

찰쌀의 초미세분쇄/공기분급 특성과 유과제조공정 개선

박동준 · 구경형 · 목철균*

한국식품개발연구원, *경원대학교 식품가공학과

Characteristics of Glutinous Rice Fractions and Improvement of Yoogwa Processing by Microparticulation/Air-classification

Dong-June Park, Kyung-Hyung Ku and Chulkyoon Mok*

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Technology, Kyungwon University

Abstract

Glutinous rice was microparticulated and air-classified at different air classifying wheel speeds (ACWS) of 20,000 rpm and 15,000 rpm in a Turboplex classifier. The starch was concentrated to a coarse fraction and the protein was shifted to a fine fraction. The degree of starch damage of the coarse fraction was comparable to that of traditionally soaked glutinous rice. Yoogwa(Korean cracker) made from the fractions of ACWS 15,000~20,000 rpm and below ACWS 15,000 rpm was very comparable to that made by the traditional method in degree of puffing, hardness and internal structure. It was also confirmed by the sensory evaluation, indicating that the microparticulation/air classification technology could be applied to produce raw material of Yoogwa. The developed noble process could exclude the long soaking step in the traditional Yoogwa process and reduce the process time remarkably.

Key words: microparticulation/air classification, glutinous rice, Yoogwa

서 론

찰쌀은 떡이나 강정 등 전통음식에 주로 이용되어 왔고, 찰쌀을 원료로 한 대표적인 가공식품의 하나인 유과는 식생활의 변화에도 불구하고 전통적인 의식에 계속 사용되고 있으며, 고급식품으로서 기호성도 높다. 그러나 유과 제조공정이 복잡하고 아직 자동화되지 못한 관계로 대량생산에 어려움이 있어 소규모 한과업체에서만 생산하여 공급되고 있는 실정이다. 유과의 전통적인 제조방법은 수침, 분쇄, 증자, 교반, 반데기 성형, 건조 및 튀김과정을 거쳐 완성되는데 제조에 소요되는 시간이 길며 대부분 수작업에 의존하고 있으므로 가격이 비교적 높은 편이다. 제조공정 중 가장 장시간이 요구되는 수침과정은 찰쌀가루를 약 7~14일 정도 수침하여 유과 제조에 적당한 전분의 변형을 일으키는 것이 통상적인 방법이다^{1) 2)}. 이러한 수침과정중의 변화, 즉 단백질함량을 낮추고 유과제조에 적당한 전분의 변형(전분손상)을 수침방법이 아닌 단순한 기법으로 유도할 수 있게되면 유과의 대량생산에 큰 장애가 되고 있는 수침과정이

필요치 않아 수침에 의한 폐수발생과 환경오염을 막는 동시에 유과제조공정의 단순화와 생산비의 절감 및 표준화된 유과제품 생산에 기여할 수 있을 것이다.

최근 소재 의약 및 식품 분야에서 각광을 받고 있는 초미세분쇄기법은 물리적인 작용에 의하여 식품 구성성분이 갖는 물리적 특성을 부분적으로 변형시킬 수 있을 뿐만 아니라 공기분급에 의하여 단백질, 전분, 무기질 등 특정성분을 농축 또는 감소시킬수 있다고 보고되어 있고, 현재 이 기법은 식품재료 및 원료에 실제로 이용되고 있다^{3) 4)}.

본 연구는 찰쌀을 초미세분쇄한 후 분급회속도(ACWS)에 따라 공기분급하여 회수한 여러 분획들과 전통적인 수침과정을 거쳐 회수한 찰쌀분말의 이화학적 특성과 이들을 원료로하여 제조된 유과의 품질을 비교함으로써 수침공정의 생략과 유과제조공정 개선가능성을 제시하고자 수행되었다.

재료 및 방법

재료

찰쌀(신선찰벼)은 1992년도에 경기도에서 계약재배하여 10분도로 도정한 것을 시료로 사용하였다.

