

Storage characteristics of milled rice according to milling system types

Oui-Woung Kim¹, Hoon Kim¹, Jae-Woong Han², Hyo-Jai Lee^{1*}

¹Division of Platform Technology Research, Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

²Department of Bio-industry Mechanical Engineering, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea

백미 제조방식에 따른 저장특성

김의웅¹ · 김훈¹ · 한재웅² · 이효재^{1*}

¹한국식품연구원 산업기반연구본부, ²공주대학교 생물산업공학부

Abstract

The storage characteristics of milled rice produced using the dry-type (DT), semi-dry-type (SDT), and wet-type (WT) systems were studied. Immediately after rice was milled with these systems, storage experiments on the milled rice were conducted for 12 weeks at three temperatures (10, 20, and 30°C). As the storage period increased, the color (b value) and the fat acidity slowly increased, and the whiteness, moisture content, turbidity, solid matter, and number of total bacteria decreased. The effects of the storage temperature on the moisture content, total number of bacteria, and fat acidity were greater than those of the milling system type. The high storage temperature showed greater potential for increasing the moisture content and the fat acidity and decreasing the total number of bacteria. The initial moisture content of the sample produced using the WT milling system was higher than that of the other samples. Also, the initial turbidity and solid matter of the WT system sample were lower than those of the other samples, but the degree of the decrease was similar to that of the others as the storage period passed. These results showed that the system type and the storage temperature are important factors in the safe storage of wash-free rice. Specifically, the wet type milling system affected the initial quality properties, which made its safe storage period shorter than in the other types.

Key words : wash free rice, moisture content, turbidity, fat acidity, whiteness

서 론

백미는 제조방식에 따라 물리적 특성과 이화학적 특성이 달라지며, 저장기간에 따라 이러한 특성이 변화한다. 백미의 제조방식은 다양하지만 최근 씻지 않는 쌀을 제조하기 위한 방법에 대한 연구가 진행되어왔으며, 주요 제조방식은 건식, 반건식 및 가수정미방식이 있다(1). 제조방법은 백미의 표면에 연마나 세척 등의 공정에 의하여 표면에 잔류하고 있는 미강 및 미분을 제거하는 것이다. 또한 제조장치에 따라 품질특성이 크게 다르며(2), 품질특성은 저장특성과 밀접한 관계가 있다. 국내의 쌀 제조시설인 미국종합처리장(RPC, Rice Processing Complex) 및 대형 식품공장에서는 건식과 가수정미방식을 주로 사용하여 씻지 않는

쌀을 제조하고 있다. RPC에서는 대부분 습식연미기를 활용하는 반건식 제조방식을 사용하고 있으나 건식 및 반건식 제조방식의 품질차이에 대한 연구는 미비한 실정이다.

일본에서는 씻지 않는 쌀을 무세미라 정의하였고, 2000년도에 전국무세미협회에서 최초의 기준과 측정방법을 설정하였다. 또한 2001년도에 일본정미공업협회에서는 가수정미가공방식, 특수가공방식, 건식 3가지 제조방식과 5개 회사의 7개 제품을 기준으로 지정하였다. 그러나 현재까지 무세미(클린라이스)에 대한 기준인 탁도의 기준이 전국무세미협회는 28 ppm이고, 일본정미공업협회는 40 ppm으로 서로 상이한 현실이다.

한편, 국내에서는 씻지 않는 쌀에 대한 정의 및 기준이 정립되지 않은 상태이며, 현재까지 진행된 연구는 기준 정립보다는 제조시스템 개발에 주력하여 통일된 기준 마련이 불가능 하였다. 특히 RPC 등에서 용이하게 사용할 수 있는

*Corresponding author. E-mail : leehjai@nate.com
Phone : 82-31-780-9043 Fax : 82-31-780-9059

제조시스템이 개발되지 않은 현실이다.

씻지 않는 쌀은 조리시간 단축의 편리성이 있으며, 세척수 미사용으로 인한 환경보호의 효과가 있고, 일반 백미보다 상미기간이 연장되어 저장성(3,4)이 우수하며, 다양한 쌀 제품의 생산으로 경쟁력 향상 등의 장점을 가지고 있다. 이러한 씻지 않는 쌀의 생산을 위해서는 균일한 품질기준의 마련이 필요하며, 제조방법에 따른 품질특성 및 저장특성에 관한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 씻지 않는 쌀의 제조방식에 따른 저장특성을 조사하기 위하여 최근 개발된 건식, 반건식 및 가수정미방식의 제조 시스템을 이용하였으며, 저장기간과 저장온도에 따라 변화하는 저장특성을 분석하였다.

