KOREAN J. FOOD & NUTR.
Vol. 13. No. 3, 213~220(2000)

미생물 접종 및 효소처리가 유과의 특성에 미치는 영향

박 진 · 전형주* · 정혜정** · 조미나
연세대학교 식품영양학과, *서일대학 식품영양과, **김포대학 호텔조리과

Effect of Microorganism Inoculation and Enzyme Treatment on Yukwa Characteristics

Jin Park, Hyeong-Ju Jeon*, Hea-Jung Chung and Mi-na Jo**
*Dept. of Food and Nutrition, Yonsei University, *Dept. of Food Nutrition, Seoil College,*
Dept. of Hotel Culinary, Kimpo College

Abstract

This study was conducted to develop a new method for skipping a steeping process during the preparation of Yukwa by the addition of enzyme and microorganism inoculation to glutinous rice liquid. Main microorganism in steeping liquid were *Bacillus* spp. and *Lactobacillus* spp. and the optimal period of cell cultivations for making the glutinous rice powder was determined for 18hr. The pH of glutinous rice liquid decreased quickly with the incubation time. Enzyme activity of steeping liquid showed that as steeping hours increased, the α-amylase activity was increased. Also, α-amylase activity in the sample solution showed similar trend to that of steeping liquid. In the evaluation of the expansion volume of Yukwa, all microorganism inoculated groups showed similar to that of Yukwa prepared from 28-day steeping, except for the inoculated mixed culture groups with enzyme treatment. In all microorganism inoculated groups, hardness and peak number of Yukwa showed significantly lower level than 28-day steeping group. In microscopic structure, the inoculated single-culture groups with enzyme treatment had more number of air cells, and showed significantly lower level the perimeter and area of air cells than other groups.

Key words : steeping, inoculation, glutinous rice, Yukwa, microorganism.

서 론

유과는 찹쌀을 주원료로 하여 제조되는 우리 전통 한과류의 일종으로 예로부터 제례, 혼례 및 대소연회 등에 이용되어 왔고 독특한 질감 특성과 맛으로 인해 오늘날까지 계속적으로 사용되어 오고 있는 절식 음식의 하나이다[1]. 그러나 만드는 방법이 복잡하고 제조기간이 오래 걸려 대중화하는데 많은 제약을 지니고 있어 이를 단축시키려는 연구들이 이루어지고 있다[2~3]. 특히 유과의 제조 공정중 수침공정은 연구자에 따라 차이가 있으나[4~10] 참고문헌[11~12]에는 대부분 '골토록', '문드러 질 정도로', '시큼하게', '쉰내가 날 정도로'까지 기록되어 있어 비교적 장기간을 필요로 하는데 이는 이 과정에서 미생물에 의한 찹쌀 전분의 변성이 유도됨으로써 유과의 질감과 향미가 부여되기 때문이라고 한다[4~9]. 따라서 유과의 수침공정을 생략하기 위하여 전보[13,14]에서는 찹쌀의 수침시 일어나는 찹쌀의 전분 분해를 효소로 대신 일으켜 수침 공정을 생략할 수 있는 방법을 살펴보았으며, 본 연구는 후속 연구로서 유과제조시 효소처리만 시킬 경우 유과의 조직 등은 매우 우수하나 미생물이 게재될 경우 유과의 조직은 물론 고유의 풍미(flavor)도 더 증진시켜 더 우수한 품질의 유과 제조 가능성을 알아보고자 시도되었다.

* Corresponding author : Jin Park

실험재료 및 방법

1. 실험재료

유과 제조용 찹쌀은 1993년도산 경기도 이천에서 수확한 추정논찰을 사용하였다. 부재료는 청주(구(주) 두산백화), 콩(광교품종)을, 튀김용 기름은 해표콩기름(동방유량주식회사)을 사용하였다. 변형찹쌀가루 제조를 위한 효소로는 α-amylase와 glucoamylase (Sigma Co, U.S.A)를 구입하여 사용하였는데 α-amylase는 *Bacillus* spp.에서, glucoamylase는 *Rhizopus* mold에서 추출한 것으로 각각의 활성은 20.8 units/mg protein, 320 units/mg protein이었다.

