

## 쌀과 취반백미의 고온성 세균 분포 및 이상취 발생

박석규\*\*\* · 고용덕\*\* · 권선화\*\* · 손미예\*\* · 이상원\*\*\*\*

\*순천대학교 식품영양학과, \*\*한국전통발효식품연구소, \*\*\*진주산업대학교 미생물공학과

### Occurrence of Off-Odor and Distribution of Thermophilic Bacteria from Rice and Cooked Rice Stored at Electric Rice Cooker

Seok-Kyu Park\*\*\*, Yong-Duck Ko\*\*, Sun-Hwa Kwon\*\*, Mi-Yae Shon\*\* and Sang-Won Lee\*\*\*\*

\*Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

\*\*Korea Fermented Food Research Institute, Sancheong 666-962, Korea

#### Abstract

The distribution of mesophilic and thermophilic bacteria in milled rice was not different according to growing land and variety of rice. However, The number of these bacteria were abundant in milled rice of lower milling degree or longer storage period. The growth of thermophilic bacteria in cooked rice of electric rice cooker was rapidly increased during storage of lower temperature below 75°C. Thermophilic bacteria were not appeared just after cooking. After cooked rice was stored for 18~24 hours, thermophilic bacterial growth was rapidly increased by changing spore to vegetative cell. The positive relation between cell number of thermophilic bacteria and occurrence of off-odor was slightly observed. The number of thermophilic bacteria in upper cooked rice of oven and was higher than those in inner and lower cooked rice. Major volatile compound of milled rice cooked and stored in electric rice cooker was hexanal oriented from rice. After long storage, it was confirmed that furan was major volatile compound as off-odor.

Key words : rice, thermophilic bacteria, off-odor, electric rice cooker

## 서 론

백미 취반 후 보온 중에는 이상취 발생, 변색 및 수분증 발로 인한 조직감의 악화에 따른 식품학적 열화현상 등이 일어나므로, 일반 가정에서 밥을 장시간 보온하지 못하고 자주 취반하여야 하는 번거러움 때문에 주부의 가사노동이 가중되어 항상 문제점으로 지적되고 있다(1). 밥의 보온중 이상취 발생은 크게 3가지로 대별할 수가 있다. 즉, 보온 중 밥솥자체에서 발생되거나, 지방의 산화·가수분해로 인한 산패나 단백질과 탄수화물 등의 분해 및 지방질과의 상호간 화학반응과 같은 쌀의 화학적 성분변화, 그리고 고온성 미생물의 증식이 그 요인으로 될 수 있다(2-5). 이상취가 발생하는 밥솥의 claim제품이 많이 발생되는 시기와 조건을 보면 대체로 밥솥이 낮은 온도로 보온하거나 주변의 온도가 고온다습하여 쌀자체의 보관상태가 나쁘고 미생물 증식이 일어날 빈도가 높은 여름철에 자주 일어난다. 특히 이러한 현상은 재현성 없이 간

헐적으로 나타나므로 밥솥자체 및 쌀의 화학적 성분 변화에 의한 것보다는 고온성 미생물의 작용이 주요한 원인일 것으로 예측된다(6).

따라서 그 미생물 작용의 주 요인으로 예상되는 것은 쌀자체의 내열성 포자형성균에 의한 것, 밥솥을 장기간 사용하므로 인하여 용기에 부착된 세균의 보온중 증식에 의한 것, 보온중 밥솥의 개폐에 따른 공기 부유균의 오염 및 주걱 등의 용기에 의한 2차 오염 등을 생각할 수가 있다.

일반적으로 밥의 보온온도는 세균의 오염이나 노화를 방지하기 위하여 75°C 이상의 고온보온을 유지하고 있으나, 이와 같은 고온 보온에서는 변색 및 건조현상을 포함한 각종 식품학적 성분의 열화현상이 가속화되므로, 밥의 보온온도를 어느 정도 노화를 방지할 수가 있고 세균의 증식을 억제할 수 있는 가능한 낮은 온도(60°C 이상)에서 밥을 저온보온하는 조건이 이상적이라고 판단된다(7).

