

열풍팽화 및 자숙한 벼와 보리의 알코올 발효성 비교

김중만^{1*} · 김동한² · 백승화¹ · 최이섭¹

¹원광대학교 농화학과, ²목포대학교 식품영양학과

초록 : 벼와 보리를 팽화시켜 당화와 알코올 발효 효율을 자숙처리와 비교하였다. 쌀의 경우 가수분해 효소에 의한 당화는 팽화처리가, 보리의 경우 자숙처리가 유리하였다. 당화효율은 찰벼의 팽화미가 91.28%로 메벼에 비하여 높았다. 쌀과 보리의 알코올 발효는 팽화처리가 자숙처리에 비해 알코올 생성량이 약간증가 되었으나 발효기간이 단축되었다. 발효 효율은 팽화처리 쌀이 90.72%, 자숙처리 쌀이 87.77% 이었다. 발효 후 술덧 중의 비발효성당은 보 리가 많았고 술덧의 pH는 발효기간 중에 서서히 증가하였으며 팽화처리구에서 높았다 (1995년 6월 22일 접수, 1995년 8월 24일 수리).

서 론

곡류를 이용한 당화나 알코올 발효시에는 정미와 수 침, 증자과정에 많은 시간과 노력 및 에너지가 소요된다. 이들 공정중 증자공정은 알코올 생산에 필요한 총에너지의 30~40%가 소요되고 있는 실정이며^{1,2)} 에너지 절약측면에서 증자공정을 무증자 당화공정으로 대체해 보려는 시도로 생전분의 당화효율을 높이기 위하여 제 분,³⁾ 분쇄 마찰매체에 의한 당화,⁴⁾ 화학적인 호화,⁵⁾ 새로운 당화용 균주의 개발⁶⁻¹⁰⁾ 및 효소처리에 의한 전분 구조의 파괴¹¹⁾ 등 많은 연구보고가 있으나 당화시간이 연장되는 등의 문제점 때문에 실용화 하기에는 아직 미흡한 점이 있다.

한편 우리나라의 쌀과 보리등 주곡류의 자급도는 1983년 이후 100%를 상회하고 있고¹²⁾ 더욱이 최근 농수산물 수입압력과 소비의 감소추세 때문에 재고량이 늘어나고 있는 실정이며 새로운 소비형태나 가공방법의 개발이 중요한 문제로 대두되고 있다. 한편 쌀과 보리 등 곡류는 적당량의 수분과 온도 및 압력 조건에서 팽화하는 성질이 있음에 착안¹³⁻¹⁶⁾하여 김 등¹⁷⁾은 공정의 단축과 부산물의 효율적인 이용측면에서 소형 기류식 팽화기를 이용하여 벼와 보리를 팽화시키고 벼와 보리의 품종과 형태별로 팽화특성을 비교한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 팽화처리한 벼와 보리의 품종에 따른 당화효율과 알코올 발효율을 비교하기 위하여 실험한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 벼 품종은 메벼로 일반계의 동진 벼와 다수계의 삼강벼를, 찰벼로 다수계의 백운찰벼와

일반계의 신선찰벼를, 보리는 메보리로 늘쌀보리, 찰보리로 수원 235호를 호남농업 시험장과 전북 농촌진흥원에서 분양받아 사용하였다. Amylase 생산균으로는 *Aspergillus shirousamii*, 알코올 발효용 균주는 *Saccharomyces cerevisiae*를 사용하였다.

벼와 보리의 처리

수분함량이 12±1%인 벼와 보리를 열풍식 팽화기(hot air puffer: 금성사, PC-110F)로 210±5°C에서 55±5초 동안 팽화시키거나, 현미와 보리를 cutting mill로 40 mesh되게 분쇄한 후 4배량의 물을 가하고 100°C에 도달시킨 다음 10분동안 가열 호화시킨 후 즉시 흐르는 수도물에서 30°C까지 냉각시켜 이용하였다.