2. 찹쌀 수침액의 총균수 측정 및 동정

1) 총균수 측정

찹쌀 수침액내에 존재하는 미생물의 총균수 측정을 위해 찹쌀을 수세한 후 121℃에서, 5분간 고압 멸균시킨 후 멸균시킨 증류수를 사용하여 찹쌀 1컵에 증류수 2컵씩을 각각 2시간, 7, 14, 21, 28일간 담가서 얻은 수침액을 증식용 배지인 Blood Agar, MacConkey Agar, Sabouraud Dextrose Agar에 배양시키고, 증균용 배지인 Thioglycollate broth에도 수침액을 배양시켰다. 수침액을 백금이를 사용하여 loop 목까지 잠기게 한 후 꺼내어 배지에 십자 모양을 그리고 전체적으로 도말하여 35℃, 5~8%의 CO_2 가스가 들어 있는 B.O.D incubator(K.M.C.-1203PI, Manhattan Co, Korea)에서 24시간 배양시켜 수침액내의 총균수를 측정(colony counting)하였다.

2) 미생물 동정

수침액내의 미생물을 분리시킨 후 이들 균주의 동정을 위해 Blood Agar Plate에서 35℃, 48시간 배양시킨 후, 그램염색을 하여 양성균과 음성균을 분리하고 미생물 동정은 Vitek JR(Becton Dickinson Co.)을 이용하여 실시하였다. Vitek card에 marking을 하고 4%의 half saline을 1.8ml 분주시킨 후 면봉으로 균을 풀고 카드를 끼워 Vitek JR의 filler에 넣은 후 꺼내어 색도계(Vitek Colorimeter:Product No. 52-1210, Hach Company)로 균의 농도를 맞추어 미생물을 동정하였고 여기서 동정된 미생물의 확인을 위해 생화학적인 검사를 실시하였다.

3) 미생물 증식도 및 pH 측정

효소처리 및 미생물을 접종한 찹쌀가루액에서의 미생물의 증식도를 알아보고자 수침액에서 동정된 균주를 증균용 배지인 Brain Heart Infusion Agar에서 35℃, 24시간 배양시킨 후 colony를 면봉으로 다량 채취하여 Brain Heart Infusion broth에서 다시 증식시켰다. 그 후 색도계 (Vitek colorimeter)로 10^{16}개/ml로 균의 농도를 맞춘 후, 단독(20ml) 또는 혼합 접종(10ml:10ml)하여 4시간 간격으로 36시간 동안 찹쌀가루 용액의 pH를 측정하고 1,000rpm에서 10분간 원심분리시킨 후, 다시 생리식염수에 분산시켜 660nm에서 흡광도를 측정하여 미생물 증식 정도를 조사하였다.

