

겨울철 냉기를 이용한 벼의 저온저장 (II) - 빈상부 쿨링시스템을 이용한 냉각 벼의 저온저장 특성 -

이재석 홍현기 리 혁 박종수 함택모 한충수

Low Temperature Storage of Rough Rice Using Cold-Air in Winter (II) - Low Temperature Storage Characteristics of Rough Rice Using a Cooling System in the Top of a Bin -

J. S. Lee H. K. Hong H. Li J. S. Park T. M. Ham C. S. Han

Abstract

Storage rough rice in low temperature using the winter cold air avoids rough rice temperature increase which happens from early May, and this is possible by installing a cooling system in the top of a bin, the room between top rice level and bin ceiling. The research objective is to establish low temperature rough rice storage technique, furnishing winter cold air to rough rice, by investigating the cooling system potential of maintaining low rough rice temperature and by analyzing rough rice storage characteristics over a storage period. The rough rice storage characteristics were evaluated from January to August 2003, using a storage and dry bin of 400-ton capacity. Results of this research are as follows: Cooling bin using the cooling system in the top of the bin maintained the rice temperature less than 15°C in entire portions in August. Moisture contents and germination rates of rough rice were decreased over the storage period, on the other hand, the rough rice stored in the ambient temperature bin had relatively lower moisture contents and germination rates to compare with the bin using winter cold air. Crack ratio and acid value of brown rice in the ambient temperature bin storage had increased more than the cooling bin storage. The result indicates that the storage bin using winter cold air and the cooling system maintains moisture content and germination of rice, minimizes cracked kernel and acid value, and preserves rice quality as well.

Keywords : Rough rice, Cooling system, Winter cold air ventilation, Germination rate, Cooling storage

1. 서론

현재 저온저장은 농산물 및 식품의 저장기간 연장 및 품질 유지를 위해 많이 이용되고 있는 저장방법이지만, 쌀의 경우 대부분 상온 저장하는 것이 일반적이다. 그러나 쌀 시장이 개방되면서 2005년부터 매년 의무수입량의 10%가 국내시장에

식사용으로 시판되어야 한다. 이로 인하여 국내산 쌀의 경쟁력을 강화하기 위하여 고품질 유지가 필수적이라는 인식이 확산되면서 저온저장방법을 도입하고 있고, 수확 후 품질을 유지하며 장기간 저장하기 위한 기술 보급이 시급하다.

국내에 보급되고 있는 저온저장법 중 저온양곡창고는 초기에 고정비가 높고 산물저장에 비해 단위 면적당 저장능력이

This study was conducted by the research grant of Chungbuk National University in 2005. The article was submitted for publication in November 2006, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in February 2007. The author are Jae Seok Lee, Research Assistant, KSAM member, MAGICYURA Co., Hyun Ki Hong, Graduate Student, He Li, Graduate Student, Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Jong Soo Park, Appraiser, KSAM member, Kibo Technology Fund, GwangJu Technology Appraisal Center, Tack Mo Ham, Shinhung Co., and Chung Su Han, Professor, KSAM member, Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Chongju, Korea. Corresponding author: C. S. Han, Professor, Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Chongju, 361-763, Korea; Tel: +82-043-261-2605; Fax: +82-043-271-2580; E-mail: <hansu@chungbuk.ac.kr>.

작으며, 냉각기 가동에 의한 제습효과로 벼를 건조시켜 장기 저장시 감도량이 많고, 운영비가 높은 등의 단점이 있다(農林省 食糧研究所, 1969). 한편 자연냉기를 이용한 초저온 저장 방법은 일본에서 개발 보급된 저장 방법으로(川村周三, 2000) 근년에 북해도를 중심으로 많이 보급되고 있고, 국내에서도 대형 건조저장빈에 응용하여 2004년부터 많이 사용하고 있는 방법으로 장기간 고품질 유지가 가능하고, 식미가 우수하며, 운영비가 낮아 효율적인 저장방법으로 알려져 있다(Han et al., 2001; Lee et al., 2002).