재료 및 방법

재료

공시재료는 경북 김천지역에서 수확한 추정 벼로서 김천 건양 RPC에서 건식, 반건식 및 가수정미방식 정미기를 이용하여 시료를 제조하였다. 건식, 반건식을 이용하여 제조된 시료는 각각 백도 41, 43수준으로 제조하였으며, 가수정미방식을 이용하여 제조된 시료는 건식으로 제조된 시료(백도 41, 43수준)를 가수정미방식을 이용하였으며 총 6점(Table 1)을 제조하였다. 시료 제조 중 외기의 평균 온·습도는 각각 11.3℃, 59.0%이었고, 가공실 내부의 평균 온·습도는 각각 12.6℃, 54.8%이었다.

제조된 6가지 시료는 연구원으로 이송한 후, 포장재(PE, 3 kg용)를 이용하여 1포대당 2.6 kg씩 포장하여 10, 20, 30℃로 설정된 챔버에 저장하였다. 1주일 간격으로 함수율, 탁도, 백도, 색도(b 값), 건고물량, 지방산가, 총균수를 측정하였으며, 총 저장기간은 상미기간을 고려하여 12주로 하였다.

Table 1. Experiment conditions according to milling type

Items	Type	Whiteness	Milling machine
DT1	Dry	41	Kapika, Yamamoto, Japan
DT2		43	
SDT1	Semi-Dry	41	NCP, Satake, Japan
SDT2		43	
WT1	Wet	41	SJR, Satake, Japan
WT2		43	

실험장치

실험에 사용한 건식 정미시스템(Kapika, Yamamoto Co., Higashine, Japan)은 2마찰 1건식 연미의 구성으로 2 ton/hr의 처리능력을 보유한 one pass형 시스템이었다. 시스템의 각 단의 작동전류는 백도 41과 43을 기준으로 각각 19.5(마

찰1)-81.5(마찰2)-29(연미) A, 21(마찰1)-115(마찰2)-20(연미) A 수준이었다.

반건식 정미시스템(NCP, Satake Co., Hiroshima, Japan)은 1연삭, 1마찰, 1습식연미로 구성되었으며, 처리능력은 5 ton/hr이었고, 습식연미 가수량은 0.3 L/min 이었다. 시스템의 작동전류는 백도 41 및 43 수준에서 각각 80(연삭)-140(마찰)-100(연미) A, 90(연삭)-160(마찰)-130(연미) A로 나타났다.

한편, 가수정미방식 시스템(SJR, Satake Co.)은 건식 정미 시스템에서 제조된 시료에 3회 가수(4.0, 0.48, 0.86 L/min)하여 제조하는 시스템으로 처리능력은 1.2 ton/hr 이었다. 시스템의 작동전류는 백도 41 및 43 수준에서 각각 21(마찰1)-115(마찰2)-20(연미)-56(가수) A, 50(마찰1)-20(마찰2)-25(연미)-56(가수) A로 나타났다.

함수율

함수율은 10 g의 곡립을 오븐에서 135℃로 24시간 동안 건조하여 건조 전후의 무게차를 이용하여 측정된 후 5 g 분쇄-105℃-5시간 표준 측정법으로 환산하여 이용하였다(5). 환산식은 다음과 같다.

$$M_{105} = 100 - 1.0121 (100 - M_{135})$$

where M_{105} : 105℃법에 의한 함수율 (% , w.b.)

M_{135} : 135℃법에 의한 함수율 (% , w.b.)

백도

백도는 백도계(CR 300-3, Kett, Japan)를 이용하여 동일 시료를 5회 반복 측정하였고, 최댓값과 최솟값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 사용하였다.

색도

색도는 백미를 대상으로 색차계(CM-2500d, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하였으며, 측정값 중 b 값(Blue[60], Blue[-60])을 대상으로 5회 반복 측정된 후 최대 최솟값을 제외한 3회의 평균값을 사용하였다.

탁도

탁도는 현탁액을 일본정미공업협회(2001) 기준으로 제조하여 측정하였으며, 현탁액은 시료 5 g을 1,000 mL 용량의 삼각플라스크에 투입한 후, 20℃의 증류수 40 mL를 가하여, shaker(SR-25, TAITEC, Koshigaya, Japan)를 진폭 40 mm, 진동수 150 회/min, 진동시간 30 sec로 설정하여 진탕하여 채취하였다. 채취된 현탁액의 탁도는 NTU 단위를 측정할 수 있는 탁도계(2100N Turbidimeter, HACH, Loveland, CO, USA)로 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다.

