는 것은 밥에 존재하는 아미노산과 환원당간의 비효소적 갈변 반응의 결과이다. 전반적으로 볼 때 보온 시간 12시간까지는 70°C와 75°C에서는 Hunter value가 큰 차이를 보이지 않았으나 그 이상의 시간이 되면 세 온도별로 유의적인 차이가 나타났다.

#### 보온 저장한 밥의 노화도

보온저장한 밥의 노화도 결과는 Fig. 4와 같다. 취반 직후 밥의 호화 정도는 약 97%정도였는데 이는 쌀에 들어있는 다른 성분이 전분의 호화를 억제하였거나

**Table 4. Changes in texture properties of cooked rice during storage**

|              | Storage condition    |                         |                      |                       |                     |                      |                       |                      |                     |                      |                      |                      |                     |                      |                      | F-values             |                     |                        |
|--------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|              | 0 hr                 | 70°C                    |                      |                       |                     |                      | 75°C                  |                      |                     |                      |                      | 80°C                 |                     |                      |                      |                      |                     |                        |
|              |                      | 6 hr                    | 12 hr                | 24 hr                 | 48 hr               | 6 hr                 | 12 hr                 | 24 hr                | 48 hr               | 6 hr                 | 12 hr                | 24 hr                | 48 hr               | 6 hr                 | 12 hr                |                      | 24 hr               | 48 hr                  |
| Hardness (g) | 1206.8 <sup>1a</sup> | 1239.4 <sup>4a,2)</sup> | 1249.8 <sup>2a</sup> | 1298.4 <sup>3cd</sup> | 1318.4 <sup>b</sup> | 1236.2 <sup>2a</sup> | 1295.9 <sup>3cd</sup> | 1310.9 <sup>3c</sup> | 1360.4 <sup>b</sup> | 1248.9 <sup>2a</sup> | 1323.4 <sup>b</sup>  | 1324.4 <sup>b</sup>  | 1396.6 <sup>b</sup> | 1248.9 <sup>2a</sup> | 1323.4 <sup>b</sup>  | 1324.4 <sup>b</sup>  | 1396.6 <sup>b</sup> | 4.75 <sup>****3)</sup> |
| Adhesiveness | 209.4 <sup>4b</sup>  | 146.1 <sup>1cd</sup>    | 170.4 <sup>2ab</sup> | 217.2 <sup>a</sup>    | 210.9 <sup>3b</sup> | 143.5 <sup>1d</sup>  | 180.6 <sup>3cd</sup>  | 169.0 <sup>2a</sup>  | 142.8 <sup>1d</sup> | 138.1 <sup>1d</sup>  | 153.9 <sup>3cd</sup> | 185.2 <sup>2bc</sup> | 126.5 <sup>1</sup>  | 138.1 <sup>1d</sup>  | 153.9 <sup>3cd</sup> | 185.2 <sup>2bc</sup> | 126.5 <sup>1</sup>  | 6.11 <sup>****</sup>   |
| Cohesiveness | 0.46 <sup>b</sup>    | 0.49 <sup>a</sup>       | 0.52 <sup>c</sup>    | 0.54 <sup>c</sup>     | 0.55 <sup>bc</sup>  | 0.50 <sup>a</sup>    | 0.51 <sup>1d</sup>    | 0.54 <sup>1d</sup>   | 0.55 <sup>3c</sup>  | 0.52 <sup>a</sup>    | 0.51 <sup>1</sup>    | 0.56 <sup>b</sup>    | 0.62 <sup>a</sup>   | 0.52 <sup>a</sup>    | 0.51 <sup>1</sup>    | 0.56 <sup>b</sup>    | 0.62 <sup>a</sup>   | 36.06 <sup>****</sup>  |

<sup>1)</sup>Data is means of compression test by texture analyzer.

<sup>2)</sup>Values within a row that followed by same letter are not significant different at 5% level by duncan multiple test.

<sup>3)</sup>\*\*\*\*means significance at 0.1% level.