제 1보에서 겨울철 냉기를 이용하여 벼를 건조저장빈에 저장할 경우 상온빈 저장보다 낮은 곡온의 유지가 가능하여 고품질로 장기간 저장이 가능한 것으로 나타났다. 그러나 상온빈 저장과 마찬가지로 외기온이 급상승하는 5월 초순경부터 빈상부공간 온도가 급상승하여 상층부의 곡온을 상승시키고, 품질 저하에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Lee et al., 2005).

그러므로 고품질 유지를 위해 겨울철 냉기로 벼를 통풍냉각시켜 저온 저장할 경우 5월 초순 이후에 저장빈 상부공간 온도와 상층부 곡온 상승을 방지해야 한다. 따라서 본 연구에서는 개발된 저장빈 상부공간 쿨링시스템을 이용하여 빈 상층부 곡온의 저온유지 가능성 및 저장기간에 따른 저장특성을 비교 분석하여 벼의 겨울 통풍냉각 저온저장기술을 확립하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 실험에 사용된 공시재료는 2002년 충청북도 내수면에서 수확한 벼로 품종은 추청이며, 내수 미곡종합처리장에서 수매한 산물 벼를 이용하였다.

채취한 시료의 초기 평균함수율은 통풍냉각 저온저장빈(이후 통풍냉각빈으로 칭함)의 것이 16.72% 이었고, 상온저장빈(이후 상온빈으로 칭함)의 것이 15.73% 이었다.

나. 실험방법

저장 실험은 400톤 건조저장빈을 이용하여 충청북도 청원군 내수읍 내수 미곡종합처리장에서 실시하였다. 기존 상온빈의 지붕과 벽체 단열 두께는 우레탄폼으로 50 mm 발포되어 있지만, 통풍냉각빈의 경우 단열효과를 높이기 위해 지붕과 벽체를 각각 100, 70 mm로 보완하였다. 통풍냉각빈에 저장한 벼의 경우 겨울철 외기 통풍은 기존에 설치된 송풍기(DLA-B # 7, 다물송풍기, Korea)를 이용하여 1차 2003년 1월 14일과 2차 2003년 1월 29일에 실시하였고, 각각 10시간,

6시간 실시하였다.

통풍냉각빈에 설치한 상부 쿨링시스템은 4월 초순경 외기온이 상승하여 저장빈 상부공간 및 상층부 곡온을 상승시키므로 이것을 방지하기 위하여 4월 8일부터 가동시켰다.

그림 1에 저장빈 내의 곡온측정 및 시료채취위치를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 방향과 깊이별 벼의 곡온 측정 위치와 시료 채취위치는 동일하고, 벼 시료 채취는 1개월에 1회 동, 서, 남, 북, 중앙에서 곡물 표면으로부터 각각 500, 2000, 4000 mm(이후 상·중·하부로 표기함)에 설치한 채취봉을 통하여 실시하였다. 저장특성을 분석하기 위하여 채취한 시료는 실험용 현미기(SYTH88, 쌍용기계공업사, Korea)로 탈부한 후 함수율, 백도, 동할미율, 강도, 발아율, 지방산도 등을 측정하여 비교하였다.

