

낮고 반복된 저장 온도의 밥솥에서 밥의 색 및 미생물 성장에 미치는 효과

나혜정¹ · 류동걸¹ · 이윤기² · 오용택² · 안길환^{1*}

¹충남대학교 식품공학과

²주부방테크론

Effect of Lowered and Cycled Storage Temperature of Rice Cooker

Hye-Jung Na¹, Dong-Kul Ryu¹, Yun-Gi Lee², Yong-Taek Oh², and Gilhwan An^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Bubang Techron Co., Ltd., Chungnam 331-300, Korea

Abstract

To improve the quality of boiled rice after storage in rice cookers, temperature was controlled at a lowered condition (45~65°C repeated temperature cycling), compared to the present commercial rice cookers (75°C). The effect of lowered temperature cycling on the microbial growth, color of rice, and reducing sugar production was measured. The bacteria *Bacillus cereus* and *B. subtilis* were killed at 75°C and 45~65°C cycling. The temperature cycling at 45~65°C prevented an increase in colony forming unit of *E. coli* more than the steady temperature at 75°C. Browning during storage was significantly decreased at 45~65°C cycling, compared to 75°C. The yellowness increase (Δb value of CIE parameters of the colorimeter) after the 3-day storage was 2.18 at 45~65°C cycling whereas 9.12 at 75°C. Reducing sugar was not produced at 75°C and 45~65°C cycling but produced at 30°C because of the microbial growth. In conclusion, the temperature cycling at 45~65°C can improve the quality of stored boiled rice by decreasing the browning and inhibiting the microbial growth.

Key words: rice cooker, storage temperature, microbial growth, browning

서 론

쌀은 한국인의 주식이며 가장 중요한 식량 자원 중 하나이다. 쌀을 소비하는 형태의 95%는 밥의 형태로써 소비되고 있고 나머지 5%는 주정 원료, 떡, 국수, 과자 등의 가공식품으로 이용되고 있다(1). 밥으로 섭취할 경우 취반 즉시 먹는 경우가 약 42%, 하루 또는 이틀 정도를 저장한 후 소비하는 경우가 49%로 나타나 취반 즉시 먹는 것에 비하여 그 비율이 7% 가량 높은 것으로 보고되어지고 있다(2).

보온기능의 기술적 발달과 편리성이 더해짐으로써 전기 밥솥은 1993년에 630만대 정도가 보급되었고(3), 1994년에 전국 48%에서 2006년도에 88%로 보급되어(통계청, 가전기기 보유비율, 1994~2006) 가정과 요식산업에서 주방부문에 필수적인 기기로 자리매김하고 있다. 하지만 전기밥솥을 통한 밥의 저장은 쉽고 편리하게 밥을 섭취할 수 있다는 편리함이란 장점이 있지만, 저장 시 고온보온으로 인한 쌀밥의 품질 저하가 문제점으로 지적되고 있다. 실온과 고온저장 시 실온 저장한 쌀밥의 노화속도가 고온 저장한 쌀밥의 노화 속도에 비하여 약 1.5배 빨랐으며, 밥솥에서의 보온저장 시

간이 길어짐에 따라, 쌀밥의 윤기, 덩어리지는 정도, 부착성, 촉촉한 정도와 단향미는 감소하고, 갈변화와 이취는 증가하는 것으로 보고되고 있다(4). 그 중 전기밥솥을 이용한 쌀밥의 저장 중 황변현상에 대한 주원인에 대하여 Park 등(5)은 식품성분이 비효소적 갈변반응 및 고온에 의한 수분 증가가 촉진되어 나타난다고 하였다. 75~76°C에서의 수분 증발은 식미의 감소를 유발하나 63~72°C에서는 밥의 경화 및 황변현상을 억제하고, 고온보온에 비하여 수분 증발을 억제시킨다. 한편, 밥을 용기에 담아 저장하는 동안 부패가 일어나는 것은 취반과정에서 사멸되지 않는 소수의 호기성세균(*Bacillus* 속)의 포자와 공기나 용기 내에서 유래 되는 2차 오염에 의한 것으로 밥 저장 시 세균의 번식을 방지하기 위해서는 일정한 온도를 유지하여야 하는 것으로 보고되어지고 있다(6). 고온성 포자 형성균에 의한 이취 발생의 경우 실온(25°C)에서의 보관보다 중온(50°C) 또는 고온(60°C)에서 균의 성장이 저해되어 이취의 발생이 적었다(7). 보온 시 63°C로 보온하다가 80°C 부근으로 온도를 급상승시켜 고온 열처리를 10~15분 동안한 후(1차 열처리)는 보온 6시간 후, 2차 열처리 14시간 후에 실시함) 다시 63°C로 유지시켜

