

출수시일과 조효소 처리 조건에 따른 쌀가루의 특성

금준석 · 이상효 · 이현유 · 한 억
한국식품개발연구원, 쌀이용연구센터

Effects of Different Harvest Time and Enzyme on Rice Flour

Jun-Seok Kum, Sang-Hyo Lee, Hyun-Yu Lee and Ouk Han
Rice Utilization Research Center, Korea Food Research Institute

Abstract

Effects of different harvest time were studied on chemical composition, yield, and hardness of milled rice. There was no difference between harvest time after 33 days. Yield of milled rice was increased as harvest time increased and only rice flour prepared in harvest time after 45 days had a good appearance. Results of different enzyme solution treatment showed that α -amylase solution had the best result and optimal condition of soaking time was 4 hour.

I. 서 론

쌀은 다른 곡류에 비해 곡립경도가 상대적으로 높아 쌀가루를 제조하기 위한 제분설비가 밀가루 공정을 이용하기 보다는 쌀에 적합한 새로운 제분공정이 필요하다¹⁾. 특히 쌀은 식품가공 원료로서 생 쌀가루가 주로 이용되고 있으나 가격이 높아 매년 제분공정의 개선이 요구되어지고 있다²⁾. 또한 쌀가루의 품질도 색깔이 희고, 물리적 성질의 특성도 다양화 할 필요가 높아지고 있다. 즉 끈기의 강약이 있으며 시간적인 변화(경시적 변화)가 적고 물리성도 양호한 쌀가루의 제조가 필요하다³⁻⁶⁾. 물리성이나 경시적 변화는 입도구성과 밀접한 관계가 있고, 이는 제분기술에서 중요한 인자이며 제분업계의 큰 문제점이다. 현재 상업적으로 많이 사용되고 있는 건식제분은 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있지만, 손상전분의 양이 많아서 쌀가루의 물리화학적 기능에 좋지 않은 영향을 미친다⁷⁻⁹⁾. 그러므로 습식제분이 권장되고 있지만 품질의 우수성을 제외하고는 시간과 제조비용이 많이 소요되고 있다는 단점이 있다. 따라서 고수분의 상태를 지닌 벼를 현재 우리나라에서 대부분 제조되고 있는 건식제분 방법에 적용하여 습식제분 효과를 볼 수가 있다면 매우 실용적이며 경제적일 것이다. 일반적으로 수확 직전의 벼는 습식제분 형태의 제분 가능성이 있으며 이는 수확 후 건조공정에서 발생하는 비용을 절감할 수 있고 수확기 중의 습기에 의한 벼의 변질 및 부패를 방지할 수 있으므로 산업화 및 경쟁력 강화의 요건이 될 수 있다. 그러나 현재 수확 직전의 벼의 제분 가능성을 검토한 연구는 전무한 형편이다.

본 연구는 수확 직전의 고수분 상태의 벼를 직접 제

분하여 경제적으로 고품질의 미분을 생산하기 위한 가능성을 조사하였으며, 미세한 쌀가루를 얻기위해 효소 처리를 하여 정도의 변화를 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 재료는 수원의 농촌진흥청(작물시험장)에서 재배된 일품벼이며, 출수시일별로 수확한 후 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 쌀가루 제조는 Roll mill(Sam Jin Machine Works, Korea)을 사용하여 출수시일별로 제조하였다.

2. 방법

일반성분(수분, 지방, 회분, 단백질, 탄수화물)분석은 A.O.A.C. 방법에¹⁰⁾ 의하여 정량하였고 수율은 벼의 총 무게 중에서 낱알의 총무게의 백분율로 나타내었다. 곡립경도는 Instron(model 1140, Universal testing machine)을 이용하였고, 측정조건은 Load cell : 50 kg, Drive speed : 100 mm/min, Chart speed : 100 mm/min, Plunger : 1.1 cm(diameter) cylindrical type, Clearance : 1 mm로 하였다.

조효소 처리조건에 의한 쌀의 제분 특성을 알아보기 위해 효소용액을 다음과 같이 제조하였다.