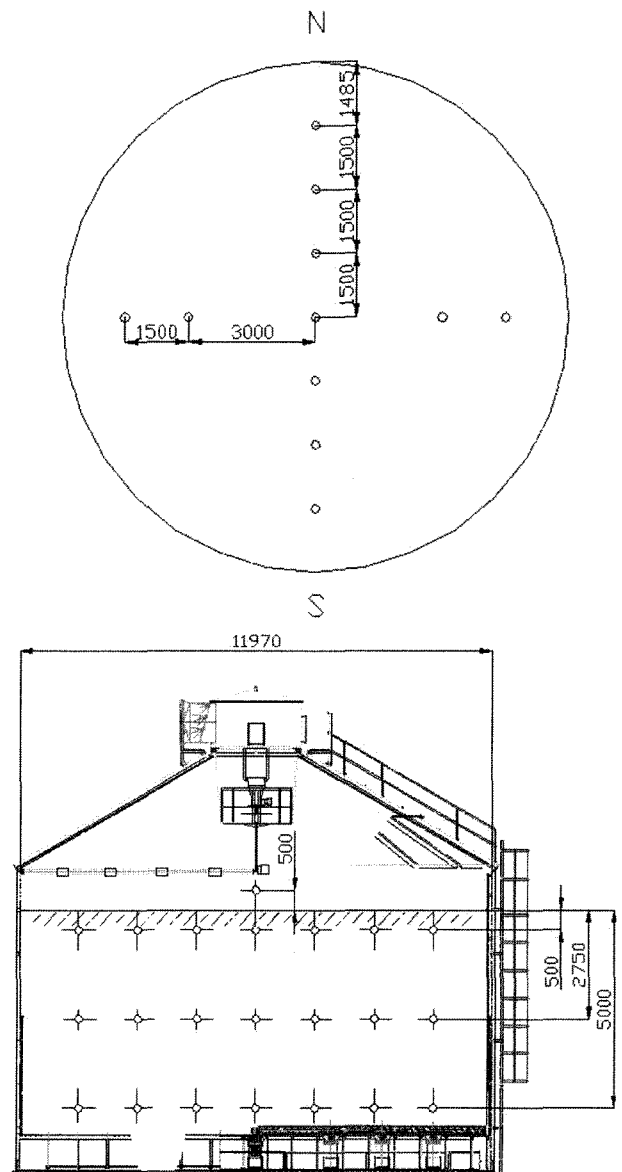


Fig. 1 Locations of gain temperature measuring and sampling.

다. 측정항목

(1) 곡온 및 외기온도

저장 중 빈 내부의 곡온측정은 다점온도기록계(DA-100, Yokogawa, Japan)와 열전대를 사용하였고, 상대습도 측정은 포터블 온습도계(TR-72S, T&D CORP., Japan)를 이용하였다.

(2) 함수율

함수율은 실험용 건조기(ULE500, Memmert, Germany)를 이용하여 비 10±0.5 g을 135℃에서 24시간 건조한 후 중량비로 습량기준함수율(M₁₃₅, %)을 계산하고, 이 값을 비 표준 함수율(M₁₀₅, %) 보정식 (1)로 환산하여 나타내었다(山下律也, 1975).

$$M_{105} = 100 - 1.0121(100 - M_{135}) \quad (1)$$

(3) 현미 백도

백도는 백도계(C300-3, Kett, Japan)로 10회 측정된 후 평균값으로 나타냈다.

(4) 현미 동할미율

현미의 동할은 경동할과 중동할을 모두 동할미로 판정하였다. 동할미율은 채취한 시료를 탈부하여 동할미투시기(RC-50, Kett, Japan)로 50립씩 10회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(5) 현미 강도

강도는 현미시료 중 완전립을 50립씩 선택하여 경도계(KHT-20N, Fujiwara, Japan)로 압쇄강도를 측정된 후 평균값으로 나타내었다.

(6) 발아율

발아율은 채취한 시료 중 일부를 수도수로 세척한 후, 무작위로 비 정립 100립을 3회 선택하여 살레에 배양지를 깔고 비 100립을 잘 펴 놓은 상태에서 증류수를 약 25 cc 넣는다.

살레의 뚜껑을 덮은 후 온도 25℃, 상대습도 60%로 설정한 항온항습기(UP550, Yokogawa, Japan)에서 14일 동안 측정하였다. 발아율은 초기 비 입수와 발아된 비 수의 비율로 나타내었다.

(7) 지방산도

지방산도의 단위 KOH mg/100 g은 현미 건물 100 g중의 유리지방산을 중화시키는데 필요한 KOH mg 수이다.

지방산도는 분쇄한 현미 시료를 정확히 칭량하여 삼각플라스크에 넣고, ether 100 mL를 넣은 후, 일정시간 흔들어서 지방을 추출한다. 추출 후 여과하여 100 mL로 정용한다. 여기에 1% phenolphthalein 용액 2~3방울을 첨가하고 0.1N-KOH·ethanol 용액으로 신속히 적정 한다(미홍색으로 30초간 지속될 때를 종말점으로 한다). 동시에 현미 시료만 넣지 않은 똑같은 조건으로 공시험 한 후 다음 식 (2)로 계산하여 나타내었다(AOCS, 1993).

$$\text{Acid value} = \frac{(V_1 - V_0) \times 5.611 \times F}{S} \quad (2)$$

V₀ : 공시험의 0.1N-KOH·ethanol 용액의 적정소비량(mL)