*Corresponding author. E-mail: ghahn@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-7592, Fax: 82-42-823-4835

열 충격을 주며 보온하였을 때 이취를 생성하는 것으로 추측되는 균의 성장이 억제되어 이취의 생성을 방지할 수 있었고, 황변도 또한 고온보온에 비하여 억제되었다(5). 50°C 에서는 10²~10³ 정도의 균이 보였으나 60°C 에서는 10¹ 이하의 고온성 균이 검출되었다. 본 과제에서는 45~65°C의 온도 순환으로 75°C와 유사한 고온성 미생물 성장을 저해하여 고정적인 저온(50°C)보다 더 좋은 결과를 보고하는 바이다. 또한 전기밥솥의 일반적 보온 온도(70°C)와 그보다 높은 온도(80°C)와 그보다 낮은 온도(60°C)에서의 이취의 발생을 비교한 결과 온도가 높을수록 관능평가에서 이취의 발생정도가 높았던 결과가 보고되었다(8).

저온보온(50°C) 시 고온(70~80°C)에 비하여 긍정적인 효과를 감안하였을 때, 만약 45°C에서 보온하는 것으로 하고 일정 주기마다 열 충격(65°C)을 가한다면, 미생물에 대한 안전성, 이취와 황변색을 최소화 할 수 있을 것으로 예상되어 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 3일간 밥을 밥솥에서 저장하면서 쌀밥을 기존의 고온(75°C)에 온도를 일정하게 유지시켜 보온한 것과 저온(45°C)으로 보온시키되, 6시간 정도마다 간헐적으로 가열하여(65°C) 쌀밥을 보관하는 두 가지의 보온조건에서 미생물 성장, 쌀밥의 색도변화와 환원당 생성을 검사하여 저장조건의 우수성을 조사하였다. 또한 식중독 및 부패를 유발하는 것으로 알려진 미생물 3종(*E. coli*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*)을 이용하여 미생물 안전성도 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 쌀은 2007년 수확된 쌀로, GS 리테일의 “함박웃음”을 구입하여 사용하였으며, 시료 구입 후 즉시 600 g 씩 나누어 밀봉하여, 실험 기간 동안 4°C 암소에서 보관하면서 사용하였다.

취반 및 보온

변화된 온도에서 보관하기 위하여 기존의 밥솥(LIHOM, LJP-SA 088EV, 부방테크론, 천안, 충남)을 수정한 보온밥솥 4기를 부방테크론으로부터 공급받아 실험을 실시하였다. 수정된 전기밥솥은 변온보온이 45°C를 기준으로 하여 6시간마다 1회씩 간헐적으로 65°C까지 재가열 되었다가, 다시 45°C로 낮아지는 시점에서 다시 열처리를 하는 방식을 반복적으로 유지시키도록 설계되었다(Fig. 1). 시료채취 직전에 15분간 재가열하여 65°C에서 시료를 채취하였다. 30°C 정온 보온을 위해서는 취사 후 30°C 배양실에서 보관하며 실험하였고, 75°C 정온보온은 일반 밥솥을 사용하였다. 각 온도에서 조건을 유지시켜 3일간 저장하면서 실험하였다. 취반은 쌀 600 g을 맑은 물이 나올 때까지 4회 수세한 후 수세전의 쌀 무게의 1.5배의 물을 가하여 전기 보온밥솥에서 취반하였다. 취반 직후 40초 동안 밥을 고르게 섞은 다음 30°C로 유지

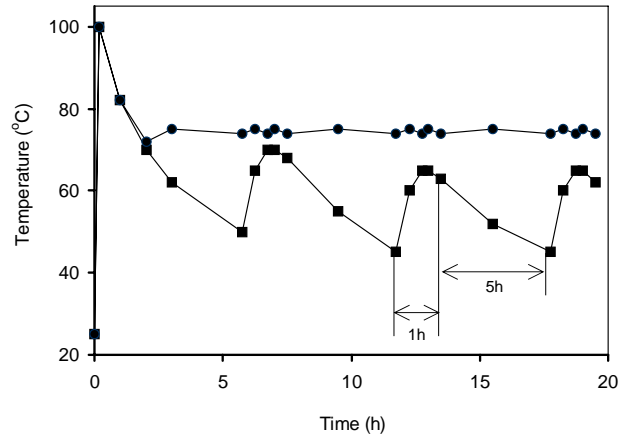


Fig. 1. Profile of temperature during rice cooking and storage. ●, fixed temperature storage at 75°C; ■, repeated fluctuated temperature storage at 65~45°C.