Corresponding author: Dong-June Park, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Boondang-gu, Seongnam 463-420, Republic of Korea

초미세분쇄 및 공기분급

Roller crusher(경창기계)를 이용하여 찹쌀을 1~2 mm 크기로 조분쇄하고 Circoplex impact mill(Model 50-ZPS, Alpine Aktiengesellschaft, Augsburg, Germany)을 이용하여 beater speed 20,000 rpm, cut-off wheel speed 7,500 rpm으로 초미세분쇄한 다음 air classifying wheel speed(ACWS) 15,000 rpm 및 20,000 rpm에서 공기분급하였다.

일반성분 및 식이섬유 분석

일반성분 분석은 AOAC방법⁽¹¹⁾에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet법, 조회분은 550°C 회화법으로 분석하였고, 모든 측정은 2회 반복하여 평균값으로 하였다. 분급된 각 시료의 총식이섬유(TDF; total dietary fiber)분석은 Prosky 등⁽¹²⁾의 방법으로 Sigma total dietary fiber assay kit(TDF-100)을 사용하여 분석하였으며, 전분함량은 100에서 단백질, 지방, 회분 및 식이섬유를 제하여 환산한 값으로 하였다.

전분손상도

각 분획의 전분손상도는 AACC 방법⁽¹³⁾에 의하여 다음과 같이 분석하였다. 시료 1g을 200 ml 정용플라스크에 넣고, α -amylase(Sigma Co., 110 unit/mg) 용액 45 ml를 첨가하여 유리병으로 잘 혼합한 다음, 30°C 항온기에서 정확하게 15분간 정치하였다. 이 용액에 3.68 N 황산 3 ml와 sodium tungstate용액 2 ml를 첨가하고 2분간 정치시켜 Whatman No. 4 여과지로 여과하였다. 이때 초기에 여과되는 8~10방울은 제거하고, 여액 5 ml를 취해 시험관에 넣은 후 0.1 N alkaline ferricyanide 용액을 첨가하여 혼합한 즉시 끓는 항온수조에 정확히 20분간 반응시켰다. 반응시킨 액은 흐르는 물로 냉각시켜 100 ml 정용플라스크에 넣고, 시험관에 남은 용액은 25 ml의 acetic acid 용액으로 세척하여 앞의 용액과 혼합한 다음, 50% KI용액 1 ml를 첨가하고, 0.1 N thiosulfate로 적정하여 전분손상도를 환산하였다.

$$\% \text{ 전분손상도} = (0.082) \times (\text{mg maltose} / 10 \text{ g sample})$$

미세구조

초미세분쇄분말과 공기분급한 각 분획의 미세구조는 Laser scanning confocal imaging system(MRC-600, Bio-Rad Microscience Division, Cambridge, MA, U.S.A.)을 사용하여 관찰하였다.

입도분석

각 분획의 입도분석은 high resolution particle size analyzer(API Aerosizer, Amherst Process Instruments Inc. U.S.A.)를 사용하였다. 이때 측정조건은 nozzle type; 200 μ m, disperse type; pulse jet, disperser flow pres-

sure; 50.0, pulse increment; 0.5, minimum count rate; 4,000, maximum count rate; 10,000으로 하였고, 분석은 plot scale; linear, distribution type; number, diameter type; geometric, plot mode; histogram, smoothing level; fine, normalization; individual에서 실시하였다.

유과제조

일정량의 찹쌀분말에 수분함량 40%가 되도록 가수하고 떡제조기(신일 자동떡방아, SCM-3607, 신일산업)로 15분간 호화시킨 후, 10분간 파리치기하였다. 파리치기가 완료된 찹쌀반죽을 2 mm의 두께가 되도록 붓으로 밀어 성형시키고 20×20 mm로 절단한 다음, 50°C의 열풍건조기에서 수분함량 20%가 되도록 건조시키고 상온에서 15시간 숙성시켰다. 건조 및 숙성이 완료된 유과용 생지를 110°C의 콩기름(동방유량)에서 20~30초간 1차 튀김한 다음 180°C에서 4~5초간 2차 튀김하여 유과를 제조하였다.

물성측정

유과의 팽화율은 제조 후의 부피를 튀김 전의 생지 부피로 나누어 계산하였다. 유과의 물성은 Texture Analyzer(Model TA XT-2, Stable Micro Systems, Ltd. England)를 사용하여 penetration test를 행하였다. 이때 측정조건은 probe; ϕ 2 mm, graph type; force vs time, force threshold; 5g, distance threshold; 0.50 mm, force scaling; 500g, head speed; 0.3 mm/s이었다.