따라서 본 연구에서는 이런 점을 고려하여 우선 원료 쌀의 산지, 도정도 및 저장기간에 따른 증온 및 고온성 세균의 분포를 조사하였고, 전기밥솥 자체와 오븐내의 백미밥 부위별로 고온성 세균 수와 보온 온도별 고온성 세균의 증식도 및 이상취와 관련된 휘발성 성분을 분석하였다.

Corresponding author : Seok-Kyu Park, Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea  
e-mail : bestmeju@sunchon.ac.kr

## 재료 및 방법

### 재료

일반적인 실험에 사용한 쌀은 시중에서 판매되고 있는 농협 진상미를 구입하여 사용하며, 산지별은 경기도 이천미, 전주 계화미, 고흥 간척지쌀, 산청쌀로 사용하였다. 또한 도정도별은 진상 현미를 70%, 90% 도정하거나 주조미 상태로 정백하여 사용하였고, 저장기간별은 햅쌀과 2년 정도 보관된 쌀을 사용하였다. 모든 시료는 600g씩 나누어 밀봉하고 전 실험기간 동안 4℃에서 냉장보관하면서 사용하였다.

### 취반 및 보온

백미밥의 취반은 쌀 600g을 수세한 후 최적 가수량의 물을 가하여 취반하고, 보온온도 55, 60, 65, 70 및 75℃에서 각각 6, 8, 12, 24, 36, 48시간 보온하여 보온시료로 사용하였다. 이상취 발생 확인은 각기 다른 보온시간의 시료를 동시에 평가하기 위하여 각각 해당시간 만큼 일찍 취반이 완료되도록 하여 동시에 평가하였다.

가정에서 이상취 발생이 있는 동일 기종의 전기밥솥 4대를 수거하여 48시간 백미밥을 보온하면서 전기밥솥 자체(뚜껑, 공기배출구)와 백미밥의 부위별(오븐내 밥의 상층, 중간, 바닥)의 고온성 세균수 변화와 이상취 발생에 대한 평가를 실시하였다.

### 중온 및 고온성 세균의 측정

고온성 세균의 분리는 백미밥 5 g을 6시간 간격으로 무균적으로 채취하여 멸균 생리식염수에 넣고 잘 으갠 후, 전분 1%가 함유된 nutrient agar(NAS) 배지에 도말하여 70℃의 배양기에서 배양하였다. 밥의 원료인 쌀에 존재하는 중온 및 고온성 세균을 분리하기 위해 쌀 3 g을 멸균된 마쇄기에 넣고 멸균생리식염수 30 mL을 첨가한 다음 잘 마쇄한 다음, 동일배지에 도말하여 각각 중온(25, 37℃) 및 고온(50, 60℃)에서 배양한 후 계수하였다.

### 휘발성 물질의 동정

휘발성 물질의 추출은 취반 후 백미밥 30 g을 즉시 증류수 250 mL와 혼합한 다음 각각을 Tenax GC (ENKA, 네덜란드, 60~80mesh)흡착제 10 mg이 충전된 칼럼을 부착한 휘발성 추출장치에 넣고, 항온수조(25℃)에서 추출가스(N<sub>2</sub>)를 분사하면서 2시간 동안 휘발성 물질을 흡착 포집하였다. 동정은 Tenax-GC관에 흡착된 휘발성 물질을 200 μl diethylether로 용출시킨 후, 이 액 4 μl를 GC/MS에 주입하여 휘발성 성분을 분리 및 동정하였다. 분석조건은 GC/MS의 경우, Varian MAT 212 system(SS MAT 188 data system) ; ion source pressure, 1.4 × 10<sup>-5</sup> torr ; ion pressure, 72eV EI ; ion source temp. 220℃ ; emission

current, 1mA ; interface, open splitter 250℃였으며, GC의 경우는 Varian 3700 ; HP-FFAP column(polar, 30 m × 0.32 ID) ; oven temp., 50℃-5min, 3℃/min, 220℃-30min ; column flow, 10 psig He ; injection volume, 3μl ; splitless mode ; injection temp., 230℃로 하였다.

### 이상취 관능평가

백미밥의 보온중 이상취에 대한 관능적인 평가는 전기밥솥 중앙부의 백미밥을 보온용기에 담아서 채취한 즉시 혼련된 전문 패널원 5명을 통하여 실시하였으며, 그 강도에 따라 나타나지 않음(-), 아주 미약하게 나타남(±), 조금 나타남(+), 심하게 나타남(++)으로 구분하였다.