**Table 5. Correlation coefficients(r) between each sensory characteristics of cooked rice during storage**

|    | SF    | OF                    | G                     | C                     | CL                    | H                     | A      | CO                 | M                     | T                     | AC                    |
|----|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| SF | 1.000 | -0.313 <sup>***</sup> | 0.360 <sup>***</sup>  | -0.367 <sup>***</sup> | -0.242 <sup>***</sup> | -0.411 <sup>***</sup> | 0.063  | -0.073             | 0.239 <sup>***</sup>  | 0.414 <sup>***</sup>  | 0.367 <sup>***</sup>  |
| OF |       | 1.000                 | -0.566 <sup>***</sup> | 0.602 <sup>***</sup>  | 0.402 <sup>***</sup>  | 0.559 <sup>***</sup>  | -0.043 | 0.090              | -0.488 <sup>***</sup> | -0.507 <sup>***</sup> | -0.621 <sup>***</sup> |
| G  |       |                       | 1.000                 | -0.655 <sup>***</sup> | -0.420 <sup>***</sup> | -0.675 <sup>***</sup> | 0.100  | -0.058             | 0.567 <sup>***</sup>  | 0.628 <sup>***</sup>  | 0.709 <sup>***</sup>  |
| C  |       |                       |                       | 1.000                 | 0.549 <sup>***</sup>  | 0.707 <sup>***</sup>  | -0.082 | 0.128              | -0.598 <sup>***</sup> | -0.673 <sup>***</sup> | -0.642 <sup>***</sup> |
| CL |       |                       |                       |                       | 1.000                 | 0.490 <sup>***</sup>  | -0.075 | 0.103              | -0.410 <sup>***</sup> | -0.466 <sup>***</sup> | -0.461 <sup>***</sup> |
| H  |       |                       |                       |                       |                       | 1.000                 | -0.095 | 0.170 <sup>*</sup> | -0.623 <sup>***</sup> | -0.703 <sup>***</sup> | -0.695 <sup>***</sup> |
| A  |       |                       |                       |                       |                       |                       | 1.000  | 0.158 <sup>*</sup> | 0.051                 | 0.200 <sup>**</sup>   | 0.190 <sup>**</sup>   |
| CO |       |                       |                       |                       |                       |                       |        | 1.000              | -0.162 <sup>*</sup>   | -0.084                | -0.113                |
| M  |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                    | 1.000                 | 0.596 <sup>***</sup>  | 0.567 <sup>***</sup>  |
| T  |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                    |                       | 1.000                 | 0.768 <sup>***</sup>  |
| AC |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                    |                       |                       | 1.000                 |

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> and <sup>\*\*\*</sup> means significance at 5%, 1%, and 0.1% level respectively.

SF: sweet flavor, OF: off-flavor, G: glossiness, C: color, CL: clumpiness, H: hardness, A: adhesiveness, CO: cohesiveness, M: moistness, T: taste, AC: acceptability.

**Table 6. Correlation coefficients (r) between sensory parameters and texturometric parameters in cooked rice with storage**

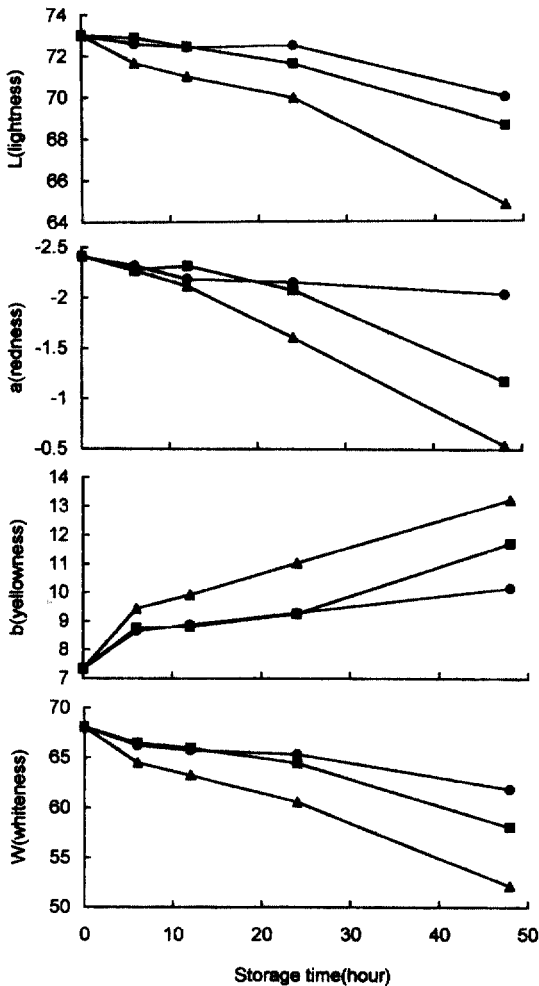
| Sensory characteristics | Texturometer |              |              |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                         | Hardness     | Adhesiveness | Cohesiveness |
| Hardness <sup>1)</sup>  | 0.820***     | -0.350       | 0.896***     |
| Adhesiveness            | -0.340       | 0.732**      | -0.219       |
| Cohesiveness            | 0.403        | -0.006       | 0.596*       |
| Moistness               | -0.843***    | 0.291        | -0.876***    |
| Acceptability           | -0.841***    | 0.351        | -0.871***    |