효소생산

밀기울에 동량의 물을 가하여 혼합한 후 250 ml 삼각 flask에 10 g씩 넣어 1.2 kg/cm² 증기 압에서 20분간 증자하고 *Asp. shirousamii* 포자현탁액 (10⁷ spores/ml)을 0.5 ml/접종하여 30°C에서 3일간 배양하였다.

효모의 전배양

Malt dextrose medium (1,000 ml 수용액중 malt extract 15 g, dextrose 10 g, pH 4.5)에 효모를 접종하여 30°C에서 24시간 진탕 배양하였다. 이때의 효모수는 5.0×10⁸ cell /ml이었다.

효소당화

밀기울 koji 10 g에 증류수 100 ml를 가하여 실온에서 2시간 진탕 추출한 여과액을 조효소액으로 하여 쌀 및 보리를 팽화 또는 자숙처리하여 건물량 기준으로 10 g에 0.05 M sodium acetate buffer(pH 4.0) 45 ml를 가하고 조효소액 5 ml를 가하여 30°C에서 반응시키면서 생성

찾는말 : puffed husked rice, puffed barley, alcohol fermentation

*연락처

되는 환원당을 Somogyi변법¹⁸⁾으로 정량하였다.

알코올 발효

전분질 원료 10 g을 40 ml의 물에 현탁시킨 후 H₂SO₄로 pH를 4.0으로 조정하고 효모배양 액 5 ml와 밀기울 koji 1 g을 가하여 30°C에서 4일간 발효시켰다.

성분분석

전분가는 HCl로 산가수분해한 후 생성되는 환원당을, 술덧중의 환원당은 5% ZnSO₄와 0.3 N Ba(OH)₂ 용액을 사용하여 제단백한 후 Somogyi 변법¹⁸⁾으로 정량하여 환산하였고, 발효액 중의 알코올 함량은 산화법으로,¹⁹⁾ pH는 pH meter (Beckman Φ31)을 이용하여 측정하였다. 발효율은 Matsumoto 등의 방법³⁾으로 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{발효 효율 (\%)} = \frac{\text{최종 술덧량(ml)} \times \text{alcohol(\%)}}{\text{원료의 무게(g)} \times \text{총당(\%)} \times 0.6439}$$

이상의 결과는 SAS series package의 ANOVA와 Duncan's multiple range test¹⁹⁾처리하여 유의차를 구하였다.

결과 및 고찰

당화

보리와 벼를 자숙시키거나 팽화시켜 *Asp. shirousamii*의 amylase에 의해 당화시킨 결과는 Table 1과 같이 당화초기인 2시간에는 팽화처리보다 자숙처리시킨 경우가 보리나 쌀 모두 당화속도가 빨랐으나, 4시간 이후에는 쌀의 경우 삼강벼를 제외하고는 팽화처리한 것이 당화속도가 빨라 신선찰벼의 팽화처리구가 환원당 생성이 가장 많았고 보리의 당화율은 쌀보 다는 낮으나 수원 235호 찰보리가 자숙 처리시 제일 당화가 잘 되었다.

