

벼풀종과 도정단계에 따른 열풍 팽화 특성

김중만* · 김동한¹ · 백승화 · 최용배 · 한성희

원광대학교 농화학과, ¹목포대학교 식품영양학과

Abstract : 고미의 효율적 소비방법에 관한 연구의 일환으로 열풍식 팽화기($210 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 55 ± 5 sec.)를 이용하여 나락의 팽화 특성을 벼의 형태와 품종별로 비교하였다. 열풍에 의한 팽화 효과는 나락이 현미나 백미에 비하여 월등하게 우수하였고 형태별 팽화된 전분의 상대적 결정화도 역시 나락이 백미나 현미보다 매우 낮았다. 팽화나락과 현미의 팽화제적 증가율은 찰벼가 매벼에 비하여 높았으며 팽화적성은 운봉을 찰벼와 진주벼가 양호($P=0.05$)하였다. 최대 팽화력을 나타내는 나락의 수분함량은 10~12%이었다(1994년 2월 14일 접수, 1994년 3월 22일 수리).

서 론

쌀은 우리의 주식으로 이용되는 이외에 떡류, 과자류, 장류, 주류 등의 가공 원료로 이용되고 있으나, 최근 쌀의 생산량에 비하여 소비량이 해마다 감소하는 추세이고¹⁾ 그로인한 재고미의 증가는 막대한 국가재정 압박 요인이 되고 있어서 새로운 쌀의 이용방법 모색이 절실히 요구되고 있다.

쌀로부터의 알코올 빌효나 주류 제조시 일반적인 공정은 정미, 수세, 수침, 호화의 4단계 과정을 거친으로써 시간과 에너지가 낭비되는 단점이 있다. 특히 호화공정은 습식의 증자와 건식의 유탕(튀김), extrusion, 폭열식 팽화에 의한 전분의 호화 등의 방법이 있는데²⁾ 습식과 건식의 유탕 및 extrusion방법은 정미와 수분 조절이 전제되어야 한다. 그러나 팝콘 제조기와 같은 열풍팽화 방식은 정미, 수세, 수침 및 증자는 4단계 공정을 팽화라는 단일 공정으로 대체하여 각종 빌효의 당화 기질로 쓸 수 있는 전분의 호화가 가능할 것으로 생각되는데 팽화에 의한 나락의 호화가 가능하면 시간과 에너지 절약면에서 획기적인 공정으로 생각된다.

한편 전분질의 팽화는 원료전분의 종류와 품종^{3~5)} amylase 함량^{6,7)} 수분함량^{8~10)} 및 원료의 형태¹¹⁾에 의하여 팽화율이나 팽화 전분의 이화학적인 성질이 크게 좌우된다.

본 연구는 나락으로부터 주정이나 주류를 양조하는데 열풍팽화 방식이 실용화 될 수 있는지를 조사하기 위하여

일차적으로 품종과 도정정도 및 수분함량별로 팽화시켜 팽화율과 그 특성을 조사 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 벼 품종은 매벼로 일반계의 대청벼와 진주벼, 통일계의 칠성벼와 청청벼를, 찰벼로는 일반계의 신선찰벼와 운봉을 찰벼, 통일계의 한강찰벼로서 1990년에 호남작물시험장에서 재배한 것을 분양받아 열풍건조기(30°C)에서 24시간 건조하여 수분함량을 $12 \pm 1\%$ 로 조절하여 사용하였다.

방법

도정은 Rice polisher 193-C(Model RA-150, KIYA SEISAKUSHO LTD., TOKYO, JAPAN)을 이용 현미는 왕겨총만을 제거, 백미는 정백도 92%로 하였고, 나락의 팽화는 열풍식팽화기(hot air puffer: 금성사PC-110F)를 이용하였으며 처리온도와 시간은 각각 $210 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 55 ± 5 초 이었다. 나락 및 백미, 현미의 크기는 Vernier caliper로 측정하였고, 팽화부피는 250 ml용 mess cylinder에 시료 60 g을 충진한 부피를 팽화시켜 측정한 부피에서 뺀 차를 부피 증가로, 무게는 화학천칭을 이용하여 측정하였고, 팽화율은 시료 나락 갯수에 대한 팽화된 것을 백분율로 나타냈다. X-ray diffraction 조사는 쌀을 처리조건별로 X-ray diffractometer(Rigaku Co. Japan)을 이