1) α -amylase용액 : *Bacillus* sp.에서 얻은 20 mg의 α -amylase(Sigma Chemical Co., U.S.A.)를 40 ml phosphate 완충용액(pH 6.0)에 첨가하였다. 이는 표준조건하에 1g의 효소가 50g의 전분을 30분 안에 분해시킬 수 있는 농도이다.

2) pullulanase 용액 : 250 units의 pullulanase(Sigma

Chemical Co., U.S.A.)용액 100 μ 를 40 ml의 phosphate 완충용액에 첨가하였다.

3) α -amylase와 pullulanase 용액의 혼합액: α -amylase 용액 20 ml와 pullulanase 용액 20 ml를 혼합 제조하였다. 효소용액 제조 후 시료(일품벼, 백미) 40g을 각각의 50 ml의 효소용액에 첨가하여 30분 단위로 4시간 까지 Rheometer(model CR 200D, SUN Scientific Co., Ltd., Japan)를 이용하여 경도를 측정하고 24시간 후 다시 측정하였다. 이때의 Rheometer의 측정조건은 Table speed : 100.00(mm/min), Chart speed : 50.00(No/sec), Critical area : 20(mm²), Sample height : 10.00(mm), Deformation : 10(mm), Load Cell : 10.00(kg)로 하였다.

측정후 Cyclotec 1093 sample mill(Tecator Co., Sweden)을 사용하여 60 mesh로 분쇄 후 쌀가루 상태를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

출수시일별로 수확한 벼를 도정하여 일반성분, 수율 및 경도를 조사한 결과는 Table 1에 나타내었다. 출수시일별로 측정된 수분의 함량은 33일까지는 급격히 감소하였으나, 33일 이후에는 변화가 크지 않았다. 상대적으로 탄수화물의 함량은 수분함량의 감소에 의해 증가함을 보여주었다. 지방과 회분의 함량은 출수시일별로 일정치 않았으나 단백질의 함량은 33일까지는 증가함을 보여주었다. 도정수율은 벼의 총무게 중에서 낱알의 총

무게의 백분율로 나타내었는데 출수후 33일까지는 증가함을 보여주었으나 33일 이후에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 곡립경도 또한 출수시일별로 따라 증가하다가 33일 이후부터는 큰 차이가 없었다. 즉 출수 후 33일 이후부터는 일반성분의 큰 변화가 없으며 수율 및 경도도 큰 차이가 없어 수확 전의 벼를 이용할 경우는 33일 이후부터가 최적기로 생각된다.

출수시일별로 수확한 벼를 도정후 Roll mill을 이용하여 쌀가루를 제조한 다음 수율을 측정하고, 다시 10 mesh와 60 mesh를 통과한 쌀가루의 수율과 각 쌀가루 제품의 상태를 조사한 결과는 Table 2에 나타내었다. 출수시일이 증가함에 따라 수율은 증가하였으며, 각 mesh의 통과수율도 증가하였다. 그러나 쌀가루를 제조하였을 때의 각 상태의 출수시일 45일을 제외하고는 쌀가루 제품으로서는 불량하였다. 또한 출수 45일 전의 벼의 상태는 현미상태로 도정하기가 어려웠으며 수분함량이 25%가 넘는 상태에서는 호분층과 미강이 함께 섞이고 마찰력에 의하여 호화되어 스크류 부분이 막히는 현상을 보여 현존의 도정기로는 작동이 어려웠다. 출수 후 45일 지난 벼의 도정후 수율을 백미 및 쌀가루 상태로 측정된 결과 각각 82.0%, 42.08%를 얻을 수 있었다. 따라서 출수 후 45일 지난벼의 건조상태에 따른 곡립경도 및 도정상태를 살펴볼 수 있는 연구가 더 검토되어야 한다고 생각된다. 일반적으로 수확 직전의 벼는 수분함량이 고수분으로서 출수후 45일이 지난 벼는 일반적으로 백미를 만들기 위한 최적의 수분인 15%에 가장 가깝고

Table 1. Effect of different harvest time on chemical composition, yield, and hardness of milled rice