\*, \*\* and \*\*\* means significance at 5%, 1%, and 0.1% level respectively.

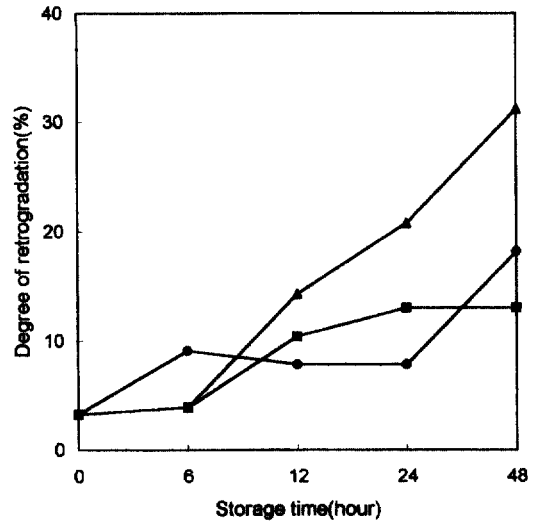
**Table 7. Correlation coefficients (r) between water content and the eating quality of cooked rice with storage**

| Moisture Content |              | Hardness                | Adhesiveness | Cohesiveness | Acceptability |
|------------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------|
|                  |              | Sensory Characteristics | -0.927***    | 0.179        | -0.703*       |
|                  | Texturometer | -0.910***               | 0.225        | -0.941***    |               |

\*, \*\* and \*\*\* means significance at 5%, 1%, and 0.1% level respectively.



**Fig. 3. Changes of Hunter color values in cooked rice with storage. ●—●: 70°C, ■—■: 75°C, ▲—▲: 80°C**



**Fig. 4. Degree of retrogradation of cooked rice with different storage time and temperature. ●—●: 70°C, ■—■: 75°C, ▲—▲: 85°C.**

밥을 한 직후에도 일부 노화가 시작되었을 가능성을 시사한다<sup>(21)</sup>. 70°C는 6시간 보온한 밥의 경우 취반 직후 밥보다 노화도가 약 3배 정도 증가한 반면, 12과 24시간 사이에는 노화도에 차이가 없다가 24와 48시간 사이에 노화도가 다시 증가하였다. 75°C는 6시간후까지는 노화도의 증가가 크지 않았으며, 저장시간이 길어짐에 따라 노화도가 증가하다가 24와 48시간 사이에 노화도가 거의 변하지 않았다. 이에 비하여 80°C에서는 노화도가 시간에 따라 계속 증가하였다. 이러한 결과로 볼 때 노화도는 초기에는 시간에 비해 하나 어느정도의 시간이 경과하면 시간에 비해하지



않는 것으로 생각된다. 또한, 보온시간이 경과하면서 온도가 높을수록 노화도가 큰 것은 수분 증발로 일정 시료를 채취할 때 상대적으로 고형분의 함량이 높아져 효소와 반응할 수 있는 전분량이 많아지기 때문으로 생각된다.