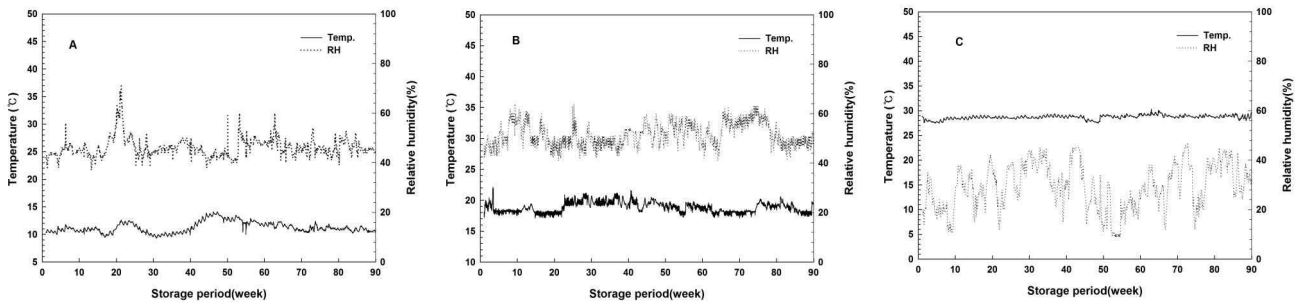


Fig. 1. Changes of temperature and relative humidity according to storage period. (A) 10°C, (B) 20°C, (C) 30°C.

건고물량

건고물량은 이물, 싸라기, 분상질립 등을 제거한 시료 20 g을 3점으로 균분한 후, 15°C의 증류수 300 mL를 가수하여 100회/40 sec의 속도로 진탕하고 상등액을 10 mL 채취하여 측정하였다. 채취한 액은 105°C에서 건조하여 방냉한 후 측정된 중량의 평균치를 이용하였다(6).

총균수

총균수는 시료 10 g을 멸균팩(WHIRL-PAK, NASCO., Atlanta, Georgia, USA)으로 채취한 후, 0.85% 멸균생리식염수를 가하여 10배 희석하였고, 이후 스토마커(Stomacher Power Mixer, Duksan, Seoul, Korea)로 희석액을 균질화한 후, 희석액 1 mL와 0.85% 생리식염수로 단계별로 희석한 1 mL를 Petrifilm(PCA, 3M, St. Paul, MN, USA)에 분주하여 37°C에서 48시간 동안 배양한 후, 집락수 30~300개인 평판을 택하여 CFU (colony forming unit)/g으로 표기하였다.

지방산가

지방산가는 AACC 방법(7)에 준하여 분쇄한 시료 10 g을 원통여지에 담아 탈지면으로 가볍게 충전한 후, 1시간 이내 Soxhlet방법으로 지방을 추출하였다. 추출용 용매로는 petroleum ether를 사용하였으며, 흡입(siphoning) 속도(3분당 1회)와 끓는점 범위(30~60°C)를 맞추어 16시간 동안 추출한 용액은 회전감압농축기 (R-210, Buchi, Flawil, Switzerland)로 용매를 제거하여 지방성분만을 취한 후 제

조한 BAP(benzene alcohol phenolphthalein) 용액 50 mL로 재용해시키고 표준색인 분홍색으로 변색될 때까지 0.0178 N KOH로 적정하여 지방산가로 환산하였다.

결과 및 고찰

저장 온·습도 변화

Fig. 1은 시료의 저장기간 동안 온도 및 습도의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 시료의 저장 온도조건은 10, 20, 30°C이었으며, 실제 측정된 평균온도는 각각 11.26±0.98°C, 18.89±0.83°C, 28.70±0.42°C로 나타났다. 또한 평균상대습도는 온도조건별로 각각 46.12±3.81%, 51.38±4.60%, 29.37±9.13%로 측정되었다.

백도

Fig. 2는 저장기간에 따른 제조방식 및 저장온도별 백도의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 저장기간이 경과함에 따라 각 시료의 백도는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 각 저장온도별 가수정미방식(WT1, WT2)으로 조제한 시료의 백도는 저장 초기 1주 동안 급격히 감소하였으며, 이러한 현상은 가수정미방식으로 제조된 시료의 초기 함수율이 다른 시료보다 높아 백도가 높게 나타났고, 이는 무세미가 일반 백미보다 백도가 높게 나타난 연구(6) 결과와 유사하였다. 또한 저장 기간 동안 시료 표면의 건조로 인하여 함수율이 감소하여 백도의 감소폭이