관능검사

제조된 유과에 대한 관능검사는 각 시료의 차이를 식별할 수 있는 능력에 기준을 두어 선발된 10명의 요원으로 하여금 채점법으로 평가하도록 하였다. 시료의 외관, 텍스처 및 기호도 등의 관능적 특성에 관한 채점 기준은 '(1): 대단히 나쁘다, (3): 나쁘다, (5): 보통이다, (7): 좋다, (9): 대단히 좋다'로 하였으며, 검사결과는 분산분석⁽¹⁴⁾하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 식이섬유

초미세분쇄한 찹쌀분말과 이를 ACWS(분급회속도)에 따라 분급한 각 분획의 일반성분과 식이섬유함량의 차이는 Table 1과 같다. 단백질, 지방 및 회분 등은 높은 ACWS에서 회수된 미분획(fine fraction)에서 함량이 높고, 전분질은 낮은 ACWS에서 회수되는 조분획(coarse fraction)에서 함량이 높았다. 특히 ACWS 20,000 rpm에서 회수된 미분획에는 단백질, 지방함량이 각각 11.26% 및 2.03%로 분급하지 않은 분획보다 2배정도 높아 이들 성분이 농축됨을 알 수 있었다. 반면에 총식이섬유함량은 ACWS 15,000 rpm 이하의 분획이 약간 높게 나타났으며 그 이상의 분획에서는 차이가 없었다. 따라서 초미세분

Table 1. Composition of microparticulated and air-classified glutinous rice fractions (% d.b.)

Fraction	Starch	Protein	Fat	Ash	Fiber ¹⁾
Microparticulated	89.40	5.96	0.97	0.38	3.29
ACWS ²⁾ over 20,000	82.62	11.26	2.03	1.51	2.58
ACWS 15,000-20,000	88.81	6.75	1.01	0.77	2.66
ACWS under 15,000	89.56	5.37	0.96	0.23	3.88

¹⁾Total dietary fiber

²⁾Air classifying wheel speed(rpm)

Table 2. Yield, starch damage and particle size of conventional, microparticulated and air-classified glutinous rice fractions

Fraction	Damaged Starch (%)	Particle Size(μm)		Yield (%)
		Mean	SD ¹⁾	
Conventional	34.79	-	-	-
Microparticulated	47.06	21.86	1.33	-
ACWS ²⁾ over 20,000	60.84	7.50	1.46	30.7
ACWS 15,000-20,000	53.13	11.24	1.24	16.0
ACWS under 15,000	36.81	23.13	1.27	53.3

¹⁾Standard deviation

²⁾Air classifying wheel speed(rpm)

쇄한 찹쌀분말을 높은 ACWS에서 공기분급할 경우 단백질, 지방 및 회분을 상당 수준 미분획으로 제거시킬 수 있으며 대부분의 전분질은 조분획으로 회수할 수 있었다.

전분손상도, 입도, 미세구조 및 수율

초미세분쇄한 찹쌀과 전통적인 방법으로 제조한 유과용 찹쌀분말의 전분손상도를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 전분손상도는 ACWS 15,000 rpm분획의 경우 전통적인 유과용 찹쌀분말과 유사한 수치를 나타내어 초미세분쇄과정에서 유과제조에 적절한 수준의 전분손상이 이루어지는 것으로 나타났다. 초미세분쇄한 찹쌀분말의 입도는 평균 21.86 μm이었으며 ACWS 20,000 rpm분획은 7.50 μm이었고, ACWS가 감소할수록 입도가 증가하여 ACWS 15,000 rpm 이하의 분획에서는 23.13 μm로 증가하였다. Fig. 1은 초미세분쇄 찹쌀분말의 미세구조로 원형 내지 타원형의 전분입자와 부정형의 미세입자가 섞여있었으며 ACWS가 낮아질수록 입도가 증가하였다.