되는 항온실에서 밥솥을 보관하여 밥의 온도가 40±5°C정도 될 때 미생물을 접종시킨 다음 밥솥의 온도를 각각 달리 조절(30°C, 45~65°C, 75°C)하여 보온하였다.

생균수 측정

본 실험에서 사용한 균주는 *E. coli*(DH5a), *B. cereus* (KCCM40935), *B. subtilis* (KACC10111) 3종의 균을 사용하였다. *E. coli*는 Luria-Bertani, *B. subtilis* 및 *B. cereus*는 Nutrient Broth 액체배지에 각 균주를 접종하여 배양하였다. 배양된 미생물은 2회 washing 후 밥의 접종에 사용하였다 (1,800×g, 15 min). 멸균된 0.85% NaCl 용액으로 각각의 균주를 10³ CFU/mL(CFU; colony forming unit)으로 하여 희석하였으며, 희석된 균주들은 미리 취사된 쌀밥에 접종 분주하여 균일하게 40초 동안 다시 고르게 섞어 주었다. 각 온도의 밥솥에서 시료를 10 g씩 채취해 멸균된 0.85% NaCl 용액을 넣어서 100 mL로 정량한 후, 시료를 polybag에 넣은 후 stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, Bruze Cedex, France)로 5분 동안 균일하게 분쇄시켜 줬으며, 그 후 멸균된 거즈(10×10 cm)에 여과시켜 주었다. *E. coli*는 LB agar, *B. subtilis*는 NB agar, *B. cereus*는 Mannitol-Egg Yolk Polymyxin(MYP) agar 고체배지에 도말한 후 37°C에서 24 시간 배양하여 CFU를 측정하였다. 각각의 측정은 3개 이상의 plate를 이용하여 3반복 하였다.

보온저장 쌀밥의 색도

쌀밥 변색은 10 g을 고체시료 측정용 petridish(3×1 cm)에 담아 일정한 모양으로 성형하여 채운 후 색차계(CR-300 Minolta Chroma Meter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a) 및 황색도(yellowness, b)을 각각 3회 반복하여 측정하였다.

보온저장 쌀밥의 환원당 측정

쌀밥의 환원당 생성정도 측정은 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) reagent에 의한 비색법으로 측정하였다(9). 각 보온

온도에서 저장한 쌀밥을 정해진 보온시간이 되었을 때 드라이아이스와 아세톤을 이용해 -48°C 이하로 급속냉각을 시켰다. 그 후 냉동한 쌀밥을 믹서기로 분쇄 후 체로(Mesh 60×60, Standard Wire Gauge 37, Wire Diameter 0.172 mm, Aperture 0.25 mm, Open area 35.3%) 거른 가루를 측정시료로 사용하였다. 증류수 50 mL에 시료 5 g을 가하고 균질기(PolytronSystemPT2100, KnematicaAG, Lucerne, Switzerland)를 이용하여 균질화 시켰다. 균질화 된 용액 중 5 mL를 80°C 항온 수조에서 1시간 동안 반응시키고, vortex를 이용하여 균질화 시켜준 후 원심분리(1,800×g, 20 min)를 이용하여 분리된 상층액 중 1 mL을 취해 다시 원심분리(22,250×g, 30 min, 4°C) 하였다. 최종적으로 원심분리 한 상층액 0.1 mL, 증류수 0.9 mL와 DNS 시약 1 mL을 차례로 넣고 끓는 물에 15분간 중탕한 후 20°C의 수조에 15분 방냉시켰다. 발색된 반응액에 증류수 3 mL를 넣어 희석시켜 spectrophotometer(Cary100, Varian, Palo Alto, USA)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도 값은 glucose standard curve에 적용하여 glucose양으로 계산하고 이를 환원당 함량(mg/g)으로 나타내었다. 이상의 각 결과는 3회 반복 실험하여 그 평균값을 분석치로 사용하였다.

통계분석

열 변화에 의한 밥의 이화학적 특성을 평가하기 위하여 모든 실험은 3회 반복 수행하였다. 이 결과에 대하여 EXCEL프로그램으로 평균, 표준오차를 수행하여 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

보온저장 온도에 따른 미생물수의 변화

전기압력밥솥을 이용하여 취반된 쌀밥을 75°C에서 72시간 저장하면서 미생물 수의 변화를 관찰하였다(Fig. 2a). 취반 직후 미생물이 검출되지 않았으나, 보온시간이 24시간이 경과되었을 때 5×10^2 CFU/g로 증가하였고, 저장 72시간 후에는 5×10^3 CFU/g으로 증가하였다. 이는 자연 오염되어 검출되었는데, 이 실험에서는 증식하게 된 미생물의 균 종류에 대하여는 조사하지 않고 총 균수 변화만을 측정하였다.