3. 찹쌀가루의 처리방법

본 실험에서 제조한 효소처리 시킨 미생물 접종 찹쌀가루는 이 등[15]의 방법을 수정하여 여러 차례의 예비실험을 통하여 우수한 품질의 유과를 만들 수 있는 조건으로 제조하였다. 즉, 찹쌀가루 340g에 증류수 800ml를 넣은 후 0.02% α-amylase와 0.02% glucoamylase를 각각 0.05M phosphate buffer(pH 6.9)와 0.05M acetate buffer(pH 4.3)에 용해시킨 액을 첨가하였다. 찹쌀가루액을 0.1N NaOH로 pH 6.5로 맞추어 35℃에서 1시간 반응시키고 다시 0.1N HCl로 pH 3.5로 조절하여 1시간 반응시킨 후, 100℃에서 2분간 가열하여 효소를 실활시켰다. 이 가수분해액을 다시 1N NaOH로 pH 6.9로 조정하고 여기에, 별도로 찹쌀 수침액에서 분리한 *Bacillus* spp.와 *Lactobacillus* spp.를 각각 또는 혼합접종하여 Brain Heart Infusion broth (30℃, 24hr.)에서 배양하였다. 이 배양액을 1,000rpm, 20min분간 원심분리(Centrifuge, Bechman Model J-21, USA)하여 침전된 균체만 회수한 후 이것을 멸균된 0.85% NaCl 용액에 분산시켜 색도계로 10^{16}개/ml의 탁도가 되게 조절한 배양액 20ml를 접종, 30℃에서 18시간 배양하여 *Bacillus* spp.와 *Lactobacillus* spp.를 단독 접종한 것, 이들 2가지 균을 혼합접종시킨 것과 효소처리하지 않고 혼합접종만 시킨 것 등 4가지 시료를 제조하였다. 이들 4종의 시료는 원심분리(4,500rpm, 15min)와 세척을 반복한 후 건조시켜 분말화하였으며, 유과를 만드는 찹쌀가루 원료로 사용하였다. 한편, 찹쌀을 장기간(28일, 온도 18℃) 수침시킨 찹쌀가루를 제조하여 이들 시료간의 대조군으로 하였다.

4. 효소 활성도 측정

찹쌀 수침액내에 존재하는 amylase 활성을 측정하

기 위해 찹쌀을 121℃에서, 5 min간 고압멸균시킨 후 멸균시킨 증류수를 사용하여 찹쌀 1컵에 증류수 2컵씩을 각각 0.08, 7, 14, 21, 28일간 담가서 얻은 수침액의 α-amylase, glucoamylase 활성을 측정하였다.

그리고 찹쌀가루 340g에 증류수 800ml를 넣은 후 0.02% α-amylase와 0.02% glucoamylase를 각각 0.05M phosphate buffer(pH 6.9)와 0.05M acetate buffer(pH 4.3)에 용해시킨 다음 찹쌀가루액에 동시에 첨가하였다. 이 혼합액을 0.1N NaOH로 pH 6.5로 맞추어 35℃에서 1시간 반응시키고 다시 0.1N HCl로 pH 3.5로 조절하여 1시간 반응시킨 후, 100℃에서 2분간 가열하여 효소를 실활시키는 과정 중 α-amylase, glucoamylase의 활성을 10분 간격으로 측정하였다.

1) α-Amylase activity 측정

1% 전분 용액(0.02M phosphate buffer, pH 6.9) 1ml를 기질로 사용하여, 미리 조제한 효소액을 1ml 첨가하여 incubation온도를 60℃로 하여 30분간 반응시킨 후, 1M 초산 10ml로 반응을 정지시켰다. N/3000 요오드화 용액 10ml를 넣고 발색시킨 후 660nm에서 흡광도를 측정하여, blank OD 값의 10% 감소시키는 것을 1 unit로 하고, 효소의 단백질량을 구하여 enzyme 1mg당 unit로 환산시킨 후 표시하였다. 단백질량은 Bradford법에 기초한 Bio-Rad Protein Assay Kit를 사용하였다. 단백질의 표준곡선은 BSA(Bovine Serum Albumin)을 이용하여 작성하였다.

2) Glucoamylase activity 측정

DNS법으로 활성을 측정하였다. 즉 0.5% soluble starch(0.4M acetic acid buffer, pH 4.8) 1ml를 기질로 사용하여 효소액 1ml와 혼합한 후 incubation온도를 60℃로 하여 항온 수조에서 정확히 30분간 반응시킨 후 dinitrosalycylic acid reagent 3ml 첨가하여 발색시켜 535nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 효소액 1ml가 1mg의 glucose를 유리시킬 때의 효소량을 1 unit으로 하고, Bradford법으로 효소의 단백질량을 구하여 enzyme 1mg당 unit로 환산시킨 후 표시하였다.