Key words : Unhulled rice, rice puffability, hot air puffing

*Corresponding author : J.-M. Kim

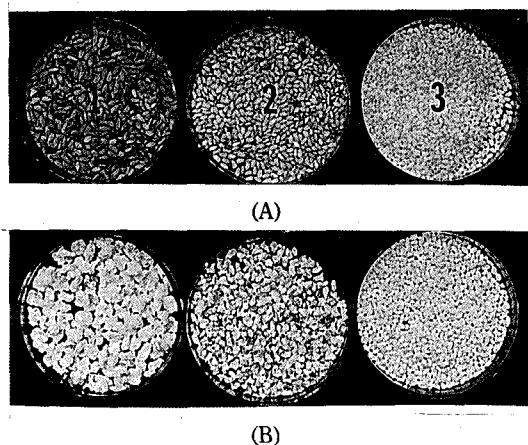


Fig. 1. Appearances of the paddy (1), brown rice (2) and polished rice (3), and their shape (B) puffed with hot air puffer. A: unpuffed rice B: puffed rice.

용하여 target : Cu- κ , filter : Ni, 전압 : 35 KV, 전류 : 15 mA, reflection angle : $2\theta = 30^\circ - 10^\circ$ 조건에서 회절도를 측정하여 결정성을 관찰하였다. 얻어진 데이터는 SAS series package의 ANOVA와 Duncan's multiple range test¹²⁾ 처리를 하여 유의차를 구하였다.

결과 및 고찰

나락, 현미, 백미의 팽화력비교

운봉을 찰벼를 백미, 현미, 나락의 형태로 열풍에 팽화시켜 팽화정도를 비교한 결과는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 백미를 팽화한 경우 팽화전의 부피나 형태와 비교하여 볼 때 별다른 변형을 볼 수 없었고, 현미를 팽화하여 본 결과는 백미를 팽화한 것 보다는 약간의 부피가 증가하였고 종피층에 균열이 일어났으며 배유부위도 다소 노출되는 정도인데 비하여 나락을 팽화한 경우, 팽화부피는 현미에 비하여 현저히 증가하였고 팽화전의 형태와는 전혀 달라 왕겨층이 현미에서 완전히 분리되거나 팽화미를 살짝 물고 있는 형태로서 살짝 문지르면 분리되었다. 이 결과는 재래방식인 나락의 정미와 수침 및 전분의 호화라는 3가지 공정을 팽화라는 단일 공정으로 대치할 수 있음을 반영한 것이며 이 공정은 공정의 단순화와 에너지 및 시간 절약적 면에서 매우 실용가능성이 있는 공정이라 생각된다.

이상에서 볼 수 있는 바와 같이 나락상태가 현저한 팽화효과를 나타내는데 이는 상온의 나락을 $210 \pm 5^\circ\text{C}$ 의 팽화기에 넣어 가열하면 초기에 배유 중 수분의 기화와 공기의 팽창 등으로 내압이 형성되며 가열이 지속됨에

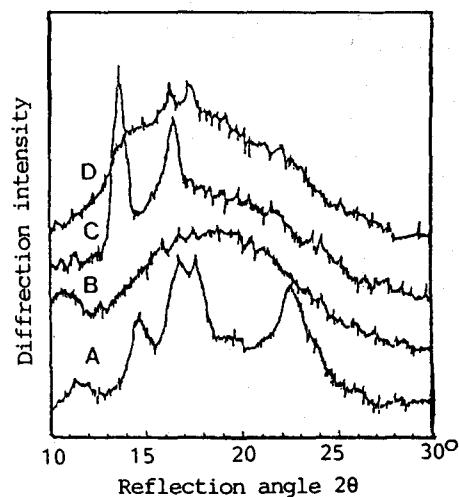


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of rice flour.
A, Unpuffed paddy flour; B, Puffed paddy flour; C, Puffed brown rice flour; D, Puffed polished rice flour.

따라 온도가 상승하여 왕겨의 내압은 더욱 상승하나 아직 왕겨와 겨총 저항력보다는 작거나 같고, 가열 후기에는 내압이 왕겨층의 저항력보다 커지는 순간에 왕겨가 파열됨과 동시에 배유부가 순간적으로 파열되어 팽화되는 것으로 사료되며, 이때 왕겨층은 폭열식의 뒤밥기계에서 마치 가열통처럼 팽압을 유지하여 주는 기능을 발휘하는 것이 아닌가 생각된다.