전분량은 품종에 따라 차이가 있어 벼의 경우 다수

계의 삼강벼나 백운찰벼 보다 일반계의 동진벼나 신선찰벼에서 높았고 벼, 보리 모두 멥쌀이나 메보리가 찰쌀이나 찰보리 보다 전 분량이 약간 많은 편이었다. 24 시간 이후의 당화율을 전분량과 비교하여 보면 백운찰벼의 팽화미가 91.38%, 신선찰벼의 팽화미는 91.18%로 찰벼의 당화율이 높은 반면 메벼의 당화율은 삼강벼의 팽화미에서 84.75%, 동진벼의 자숙미에서 81.99%로 낮은 편이었고, 보리는 찰보리인 수원 235호의 자숙처리시 89.02%로 가장 높았으나 대체적으로 쌀의 당화율 보다 낮았다.(p=0.01) 이는 amylose 함량이 높은 전분은 노화속도가 빠르기 때문에 효소의 분해 작용을 방해한다는 박 등⁵⁾의 보고와 amylose 함량이 감소할수록 팽화전분의 체적은 증가한다는 Villareal 등²⁰⁾의 보고로 미루어 보아 amylose 함량이 낮은 찰전분이 팽화시 당화효소가 쉽게 침투할 수 있었던 것이 아닌가 생각되며 멥쌀전분의 amylose 함량은 다수계가 평균 17.9% 일반계가 18.1% 이었고²¹⁾ 찰보리는 평균 28.2% 이었다고²²⁾ 보고한 바 있어 대체적으로 당화율은 전분 중의 amylose 보다 amylopectin 함량이 많을수록 높은 것으로 사료된다.

한편 팽화전분이 당화초기에 당화율이 낮았던 것은 당화초기에 팽화전분 내부에 수분의 침투가 완전히 진행되지 못한 상태에서 당화가 시작되었기 때문인 것으로 생각되며 전분의 팽화처리는 전분입자가 파괴되기 때문에¹⁵⁾ 전분입자의 용출 및 amylase에 의한 분해가 용이한 것으로 생각되었으나 보리의 경우 팽화처리시 당화율이 오히려 떨어졌는데 이는 보리의 경우가 벼에 비하여 팽화된 정도가 낮았기 때문에 자숙에 비하여 당화율이 떨어진것으로 생각된다.

알코올 발효

벼와 보리를 품종별로 팽화시켜 자숙처리와 알코올 발효를 비교한 결과는 Table 2와 같이 알코올 생성량은 정도의 차이는 있지만 팽화처리한 구들이 높았으며 팽화처리한 동진벼 와 신선찰벼를 제외하고는 2일 발효

Table 1. Comparison of saccharification ratio between puffed and steam cooked flour of various rice and barley

Kinds	Variety	Treatment	Reducing sugar (g/100 g)				Starch value (%)
			2 hour	4 hour	6 hour	24 hour	
Barley	Nulssalbori	Cooked	21.75±0.59 ^{bc*}	29.26±0.69 ^d	34.17±0.57 ^e	59.45±0.60 ^h	65.61±0.99 ^e
		Puffed	15.95±0.50 ^d	23.30±0.30 ^e	29.94±0.72 ^g	54.99±0.66 ⁱ	
	Suweon 235 chalbori	Cooked	22.12±0.80 ^{ab}	34.14±0.58 ^a	41.15±0.95 ^{cd}	63.46±0.80 ^g	64.80.14 ^{c±}
		Puffed	14.75±1.00 ^d	3.63±0.99 ^e	32.75±1.83 ^f	57.74±0.78 ^h	
Rice	Samgangbyeo	Cooked	22.10±0.80 ^{ab}	31.12±0.55 ^c	40.30±0.90 ^d	67.04±0.95 ^{ef}	71.28±0.48 ^b
		Puffed	21.12±0.70 ^{bc}	31.66±0.88 ^c	39.94±0.85 ^d	66.42±0.98 ^f	
	Tonggingyeo	Cooked	21.28±0.54 ^{bc}	29.25±0.69 ^d	39.70±0.44 ^d	68.51±0.99 ^{de}	75.95±0.79 ^a
		Puffed	20.90±0.76 ^{bc}	31.95±0.33 ^{bc}	41.29±0.89 ^{bcd}	72.15±0.92 ^b	
	Baegwuon-chalbyeo	Cooked	23.80±0.97 ^a	33.85±0.75 ^a	42.91±0.28 ^{bc}	69.90±0.33 ^{cd}	70.88±0.73 ^b
		Puffed	22.12±0.37 ^{ab}	34.24±0.80 ^a	46.05±0.73 ^a	71.24±0.25 ^{bc}	
	Shinsunchalbyeo	Cooked	22.10±0.67 ^{ab}	33.31±0.58 ^{ab}	43.35±0.85 ^b	72.85±0.74 ^b	75.33±0.94 ^a
		Puffed	20.05±0.87 ^c	34.73±0.45 ^a	47.24±0.73 ^a	75.54±0.71 ^a	

*Mean±SD of triplicate measurement. Means followed by a different letter in the same column are significantly different (p<0.01).