## 결과 및 고찰

### 쌀의 품종, 재배지역 및 도정도별 중온 및 고온성 세균수의 분포

쌀의 품종, 재배지역 및 도정도별 일반 세균수의 분포를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 산지별이나 품종별로는 중온성 균의 분포에 큰 차이가 없었으며, 도정도별은 도정도가 낮을수록 중온성균이 많이 존재하였고, 저장기간별은 기간이 길수록 중온성균이 많이 존재하였다. 쌀에 존재하는 중온성균은 벼를 재배할 때의 계절적 조건, 수확 및 저장과정에서 중온성균의 번식·억제조건(건조, 농약살포, 저장조건 등)에 따라 상이할 것으로 판단되었다.

Table 1. Distribution of mesophilic bacteria in various rice grains (CFU/g rice)

Items	Variety	25℃	37℃	Remarks
Growing land	Ganchuck rice A	4.3 × 10 <sup>5</sup>	3.4 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
	Ganchuck rice B	3.1 × 10 <sup>5</sup>	2.5 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
	Milled rice A	2.7 × 10 <sup>5</sup>	2.3 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
	Milled rice B	3.8 × 10 <sup>5</sup>	3.1 × 10 <sup>5</sup>	Chonbuk
	Milled rice C	3.2 × 10 <sup>5</sup>	2.2 × 10 <sup>5</sup>	Chungbuk
	Milled rice D	2.1 × 10 <sup>5</sup>	1.6 × 10 <sup>5</sup>	Gyeongnam
Milling degree	Milled rice E	1.2 × 10 <sup>5</sup>	0.9 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
	Milled rice F	2.9 × 10 <sup>5</sup>	1.7 × 10 <sup>5</sup>	Gyeonggi
	Brown rice A	3.2 × 10 <sup>6</sup>	4.8 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
	Brown rice B	5.9 × 10 <sup>5</sup>	3.2 × 10 <sup>5</sup>	Gyeongbuk
	70% Dehulled rice A	3.5 × 10 <sup>5</sup>	3.3 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
Storage period	90% Dehulled rice B	2.7 × 10 <sup>5</sup>	2.1 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
	Liquor brewing rice	2.5 × 10 <sup>5</sup>	1.8 × 10 <sup>5</sup>	Chonnam
Storage period	New rice	3.2 × 10 <sup>5</sup>	2.0 × 10 <sup>5</sup>	Gyeongnam
	Old rice	5.3 × 10 <sup>5</sup>	4.4 × 10 <sup>5</sup>	Gyeongnam

쌀의 품종, 재배지역 및 도정도별 고온성 세균수의 분포

를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 산지별이나 품종별로는 중온성 균수와 마찬가지로 고온성 균의 분포에 큰 차이가 없었으며, 도정도별은 도정도가 낮을수록 고온성 세균이 많이 존재하였고, 저장기간별은 기간이 길수록 고온성 균이 많이 존재하였다. 쌀에 존재하는 고온성 세균은 벼를 재배할 때의 계절적 조건과 수확과정에서 고온성 세균의 번식 및 억제조건(침수, 건조, 농약살포 정도 등)에 따라 상이할 것으로 예측되기 때문에 중온 및 고온성 균은 초기 벼의 미생물분포 상태에 따라 최종적인 밥을 취반할 단계의 미생물에 의한 이상취 발생에 결정적인 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