따라서 나락의 완전한 팽화를 위해서는 나락이 충실히 해야 하며 왕겨층이 손상을 받지 않은 것이어야 하고 적당한 수분이 존재되어야 한다. Murugesan 등¹³⁾은 나락의 팽화는 왕겨층의 강도와 낱알의 경도에 좌우되며 Payne¹⁴⁾은 팽화는 gas 발생에 따른 완전한 상전환, 흡수, 흡착, 화학반응에 의하여 이루어진다고 보고한 바 있다. 이와 같은 팽화현상은 증자나 자숙에서 볼 수 없는 다공성 구조를 형성하기 때문에 수분과 효소의 침투가 용이하여 전분의 가수분해 작용이 유리할 것으로 생각된다.

X-ray 회절 비교

운봉을 찰벼를 도정단계(나락, 현미, 백미)에 따라 팽화시켜 전분의 결정화도를 X-ray 회절기를 이용하여 조사한 결과는 Fig. 2와 같이 생쌀가루(A)는 reflection angle $2\theta = 15.3^\circ$ (3b), 17.1° (4a), 18.2° (4b), 23.5° (6a)에서 강한 peak를 보여 A도형의 전형적인 특징을 나타냈다.¹⁵⁾

나락(B)을 팽화시킨 경우 모든 peak는 거의 소멸되어 전분의 호화를 간접적으로 확인할 수 있었고, 현미(C)를

Table 1. Analysis of variance of length, width, thickness, length to width ratio and length to thickness ratio of Brown rice

Variety	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	L/W	L/T
Shinsun chalbyeo*	5.32±0.36 ^{ab}	3.05±0.44 ^a	2.14±0.36 ^a	1.74±0.30 ^a	2.49±0.29 ^a
Wuonbongol chalbyeo*	4.76±0.54 ^a	2.87±0.61 ^a	2.12±0.22 ^a	1.66±0.55 ^a	2.25±0.25 ^a
Hangang chalbyeo*	6.34±0.35 ^a	2.68±0.51 ^a	2.09±0.61 ^a	2.37±0.31 ^a	3.03±0.35 ^a
Mean of Sum	5.47±0.79	2.84±0.45	2.07±0.43	1.95±0.45	2.69±0.48
Daecheong byeo	5.55±0.64 ^{ab}	2.89±0.46 ^a	2.11±0.57 ^a	1.92±0.52 ^a	2.63±0.55 ^a
Jinju byeo	5.34±0.73 ^{ab}	2.98±0.33 ^a	2.14±0.43 ^a	1.79±0.55 ^a	2.50±0.55 ^a
Chilseong byeo	5.15±0.47 ^{ab}	2.67±0.64 ^a	1.93±0.54 ^a	1.93±0.44 ^a	2.67±0.45 ^a
Cheongcheong byeo	6.13±0.53 ^a	2.80±0.53 ^a	2.08±0.41 ^a	2.19±0.45 ^a	2.95±0.55 ^a
Mean of Sum	5.47±0.79	2.87±0.48	2.12±0.37	1.87±0.54	2.59±0.43

Mean±S.D. of triplicate measurement, *glutinous rice.

Means followed by a different letter are significantly difference ($p=0.05$).

팽화시킨 경우 4b와 6a peak는 소멸되었으나 3b peak는 급격히 증가하였고, 백미팽화 (D)의 경우는 3a와 6a peak가 소멸되었으나 4a와 4b peak는 높이의 변화없이 둔화 되었다. 이를 Fig. 1과 비교해 볼 때 현미나 백미의 팽화처리 보다는 나락으로 팽화처리 하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

현미의 형태비교

나락의 팽화율은 현미의 크기와 밀접한 관계가 있다.⁶ 쌀의 크기와 열풍 팽화성과의 관련성을 조사하기 위하여 먼저 품종별 현미의 크기를 조사한 결과는 Table 1과 같이 길이는 통일계의 한강찰벼가 가장 길었으며 일반계의 운봉찰벼가 가장 짧았고 현미의 폭은 일반계의 신선찰벼와 진주벼가 넓었고 통일계의 한강찰벼와 칠성벼가 좁은 편이었으나 유의차는 발견되지 않았다($p=0.05$). 두께는 통일계의 칠성벼를 제외하고는 차이가 미미하여 나락의 품종별 차이는 길이에서 가장 심하였으며 다음으로 폭이었다. 폭에 대한 길이의 비율 및 두께에 대한 길이의 비율은 통일계의 한강찰벼, 청청벼, 칠성벼 순으로 높아 정도의 차이는 있으나 통일계는 일반계에 비하여 가늘고 길었다.