$$\text{units/mg} = \frac{\mu\text{moles glucose liberated}}{\text{mg enzyme in reaction mixture} \times 5\ \text{min}}$$

5. 유과의 제조 및 특성평가

1) 유과의 제조

유과의 제조는 전[2]의 방법에 준하여 여러 번의 예비실험을 거친 후 결정하였다. 찹쌀가루 240g, 청주 20ml와 콩국물 40ml를 첨가하여 5분간 반죽한 후 15분간 습식가열하였다. 찌는 과정이 끝나면 즉시 용기(bowl: 지름 22.5cm, 깊이 13.5cm)에 옮겨 나무봉(지름 3.5cm, 길이 27.5cm)으로 분당 80회 속도(80 times/min)로 파리치기하였다. 이를 0.5cm 두께로 일정하게 밀어 3×5cm 크기로 썰고 실온(23℃±2)에서 건조시키면서 30분 간격으로 뒤집어서 수분함량이 11~13%가 되도록 한 후 냉동보관하였다. 유과의 튀김온도는 3단계로 정하여 30℃의 대두유에 2분간 담그고 120℃에서 2분간 팽화시킨 후 170℃에서 튀겨내어 유과를 제조하였다.

2) 팽화도 측정

팽화도는 유과 반데기의 건물중량을 측정하고 기름에 의해 팽화시킨 후, 30분간 기름을 빼서 유과 반데기의 부피를 종자 치환법으로 측정하였다. 유과의 팽화도는 유과반데기의 건물 중량 1g에 대한 팽화부피(ml)로 표시하였다.

3) 조직 측정

유과의 조직은 Texture Analyzer(Model TA-XT2)를 사용하여 관통실험(punture test)를 통해 유과의 경도(hardness)와 peak수를 측정하여 아삭아삭한 정도를 나타내는 지표[16]로 하였다.

4) 미세구조 측정

각 처리시료로 제조한 유과를 화상 해석 장치(Image Analyzer:Hi-Scope, Model-KH 7200, Japan)를 사용하여 50배율로 화상을 형성시킨 후, 사진을 촬영하고, 화상해석에 의해 기공의 수(number of air cell), 기공의 둘레(perimeter) 및 기공의 면적(area)을 계산하여 나타내었다.

6. 통계처리

SAS package를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며 one way ANOVA로 유의성 검증을 하였고 유의성이 인정되면 Duncan's multiple range test를 하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 수침액의 미생물수 측정 및 균수 측정 및 분리 동정

Table 1과 같이 수침 2시간과 수침 7일의 수침액에 *Enterobacter cloacae*나 *E. coli*가 존재하였다. 이는 물이나 토양에서 존재하는 균이기 때문에 수침기간 동안 오염된 것으로 보인다[2].

Bacillus spp.와 *Lactobacillus* spp.는 수침 2시간부터 28일까지 계속 존재하였고, 수침 14일 이후 10^6개/ml 이상으로 급격히 증가되다가 감소하였다. 이로 미루어 찹쌀 수침액에 존재하는 주요한 미생물은 *Bacillus* spp.와 *Lactobacillus* spp.로 이들 2가지 균주가 찹쌀의 전분특성을 변화시켜 유과의 독특한 조직특성을 나타내는 데 기여하는 것으로 생각된다. 전[2]은 수침 5일부터 20일까지 수침액에 존재하는 균주로 Yeast와 *Lactobacillus* spp.가 관찰되었고 수침 25일 이후에는 *Corynebacter* spp.가 생성된다고 하여 본 연구 결과와는 다소 차이가 있었다.

또한, 위에서 동정된 결과를 확인하고자 생화학적 검사를 실시하였는데(Table 2, 3) *Bacillus* spp.의 경우 공포(vacuoles)가 존재하고 혐기적 증식을 하며 전분을 가수분해시키는 등 *Bacillus* 균종의 일반적인 특성을 나타내었고, *Lactobacillus* spp.의 경우도 catalase(-) 반응, 전분 가수분해 및 혈액 한천배지에서 용혈성 집락을 생성하고 lactic acid를 생성하는 등 이들 균의 일반적인 특성을 확인할 수 있었다.