**Table 2. Distribution of thermophilic bacteria in various rice grains (CFU/g rice)**

Items	Variety	50°C	60°C	Remarks
Growing land	Ganchuck rice A	$4.3 \times 10^4$	$0.2 \times 10^2$	Chonnam
	Ganchuck rice B	$3.1 \times 10^4$	$0.1 \times 10^2$	Chonnam
	Milled rice A	$2.7 \times 10^4$	$0.3 \times 10^2$	Chonnam
	Milled rice B	$3.2 \times 10^4$	$0.1 \times 10^2$	Chonbuk
	Milled rice C	$1.1 \times 10^4$	-	Chungbuk
	Milled rice D	$0.3 \times 10^4$	-	Gyeongnam
	Milled rice E	$2.7 \times 10^4$	$0.5 \times 10^2$	Chonnam
	Milled rice F	$1.9 \times 10^4$	$0.4 \times 10^2$	Gyeonggi
	Milling degree	Brown rice A	$7.4 \times 10^4$	$1.4 \times 10^2$
Brown rice B		$9.8 \times 10^4$	$0.9 \times 10^2$	Gyeongbuk
70% Dehulled rice		$4.4 \times 10^4$	$0.5 \times 10^2$	Chonnam
90% Dehulled rice		$3.1 \times 10^4$	$0.2 \times 10^2$	Chonnam
Liquor brewing rice		$2.3 \times 10^4$	$0.1 \times 10^2$	Chonnam
Storage period	New rice	$3.5 \times 10^4$	$0.2 \times 10^2$	Gyeongnam
	Old rice	$5.1 \times 10^4$	$0.3 \times 10^2$	Gyeongnam

### 밥솥 온도별 고온성 세균의 증식

이상취를 발생시키는 빈도가 높은 정백미를 동일한 조건으로 취반하여 각각 55, 60, 65, 70, 75°C의 전기밥솥에 보온하면서 6시간 간격으로 밥솥의 백미밥 중간부위에서 무균적으로 시료를 채취한 후 고온성 세균을 각각의 온도에서 조사한 결과는 Table 3과 같다. 대체로 전기밥솥의 보온 온도는 낮을수록 고온성 균주의 증식도가 높았으며 75°C에서 가장 낮은 증식패턴을 나타내었는데, 그 이상의 온도에서는 거의 이상취 발생은 일어나지 않았으며, 고온성 세균수도 아주 낮은 분포를 나타내었다. 또한 쌀의 수확전 상태와 저장조건에 따라 상대적인 고온성 균수에 차이가 있음을 알 수 있었는데, 특히 이상 기후조건에 따라 토양에 많이 노출된 벼는 도정 후에도 취반할 경우에 쌀 자체가 신선하다고 하여도 상대적으로 고온성 균수가 많으며, 이상취 발생의 빈도가 많고 그 강도도 높았다(결과 미제시). 고온성 균주의 증식은 보온 18~24시간 사이에 증식속도가 빨라지는 경향

을 나타내었으며, 높은 온도(75°C)에서 보온은 균주의 초기 증식속도가 늦어 유도기가 다소 길었다. 결론적으로 고온성 냄새 유발 균주의 증식도는 초기에는 크게 고온·저온사이에 문제가 되지 않지만, 장시간으로 가면 고온보다는 저온에서 빠르기 때문에 이상취 발생에서 문제가 될 가능성이 매우 높다고 판단되었다.

**Table 3. Changes in thermophilic bacteria of cooked rice stored for 48 hrs in electric rice cooker**

(CFU/g cooked rice)

Storage temp. (°C)	Storage time (hr)					
	6	12	18	24	36	48
55	$1.32 \times 10^4$	$2.86 \times 10^4$	$3.97 \times 10^4$	$5.09 \times 10^4$	$7.67 \times 10^4$	$1.13 \times 10^5$
60	$1.31 \times 10^4$	$2.70 \times 10^4$	$3.34 \times 10^4$	$4.02 \times 10^4$	$6.78 \times 10^4$	$0.94 \times 10^5$
65	$1.24 \times 10^4$	$2.49 \times 10^4$	$2.91 \times 10^4$	$3.35 \times 10^4$	$4.13 \times 10^4$	$5.89 \times 10^4$
70	$0.73 \times 10^4$	$1.34 \times 10^4$	$1.86 \times 10^4$	$3.09 \times 10^4$	$3.64 \times 10^4$	$4.75 \times 10^4$
75	$0.26 \times 10^4$	$0.46 \times 10^4$	$1.29 \times 10^4$	$2.34 \times 10^4$	$3.22 \times 10^4$	$3.80 \times 10^4$