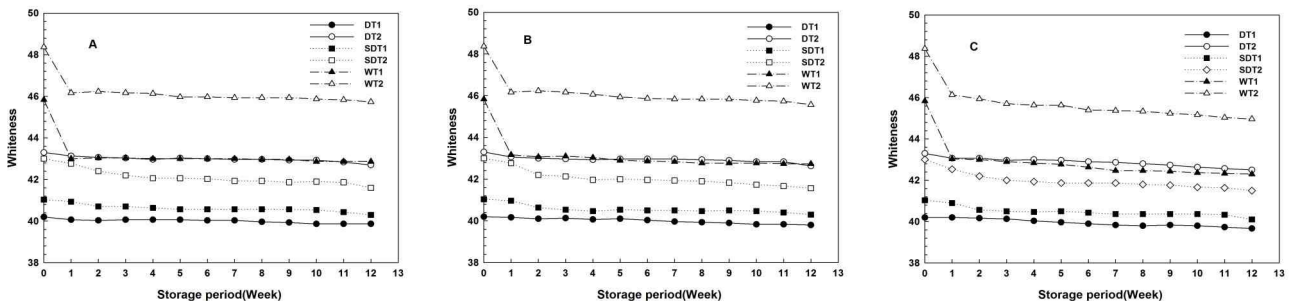


Fig. 2. Changes of whiteness according to storage period and production type. (A) 10°C, (B) 20°C, (C) 30°C.

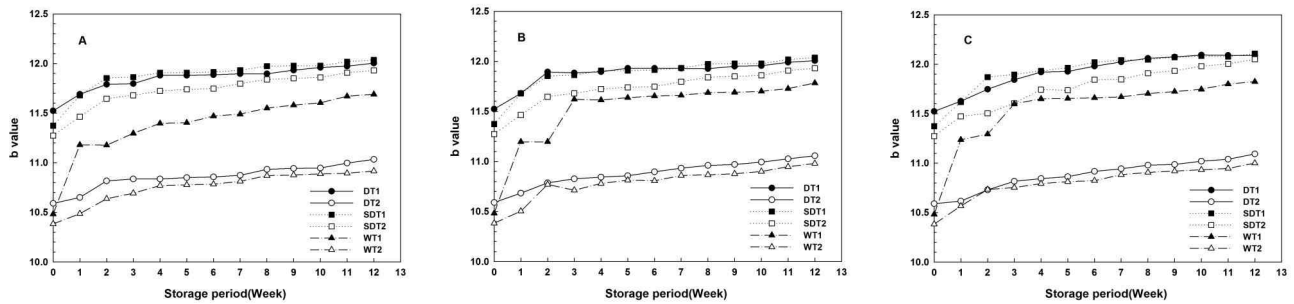


Fig. 3. Changes of b value according to storage period and production type. (A) 10°C, (B) 20°C, (C) 30°C.

큰 것으로 나타났다. 1주후부터는 모든 제조방식의 경우 시료의 백도가 천천히 감소하는 경향을 나타내었으며, 저장온도 및 제조방식별 시료에 따른 백도는 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 일반적인 제조방법에 의해 제조하여 PE 포장으로 저장한 백미의 저장기간에 따른 백도 변화와 비슷한 경향(8)을 나타내었다. 따라서 저장 기간 동안의 백도는 가수정미방식으로 제조된 백미 저장특성 변화의 판단 기준으로 사용하는 것은 어려운 것으로 판단되었다.

색도

Fig. 3은 6가지 방식으로 제조된 시료를 온도조건 10, 20, 30°C에서 12주간 저장하였을 때의 색도 b 값의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 저장기간이 경과함에 따라 모든 시료의 색도 b 값이 증가하였으며, 이는 Choi 등(9)과 Ha 등(10)의 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었으나, 저장온도의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 특히 가수정미방식 중 백도 41기준인(WT1) 경우에는 시료의 색도 b 값은 증가폭이 가장 크게 나타났다. 저장 초기 시료(WT1)의 색도 b 값은 모든 저장 온도 조건에서 약 10.5이었으며, 최종 저장시기인 12주에는 약 1.3이상 증가하여 약 11.8로 나타났다. 이는 가수정미방식 중 백도 43기준인(WT2) 경우보다 잔류한 미량이 많기 때문에 지방산패가 더 발생하여(11) 색도 b 값의 증가폭이 큰 것으로 판단되었다. 또한 가수정미방식은 초기 함수율이 높기 때문에 지방산패에 촉매역할을 한 것으로 판단되었다. 따라서 가수정

미방식 중 백도 41기준(WT1)의 제조방식은 건식 및 반건식 제조방식보다 지방산패의 확률이 높아 저장특성이 불리한 것으로 판단되었다.