V₁ : 본시험의 0.1N-KOH·ethanol 용액의 적정소비량(mL)

F : 0.1N-KOH·ethanol 용액의 역가

S : 시료의 채취량(g)

3. 결과 및 고찰

가. 저장기간 중 외기온 및 곡온의 변화

그림 2는 저장기간에 따른 외기온 및 통풍냉각빈과 상온빈

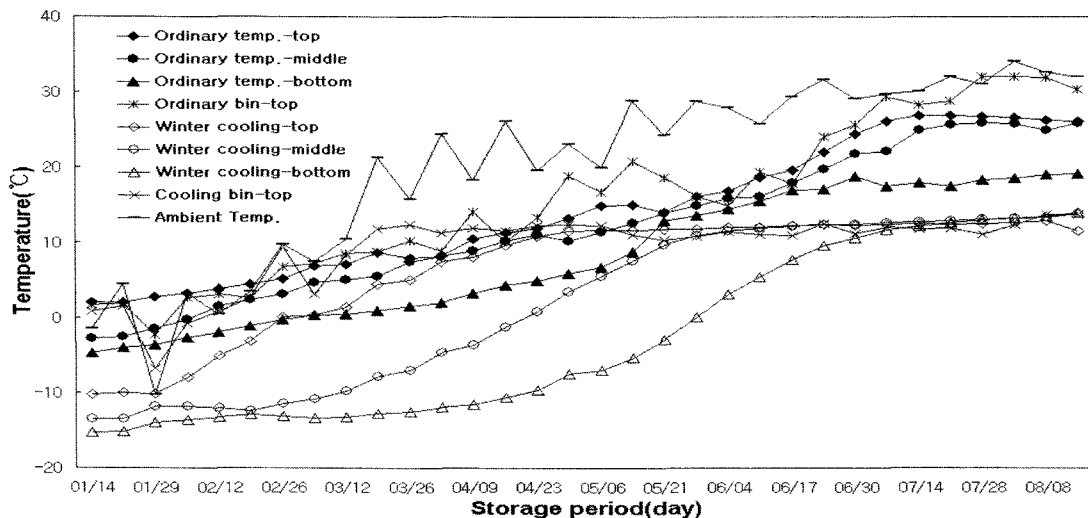


Fig. 2 Variation of grain temperature and ambient temperature by storage period.

의 곡온 변화를 나타낸 것으로 빈 내의 상·중·하부 곡온은 각각 11지점의 평균값을 나타낸 것이다. 통풍냉각빈에 겨울 냉기 1차 통풍(2003년 1월 14일) 후 곡온은 상, 중, 하부 각각 -10.2, -13.5, -15.3℃이었고, 2차 통풍냉각(2003년 1월 29일) 후 곡온은 상, 중, 하부 각각 -10.1, -11.8, -14.0℃이었다.

그림에서와 같이 저장기간이 경과함에 따라 외기온이 상승하면, 빈 상부공간(top space)의 공기 온도가 높아지기 시작하고, 이로 인하여 상부층의 곡온이 먼저 상승하는 것으로 나타났다.

통풍냉각빈의 상, 중, 하부 곡온이 0℃를 넘는 시기는 각각 2월 28일, 4월 21일, 5월 28일 이었고, 이것은 1차 통풍냉각을 실시한 후 각각 45, 96, 134일 경과한 후 이었다. 한편 상, 중, 하부 곡온이 10℃ 이상으로 상승하는 시기는 각각 4월 23일, 5월 23일, 6월 30일로 상온빈 저장보다 저온 유지가 잘 되고 저온 기간이 긴 것으로 나타났다.

쿨링시스템을 이용한 빈 상부공간의 온도제어는 4월 8일부터 시작하였고 저장종료(8월 17일) 후 곡온이 상, 중, 하부 각각 11.6, 13.8, 14.1℃로 유지되어 곡물의 저온저장 기준온도인 15℃ 이하를 유지할 수 있는 것으로 나타났다.

상온빈의 곡온도 외기온이 상승함에 따라 점차 상승하였고, 저장초기 상, 중, 하부 곡온은 각각 2.0, -2.8, -4.7℃이었다.