나락의 팽화력 비교

나락의 팽화력을 품종별로 비교한 결과는 Table 2와

같다. 나락의 무게는 팽화처리에 의해 60g에서 평균 51.33g으로 감소하여 팽화전 나락의 수분이 평균 14.0% 이었던 점을 고려하여 볼 때 팽화처리에 의하여 대부분의 유리수는 증발 되었다. 팽화에 의한 나락의 부피는 팽화 전에 비하여 평균 6.65배 증가하였고 팽화처리시 총 나락 수에 대한 팽화나락의 비율은 찰벼가 평균 93.0%로 전주벼를 제외한 메벼보다 팽화나락 비율이 높았으며 일반계와 통일계의 차이는 뚜렷하지 않았다.

한편 팽화된 쌀의 중량에 대한 체적 증가율은 운봉을 찰벼가 가장 높아 20.1% 이었으며 다음으로 한강찰벼, 진주벼 순이었고 통일계의 메벼인 칠성벼와 청청벼에서 가장 낮았다($P=0.05$). 즉 품종별 팽화부피 증가율은 메벼보다도 찰벼가, 통일계 보다는 일반계가 높은 편이나 품종에 따라 현저한 차이가 있었고 나락의 amylose 함량이 낮은 쌀이 팽화율이 높았던 Villareal⁵ 등의 보고와는 대체로 유사하였다. 쌀의 팽화체적 증가율은 amylose 함량 이외에도 쌀의 폭에 대한 길이의 비율과 $r = +0.62$ 인 고도의 유의성이 있는 상관관계를 보였다고 Goodman 등⁶은 보고하였으나 본 실험의 경우 Table 1의 품종별 나락의 길이, 폭, 두께와 팽화율과는 유의성을 인정 할 수 없었으나 Murugesan 등¹³은 나락의 팽화시 품종이나 amylose 함량비와는 상관성이 낮았다고 보고한 바 있다.

Table 2. Varietal variation in puffing properties of paddy

Variety	Weight (g) [#]		Volume (ml) [#]		Puffed kernel ratio (%) [#]	Expansion ratio of rice (m/g) [#]
	Unpuffed	Puffed	Unpuffed	Puffed		
Shinsun chalbyeo*	60.00	52.13± 0.50 ^a	109± 5 ^a	710± 10 ^c	93.9± 5 ^{ab}	14.3± 0.5 ^c
Wuonbongol chalbyeo*	60.00	51.79± 0.80 ^a	110± 4 ^a	903± 12 ^a	92.8± 4 ^{ab}	20.1± 0.7 ^a
Hangang chalbyeo*	60.00	50.96± 0.5 ^a	105± 7 ^{ab}	780± 10 ^b	92.3± 7 ^{ab}	17.6± 0.6 ^b
Mean of Sum		51.63± 0.6	108± 5	797± 11	93± 6	17.33± 2.5
Daecheong byeo	60.00	50.96± 1.0 ^a	95± 4 ^{ab}	660± 0.9 ^d	83.2± 6 ^{dc}	14.7± 0.5 ^c
Jinju byeo	60.00	51.73± 0.7 ^a	1102± 8 ^{ab}	760± 8 ^b	95.9± 5 ^a	17.2± 0.8 ^b
Chilseong byeo	60.00	51.02± 1.0 ^a	105± 7 ^{ab}	557± 6 ^e	89.3± 7 ^{ab}	12.6± 0.5 ^d
Cheong cheong byeo	60.00	51.72± 0.8 ^a	110± 5 ^a	515± 8 ^f	80.6± 6 ^c	12.0± 0.6 ^d
Mean of Sum		51.35± 1.2	103± 6	623± 7.6	87.3± 6	14.13± 2.1

*: Mean± S.D. of triplicate measurement, *; glutinous rice.

Means followed by a different letter are Significantly difference ($p=0.05$).

Table 3. Effect of moisture content on the puffing volume and puffed kernel ratio of paddy

Moisture (%)	Puffed volume (ml) [#]	Puffed kernel ratio (%) [#]
6	957± 10bc	91.1± 0.5b
8	970± 12bc	91.8± 0.4ab
10	992± 11ab	92.9± 0.6a
12	1006± 13a	92.0± 0.3ab
14	899± 8d	86.7± 0.4c
16	593± 5e	35.7± 0.5d
18	416± 2f	16.1± 1.2e

#: Mean± S.D. of triplicate measurement.

Means followed by a different letter are Significantly difference ($p=0.05$).