함수율 변화

Fig. 4는 총 6가지 시료를 온도조건 10, 20, 30°C에서 12주간 저장하는 동안의 함수율 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 저장기간이 경과하고 저장온도가 높을수록 함수율의 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 초기 함수율은 가수정미방식(WT)의 경우가 약 15.7%로 가장 높았고, 건식(DT) 및 반건식(SDT)의 경우에는 초기 함수율이 각각 15.3, 15.0% 수준이었다. 저장온도가 10°C인 경우에는 최종 함수율이 약 14%(SDT)이었으며, 저장온도 20°C에서의 최종 함수율은 약 13.8%(SDT)로 나타났다. 또한 저장온도 30°C에서는 최종 함수율이 약 12.8%(DT)로 나타났다. 함수율의 감소속도는 모든 저장온도에서 초기 1주까지가 급격히 감소한 후 약 4주간 일정한 함수율을 유지하였다. 저장기간 5주 후부터 함수율은 다시 감소하는 경향을 나타내었으며, 저장온도 30°C에서 함수율 감소폭이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 Lee 등(12)의 무세미를 30°C에서 12개월간 저장 시 고온증발에 의한 수분함량 감소현상과 유사한 결과이었다.

저장초기 1주 동안의 함수율 감소가 급격한 것은 시료 표면의 수분이 먼저 건조되기 때문이다. 따라서 가수정미방식으로 제조된 백미는 표면의 수분이 다른 제조방식보다 많기 때문에 건조되는 수분량이 많아 수분함량의 감소폭이

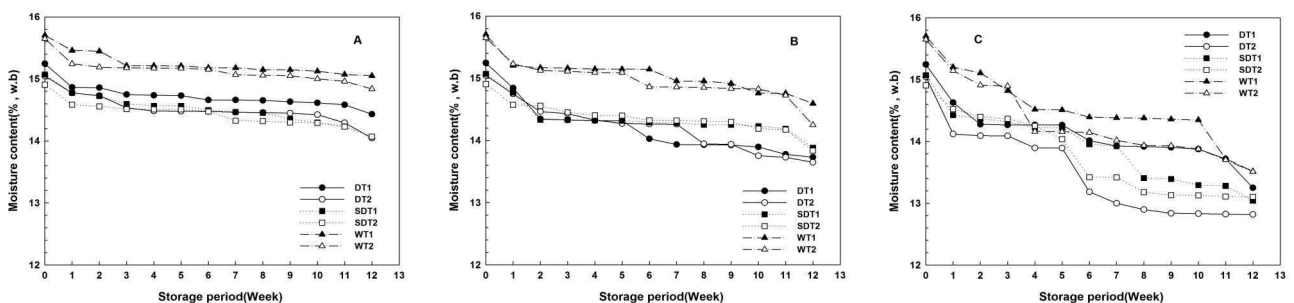


Fig. 4. Changes of moisture content according to storage period and production type. (A) 10°C, (B) 20°C, (C) 30°C.

크게 나타난 것으로 판단된다. 이후 함수율 감소속도는 시료 표면의 수분이 건조된 이후 내부의 수분이 표면으로 이동하는 동안 유지되었으며, 저장 약 5주부터는 수분이 표면으로 이동하여 수분의 감소속도가 증가한 것으로 판단되었다. 이러한 현상은 비의 함수율이 높거나 저장온도가 높을수록 호흡작용이 왕성해지는 비의 특성(13)에 따른 것으로 호흡으로 인해 내부의 수분이 표면으로 이동하는 동안의 기간에는 수분감소속도가 증가하지 않는 것으로 판단되며, 저장온도가 높을수록 함수율이 감소하여 저장성이 감소하는 것으로 판단되었다.

탁도

본 연구에서 제조한 6가지 시료의 저장기간에 따른 탁도의 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 저장온도별 탁도는 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나, 약 1~2주후부터는 큰 변화가 나타나지 않았다. 가수정미방식(WT1, WT2)의 탁도가 건식(DT) 및 반건식(SDT)의 초기값(약 15~18 NTU)과 비교하여 약 5.0 NTU 수준으로 낮게 나타났다. 이는 가수정미방식을 적용할 경우 백미의 표면에 미강 및 이물질 등이 잔류할 가능성이 다른 제조방식보다 적었기 때문으로 판단되었다.

건고물량

Fig. 6은 저장기간에 따른 6가지 시료의 건고물량의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 시료의 건고물량은 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내

었다. 특히 가수정미방식(WT1, WT2)의 초기 건고물량이 다른 방식의 값보다 약 0.2~0.4 g/100 g의 수준으로 낮게 나타났다. 또한 저장온도가 높을수록 건고물량의 감소폭이 더 큰 것으로 나타났으며, 이는 Yokoe 등(6)의 연구결과와 유사하였다. 따라서 저장온도가 높고 저장기간이 길어질수록 백미의 표면이 건조되어 건고물량에 영향을 미치지 않는 미강 및 전분입자가 탈락되기 때문인 것으로 판단되었다.