Table 1. Cell lines and a count of microorganism in steeping solution of glutinous rice during steeping

Steeping days	Microorganism		Species
	Genus	Number/ml	
0.08	*Enterobacter*	10^2	*Enterobacter cloacae*
	Bacillus	2×10^4	*Bacillus* spp.
	Lactobacillus	5×10^4	*Lactobacillus* spp.
7	*Bacillus*	10^5	*Bacillus* spp.
	Lactobacillus	10^5	*Lactobacillus* spp.
	Escherichia	10^2	*E. coli*
14	*Bacillus*	$10^6<$	*Bacillus* spp.
	Lactobacillus	$10^6<$	*Lactobacillus* spp.
21	*Bacillus*	$10^6<$	*Bacillus* spp.
	Lactobacillus	$10^6<$	*Lactobacillus* spp.
28	*Bacillus*	10^4	*Bacillus* spp.
	Lactobacillus	10^5	*Lactobacillus* spp.

Table 2. Characteristics of *Bacillus* spp. isolated in steeping solutions of glutinous rice

Characteristics	Response
Vacuoles	+
Anaerobic growth	−
Gas from glucose	−
Arabinose and xylose	−
Starch hydrolysis	+
$NO_3 \rightarrow NO_2$	+
Growth in 7% NaCl	+
Growth at 50°C	−

Table 3. Characteristics of *Lactobacillus* spp. isolated in steeping solutions of glutinous rice

Characteristics	Response
Catalase	−
Starch hydrolysis	+
Hemolysis	α type
Lactic acid	+

2. 미생물 증식도 및 pH 측정

효소처리 및 미생물을 함께 접종시킨 찹쌀시료 제조를 위한 미생물의 배양시간을 결정하고자 효소처리 찹쌀가루 용액중 미생물 증식도와 pH 변화를 측정하였다(Fig. 1, 2). *Bacillus* spp. 단독 접종군과 *Bacillus* spp.와 *Lactobacillus* spp.를 혼합한 접종군의 경우 12시간 배양시켰을 때 가장 높은 증식도를 나타내었고 *Lactobacillus* spp. 단독 접종군에서는 16시간이 경과하였을 때 가장 많은 균이 증식하였다. 또한, 배양 시간별로 pH를 측정한 결과, 배양시간이 증가함에 따라 pH가 급격히 감소하여 *Bacillus* spp.와 혼합 접종군은 20시간에 각각 pH 4.53, 4.61이었고, *Lactobacillus* spp. 단독 접종군은 36시간 후 pH 4.79로 감소하였다. 이는 균이 증식함에 따라 전분으로부터 lactic acid 등의 유기산이 생성되기 때문이다. 본 실험의 미생물 증식도 결과를 토대로 하여 시료 제조를 위한 미생물 배양시간을 18시간으로 결정하였다.

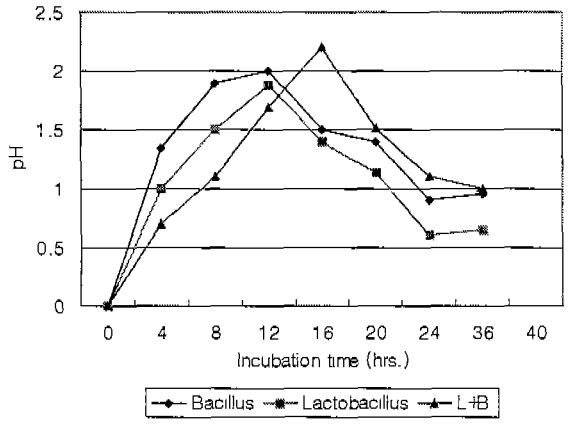


Fig. 1. pH changes of *Bacillus* spp. and *Lactobacillus* spp. in glutinous rice solution.