또한 팽화부피와 팽화율의 감소 정도는 저수분상태 보다 고수분 상태(16% 이상)에서 심하였다.

이를 Lin 등¹⁰의 옥수수를 전자랜지에서 팽화시킬 때 최대 팽화부피는 수분량 12.5~13.5%이었고 팽화옥수수의 비율은 수분량 10~10.9%에서 제일 높았던 보고와 비교하여 볼 때 나락과 옥수수의 팽화는 대체적으로 유사하였으나 Indica형 나락의 팽화는 수분량 14%에서 최대였던 Murugesan 등¹⁶의 보고와는 상이하였다.

본 열풍팽화에 의한 나락의 α -화는 주류양조에서 쌀의 재래적 호화공정에서 거치는 4가지 공정(정미, 수세, 수침, 증자)을 열풍 팽화공정이라는 단일공정으로 대치할 수 있는 실용적인 방법으로 판단된다.

감사의 글

수분함량 차이에 의한 팽화력비교

나락 팽화시 나락내의 팽압형성에 주된 요인으로 작용하는 수분함량이 팽화부피와 팽화율에 미치는 영향을 운봉을 찰벼의 수분함량별로 비교한 결과 Table 3과 같이 팽화부피는 수분량이 감소함에 따라 증가하여 수분량 12 %에서, 팽화된 나락의 비율은 수분량 10~12%에서 각각 높은 유의차($P=0.05$)를 나타냈고 그 이하의 수분량에 서는 팽화부피와 팽화나락의 비율 모두 감소 하였다.

본 연구는 1993년도 원광대학교 주산연구비 지원으로 이루어 졌으며 X-ray회절도 작성에 도움을 주신 원광대학교 물리학과 김윤곤 교수님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 농협중앙회: 91농협연감, 48(1991)

2. 杉本勝之: 日本食品工學會誌, 27 : 635(1980)
3. Haugh, C. G., Line, R. M., Hans, R. E., and Ashman, R. B.: Transactions of the ASAE., 168(1976)
4. Ram, B. P., and Nigam, S. N.: J. Food Sci., 47 : 231 (1981)
5. Villareal, C. P., and Juliano, B. O.: Cereal Chem., 64 : 337(1987)
6. Goodman, D. E., and Rao, R. M.: J. Food Sci., 49 : 1204(1984)
7. Chinnaswamy, R., and Hanna, M. A.: Cereal Chem., 65 : 138(1988)
8. Gomez, M. H., and Aguilera, J. M.: J. Food, Sci., 48 : 378(1983)
9. Gomez, M. H., and Aguilera, J. M.: J. Food, Sci., 49 : 40(1984)
10. Lin, Y. E., and Anantheswaran, R. C.: J. Food Sci., 53 : 1746(1988)
11. Lien, R. M., and Haugh, C. G.: Transactions of the ASAE, 855(1975)
12. SAS: "SAS series package", SAS Institute Inc., Cary, nc(1987)
13. Murugesan, G., and Bhattacharya, K. R.: J. Cereal Sci., 13 : 71(1991)
14. Payne, F. A., Tarada, J. L., and Saputra, D.: J. Food Eng., 10 : 183(1989)
15. Zobel, H. F.: Methods in Carbohydrate Chemistry (IV) Academic Press. New York. N. Y., 109(1964)
16. Murugesan, G., and Bhattacharya, K. R.: J. Cereal Sci., 13 : 85(1991)

Puffability with Hulling steps and Rice Varieties by Hot Air Puffer

Joong-Man Kim*, Dong-Han Kim¹, Seung-Hwa Baek, Yong-Bae Choi, and Sung-Hee Han
 (Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Wonkwang University, Iri, Cheonbug, 570-749, Korea, ¹Department of Food and Nutrition, College of Home Ecology, Mokpo National University, Muan, Cheonnam, 534-729, Korea)

Abstract : Effects of rice type (unhulled, brown, and polished rice), varieties, moisture content, and shape (length and diameter), on rice of puffability by hot air were investigated. The puffability of unhulled rice was the highest among them. In addition, relative crystallinities of puffed paddy by hot air puffer (55 ± 5 sec, at $210 \pm ^\circ\text{C}$) were lower than those of brown and polished rice. The puffability of Wongbongolchalbyeo, glutinous rice, and Jinjubyeo, non-glutinous rice, was good, respectively. Optimum moisture content of unhulled rice for maximum puffed volume was in the range of 10~12% (w/w).