총균수

Fig. 7은 저장온도 및 제조방식별 12주간 저장한 시료의 총균수 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 저장기간이 경과함에 따라 시료의 총균수는 저장초기에 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었다. 저장온도 10℃의 경우에는 초기의 총균수($10^3 \sim 10^4$ CFU/g)가 증가한 후 감소하여 최종 저장기간인 12주에 초기 총균수와 비슷한 값을 나타내었다. 저장온도 20℃의 경우에는 각 시료의 총균수가 점차 증가한 후 감소하여 저장기간 6주에 초기의 총균수까지 도달한 후 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 저장온도 30℃의 경우에는 각 시료의 총균수($10^3 \sim 10^4$ CFU/g)가 점차 증가하여 저장기간 3주차에 최고치에 도달한 후 점차 감소하였으며, 저장기간 4주에 초기 총균수와 유사한 값을 나타낸 후 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g 수준으로 감소하였다. 따라서 총균수는 저장온도가 높을수록 초기에 증가한 후 감소하는 속도가 빠른 것으로 나타났다. 이는 저장온도가 높을수록 함수율의 감소속도가 빠르기 때문에 세균의 번식에 필요한 수분 공급이 열악하여 감소한 것으로 판단되었다.

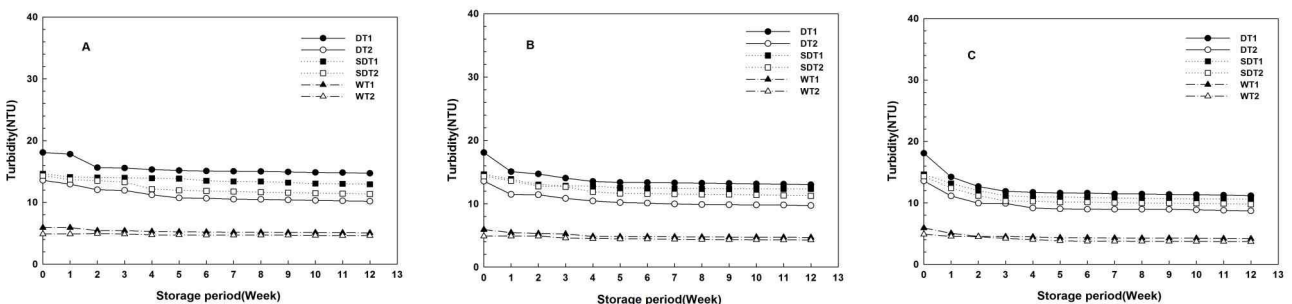


Fig. 5. Changes of turbidity according to storage period and production type. (A) 10℃, (B) 20℃, (C) 30℃.

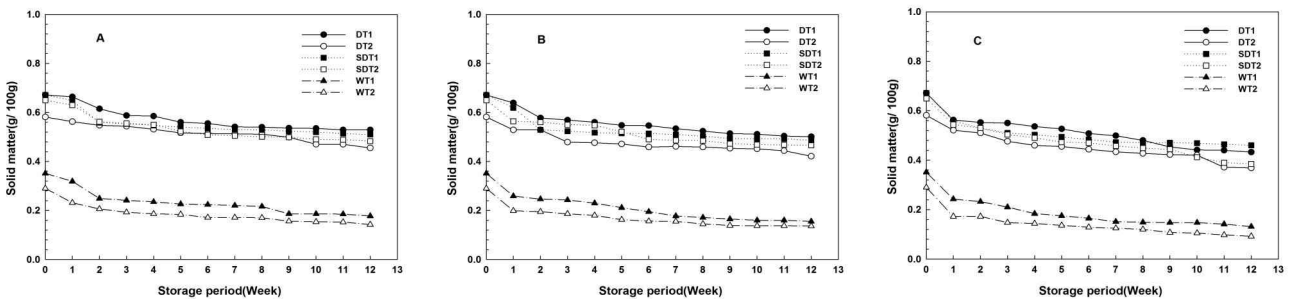


Fig. 6. Changes of solid matter according to storage period and production type. (A) 10℃, (B) 20℃, (C) 30℃.

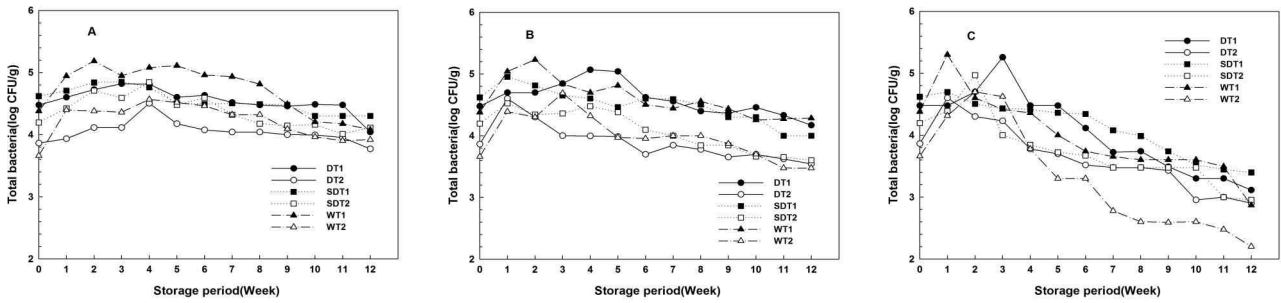


Fig. 7. Changes of number of total bacteria according to storage period and production type. (A) 10°C, (B) 20°C, (C) 30°C.