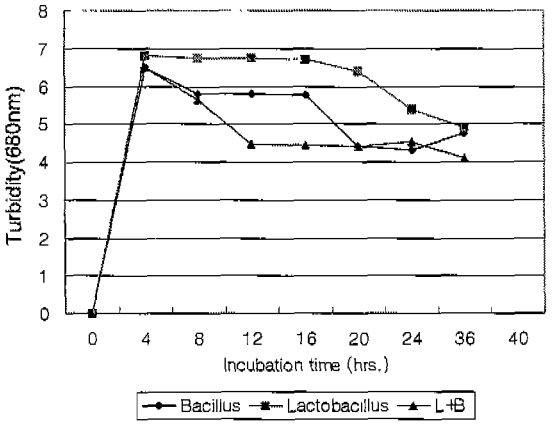


Fig. 2. Growth curves of *Bacillus* spp. and *Lactobacillus* spp. in glutinous rice solution.

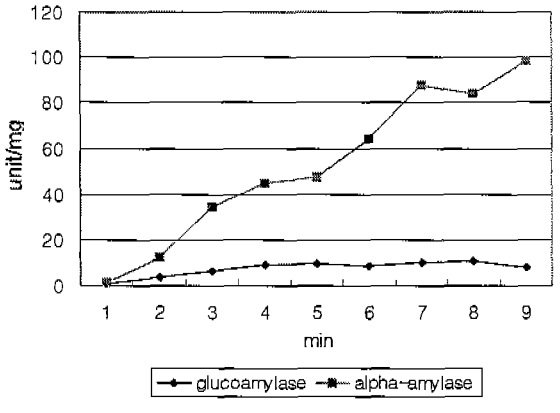


Fig. 3. Changes of enzyme activity during steeping.

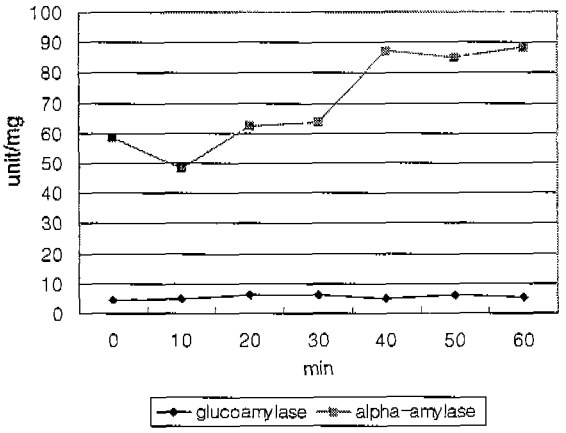


Fig. 4. Changes of enzyme activity after enzyme treatment.

3. 효소활성도 측정

수침기간에 따른 수침액의 효소 활성도는 α-amylase의 경우 수침기간이 지남에 따라 증가하여(Fig. 3) 수침 28일에 98.4 unit/mg의 활성도를 나타낸 반면, glucoamylase는 수침기간에 따른 활성도 변화가 매우 적게 나타났다. 이로 미루어 α-amylase가 수침 공정 동안 찹쌀 전분의 특성을 변화시키는 데 중요한 요인으로 작용한다고 사료된다. 또한, 효소처리 및 미생물 접종시료를 제조하기 위해 첨가한 효소의 활성도 결과는 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 수침기간에 따른 수침액에서의 α-amylase와 glucoamylase 활성과 유사한 경향을 보였다.