### 밥솥 종류별 고온성 세균과 이상취 발생

가정에서 사용되고 있는 동일 기종으로 이상취를 발생시키는 4개의 전기밥솥에 백미를 취반시킨 후, 보온 중에 고온성 미생물 증식과 이상취 발생의 관능평가를 통하여 그 상관성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 취반 직후는 상당히 고온성 세균의 수가 적은 것을 알 수가 있었으며, 초기 보온과정에서 내열성 아포 형성균이 백미밥 속에 상당수가 있을 것으로 추측되는데 현재까지의 최적 배지로 생각되는 가용성 전분을 1% 함유한 NAS 배지상에서 나타나지 않았다. 그러나 보온 6시간 이후부터 취반에 따른 열충격으로 인한 세균 아포의 발아가 시작되어 영양 세포로 전환되므로 보온 18시간까지 고온성 세균이 빠르게 증가하였으나, 이상취 발생은 관능적으로 인지되지 못하였는데 보온 18시간 이후부터 약간씩 나타나기 시작하였다. 특히 전기밥솥 A는 고온성 세균수가 다른 것보다 많았지만, 상대적으로 이상취의 강도가 약간 낮았고 그 발생시기도 약간 늦은 경향을 나타내었는데, 이는 초기균수에 비례하여 냄새가 많이 나타나는 것과는 밀접한 관계가 없었다. 즉, 고온성 세균수와 이상취 발생의 상관성이 균수보다는 균종에 더 높다는 사실을 암시해 주었다. 또한 전기밥솥의 이상취 발생에 따른 고온성 균수는 일반적인 밥의 신선도 지표인 중온성의 일반 균수( $10^{7-8}$ /g밥)에 비하여 아주 낮은 수치를 나타내었다(8,9). 최종적으로 이들 냄새를 유발하는 전기밥솥의 조건과 상태를 조사한 결과, 보온온도는 4가지 모두 68~72°C 범위를 유지하였으며, 일반 밥솥에 비하여 보온온도가 낮은 특징을 나타내었으나 밥솥 자체의 재질과 청결 불량으로 인한 2차 오염의 문제는 없었다. 즉, 전체의 고온성 세균 수보다는

냄새 유발 원인균의 성장도 및 그 분포도에 따라 이취의 강도가 결정되는 것으로 판단된다.

**Table 4. Changes in thermophilic bacteria and off-odor of cooked rice stored for 48 hrs in electric rice cooker**  
(CFU/g cooked rice)

	Electric cooker No.	Storage time (hr)					
		6	12	18	24	36	48
Cell growth <sup>1)</sup>	A	0.2×10 <sup>1</sup>	0.4×10 <sup>2</sup>	5.4×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	5.4×10 <sup>3</sup>	8.3×10 <sup>4</sup>
	B	-	1.5×10 <sup>2</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	2.2×10 <sup>3</sup>	3.6×10 <sup>3</sup>	8.7×10 <sup>4</sup>
	C	0.2×10 <sup>1</sup>	2.3×10 <sup>2</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	4.6×10 <sup>3</sup>	3.1×10 <sup>3</sup>	5.2×10 <sup>4</sup>
	D	0.7×10 <sup>1</sup>	0.8×10 <sup>2</sup>	1.2×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.7×10 <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>4</sup>
Off-odor <sup>2)</sup>	A	-	-	+	+	++	++
	B	-	-	±	+	++	++
	C	-	-	-	±	+	+
	D	-	-	-	+	+	+

<sup>1)</sup> Cooked rice(5 g) was mixed with 10 mL sterile saline solution and diluted to 10 fold. This solution(100 μℓ) was streaked on nutrient agar slant containing 1% soluble starch. The plate was incubated at 65°C and shown as CFU/g cooked rice.

<sup>2)</sup> Intensity of off-odor : - not detected, ± doubtful, + slight, ++ much