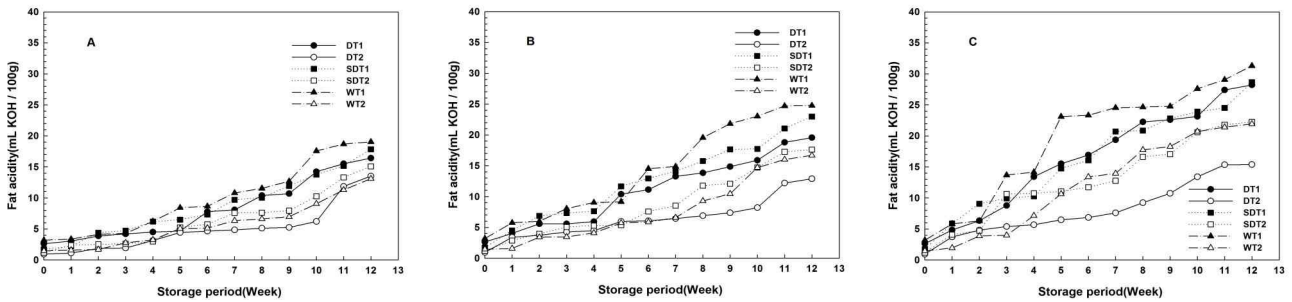


Fig. 8. Changes of fat acidity according to storage period and production type. (A) 10°C, (B) 20°C, (C) 30°C.

지방산가

지방산가는 곡물의 안전저장 여부를 판단하는 중요한 기준으로써(14) 쌀에는 약 1%의 지방질이 있으며(15), 저장 중에 지방이 산소와 결합하여 산화를 일으켜 밥의 찰기와 식미를 저하시킨다. 쌀의 안전저장에 대한 지방산가의 기준은 규정되어 있지 않으나 벼 또는 현미의 기준을 준용해서 사용하고 있다. Kim 등(16)은 벼의 안전저장기간을 조사하기 위하여 일본전농시설자재부에서 제시한 현미의 지방산가 20 mL KOH/100 g-dry matter를 적용하여 저장실험을 수행하였고 본 연구에서도 이러한 기준을 쌀에 적용하였다.

Fig. 8은 저장온도 및 제조방식별 12주간 저장한 시료의 지방산가 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 저장기간이 경과함에 따라 지방산가는 점차 증가하는 경향을 나타내었고, 저장온도가 높을수록 지방산가의 증가폭이 더 큰 것으로 나타났다. 저장온도 10°C인 경우에는 전체 시료의 지방산가가 실험 종료 시인 12주차에 20 mL KOH/100 g-dry matter이하로 나타났다. 저장온도 20°C인 경우에는 시료(WT1)의 지방산가가 저장기간 6주차부터 안전저장한계를 초과하였으며, 백도가 41인 시료(DT1, SDT1, WT1)의 경우에는 저장기간 12주차에 모두 지방산가의 안전저장한계를 초과하는 것으로 나타났다. 저장온도가 30°C인 경우에는 20°C의 경우보다 증가속도가 빠르게 나타나 저장기간 약 7주차부터 백도 41인 시료(DT1, SDT1, WT1)의 지방산가가 20 mL KOH/100 g-dry matter를 초과하는 것으로 나타났다. 이는 백미 표면의 잔류미강이 백도가

43인 시료(DT2, SDT2, WT2)의 경우보다 많기 때문으로 판단되었다.

곡립 내부의 지방질이 변패되는 원인은 산소와 접촉에 의한 산화와 저장 중 열에 의한 변패가 있는데(17), 본 연구에서는 PE 포장재를 사용하였기에 산소와의 접촉보다 저장 중 열에 의하여 지방질의 변패가 발생한 것으로 판단되었다. 또한 가수정미방식으로 제조한 시료 중 백도 41인 시료(WT1)의 지방산가가 저장기간 중 가장 높게 나타나 저장성이 가장 떨어지는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 제조방식별로 제조된 씻지 않는 쌀의 저장특성을 조사하기 위하여 최근 개발된 건식(DT), 반건식(SDT) 및 가수정미방식(WT)의 제조 시스템으로 공시재료를 조제한 후 저장기간과 저장온도에 따른 품질특성을 분석하여 수행하였다. 공시재료는 각각 백도가 41(DT1, SDT1, WT1)과 43(DT2, SDT2, WT2)의 두 가지 수준으로 조제하였으며, 저장기간은 약 12주이었고, 저장온도는 각각 10, 20 및 30°C로 설정하였다. 저장기간 동안의 품질특성을 살펴본 결과 색도 b값과 지방산가는 점차 증가하는 경향을 나타내었으며, 백도, 함수율, 탁도, 건고물량 및 총균수는 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 백도, 색도 b값, 탁도 및 건고물량은 저장초기인 1주차 이후부터는 변화가 적게 나타났다. 반면 함수율, 총균수, 지방산가는 제조방식보다 저장온도