ACWS별로 공기분급에 의하여 회수되는 분획의 수율은 53%가 ACWS 15,000 rpm 이하의 분획으로 회수되었으며, ACWS 20,000 rpm 이상에서 회수되는 분획은 30.7%이었고 ACWS 15,000~20,000 rpm에서는 16.0%로 나타났다.

유과의 팽창률 및 물성측정

전통적인 방법과 초미세분쇄한 찹쌀분말, 그리고 이를 공기분급하여 회수한 각 분획으로 제조한 유과의 사진은

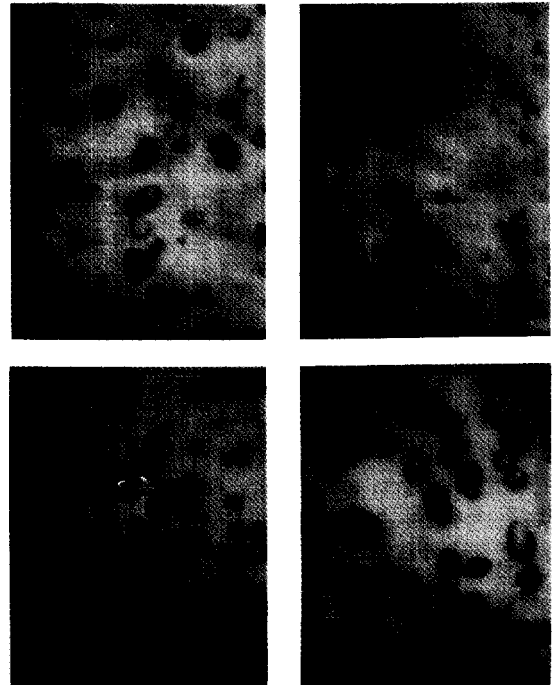


Fig. 1. Microstructure of microparticulated and air-classified glutinous rice fractions at different ASWS

A: microparticulated, B: ACWS over 20,000 rpm, C: ACWS 15,000-20,000 rpm, D: ACWS under 15,000 rpm

Fig. 2와 같다. 초미세분쇄 분획(A)과 높은 ACWS에서 회수된 분획(B)으로 제조된 유과는 전통적인 방법으로 제조한 유과에 비하여 팽화정도와 유과절단면 조직에서 균일한 정도가 떨어졌으나, 낮은 ACWS에서 회수된 분말의 경우(C, D)는 더 양호하게 나타났다.

Table 3은 전통적인 방법과 초미세분쇄/공기분급에 의하여 제조한 찹쌀분말로 제조한 유과의 팽화율을 비교한 결과이다. 전통적인 방법으로 제조한 유과는 팽화율이 25.63이었고, ACWS 15,000~20,000 rpm분획으로 제조한 유과는 27.54로 거의 비슷한 경향을 나타내었으며, 단백질, 지방 및 회분함량이 높은 분획인 ACWS 20,000 rpm 이상의 분획으로 제조한 유과는 팽화율이 3.85로 나타나 팽화가 현저히 불량하였다. 이는 전분의 함량이 증가할수록 팽화율이 높아지고, 전분손상도를 적절하게 유도하면 팽화율을 높일 수 있다는 것을 의미한다. 유과의 경도는 전통적인 방법으로 제조한 유과의 경우 0.119 kg인데 비하여 ACWS 15,000~20,000 rpm분획과 ACWS 15,000 rpm 이하의 분획은 0.087 및 0.097 kg로 나타나 전통적인 방법보다 부드러운 조직을 형성하였다. Probe가 유과를 통과하는데 걸리는 mean force에 있어서도 경도측정 결과와 같은 경향을 보여 전통적인 방법에 의하여 제조한 유과와 ACWS 20,000 rpm 미만의 분획간에 유의차가 없는 것으로 나타났다.