**밥솥과 밥의 부위별 고온성 세균의 분포**

이상취가 빈번하게 발생하는 밥솥의 취반 후 밥의 부위별로 표면 중앙, 중심 및 바닥 부근의 고온성 균주 분포를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 전기밥솥 오븐내에 있는 백미밥의 부위별로 고온성 균주의 분포가 일정하지는 않았다. 오븐에 미치는 열전달과 산소농도에 따라 표면중앙이나 가장자리가 중심 속이나 밑바닥에 비하여 균수가 약간 많게 나타났는데, 취반 후에 백미밥의 다지기나 그 형태에 따라서 고온성 균의 증식도에서 차이가 나타날 것으로 예측된다. 그 일례로서 취반 후 밥을 주격으로 섞지 않고 그대로 방치한 것은 섞은 것보다 경시적으로 냄새발생이 적은 것을 특이하게 알 수 있었는데, 이것 역시 전기밥솥 오븐내에서 백미밥의 표면적과 산소 농도에 따른 균증식의 차이 때문으로 생각된다. 밥솥의 뚜껑과 증기 배출구의 경우, 대부분 취반 직후에는 일반 세균이나 내열성 세균이 나타나지 않았으나 보온 48시간 후에는 배출구에서 일반 균주는 나타났으나 내열성 아포형성균은 나타나지 않았다.

**Table 5. Distribution of thermophilic bacteria from cooker and cooked rice stored for 48 hrs in electric rice cooker**

Items	Site	Storage time (hr)					
		6	12	18	24	36	48
Cooked rice <sup>1)</sup>	Upper	2.1×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>2</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	3.7×10 <sup>3</sup>	6.8×10 <sup>3</sup>	5.4×10 <sup>4</sup>
	Middle	-	0.6×10 <sup>2</sup>	1.1×10 <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	4.2×10 <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>4</sup>
	Bottom	-	-	0.7×10 <sup>3</sup>	2.2×10 <sup>3</sup>	3.7×10 <sup>3</sup>	3.8×10 <sup>4</sup>
Cooker <sup>2)</sup>	Cap	-	-	-	-	-	1×10 <sup>7</sup>
	Outlet	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>CFU/g cooked rice ; <sup>2)</sup>CFU/cm<sup>2</sup> surface

**Table 6. Volatile compounds of milled rice cooked in electric rice cooker**

Peak No.	Retention time(min)	Area%	Compounds
1	3.13	1.58	2,4,6-Trimethyldecane-1,3,10-triol
2	6.19	2.22	Cyclotrisiloxane
3	8.90	5.03	Glycine, N-4-trimethylsilyl-oxy
4	10.46	1.31	Benzenamine, 3-iodo-
5	11.44	32.92	Hexanal
6	11.75	3.92	Di-iso-propylphosphine
7	11.87	6.06	4,7-Methano-1H-indene
8	12.18	8.90	2,3-Dinitrophenol
9	12.56	1.74	Ethene
10	12.77	2.88	11H-Dibenzo(1,4)-diazepin
11	13.68	2.12	Thiazesim
12	14.19	6.98	Furan
13	20.83	2.45	Benzaldehyde

**Table 7. Volatile compounds of milled rice cooked and stored for 48 hrs in electric rice cooker**

Peak No.	Retention time(min)	Area%	Compounds
1	6.26	2.08	Pyrimidine derivative
2	9.05	6.20	Glycine
3	10.99	1.22	6-Indole-1,2-hexadiene
4	11.18	1.24	cis-Chlordane
5	11.34	1.44	Disulfide, dimethyl
6	11.55	2.41	4-Amino pyrimidine
7	11.76	1.64	N-(2',4',6'-Tribromophenyl)-2-Hydr
8	11.96	3.23	2,5-Dicarbomethoxy-N-carbomethoxym
9	12.11	2.02	3-Bromo-4-hydroxy-2',3'-dimethyl
10	12.29	5.29	Morellinol
11	12.39	1.48	Chloromethylvinyl Borane
12	12.43	1.79	Spirohexane-5-one
13	12.81	8.71	Benzoic acid, 2-trimethylsilyl
14	13.73	1.58	Pentanal
15	14.26	16.81	Furan
16	15.97	3.90	5,6-exo-Xpox-N-phenyl-1-trimethyl
17	16.90	1.53	Decane or Cyclopropane
18	17.20	4.71	1,2-Benzoquinone
19	18.39	4.57	1-Hexene-3-ol
20	20.87	2.11	Benzaldehyde

**전기밥솥 백미밥의 보온중 휘발성물질**

전기밥솥의 취반 직후 백미밥의 휘발성 물질을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 취반 직후의 경우, 미생물에 의한 이상취는 거의 발생되지 않고, 쌀로부터 발생하는 백미밥 고유의 휘발성분이 대부분을 차지하기 때문에 hexanal이 주요 밥냄새의 주성분으로 작용하였다(10,11). 취반 직후는 보온이후의 이상취를 유발하는 시기에 비하여 furan의 상대적 함량이 낮았으며, 초기 냄새는 대체로 저분자의 휘발성 성분이

상대적으로 많았다. 취반 직후의 백미밥 냄새는 보온중 이상취 냄새와는 휘발성분의 조성에서 상당히 상이하였다.