본 실험에서는 3종 미생물(*E. coli*, *B. cereus*, *B. subtilis*)을 접종 각각의 미생물에 의하여 취반된 쌀밥이 오염되었을 때를 이들의 성장이 각각의 보온저장 온도에 따라 어떻게 영향 받는지 측정하였다. 취반된 쌀밥에 *E. coli*을 초기균수 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g로 접종하여 보온 온도에 따른 균수를 측정하였다. 저장온도 30°C에서 24시간 이후 *E. coli* 수는 10^7 CFU/g로 증가되었고, 이후 정체되었다(Fig. 2b). 저장온도 75°C에서는 *E. coli*의 수가 천천히 증가하기 시작하여 72시간 후에는 10^5 CFU/g로 되었다. 이온도에서 실제적으로 *E. coli*가 성장할 수는 없으나 응축수 부위 또는 다른 말단의 낮은 부위에 있던 미생물이 샘플링하기 전 섞어 줄 때 오염되는 것으로 추정된다. 45~65°C 반복온도 저장은 접종 직후 2×10^4 CFU/g이었으나 72시간 후 8×10^4 CFU/g로 4배 증가하였다. 따라서 75°C로 고정온도 저장하는 것보다 45~65°C 반복온도 변온저장이 *E. coli*의 성장을 저해하였다.

*B. cereus*의 경우 취반 후 초기균수 10^2 CFU/g정도로 접종했으며, 보온시간이 경과함에 따라 30°C는 *E. coli*에 비하

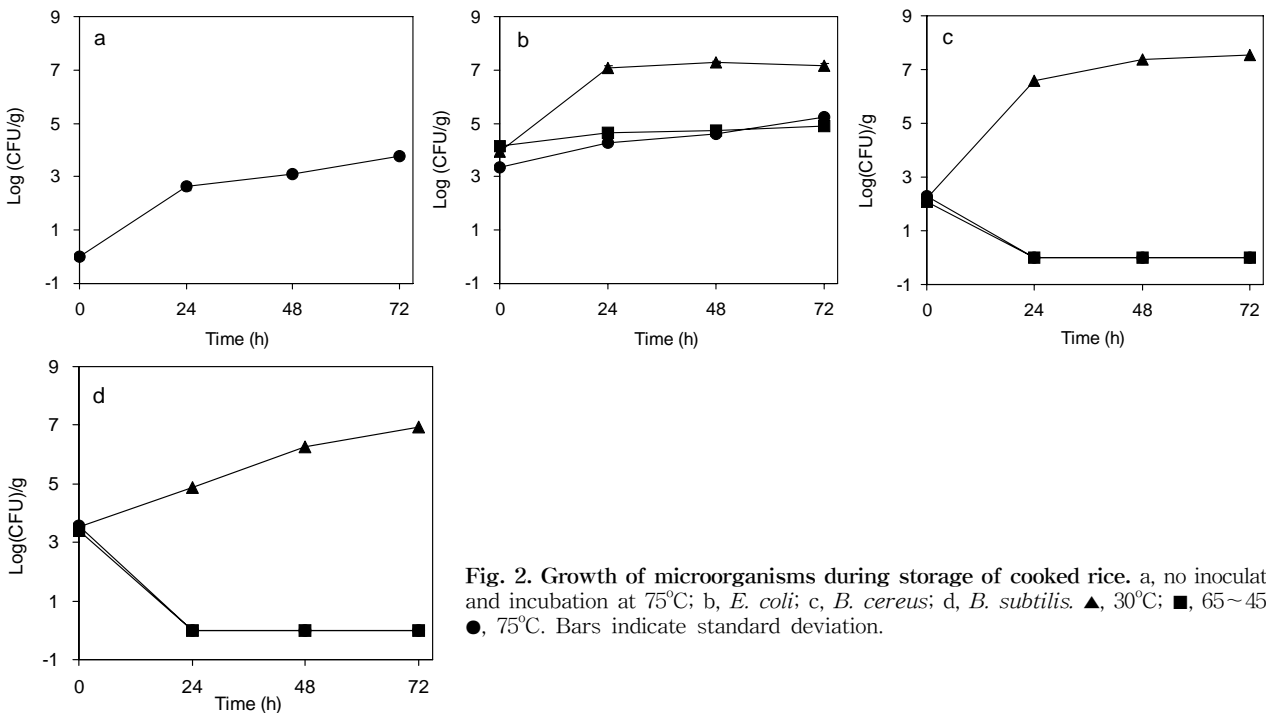


Fig. 2. Growth of microorganisms during storage of cooked rice. a, no inoculation and incubation at 75°C; b, *E. coli*; c, *B. cereus*; d, *B. subtilis*. ▲, 30°C; ■, 65~45°C; ●, 75°C. Bars indicate standard deviation.