Table 2. Comparison of alcohol fermentation between puffed and steam cooked flour of various rice and barley

Kinds	Variety	Treatment	Ethanol content (% w/w)				Fermentation efficiency (%)
			1 day	2 day	3 day	4 day	
Barley	Nulssalbori	Cooked	5.37±0.05 ^{e*}	5.58±0.32 ^e	5.48±0.42 ^d	5.35±0.28 ^c	83.77±1.45 ^d
		Puffed	5.48±0.24 ^c	5.70±0.33 ^{d,e}	5.62±0.33 ^{c,d}	5.50±0.17 ^{b,c}	85.58±0.19 ^{c,d}
Rice	Suweon 235 chalbori	Cooked	5.64±0.30 ^{d,e}	5.78±0.22 ^{c,d,e}	5.65±0.35 ^{c,d}	5.60±0.28 ^{b,c}	87.96±1.47 ^{b,c}
		Puffed	5.75±0.45 ^{c,d,e}	5.95±0.30 ^{b,c,d,e}	5.87±0.25 ^{b,c,d}	5.80±0.38 ^{a,b,c}	90.54±1.32 ^{b,a}
	Samgangbyeo	Cooked	5.60±0.28 ^{d,e}	6.45±0.23 ^{a,b,c}	6.35±0.30 ^{a,b,c}	6.25±0.23 ^{a,b}	89.19±1.43 ^b
		Puffed	6.68±0.65 ^{a,b}	6.75±0.20 ^a	6.64±0.30 ^a	6.48±0.35 ^a	93.33±1.42 ^a
	Tonggingyeo	Cooked	5.93±0.30 ^{b,c,d,e}	6.55±0.33 ^{a,b}	6.50±0.32 ^{a,b}	6.43±0.34 ^a	85.10±0.47 ^{c,d}
		Puffed	6.92±0.3 ^a	6.78±0.3 ^a	6.64±0.2 ^a	6.48±0.29 ^a	89.91±1.45 ^b
	Baegwuonchalbyeo	Cooked	5.47±0.05 ^e	6.38±0.29 ^{a,b,c,d}	6.30±0.21 ^{a,b,c}	6.22±0.34 ^{a,b}	88.87±1.62 ^b
		Puffed	6.40±0.43 ^{a,b,c,d}	6.42±0.32 ^{a,b,c,d}	6.29±0.22 ^{a,b,c}	6.24±0.32 ^{a,b}	89.36±1.22 ^b
Shinsunchalbyeo	Cooked	6.48±0.42 ^{a,b,c,d}	6.72±0.11 ^a	6.62±0.23 ^a	6.48±0.48 ^a	87.93±1.14 ^{b,c}	
	Puffed	6.90±0.10 ^a	6.47±0.35 ^a	6.66±0.19 ^a	6.57±0.28 ^a	90.28±1.87 ^{a,b}	

*Mean±SD of triplicate measurement. Means followed by a different letter in the same column are significantly different (p<0.01).