곡물이 호흡을 활발히 시작하는 곡온 15℃를 넘는 시기는 상부의 경우 4월 2일~9일 이었고, 중부와 하부의 경우 5월 28일~6월 10일 이었으며, 저장종료 후 상온빈의 상, 중, 하부 곡온은 각각 26.1, 25.9, 19.2℃이었다. 이렇게 곡온이 15℃를 넘기 시작하고, 계속 상승하면 벼의 호흡도 더욱 활발해지면서 영양분 손실과 함께 품질이 저하된다(河野常盛, 1980).

나. 저장기간 중 벼 함수율 변화

그림 3은 저장기간에 따른 통풍냉각빈과 상온빈의 위치별 벼 함수율 변화를 비교하여 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 저장기간이 경과함에 따라 벼 함수율은 감소하는 경향을 나타내었다.

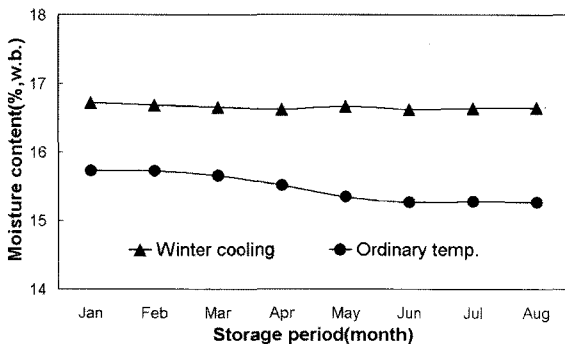


Fig. 3 Variation of moisture content by storage period.

벼의 초기 평균함수율은 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 각각 16.72, 15.73%이었고, 8월까지 저장 후 벼의 함수율은 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 각각 16.65, 15.26%이었다. 이것은 초기평균함수율에 비하여 통풍냉각빈과 상온빈 저장이 각각 0.07, 0.47% 감소한 것이다.

상온빈 저장의 함수율 감소가 많은 것은 외부 공기와 접해 있는 상, 하부 층이 자연건조 되고, 기온이 상승함에 따라 곡온 상승 및 결로 및 변질 방지를 위한 교반 및 송풍을 하였기 때문이라 판단된다. 한편 저장기간중 15℃ 이하의 저온과 70% 전후의 습도를 유지한 통풍냉각빈 저장은 상, 하부 층으로부터의 공기유입을 차단하여 자연건조를 방지하고, 결로 및 변질 방지를 위한 통풍을 하지 않았기 때문에 상대적으로 함수율 감소가 적은 것으로 판단된다.

다. 저장기간 중 현미 백도 변화

그림 4에 저장기간에 따른 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 현미 백도 변화를 비교하여 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 백도는 저장 기간이 경과함에 따라 약간 증가하는 경향을 나타냈다. 저장기간 동안 백도 변화는 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 각각 18.57~18.70, 18.71~19.28로 초기 백도 보다 0.13~0.57 정도 미세하게 증가하는 경향을 나타내었지만, 거의 차이가 없어 변질이나 부패의 징후는 없는 것으로 나타났다.

한편 백도가 미세하게 증가하는 것은 함수율이 감소하면 백도가 증가하는 기기 특성상의 차이 때문이라 판단된다(Han et al., 2000; Kim, 2004).

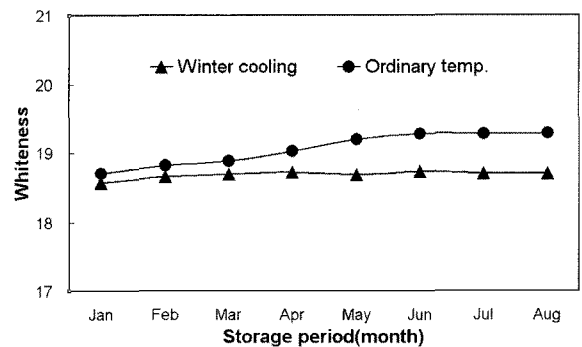


Fig. 4 Variation of brown rice whiteness by storage period.

라. 저장기간 중 현미 동할미율 변화

그림 5는 저장기간에 따른 현미 동할미율 변화를 저장방법 별로 비교한 것이다. 그림에 나타냈듯이 동할미율은 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내었다.