여 증식속도는 느렸으나, 24~48시간 후에는 10^7 CFU/g 이상으로 증가되었다. 45~65°C 반복온도 및 75°C는 *B. cereus*의 증식을 저해했을 뿐 아니라 사멸시켰다(Fig. 2c). 고온성 균인 *B. subtilis*는 취반 후 초기균수 10^3 CFU/g로 접종시켰다. 30°C는 *E. coli*와 *B. cereus*와 비교하여 느리게 증식하였고, *B. cereus*와 마찬가지로 45~65°C 반복온도 및 75°C 저장온도에서는 *B. subtilis* 또한 검출되지 않았다(Fig. 2d). 밥의 부패는 *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. cereus* 등이 관여하며, 밥이 된 후에도 $10^1 \sim 10^2$ CFU/g가 남게 되어 실온 중에 이들 포자의 발아와 번식에 의한 것이라고 보고되었다(10). 45~65°C 반복온도 저장의 경우 기존의 밥솥 저장온도인 75°C와 차이 없이 균에 의한 오염을 방지할 수 있는 것으로 보인다. 특히 식중독균인 *B. cereus*와 고온균인 *B. subtilis*는 모두 사멸되어 검출할 수 없어 45~65°C 반복온도 저장의 경우 안전한 것으로 생각된다.

보온저장 한 쌀밥의 색도 변화

전기밥솥을 이용하여 취반된 쌀밥은 온도별로 저장하면서 색차계를 이용하여 색도 변화를 관찰하였다. 명도(L)는 보온시간이 경과할수록, 밥솥의 저장온도에 따라 큰 차이가 없었다(Fig. 3c). 녹색도(-a)는 모두 취반 직후 -2.20~-2.31이었으며 보온시간이 경과되고 온도가 높아짐에 따라 증가되는 경향을 보였다(Fig. 3a). 즉, 30°C에서는 녹색도(-a값) 또는 적색도(a값)의 변화가 없었으나, 75°C에서 저장한 밥에

서는 녹색도의 증가가 있었다. 45~65°C 변온저장의 경우 3일간의 저장실험에서 30°C 저장한 밥보다는 녹색도가 높았으나 75°C로 저장한 밥보다는 낮았다(Fig. 3a). 또한 황색도(b값)는 보온시간이 경과되고, 보온 온도가 높아질수록 증가되는 경향을 보였으며, 75°C로 보온저장한 밥이 30°C나 45~65°C에 보온한 쌀밥에 비해 확연히 더 큰 값을 나타냈다(Fig. 3b).

미생물에 의해 오염되었을 때 저장온도와 기간에 따른 밥의 색도 변화를 측정하기 위해 *E. coli*를 접종한 밥의 색도변화를 측정하였다. 30°C에서 저장한 쌀밥의 명도(L)는 약간의 증가가 75°C 및 45~65°C에서 저장한 밥의 경우 약간의 감소가 있었다(Fig. 4c). 적색도(a)또는 녹색도(-a)의 경우 75°C 및 45~65°C 저장 밥에서의 변화는 적었으나 30°C에서 저장한 밥의 경우 적색도(a)가 증가[또는 녹색도(-a)가 감소]되었다(Fig. 4a). 75°C 보관 쌀밥의 황색도(b)의 값은 보온 시간이 경과함에 따라 무접종의 경우와 같이(Fig. 3b) 값이 높아지는 경향을 보였다(Fig. 4b). 그러나 이때의 변화는 *E. coli*의 접종에 의하여 75°C 저장밥의 경우 황색도(b)의 증가가 줄었으나 45~65°C 저장밥의 경우는 변화가 미미하였다. 30°C 보관의 경우에는 심각한 변화를 유발하였는데 *E. coli*의 성장 후 24시간 경과하였을 때(Fig. 2b) 황색도(b)의 증가가 심하게 증가하였다. 대장균 이외 타 미생물은 30°C 외에서는 사멸되었기 때문에 색차계를 이용한 실험을