Table 3. Changes of reducing sugar of the fermented mash between puffed and steam cooked flour of various rice and barley

Kinds	Variety	Treatment	Residual reducing sugar (%)			
			1 day	2 day	3 day	4 day
Barley	Nulssalbori	Cooked	1.51±0.03 ^{e*}	1.31±0.01 ^b	1.22±0.03 ^b	1.13±0.01 ^b
		Puffed	1.91±0.04 ^c	1.44±0.02 ^a	1.35±0.02 ^a	1.31±0.01 ^a
Rice	Suweon 235 chalbori	Cooked	1.22±0.01 ^f	0.96±0.02 ^d	0.91±0.01 ^d	0.87±0.01 ^d
		Puffed	1.59±0.04 ^d	1.13±0.02 ^c	1.09±0.03 ^c	0.96±0.01 ^c
	Samgangbyeo	Cooked	2.14±0.03 ^b	0.69±0.01 ^e	0.30±0.02 ^f	0.22±0.01 ^g
		Puffed	0.76±0.04 ^h	0.39±0.02 ^g	0.30±0.01 ^f	0.26±0.01 ^f
	Tonggingyeo	Cooked	2.22±0.03 ^h	0.70±0.02 ^e	0.39±0.01 ^e	0.35±0.02 ^e
		Puffed	0.85±0.02 ^g	0.57±0.02 ^f	0.30±0.01 ^f	0.26±0.01 ^f
	Baegwuonchalbyeo	Cooked	2.19±0.01 ^{a,b}	0.27±0.02 ^h	0.13±0.01 ^g	0.13±0.01 ⁱ
		Puffed	0.76±0.04 ^h	0.26±0.02 ^{h,i}	0.17±0.01 ^g	0.13±0.01 ⁱ
Shinsunchalbyeo	Cooked	2.19±0.03 ^{a,b}	0.22±0.01 ⁱ	0.17±0.02 ^g	0.17±0.01 ^h	
	Puffed	0.73±0.03 ^h	0.22±0.02 ⁱ	0.13±0.01 ^g	0.17±0.01 ^h	

*Mean±SD of triplicate measurement. Means followed by a different letter in the same column are significantly different (p<0.01).

Table 4. Changes of pH of the fermented mash between puffed and steam cooked flour of various rice and barley

Kinds	Variety	Treatment	pH			
			1 day	2 day	3 day	4 day
Barley	Nulssalbori	Cooked	3.65±0.10 ^{a,b}	3.90±0.13 ^a	4.05±0.18 ^b	4.10±0.17 ^a
		Puffed	3.75±0.15 ^a	3.95±0.10 ^a	4.05±0.24 ^a	4.15±0.08 ^a
Rice	Suweon 235 chalbori	Cooked	3.45±0.13 ^{a,b,c}	3.75±0.11 ^{a,b}	3.85±0.15 ^{a,b,c}	4.05±0.18 ^{a,b}
		Puffed	3.55±0.18 ^{a,b}	3.95±0.19 ^a	4.05±0.22 ^a	4.15±0.18 ^a
	Samgangbyeo	Cooked	2.90±0.12 ^d	3.45±0.16 ^{b,c}	3.55±0.10 ^{b,c}	3.60±0.16 ^c
		Puffed	3.35±0.13 ^{b,c}	3.95±0.12 ^a	4.10±0.10 ^a	4.20±0.12 ^a
	Tonggingyeo	Cooked	2.90±0.18 ^d	3.10±0.18 ^c	3.55±0.10 ^{b,c}	3.55±0.11 ^c
		Puffed	3.10±0.14 ^{c,d}	3.35±0.13 ^c	3.95±0.22 ^{a,b}	4.05±0.15 ^{a,b}
	Baegwuonchalbyeo	Cooked	2.95±0.15 ^d	3.35±0.18 ^c	3.50±0.18 ^c	3.75±0.11 ^{b,c}
		Puffed	3.35±0.15 ^{b,c}	4.00±0.17 ^a	4.10±0.20 ^a	4.25±0.11 ^a
Shinsunchalbyeo	Cooked	2.95±0.11 ^d	3.40±0.15 ^{b,c}	3.55±0.17 ^{b,c}	3.70±0.15 ^c	
	Puffed	3.35±0.18 ^{b,c}	4.05±0.13 ^a	4.10±0.14 ^a	4.25±0.13 ^a	

*Mean±SD of triplicate measurement. Means followed by a different letter in the same column are significantly different (p<0.01).