4. 유과의 특성

1) 팽화도

Table 4에 나타낸 바와 같이 유과의 팽화도는 *Bacillus* spp.나 *Lactobacillus* spp.를 단독으로 접종시킨 처리군과 효소 처리없이 미생물만을 혼합접종시킨 처리군의 경우 28일간 수침시켜 제조한 유과와 유사한 팽화도를 나타내었으나 효소 처리시킨 혼합 접종군에서는 팽화도가 다소 떨어졌다. 이러한 결과는 혼합 접종시킨 처리군이 단독접종시킨 처리군에 비해 유과의 팽화도가 더 클 것이라는 예상과는 다소 차이를 나타내었는데 이는 본 실험에서 전보[13~14]에서 확립된 효소처리 조건에서 미생물을 접종하였기 때문에 혼합접종시 단독접종할 때보다 전분 분해 정도가 더 커서 유과의 조직이 잘 만들어지지 않았기 때문인 것으로 보인다. 따라서 후속연구를 통해 미생물 접종을 고려한

Table 4. Expansion volume of Yukwa prepared from glutinous rice flour inoculated with microorganism

Sample No.	Treatment condition	Expansion volume
Control	28-day steeping	15.39±0.75[a]
1	*Bacillus* spp.(B)	13.07±1.98[b]
2	*Lactobacillus* spp.(L)	14.37±1.87[ab]
3	B + L(enzyme treat.)	7.21±0.17[c]
4	B + L(no enzyme)	13.21±0.98[b]

[a-c] Means with different letters in a same column are significantly different($p<0.05$).

효소처리 조건을 결정한다면 수침공정을 거치지 않고도 유과의 고유 품질특성을 나타낼 수 있는 유과를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

2) 조직 특성

유과의 경도(hardness) 및 peak수는 Table 5에 나타내었다. *Bacillus* spp.와 *Lactobacillus* spp.의 단독 접종군의 경우 유과의 경도는 28일간 수침시켜 제조한 유과에 비해 더 적은 수치를 나타내었고, 효소 처리시킨 혼합 접종군과 효소처리를 하지 않은 혼합 접종군은 경도가 약간 높았으나 유의적인 차이는 없어 부드러운 유과 조직을 나타내었다. 그러나 peak수는 모든 처리군에서 28일간 수침시켜 제조한 유과에 비해 낮게 나타나 바삭바삭한 특성은 다소 떨어지는 것으로 나타났다.

3) 유과의 미세구조 관찰

유과의 미세구조는 화상 해석기로 화상을 촬영하여 Fig. 5 화상에 나타난 기공의 수, 기공의 둘레 및 기공의 면적을 계산하여 Table 6에 나타내었다. 기공수는 효소처리 시킨 단독 접종군이 28일간 수침시켜 제조한 유과에 비해 유의적으로 많은 기공수가 관찰되었고($p<0.05$) 기공의 둘레 및 면적도 유의적으로 낮은 수치를 나타내어($p<0.05$) 조직 특성결과와는 다소 차이를 나타내었다. 한편, 효소처리시킨 후 미생물을 혼합 접종한 처리군과 효소처리하지 않은 혼합 접종군

Table 5. Texture of Yukwa prepared from glutinous rice flour inoculated with microorganism

Sample (No.)	Treatment Condition	Hardness* (Kg/m^2)	Peak Number* (No.)
Control	28-day steeping	1.22±0.21[ab]	30.20±2.05[a]
1	*Bacillus* spp.(B)	1.09±0.11[b]	22.80±0.76[cd]
2	*Lactobacillus* spp.(L)	1.11±0.32[b]	20.20±1.23[d]
3	B + L(enzyme treat.)	1.35±1.32[a]	24.60±0.78[bc]
4	B + L(no enzyme)	1.37±1.04[a]	26.20±0.92[b]

[a-d]Means with different letters in a same column are significantly different($p<0.05$)

Table 6. Image analyzer parameter of Yukwa prepared from gutinous rice flour inoculated with Microorganism