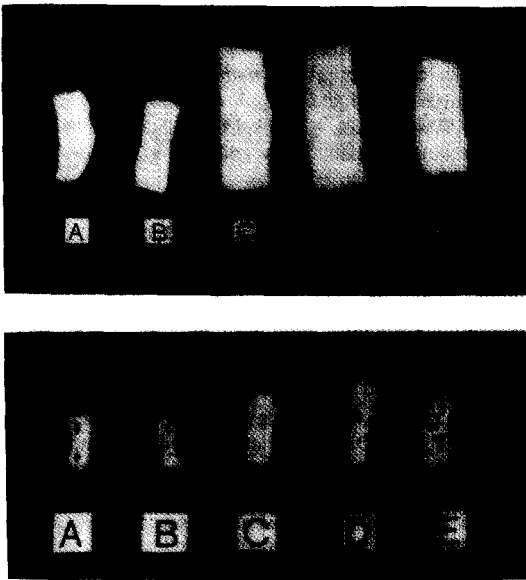


Fig. 2. Yoogwa made of microparticulated, air-classified and conventional glutinous rice fractions(The low part is cross-sectional view)

A: microparticulated, B: ACWS over 20,000 rpm, C: ACWS 15,000-20,000 rpm, D: ACWS under 15,000 rpm, E: conventional

probe가 일정한 거리를 통과할 때 나타나는 peak수는 팽화에 의하여 형성된 유과조직의 균일함과 치밀한 정도를 의미하는데, ACWS 20,000 rpm 미만의 분획이 전통적인 방법으로 제조한 유과와 비슷한 수준을 나타낸 반면 ACWS 20,000 rpm 이상이나 공기분급하지 않은 분말의 경우 전통적인 방법보다 기포수가 훨씬 적었는데, 이는 팽화가 불량하여 큰 기포가 생성되므로써 불균일한 조직을 나타내는 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면 초미세분쇄/공기분급 기법을 통하여 유과제조에 장애가 되는 성분인 단백질 및 지방과 회분을 미분획으로 제거하고 전분질이 농축된 조분획을 팽화에 적당한 전분손상을 유도하므로써 수침 공정없이 유과를 제조할 수 있었다.

관능검사

전통적인 방법과 초미세분쇄한 찹쌀분말 그리고 공기분급한 각 분획으로 제조한 유과에 대한 관능검사결과는 Table 4와 같다. 유과의 외관에 대한 평가는 ACWS 15,000~20,000 rpm분획과 ACWS 15,000 rpm 이하의 분획으로 제조할 경우 전통적인 방법으로 제조한 경우와 차이가 없었으나 ACWS 20,000 rpm 이상의 분획과 초미세분쇄하여 공기분급하지 않은 분말로 제조한 유과에 대해서는 상대적으로 낮게 평가되었다. 조직감에 대한 평가에 있어서는 전통적인 방법으로 제조한 유과가 6.6인 반면 ACWS 15,000~20,000 rpm분획과 ACWS 15,000

Table 3. Physical properties¹⁾ of Yoogwa made of conventional, microparticulated and air-classified glutinous rice fractions

Fraction	Expansion ratio	Hardness (kg.)	Mean force (kg.)	No. of peaks
Conventional	25.63 ^b	0.119 ^b	0.033 ^b	54.6 ^a
Microparticulated	15.18 ^c	0.443 ^a	0.330 ^a	6.2 ^b
ACWS ²⁾ over 20,000	3.85 ^d	0.534 ^a	0.278 ^a	10.2 ^b
ACWS 15,000-20,000	27.54 ^{ab}	0.087 ^b	0.042 ^b	49.2 ^a
ACWS under 15,000	36.64 ^a	0.097 ^b	0.042 ^b	45.8 ^a

¹⁾Values followed by same letters in same column are not significantly different (p<0.05)

²⁾Air classifying wheel speed(rpm)

Table 4. Sensory characteristics¹⁾ of Yoogwa made of conventional, microparticulated and air-classified glutinous rice fractions

Fraction	Appearance	Texture	Acceptability
Conventional	6.6 ^a	6.6 ^a	6.6 ^a
Microparticulated	4.1 ^b	3.8 ^{bc}	3.8 ^{bc}
ACWS ²⁾ over 20,000	2.3 ^c	2.7 ^c	2.7 ^c
ACWS 15,000-20,000	6.5 ^a	5.9 ^a	5.9 ^a
ACWS under 15,000	6.0 ^a	5.0 ^{ab}	5.0 ^{ab}

¹⁾1: extremely bad, 3: bad, 5: neither bad nor good, 7: good, 9: extremely good.