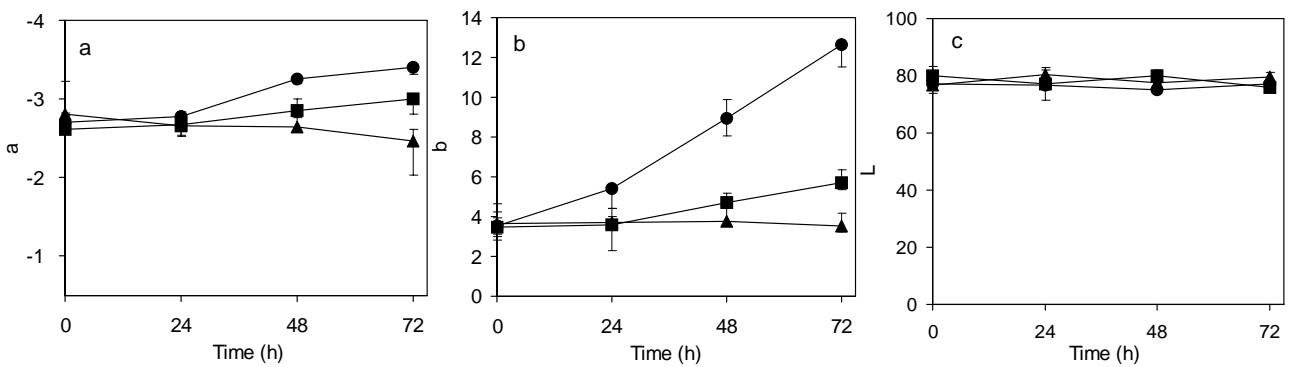


Fig. 3. Browning of boiled rice during storage. a, a value; b, b value; c, L value. ▲, 30°C; ■, 65~45°C; ●, 75°C. Bars indicate standard deviation.

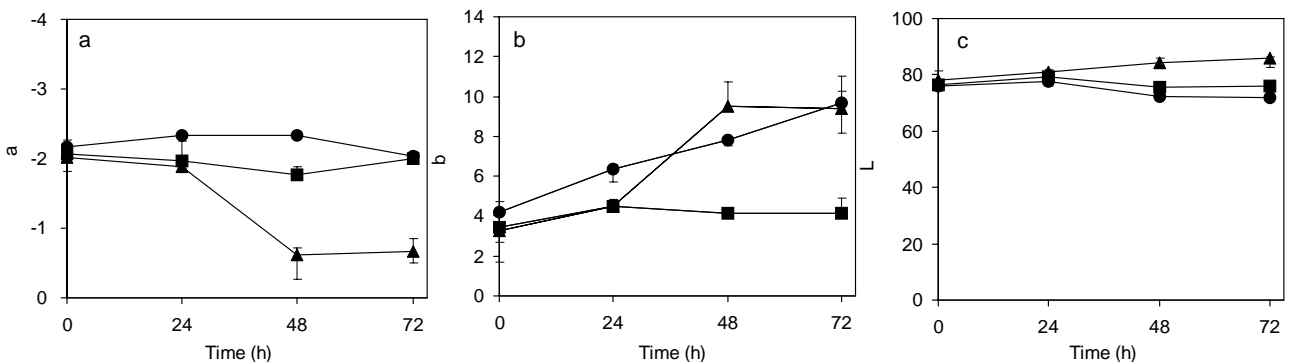


Fig. 4. Browning of boiled rice during storage after inoculation of *E. coli*. a, a value; b, b value; c, L value. ▲, 30°C; ■, 65~45°C; ●, 75°C. Bars indicate standard deviation.