시켰을 때 알코올 생성량은 최고치에 달했고 그 이후에는 감소하는 경향이었는데 이는 발효기간중에 일부

알코올이 휘발되었기 때문으로 생각되었다. 알코올 생성량을 기준으로 할 때 팽화처리가 자숙처리에 비하여

발효기간을 단축할 수 있었고, 품종별 알코올 생성량을 Table 1의 전분가와 비교하여 보면 발효율은 쌀의 경우 삼강벼와 신선찰벼의 팽화처리시 각각 93.33%, 90.28%로 제일 높았고 동진벼의 자숙처리시 85.1%로 가장 낮았으며, 보리는 수원 235호의 팽화처리시 90.54%, 늘쌀보리의 자숙 처리시 83.77%로 찰전분과 메전분을 비교할 때 쌀에서는 뚜렷한 차이를 볼 수 없으나 보리는 찰보리의 발효율이 높았다($p < 0.01$).

발효과정 중에 술덧의 직접 환원당은 Table 3과 같이 발효 1일에 쌀은 팽화처리시 0.8% 전후인 반면 자숙처리한 경우 2.2% 전후로 높았으나 2일 발효후에는 팽화처리와 유사한 수준으로 감소하여 가루의 자숙처리하는 팽화처리에 비하여 발효가 늦음을 알 수 있었다. ($p < 0.01$) 발효 3~일 중의 환원당은 삼강벼와 동진벼에서 높아 멥쌀품종이 비발효성당의 함량이 약간 높았고 보리는 쌀가루와는 달리 발효 1일 뿐만 아니라 발효 전 기간에서 팽화처리구의 환원당이 많았고($p < 0.01$) 상당량의 환원당이 존재하는데도 2일 이후에는 알코올 생산이 증가하지 않았는데 이는 보리가 쌀에 비해 비발효성당 함량이 많을 뿐 아니라 조섬유 함량이 높아 가루입자중 전분의 분해가 어려웠던 것으로 사료되었다.

발효중의 pH 변화는 Table 4와 같이 곡류의 품종에 따라 차이가 있으나 발효 1일에 제일 낮았고 그 이후 pH는 서서히 높아졌으며 자숙처리에 비해 팽화처리시 모든 시험구에서 술덧의 pH가 높았다. 이러한 경향은 보리에 비하여 쌀에서 심하였는데 이는 팽화처리시 쌀에 함유된 단백질 등 성분의 용출이 용이하여 pH가 높았으나 알코올 생성과는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의하여 이루어진 결과로서 이에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 이용현, 조구형 (1986) 마찰 반응계에서 전분질의 무증자 당화에 관한 연구. 한국산업미생물학회지 **14**, 29-36.
- 이상열, 신용철, 이석희, 방성숙, 김형수, 변시명 (1984) 무증자 전분의 당화에 관한 연구. 한국식품과학회지 **16**, 463-471.
- Matsumoto, N., O. Fukushi, M. Miyanaga, K. Kakihara, F. Nakajima and H. Yoshizumi (1982) Industrialization of a noncooking system for alcoholic fermentation from grains. *Agric. Biol. Chem.* **46**, 1549-1558.
- 조구형, 이용현 (1986) 무증자 전분의 분쇄 마찰 매체에