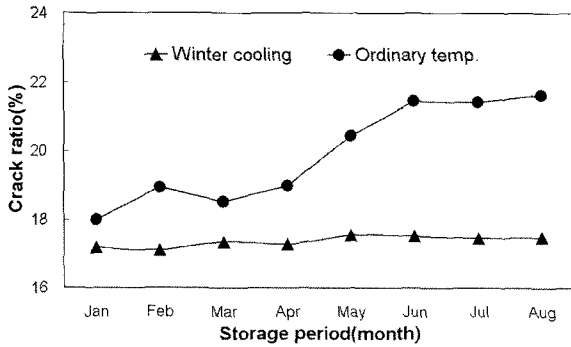


Fig. 5 Variation of crack ratio by storage period.

저장 종료 후 동할미율은 통풍냉각빈 및 상온빈 저장의 경우 각각 17.50, 21.63%를 나타내어 초기 동할미율보다 각각 0.3, 3.63% 증가한 것으로 나타났다. 상온빈 저장의 동할미율이 통풍냉각빈 저장 보다 높은 이유는 4월 이후 높은 외기 온도와 낮은 내부 곡온의 차이를 줄여 결로로 인한 부패나 변질을 방지하기 위해 곡물을 교반하면서 송풍함으로 인하여 건조되기 때문이다. 따라서 곡온과 외기온의 차이가 클 때 결로 방지를 위해 송풍하는 것은 바람직하지 못한 것으로 판단된다.

한편 저장 중 증가한 동할미는 도정 공정에서 찌라기 증가의 원인이 되고, 품위를 떨어뜨리며 식미를 저하시키는 원인이 된다(Han et al., 1995). 따라서 통풍냉각빈을 이용한 저장 방법은 상온 저장에 비해 백미 가공 시 찌라기 증가로 인한 수율손실을 줄일 수 있고, 품질 저하 방지가 가능할 것으로 본다.

마. 저장기간 중 현미 강도 변화

겨울 통풍냉각빈 저장과 상온빈 저장한 벼를 탈부한 후 현미 중 완전립 강도 변화를 저장기간에 따라 그림 6에 나타내었다. 그림에서와 같이 강도는 저장기간이 경과함에 따라 약간 증가하는 경향을 나타내었다.

통풍냉각빈 저장의 경우 저장기간 동안 강도는 7.53~7.81 kgf, 상온빈저장의 경우 8.20~8.72 kgf의 범위를 나타내었다. 저장기간에 따른 강도 증가는 상온빈 저장이 통풍냉각빈 저

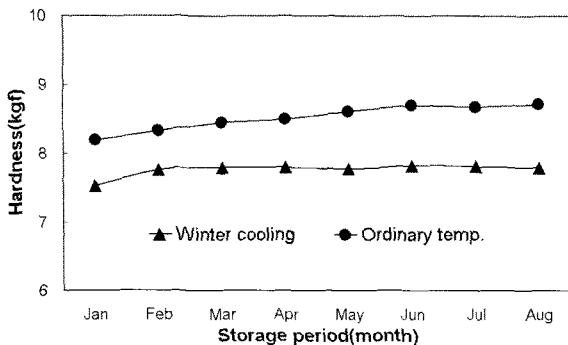


Fig. 6 Variation of hardness by storage period.

장한 것보다 큰 것으로 나타났고, 통풍냉각빈과 상온빈 저장 종료 후 8월의 현미 강도는 초기 강도에 비하여 각각 0.27, 0.48 kgf 증가하였다. 이와 같이 겨울 통풍냉각빈 저장보다 상온빈 저장의 강도가 증가한 것은 현미함수율이 더 많이 감소하여 조직이 단단해졌기 때문이다(Han et al., 1995). 한편 함수율 감소로 인한 현미의 강도 증가는 정백시 부하증가로 도정효율 및 품질을 저하시키는 원인이 된다.

바. 저장기간 중 발아율 변화

그림 7은 겨울 통풍냉각빈 저장과 상온빈 저장의 저장기간에 따른 발아율 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 발아율은 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향이고, 특히 상온빈 저장의 경우 6월 이후에 발아율이 크게 감소하였다.