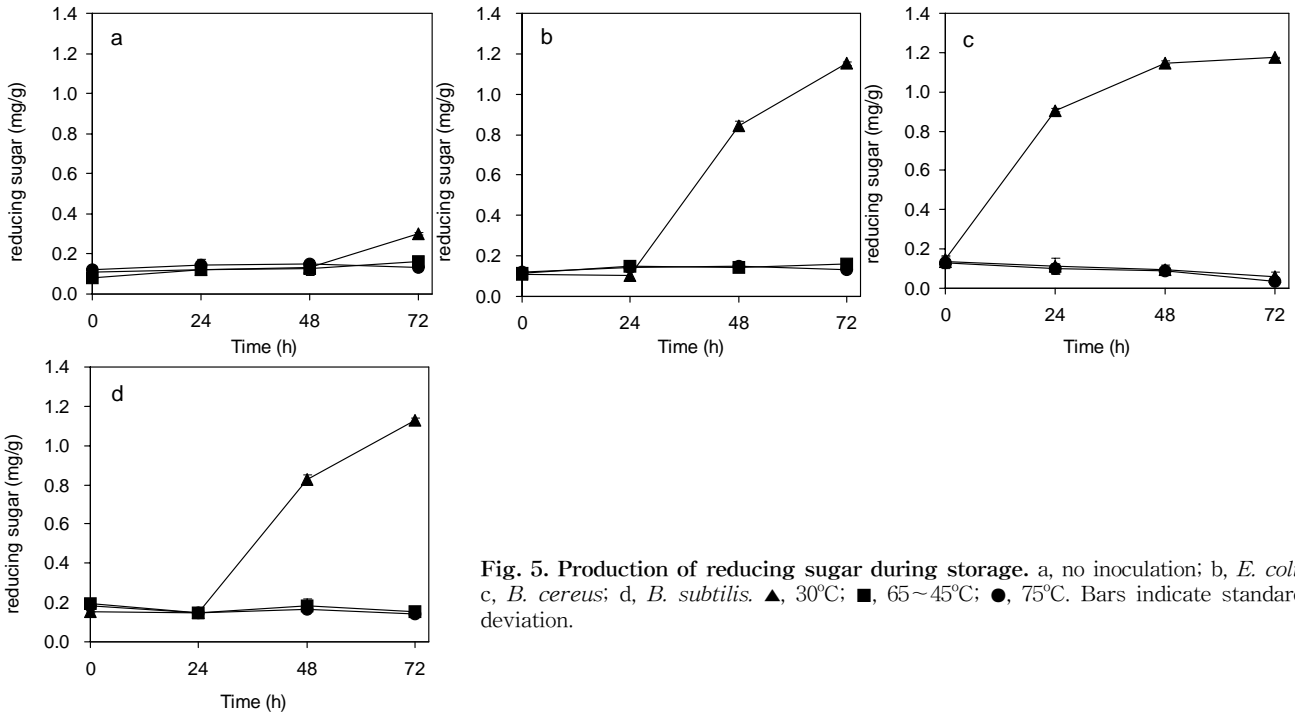


Fig. 5. Production of reducing sugar during storage. a, no inoculation; b, *E. coli*; c, *B. cereus*; d, *B. subtilis*. ▲, 30°C; ■, 65~45°C; ●, 75°C. Bars indicate standard deviation.

진행하지 않았다.

본 실험결과는 보온 온도에 따른 쌀밥의 색차의 변화에 대하여 Lee 등(4)이 보고한 명도(L)는 시간이 경과함에 따라 감소하였고, 적색도(a)는 모두 (-)값을, 황색도(b)는 보온시간이 경과할수록 증가한다고 보고된 결과와도 일치하였다. 이러한 보온저장 중 황색도(b)가 증가하는 것은 취반 중 생성된 아미노산과 환원당 간의 비효소적 갈변반응에 의한 것으로 보온저장 시 고온일 때에 더 촉진되는 것으로 보고되었다(5). King(11)의 보고에 의하면 밥의 저장 중 10°C에서 저장하였을 때 40°C에서 저장한 것보다 176배 더 적은 갈변이 일어났다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 약 4.2배 정도의 황색도(b)의 증대가 억제되었는데 이는 밥의 보관온도를 75°C에서 45~65°C cycling에서 저장하였기 때문에 갈변이 감소한 것이다. 또한 전기밥솥에서 취반된 쌀밥은 24시간 경과 후에 대부분의 관능적 특성에서 유의적인 차이를 보이며 기호도가 감소한다고 보고되었다(12,13). 45~65°C 반복 온도에서 저장한 경우 3일 경과 후 황색도(b)가 75°C에서 저장하였을 때 24시간 후의 황색도(b)값과 비교하여 우수하였기 때문에, 품질 보존기간이 길어짐을 알 수 있었으며, 쌀밥의 품질에 가장 중요한 요인인 황변도를 억제시켜 밥솥이 밥의 품질보전에 상당한 효과가 있음을 알 수 있었다.

보온저장 한 쌀밥의 환원당 생성 정도 측정

보온저장 한 쌀밥에서 접종하지 않았을 때도 미생물이 검출되었다(Fig. 2a). 따라서 이들에 의해 또는 고온 저장온도의 화학적 변화에 의한 환원당 생성이 가능하기 때문에 환원당 생성 정도를 측정하였다. 쌀밥에서 전분으로부터 환원당

의 생성과 미생물의 농도가 매우 비례하였다(Fig. 2, 5). 무접종된 쌀밥을 30°C로 보온저장 하였을 때 환원당의 변화는 48시간 경과 이후 증가되었는데(Fig. 5a), 미생물(*E. coli*)의 접종은 환원당의 생성을 앞 당겨서 생성하였다(Fig. 5b~d). 75°C와 45~65°C 저장 밥에서는 미생물의 성장이 없었거나 미미하였고(Fig. 2), 더불어 환원당의 생성 또한 일어나지 않았다(Fig. 5). 이러한 결과는 미생물이 쌀밥 속에 존재하게 되었을 때에 밥을 분해하여 당을 만들게 되기 때문에 환원당의 생성 정도가 더 높아지는 것으로 추정된다.