의 영향이 큰 것으로 나타났으며, 저장온도가 높을수록 함수율과 지방산가는 감소폭이 크게 나타났고, 총균수는 증가폭이 크게 나타났다. 또한 함수율, 탁도, 건고물량은 제조방식의 영향을 받아 가수정미방식으로 제조된 시료의 경우에는 각 항목의 초기값이 다른 제조방식과 차이가 큰 것으로 나타났다. 가수정미방식으로 제조된 시료(WT1, WT2)의 초기함수율은 높게 나타났으며, 탁도 및 건고물량은 다른 제조방식의 시료보다 낮게 나타났으나, 저장기간이 경과함에 따른 감소폭은 비슷한 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 건식, 반건식 및 가수정미방식으로 제조한 백미는 저장온도와 저장기간이 증가할수록 저장성이 떨어지는 경향을 나타내었고, 특히 가수정미방식으로 제조된 시료는 초기 품질특성 중 함수율이 높게 나타나 저장중의 산패에 영향을 주는 지방산가가 증가하여 저장성이 낮은 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림기술개발사업(과제번호: 107015-3)의 연구과제로 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

References

1. Katsuragi Y (2003) Prewashed rice-Producing technology and its perspective. *J Soc Agric Structures*, 34, 151-159
2. Ito K (1980) Studies on the characteristics of nonwashed rice. *J Japanese Soc Agric Machinery*, 21, 67-73
3. Kawamura S (2005) Rice storage techniques for preserving high quality. *Jap Soc Mechanical Engineers*, 67, 19-23
4. Yamaguchi S, Yamazawa S, Wakabayashi K, Shibata T (1980) Experimental study on the internal stress cracking of rice kernel (part 1). *J Japanese Soc Agric Machinery*, 42, 91-96
5. Yamashita (1975) Study on the standard method of measurement of moisture content for the grain, *J Japanese Soc Agric Machinery*, 37, 445-451
6. Yokoe M, Kawamura S, Himoto J, Itoh K (2005) Quality characteristics and storage properties of rinse-free rice(part 1). *J Japanese Soc Agric Machinery*, 67, 113-120
7. AACC (2010) *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 10th edition, American Association Cereal Chemists. Inc., St Paul, MN, USA, 20-01, p 2
8. Yoon DH, Kim OW, Kim H (2007) The quality of milled rice with reference to whiteness and packing conditions during storage. *Korean J Food Preserv*, 14, 18-23
9. Choi YH, Kim SL, Jeong EG, Song J, Kim JT, Kim JH, Lee CH (2008) Effects of low-temperature storage of brown rice on rice and cooked rice quality. *Korean J Crop Sci*, 53, 179-186
10. Ha KY, Park HK, Ko JK, Kim CK, Choi Y.H, Kim KY, Kim YD (2006) Effect of storage period and temperature on the characteristics related with rice quality. *Korean J Crop Sci*, 51, 21-29
11. Kim H, Lee HJ, Kim OW, Lee SE, Yoon DH (2006) Effect of non-uniform milling on quality of milled rice during storage. *Korean J Food Preserv*, 13, 675-680
12. Lee SH (2002) Development case for washed rice. *Food Preserv Processing Industry*, 1, 52-63
13. Kim DC and Kim OW (1998) Respiration characteristics of rough rice. *J Korean Soc Agri Machinery*, 23, 335-342
14. Kim OW and Kim DC (2004) Safe storage period of paddy under different temperature and moisture content conditions. *Korean J Food Preserv*, 11, 257-262
15. Juliano BO (1985) *Rice: Chemistry and technology*. American Association Cereal Chem, Inc., St Paul, MN, USA, p 25-27
16. Kim WO, Kim DC (2004) Safe storage period of paddy under different temperature and moisture content conditions. *Korean J Food Preserv*, 11, 257-262
17. Han JG, Kim K, Kang KJ, Kim KK (1996) Shelf-life prediction of brown rice in laminated pouch by n-hexanal and fatty acids during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 28, 897-903

(접수 2014년 1월 8일 수정 2014년 3월 3일 채택 2014년 3월 24일)