통풍냉각빈 저장과 상온빈 저장의 초기 발아율은 각각 99.0, 97.0%이었고, 8월의 발아율은 통풍냉각빈 저장과 상온빈 저장이 각각 95.7, 89.0%로 초기 발아율에 비해 각각 3.3, 8.0% 감소하였다.

이와 같이 상온빈 저장의 최종 발아율이 통풍냉각빈 저장한 것보다 낮아지고, 제 1보에서 보다 더 낮아진 이유는 저장기간이 약 40일 정도 더 연장되어 고온에 노출되는 시간이 상대적으로 길었기 때문이고, 반면에 통풍냉각빈 저장의 최종 발아율이 높은 것은 겨울철 냉각 후, 고온기인 7~8월에 상부쿨링 시스템을 이용하여 곡온을 저온으로 유지하였기 때문이라 판단된다.

발아율은 저장 중 발생하는 곡립 자체의 변질 여부와 미생물 등에 의한 피해를 간접적으로 측정하여 곡물의 생명력을 나타내는 지표로, 발아율 저하는 식미에 나쁜 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(신흥기술연구소, 2005; 全農施設·資材部, 1985).

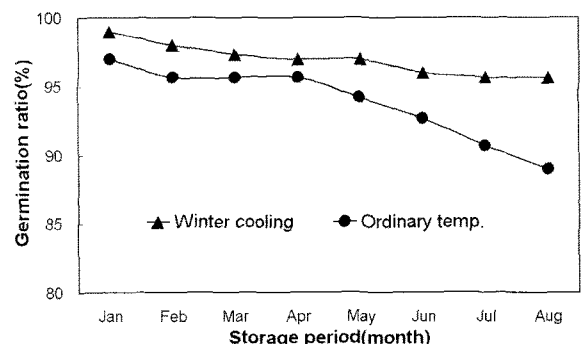


Fig. 7 Variation of germination rate by storage period.

사. 지방산도

지방산도는 저장상태의 지표로서 유리지방산 증가에 따른

곡물의 품질 변화를 측정하는 기준으로 사용된다. 지방산도 20 KOH mg/100 g은 곡물변질의 주의신호를 나타내며, 25 KOH mg/100 g 이상은 변질의 징후로 사용된다(農林省 食糧 研究所, 1969). 또한 지방산도의 증가에 따라 비타민 B₁은 감소하고, 환원당은 증가하는 것으로 알려져 있다.

표 1에 저장 종료 후 현미의 지방산도를 비교하여 나타내었다.

Table 1 Comparison of acid value after storage

Section	Brown rice oil (g)	Acid value (KOH g/100 g)	Average (KOH g/100 g)
Cooling storage	3.42	11.12	10.60
	3.15	10.08	
Ordinary temp. storage	3.23	17.80	17.76
	3.75	17.72	

표에서 알 수 있듯이 저장종료 후 현미의 지방산도는 통풍냉각빈 저장이 상온빈 저장보다 낮은 것으로 나타났다. 한편 상온빈 저장의 평균 지방산도는 17.76 KOH mg/100 g으로 기준치인 20 KOH mg/100 g을 넘지 않았으나 통풍냉각빈 저장에 비해 매우 높게 나타나, 품질이 저하된 것으로 나타났다.

따라서 겨울철 자연냉기를 이용한 곡물 냉각 후, 빈 상부공간 쿨링시스템을 이용한 곡물 저장 방법은 곡온 상승을 방지할 수 있으므로 품질열화 방지가 가능한 효율적인 저장 방법이라 판단된다.

4. 요약 및 결론

겨울철 냉기를 이용하여 벼를 냉각저장할 경우 제 1보에서와 같이 곡온의 저온 유지와 품질 유지가 가능하지만, 상온빈 저장과 마찬가지로 외기온이 급상승하는 5월 초순경부터 빈 상부공간 온도가 급상승하면서 상층부 곡온도 상승하여 품질에 나쁜 영향을 미친다.