요 약

보온 밥솥에서 보관 중인 밥의 품질을 개선하기 위하여 기존의 밥솥보온 온도인 75°C에 비하여 45~65°C로 반복 순환시켜 낮게 유지시켰다. 이렇게 낮게 유지시켰을 때 미생물의 오염, 밥의 변색, 환원당의 생성에 관하여 연구를 진행하였다. *B. cereus*와 *B. subtilis*는 45~65°C와 75°C에서 모두 사멸되었다. *E. coli*는 75°C에서는 약간의 colony forming unit의 증가가 있었으나 45~65°C 반복 순환 온도에서는 증식이 거의 없었다. CIE 변수인 황변도(Δb) 값의 변화는 3일 간의 저장에서 45~65°C에서는 2.18이 75°C에서는 9.12 증가되었다. 환원당의 경우 미생물의 증식이 없었던 45~65°C와 75°C에서 모두 생성되지 않았다. 결론적으로 밥의 45~65°C에서 저장은 기존의 75°C에 비하여 미생물의 증식을 막고, 3일간의 저장에서 4.2배의 갈변을 감소시켜 품질의 저하를 방지하는데 우수하였다.

감사의 글

본 실험은 (주)부방테크론(충남 천안시 성성동 287-3)과 충남대학교 연구력 강화사업의 도움으로 작성되었다.

문헌

1. Han GJ, Lee HY, Park YH, Cho YS. 2007. Cooking technique development to improve the taste of cooked rice: A consumer survey on purchasing rice and cooked rice consumption. *Kor J Food Cookery Sci* 23: 452-460.
2. Han GJ, Park HJ, Lee HY, Park YH, Cho YS. 2007. The quality of cooked rice prepared by both an electric cooker and electric pressure cooker, with different storage conditions. *Kor J Food Cookery Sci* 23: 635-643.
3. Lee YJ, Hwang SW, Kim SK, Park YS, Chun JK. 1995. Textural changes of cooked-rice during warm keeping in electrical rice cooker. *Agric Chem Biotechnol* 38: 422-423.
4. Lee YJ, Min BK, Shin MG, Sung NK, Kim KO. 1993. Sensory characteristics of cooked rice stored in an electric rice cooker. *Kor J Food Sci Technol* 25: 487-493.
5. Park SK, Ko YD, Cho YS, Shon MY, Seo KI. 1997. Occurrence and repression of off-odor in cooked rice during storage under low temperature warming condition of electric rice cooker. *Kor J Food Sci Technol* 29: 919-924.
6. Kweon MR, Han JS, Ahn SY. 1999. Effect of storage conditions on the sensory characteristics of cooked rice. *Kor J Food Sci Technol* 31: 45-53.
7. Park SK, Ko YD, Choi SD, Sim GH, Cho YS. 1998. Distribution and identification of bacteria occurred off-flavor in cooked rice, by difference type of rice. Abstract No P6-59 presented at 43th spring Joint Scientific Conference and General Assembly of Korean Society of Food Science Nutrition. Seoul, Korea.
8. Lee YJ, Min BK, Shin MG, Sung NK, Kim KO. 1993. Sensory characteristics of cooked rice stored in an electric rice cooker. *Kor J Food Sci Technol* 25: 487-493.
9. Organization of Korea Food Nutrition Sciences. 2000. *Handbook of food nutrition experiments*. Hyoil, Seoul, Korea. p 151-152.
10. Akbas MY, Ozdemir M. 2008. Application of gaseous ozone to control populations of *Escherichia coli*, *B. cereus* and *B. spores* in dried figs. *Food Microbiol* 25: 386-391.
11. King CJ. 1970. Freeze-drying of food stuffs. *CRC Crit Rev Food Technol* 1: 397-451.
12. Park SK, Ko YD, Choi OJ, Shon MY, Seo KI. 1997. Changes in retrogradation degree of nonwaxy rice cooked at different pressure and stored in electric rice cooker. *Kor J Food Sci Technol* 29: 705-709.
13. Shin WC, Song JC. 1999. Sensory characteristics and volatile compounds of cooked rice according to the various cook method. *Kor J Food Nutr* 12: 142-149.

(2008년 12월 2일 접수; 2009년 6월 26일 채택)