전기밥솥의 백미밥이 이상취를 발생하는 48시간에서 휘발성 물질을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 쌀로부터 발생하는 백미밥 고유의 휘발성분이 대부분을 차지하는 취반 직후에 비하여 보온이후의 이상취를 유발하는 시기에는 furan이 이상취의 주성분으로 작용하였으며, 대체로 취반 직후에 비하여 furan 이후의 고비점 물질이 상대적으로 많았다. 즉, 장기간 보온할 때에는 백미밥의 냄새는 취반 직후의 초기냄새와는 휘발성분의 조성에서 상당히 차이가 있었다.

## 요 약

벼의 산지 및 품종별로는 중온 및 고온성 세균의 분포에 큰 차이가 없었으며, 도정도가 낮을수록 저장기간이 길수록 각각의 균들이 많이 존재하였다. 전기밥솥에서 고온성 세균의 증식은 75°C 이하에서 보온온도가 낮을수록 빠르게 나타났으며, 보온 초기에는 나타나지 않았으나 18~24시간 사이에 증식속도가 빨라지는 경향을 나타내었다. 전기밥솥 밥의 고온성 세균수와 이상취 발생의 상관성은 있었으며, 고온성 세균수는 오븐내 밥의 표면증양이 중심이나 밑바닥에 비하여 약간 많게 나타났다. 백미밥의 휘발성 성분은 보온초기에는 쌀로부터 유래되는 hexanal이 주성분이었으며, 장시간 보온 후에는 이상취를 나타내는 furan을 포함한 고비점 물질이 많았다.

## 감사의 글

이 논문은 순천대학교 학술연구비 공모과제로 연구되었으며, 그 지원에 감사를 드립니다

## 참고문헌

1. 박석규, 고용덕, 손미예, 서권일 (1997) 압력 취반 백미의 전기밥솥 보온중 노화도의 변화. 한국식품과학회지, 29, 705-709
2. Isao, E., Shinjiro, C. and Tatsuo, T. (1978) Measurement of volatile carbonyl compounds in the vapor of cooked new rice and old rice. Rept. Natl. Food Res. Inst., 33, 1-6
3. Yasunobu, T., Oyabu, H., Horiuchi, M. and Nakamura, K. (1995) Study on smell of cooked rice - Effects of steaming-start conditions on stale rice smell. National Technical Report, 41, 98-104
4. 이영주, 민봉기, 신명곤, 성내경, 김광옥 (1993) 전기보온 밥솥으로 보온한 쌀밥의 관능적 특성. 한국식품과학회지, 25, 487-493
5. 김종균, 황진선, 김우정 (1987) 쌀품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성 연구. I. 저장중 쌀밥의 품미 및 겉모양의 변화. 한국농화학회지, 30, 109-117
6. 박석규, 고용덕, 조영숙, 손미예, 서권일 (1997) 전기밥솥으로 저온보온한 쌀밥의 이취발생 및 억제. 한국식품과학회지, 29, 919-924
7. 박석규 (1996) 밥의 보온중 이취 및 변색의 원인분석에 따른 대책연구. 산학협력 연구보고서, 7-10
8. 유태중, 심우만, 조상준 (1986) 식품미생물학. 문운당, 서울, p. 280
9. Darland, G. and Brock, T.D. (1971) *Bacillus acidocaldarius* sp. nov., an acidophilic, thermophilic spore-forming bacterium. J. Gen. Microbiol., 67, 9-14
10. 최홍식 (1985) 취반중 쌀성분의 화학적 변화 및 휘발성 carbonyl성분의 생성. 한국영양식량학회지, 14, 61-66
11. 이병영, 손종록, 윤인화, 松倉糊, 今井徹, 前川昭男 (1993) 찹쌀밥의 주요 향기성분. 한국농화학회지, 36, 111-114

(접수 2003년 1월 17일, 채택 2003년 2월 5일)