Harvest time (day)	Water (%)	Lipid (%)	Ash (%)	Protein (%)	Carbohydrate (%)	Yield* (%)	Hardness (g)
17	50.6 ^a	1.63 ^d	0.95 ^a	5.11 ^c	41.7 ^e	71.5 ^e	1.21 ^f
23	34.4 ^b	1.97 ^b	0.98 ^a	5.41 ^d	57.2 ^d	72.9 ^d	1.83 ^e
28	28.1 ^c	2.90 ^a	0.89 ^b	5.83 ^c	63.0 ^c	79.2 ^c	3.01 ^d
30	25.8 ^d	1.86 ^c	0.79 ^c	5.86 ^c	65.7 ^b	82.8 ^a	3.92 ^c
33	24.6 ^e	1.81 ^c	0.87 ^b	6.84 ^a	65.7 ^b	82.8 ^a	4.08 ^b
38	24.3 ^e	1.87 ^c	0.89 ^b	6.63 ^b	66.3 ^a	82.1 ^b	4.23 ^b
45	24.0 ^e	2.05 ^b	0.90 ^{ab}	6.66 ^b	66.4 ^a	82.0 ^b	4.27 ^a

^{a,b,c,d,e,f}: Mean values (3 replications) followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$

*: (milled rice/whole grain) $\times 100$

Table 2. Effect of different harvest time on yield and appearance of rice flour

Harvest time (day)	Yield* (%)	Yield through 10 MESH (%)	Yield through 60 MESH (%)	Appearance
17	—	—	—	poor
23	94.18	20.52	6.13	poor
28	94.82	21.89	7.68	poor
30	94.59	25.12	12.22	poor
33	94.56	29.97	18.26	poor
38	95.12	35.69	32.45	poor
45	95.15	47.51	42.08	good

*: (Rice flour/milled rice) $\times 10$

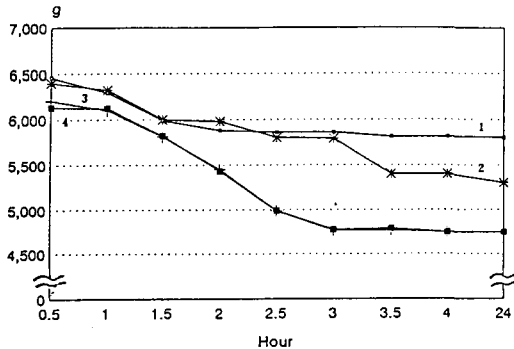


Fig. 1. Effect of enzyme solution on hardness of milled rice during soaking time.

1. Distilled water
2. Pullulanase solution
3. α -amylase solution
4. α -amylase + pullulanase solution

쌀가루의 상태도 양호하기 때문에 직접 제분가능성이 있다. 입도분포는 제분기의 종류에 따라 큰 영향을 받지만¹¹⁾ 원료쌀의 수분함량에 의해서도 영향을 받고¹²⁾, 미분의 입도분포는 물리화학적 기능에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁹⁾. 즉 수분함량에 비례하여 입도분포가 변화하여 고수분 일수록 미세하고 고품질의 쌀가루를 생산할 수 있다. Yamazaki 등¹³⁾은 미세한 입자일수록 butter cake의 질을 높일 수 있다고 보고하였다. 수분이 많은 벼에서 제분된 쌀가루는 회분이 낮고 미세하게 분쇄되고 백색도도 높게 제조되었다¹²⁾. 이는 고수분의 벼에서 제조된 쌀가루는 미세구조가 균일한 모양과 크기를 가졌다고 보고한 결과¹⁴⁾와 일치하였다. 따라서 수확 직전의 벼를 이용하여 미분의 품질을 높이고 저렴한 비용으로 제조할 수 있는 가능성이 있었다.

본 실험에서는 효소를 이용하여 곡립경도를 연화시킨 후 미세한 쌀가루를 제조하는 방법을 조사할 목적으로 α -amylase, pullulanase, α -amylase와 pullulanase 혼합 및 증류수를 사용하여 곡립경도 연화실험을 하였고, 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구인 증류수를 사용하였을 때 2시간 까지는 경도가 감소하나 그 이후에는 큰 차이가 없었고, 24시간 침지 후의 경도는 다른 처리구보다 높았다. 효소처리후 30분 지난 후의 경도는 α -amylase와 pullulanase의 혼합액이 가장 낮았고, 모든 처리 시간 동안 증류수나 pullulanase 용액의 처리구들에 비해 낮았다. Pullulanase의 경우 대조구 보다는 2.5시간이 지난 후에는 경도가 낮았으나 α -amylase와 α -amylase 및 pullulanase의 혼합액 보다는 높았다. 이와 같은 수치를 비교해 볼때 α -amylase가 Pullulanase보다 연화의 정도가 큰 것으로 보아 α -amylase의 효과가 pullulanase보다 큰 것을 알 수가 있었다. 대조구인 증류수와 효소처리구의 큰 차이는 쌀의 겉 부분에서 많이 나는데 대조구인 경우 겉은 비교적 부드럽고 속은 효소처리구에