따라서 본 실험은 빈 상부 공간 온도의 상승을 방지할 수 있는 빈 상부공간 쿨링시스템을 개발하여 곡온의 저온 및 품질 유지 가능성과 저장기간에 따른 저장특성을 분석하여 벼의 겨울 통풍냉각 저온저장기술을 확립하고자 하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 통풍냉각빈에 통풍냉각 후 상, 중, 하부층의 곡온은 각각 -10.1, -11.8, -14.0℃이었다.
- (2) 쿨링시스템을 이용한 저장빈의 상부공간 온도제어는 4월 13일부터 8월 17일까지 실시하였고, 상부공간 온도 및 곡온이 15℃ 이하로 유지되었다.

- (3) 저장기간이 경과함에 따라 함수율은 감소하였고, 저장종료 후 최종 함수율은 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 각각 16.65, 15.26%로 초기 함수율보다 각각 0.07, 0.47% 감소하였다.
- (4) 백도는 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 차이가 거의 없어 변질이 없는 것으로 나타났다.
- (5) 강도는 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.
- (6) 저장 후 동할미율은 통풍냉각빈 및 상온빈 저장의 경우 각각 17.50, 21.63%를 나타내어 초기 동할미율 보다 각각 0.3, 3.63% 증가하였다.
- (7) 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 최종 발아율은 각각 95.7, 89.0%로 초기 발아율에 비해 각각 3.3, 8.0% 감소하였다.
- (8) 지방산도는 저장종료 후 통풍냉각빈과 상온빈 저장의 경우 각각 10.60, 17.76 KOH mg/100 g이었고, 상온빈 저장의 경우 기준치인 20 KOH mg/100 g을 넘지 않았으나 통풍냉각빈 저장에 비해 상당히 높게 나타났다.
- (9) 겨울철 냉기를 이용하여 통풍냉각 저장한 벼는 지역에 따라 기온이 상승하는 4월 또는 5월에 빈 상부 쿨링시스템을 이용하면 저장기간 중 벼의 감모 및 품질열화 방지가 가능하고, 곡온을 15℃ 이하로 유지할 수가 있으므로 미생물 및 해충 발생을 방지할 수 있어 경제적이고 효율적으로 저온저장 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. AOCS. 1993. Official methods and recommended practices of the american oil chemists' society, Cd 3d-63. 4th edition.
2. Han, C. S., H. K. Koh, D. B. Song, J. D. So and H. Y. Jeon. 2000. Development of predicted model and properties variation of brown rice after conditioning. J. of Sci. Chungbuk National Univ. 17:75-80. (In Korean)
3. Han, C. S., J. S. Lee, H. P. Lee and T. M. Ham. 2001. Storage characteristics of rough rice after cooling by cold-air in winter. Proceedings of the KSAM 2001 Summer Conference 6(2): 196-201. (In Korean)
4. Han, C. S., S. C. Cho and K. S. Yon. 1995. Study on the Hardness and Milling Characteristics of Brown Rice. Research Reports of Institute of Thermal Energy For Rural Areas 11(1):51-59. (In Korean)
5. Kim, Y. H. 2004. Physical Properties and Milling Characteristics of Rewetted Brown Rice. A thesis for the degree of Doctor, Chungbuk National University. (In Korean)

6. Lee, J. S., C. S. Han, T. M. Ham and K. S. Yon. 2005. Low temperature storage of rough rice using cold-air in winter(I). J. of Biosystems Eng. 30(3):155-160. (in Korean)
7. Lee, J. S., S. C. Cho, K. S. Yon, M. H. Kim, H. P. Lee, T. M. Ham and J. Y. Park. 2002. Storage characteristics of rough rice by storage methods. Proceedings of the KSFE 2002 Spring Conference 111. (In Korean)
8. 農林省 食糧研究所. 1969. 米の品質と貯藏, 利用. 食糧技術普及シリーズ 第7号:46-85.
9. 山下律也. 1975. 穀物の含水率測定方法基準についての 提案. 農業機械學會誌 37(3).
10. 河野常盛. 1980. 米の低温貯藏法の研究. p134. プリンティング出版部. 日本.
11. 全農 施設・資材部. 1985. 共乾施設のてびき -第II分冊. pp.166-167. 全農管財株式会社. 日本.
12. 川村周三. 2000. 北海道における 新規貯藏技術の確立. 北海道農業施設協會:23-72.
13. 신흥기술연구소. 2005. 곡물의 고품질 건조·저장 기술. pp.234-240. 성화인쇄. 청주.