- 의한 효소 당화 촉진 mechanism의 구명. 한국산업미생물학회지 **14**, 407-413.
- 박관화, 오병하, 이계호 (1984) 무증자 전분에 의한 알코올 생산, 화학적 호화법. 한국농화학회지 **27**, 52-54.
- Ueda, S., C. T. Zenin, D. A. Monteiro and Y. K. Park (1981) Production of ethanol from raw cassava starch by a nonconventional fermentation method. *Biotechnol. Bioeng.* **23**, 291-290.
- Park, Y. K. and B. C. Rivera (1982) Alcohol production from various enzyme converted starches with or without cooking. *Biotechnol. Bioeng.* **24**, 495-500.
- Fujio, Y., P. Suyanadana, P. Attasampunn, and S. Ueda (1984) Alcoholic fermentation of raw cassava starch by *Rhizopus koji* without cooking. *Biotechnol. Bioeng.* **26**, 315-319.
- 오평수, 차두종, 서황원 (1986) 쌀보리의 무증자 alcohol 발효에 관한 연구, 한국산업미생물학회지 **5**, 415-420.
- 櫻井廣, 齊藤博之, 大藤勝雄, 飯野久榮 (1990) 生でんぶん分解酵素(*Chalara paradoxax*起 源)による 碎米の 糖化醱酵. 日本醱酵協會誌 **85**, 190-198.
- Chua, J. W., N. Fukui, Y. Wakabayashi, T. Yoshida, and H. Taguchi (1984) Enzymatic hydrolysis of sweet potato for energy saving production of ethanol. *J. Ferment. Technol.* **62**, 123-130.
- 91농협연감 (1991) 농업협동조합중앙회, p48
- Goodman, D. F. and R. M. Rao (1984) Amylose content and puffed volume of gelatinized rice. *J. Food Sci.* **49**, 1204-1205.
- Gomez, M. H., and J. M. Aguilera (1984) A physicochemical model for extrusion of corn starch. *J. Food Sci.* **49**, 40-49.
- 佐無田降, 家村芳次, 藤田榮信, 永田興四郎, 田端昇, 吉澤淑 (1985) 膨化白米の 清酒醸造 適正と 膨化條件の 關係. 日本醱酵工學會誌 **63**, 39-45.
- 家村芳次, 榮田興四郎, 田端昇, 佐無田降, 吉澤淑 (1985) 膨化米を用いた醸造試験. 日本醱酵工學會誌 **63**, 123-129.
- 김중만, 김동한, 최용배, 한성희, 백승화 (1994) 벼품종과 도정단계에 따른 열풍팽화 특성. 한국농화학회지 **37**, 72-76.
- 정동효, 장현기 (1982) 알코올 정량 '식품분석'. 진로 연구사, p176.
- SAS (1987) 'SAS series package' SAS Institute Inc. Cary, nc.
- Villareal, C. P. and B. D. Juliano (1987) Varietal differences in quality characteristics of puffed rices. *Cereal Chem.* **64**, 337-342.
- 고재형, 박관화 (1988) 쌀전분의 amylose-lipid complex의 DSC 특성과 amylose정량. 한국식품과학회지 **21**, 556-561.
- 김용휘, 김형수 (1974) 보리전분의 특성에 관한 연구. 1. 보리전분의 입경분포, amylose 함량, Blue value에 대하여. 한국식품과학회지 **6**, 30-35.

Comparison of Alcohol Fermentation from Husked Rice and Barley Cooked by Hot Air Puffing and Steaming

Joong-Man Kim^{1*}, Dong-Han Kim², Seung-Hwa Baek¹ and I-Seub Choi¹ (¹*Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Ik-san, Cheonbuk, Korea, 570-749* and ²*Department of Food and Nutrition, College of Home Ecology, Mokpo National University, Muan, Cheonnam, 534-719, Korea*)

Abstract: The saccharification ratio and efficiency of alcohol fermentation from hot air puffed and steamed flour of husked rice and barley varieties were compared. Enzymatic hydrolysis of husked rice flour was improved by puffing, and that of glutinous rice was higher than that of nonglutinous one. By puffing of husked rice and barley, alcohol production was slightly increased, but fermentation period was reduced comparing with steam cooked husked rice and barley. Fermentation efficiencies of husked rice by puffing and rice by steam cooking were 90.72% and 87.77%, respectively. Residual reducing sugar of barley mash was higher than that of rice mash. The pH of mash was gradually increased during fermentation and was high in case of puffing treatment.

*Corresponding author