한국조리과학회지 제 10 권 제 2 호 (1994)

비해 경도가 높은 편이었다. 반면에 효소처리구의 쌀은 겉 뿐만이 아니라 속 안에도 부드러워 미세한 입자를 만들기에 용이하리라 생각된다. 또한 효소처리구에 있어서 12시간 경과 후부터 대조구에 비해 냄새가 나기 시작하였다. α -amylase나 α -amylase와 pullulanase의 혼합액이 4시간 침지와 24시간 이후나 경도 차이가 없어 쌀가루 제조시 4시간 처리구가 가장 최적의 것으로 나타났다. 4시간 효소처리 후 쌀가루를 만들어 상태를 측정한 결과, 전 처리구에 걸쳐 모두 양호하였다. 또한 효소용액에 4시간 침지한 처리구들은 단지 쌀 안의 경도차이만 나타나고 쌀을 제분하였을 때 물성의 차이는 없는 것으로 생각되어진다. 다만 곡립경도를 연화시켜 미세한 입자를 가진 쌀가루를 제조할 때 큰 효과를 보리라 기대된다.

IV. 요약

출수시일별에 따른 일반성분, 수율 및 경도 조사 결과 출수 후 33일 이후부터는 큰 차이가 없었다. 도정 후 쌀가루의 수율은 출수시일이 증가함에 따라 증가하였으며, 출수 후 45일 이후의 벼에서 제조한 쌀가루만 양호한 상태였다. 곡립경도 연화실험 결과 α -amylase 용액이 경도가 가장 낮았으며 4시간 침지가 최적의 것으로 나타났다. 따라서, 출수 후 45일 지난 벼는 제분 가능성이 있으며 효소용액 처리 후 곡립경도를 감소시켜 미세한 입자를 가진 쌀가루를 제조할 수 있다.

참고문헌

1. Juliano, B.O.: Rice chemistry and technology, p.349, A.A.C.C. st. Paul, MN, USA (1985).
2. Kohlwey, D.E.: The quest for the whole grain in rice milling, *Cereal Foods World*, 37: 633 (1992).
3. 산학연 협의회 자료, 한국식품개발연구원, 쌀이용연구센터 (1993).
4. Nishita, K.D. and Bean, M.M.: Grinding methods, their impact on rice flour properties, *Cereal Chem.*, 56: 185 (1979).
5. Bean, M.M., Elliston-Hoops, E.A. and Nishita, K.D.: Rice flour treatment for cake baking application, *Cereal Chem.*, 60: 445 (1983).
6. Sandstedt, R.M.: Bakers dig, 35(3): 36 (1961).
7. 박용근, 석호문, 남영중, 신동화: 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성, *한국식품과학회지*, 20: 504 (1988).
8. Nishita, K.D. and Bean, M.M.: *Cereal Chem.*, 59: 46 (1982).
9. Evers, A.D. and Stevens, D.J.: *Cereal Sci. and Technol.*, p. 335, A.A.C.C. St. Paul, MN (1986).
10. A.O.A.C.: Official method of analysis (12th ed.), (1975).
11. 김길환, 금준석, 이상효, 이현유: 한국식품개발연구원 보고서 N1015-0300 (1992).
12. 김영진, 김상숙, 김인호, 김미리: 한국식품개발연구원 보고서 G1042-0367 (1993).
13. Yamazaki, K., Nakazato, T. and Kosegawa, T.: Cooking

- quality of rice flour. *Nihon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*,
18: 512 (1971).
14. Arisaka, M., Nakamura, K. and Yoshii, Y.: Properties
of rice flour prepared by different milling methods.
Denpun Kagaku, 39(3): 155 (1992).