요 약

전기보온밥솥으로 취반한 쌀밥을 70, 75와 80°C 온도에서 0, 6, 12, 24와 48시간 보온하면서 보온조건이 밥의 품질에 미치는 영향에 대하여 실험하였다. 관능 검사와 기기적 검사를 한 결과 보온온도가 높을수록 단향미, 윤기, 질음성, 맛과 수분함량이 감소하였고, 이취, 갈변도와 경도는 증가하였으며, 이러한 현상은 시간이 경과함에 따라 뚜렷하였다. 보온온도가 높고, 시간이 경과하면서 Hunter color value의 황색도는 증가하였으며, 명도와 백도는 감소하였다. 노화도는 보온시간이 길어지면서 증가하는 경향을 보였는데, 특히 온도가 높을수록 보온시간에 따른 노화도의 변화가 뚜렷하게 증가하였다. 본 실험에서는 70과 75°C에서 6시간까지 저장시 쌀밥의 바람직한 특성인 윤기, 단향미, 경도와 덩어리지는 정도의 변화가 적었으며, 보온시간이 더 길어짐에 따라 이러한 특성의 변화가 크게 나타났다. 또한 80°C에서 보온한 밥은 냄새, 색, 외관, 맛과 조직감 등이 보온 초기부터 급격히 변화하여 전체적인 기호도가 낮아졌다. 전체적으로, 보온 저장 온도와 시간을 달리한 밥의 식미 변화를 비교해 본 결과, 저장 조건에 따른 수분함량의 변화가 밥의 관능 특성에 가장 크게 영향을 주었으며, 일반전기밥솥으로 취반하여 저장하였을 때보다 저장기간을 연장시킬 수 없는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Kim, J.K., Hwang, J.S. and Kim, W.J.: Effect of rice varieties on physicochemical and sensory characteristics of cooked rice I. changes of flavor and appearance of cooked rice (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **30**, 109-117 (1987)
2. Park, S.H., Cho, E.J., Kim, S.K. and Hwang, S.H.: Effect of cooked temperatures on firming rate of cooked rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 451-452 (1987)
3. Kim, S.K. and Pyun, Y.R.: Staling rate of cooked rice stored at 21°C and 72°C (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 80-81 (1982)
4. Kim, S.K.: Effect of cooking conditions on retrogradation of cooked rice (in Korean). Ph. D. Thesis, Chonnam Nat. Univ., Kwangju, Korea (1994)
5. Kim, S.K., Lee, A.R., Lee, S.K., Kim, K.J. and Cheon, K.C.: Firming rate of cooked rice differing moisture contents (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 877-881 (1996)
6. Hwang, J.S., Kim, J.K., Byun, M.W., Jang, H. G. and Kim, W.J.: Effect of rice varieties on physicochemical and sensory characteristics of cooked rice II. Effect of storage conditions on texture of cooked rice (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **30**, 118-125 (1987)
7. Korea Food Research Institute: A study of the development of cooking technology for improving quality of cooked rice (in Korean). 1st year (1993)
8. Kim, H.Y. and Kim, K.O.: Sensory characteristics of rice cooked with pressure cookers and electric cookers (in Korea). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**, 319-324 (1986)
9. Lee, Y.J., Min, B.K., Shin, M.G, Sung, N.K. and Kim, K.O.: Sensory characteristics of cooked rice stored in an electric rice cooker (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 487-493 (1993)
10. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. (1990)
11. Min, B.G.: Effect of cooking conditions on texture of cooked rice (in Korean). Ph. D. Thesis, Seoul Nat. Univ., Suwon Korea (1993)
12. Kim, S.R.: Effect of rice protein on gelatinization properties of starch and textural characteristics of cooked rice (in Korean). Ph. D. Thesis, Seoul Nat. Univ., Seoul, Korea (1994)
13. Park, S.H.: Hyundai experimental planning, Chap. 15 Incomplete block design, Min Young Sa, p.497 (1995)
14. Koh, H.Y. and Park, M.H.: Effects of sterilization temperatures and internal air volumes of pouch on the quality of retort rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 150-154 (1990)
15. Tsuge, H., Hishida, M., Iwasaki, H., Watanabe, S. and Goshima, G.: Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in foods and foodstuffs. *Stärke*, **42**, 213-216 (1990)
16. SAS: SAS User's Guide: Statistics: Version 6.03.SAS Insistute Inc.: Cary. NC. (1988)
17. Kim, W.J., Kim, S.K. and Kim C.K.: Evaluation and comparison of sensory quality of cooked rice (in Korea). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**, 38-41 (1986)
18. Tsugita, T., Kurata, T. and Kato, H.: Volatile Components after cooking rice milled to different degrees. *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 835-840 (1980)
19. Tsugita, T. Ohta, T. and Kato, H.: Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. *Agric. Biol. Chem.*, **47**, 543-549 (1983)
20. Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Texture Studies*, **10**, 131-152 (1979)
21. Matsukura, U., Matsunaga, A. and Kainuma, K.: Structural studies on retrograded normal and waxy corn starches. *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, **30**, 106-113 (1983)