Values followed by same letters in same column are not significantly different (p<0.05)

²⁾Air classifying wheel speed(rpm)

rpm 이하의 분획으로 제조한 유과는 각각 5.9 및 5.0을 나타내어 약간 낮은 점수를 얻었으나 유의차는 없었다. 또한 기호도의 경우도 외관 및 조직감과 같은 결과를 나타내어 초미세분쇄한 찹쌀분말을 공기분급하여 ACWS 20,000 rpm 이상의 분획만 제거할 경우 전통적인 방법과 거의 동일한 외관과 기호성을 갖는 유과를 제조할 수 있다고 판단되었다.

요 약

초미세분쇄한 찹쌀분말을 공기분급휠속도(ACWS, air classifying wheel speed) 20,000 rpm과 15,000 rpm으로 공기분급하였을 경우 ACWS의 증가에 따라 입자의 크기는 감소하였으며, 성분조성중 단백질, 지방, 회분은 증가한 반면 전분질은 감소하였다. 조분획의 전분손상도가 전통적인 침지방법으로 제조된 찹쌀분말의 전분손상도와 비슷하였다. 회수된 각 분획으로 유과를 제조하여 이를 전통적인 방법으로 제조한 유과와 비교한 결과, 15,000~20,000 rpm 분획과 15,000 rpm 이하의 분획으로 제조한 유과는 전통적인 방법으로 제조한 유과와 팽화율, 경도, 기포수 등의 품질요인에서 유의차가 없었으며 관

능검사 결과도 동일하게 나타났다. 따라서 이 분말소재를 이용할 경우 전통적인 유과제조공정중 수침공정을 생략할 수 있었다.

문 헌

1. 김중만, 양희천: 부수계의 명칭 및 특성에 관한 고찰. *식품과학*, **15**(2), 33 (1982)
2. 양희천, 홍재식, 김중만: 부수계 제조에 관한 연구. 제 1보: 수침공정이 원료참쌀의 점도와 팽화력에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **14**, 141 (1982)
3. 임영희, 이현유, 장명숙: 유과제조시 참쌀의 침지중 이화학적 성분변화에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **25**, 247 (1993)
4. 박동준, 구경형, 목철균: 초미세분쇄/공기분급을 이용한 탈지미강 분획의 특성과 응용. *한국식품과학회지*, **25**, 769 (1993)
5. Pfeifer, V.F., Stringfellow, A.C. and Griffin, E.L.: Air classification of rice flours. *Rice J.*, **64**(7), 30 (1961)
6. Sahasrabudhe, M.R., Quinee, J.R., Paton, D., Youngs, C.G. and Skura, B.J.: Chemical composition of white bean(*Phaseolus vulgaris* L.) and functional characteristics of its air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.*, **46**, 1079 (1981)
7. Kapur, R., Tan-Wilson, A.L. and Wilson, K.A.: Isolation and partial characterization of a subtilisin inhibitor from the mung bean(*Vigna radiata*). *Plant Physiology*, **91**(1), 106 (1989)
8. Han, J.Y. and Khan, K.: Physicochemical studies pin-milled and air-classified dry edible bean fractions. *Cereal Chem.*, **46**, 1079 (1981)
9. King, R.D. and Dietz, H.M.: Air classification of rape-seed meal. *Cereal Chem.*, **64**, 411 (1987)
10. Kon, S., Sanchuk, D.W., Jackson, R. and Huxsoll, C.C.: Air-classification of bean flour. *J. Food Proc. Preserv.*, **1**, 69 (1977)
11. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., U.S.A. (1984)
12. Prosky, L., Asp, N.G., Schewizer, T.F., Devries, J.W. and Furda, I.: Determination of insoluble and total dietary fiber in foods and food products interlaboratory study. *J. AOAC*, **71**, 1017 (1988)
13. AACC: *Damaged starch*, American Association of Cereal Chemist, AACC method 76-30 (1983)
14. Lamond, E.: *Methods for the sensory evaluation of food*. Canada Dept. of Agriculture., p.19 (1973)

(1995년 9월 13일 접수)