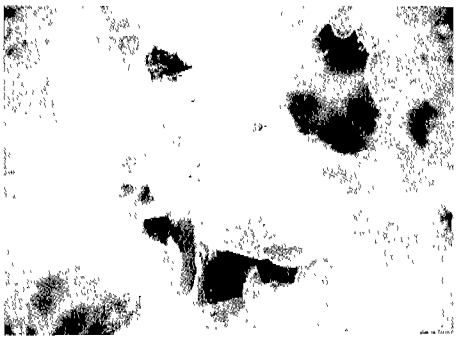
Sample No.	Treatment condition	Hole (No.)	Perimeter[1] (mm)	Hole area[2] (mm)
Control	28-day steeping	45[b]	0.578[c]	3.289[c]
1	*Bacillus* spp.(B)	57[a]	0.527[c]	3.236[c]
2	*Lactobacillus* spp.(L)	53[ab]	0.531[c]	3.212[c]
3	B + L(enzyme treat.)	34[c]	1.043[a]	4.556[b]
4	B + L(no enzyme)	35[c]	0.952[ab]	4.790[a]

[a-c] Means with different letters in a same column are significantly different($p<0.05$).

1 : Hole Perimeter/Hole Number

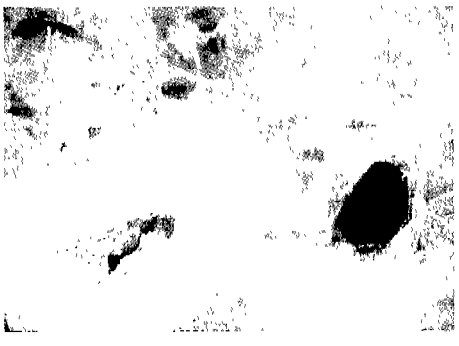
2 : Hole Area/Hole Number

A. 28-day steeping

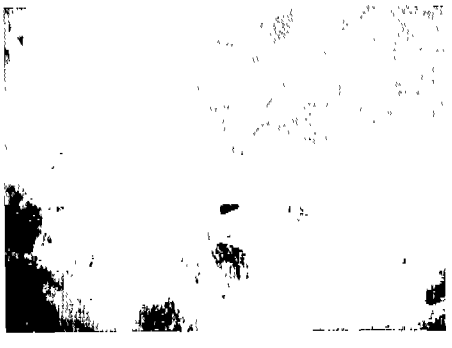


B. *Bacillus* spp.

C. *Lactobacillus* spp.



D. B+L



E. B+L(no enzyme treatment)

Fig. 5. Image analysis of Yukwa prepared from glutinous rice flour inoculated with microorganism.

의 경우에는 28일간 수침시켜 제조한 유과보다 기공수도 적었고 기공의 둘레, 면적도 크게 나타나 조직특성결과에서 나타난 바와 같이 아삭아삭한 특성이 떨어졌다.

요 약

본 연구는 찹쌀가루액에 효소처리 및 미생물 접종을 시킴으로써 유과의 제조시 수침과정을 거치지 않고도 유과를 만들 수 있는 새로운 방법을 개발하기 위하여 시도되었다. 찹쌀 수침액에 분포된 미생물은 *Bacillus* spp.와 *Lactobacillus* spp.로 나타났다. 찹쌀 수침액에 인위적으로 상기 미생물을 배양하였을 때 유과를 제조하기 위한 최적 조건은 30℃에서 18시간이었다. 이때 찹쌀수침액의 pH는 배양 시간이 증가함에 따라 감소하였다. 이 찹쌀 수침액에서는 수침시간

이 증가함에 따라 α-amylase 활성이 증가하여 효소처리된 시료액의 효소 활성과 유사한 경향을 나타내었다. 유과의 팽화도는 효소처리시킨 혼합 접종처리군을 제외한 모든 처리군에서 28일간 수침한 것과 유사하게 나타났다. 경도와 peak수는 모든 처리군에서 28일간 수침시킨 대조군에 비해 유의적으로 더 낮게 나타났다($p<0.05$). 미세구조에서 기공수는 효소처리시킨 단독 접종군이 다른 모든 처리군에 비해 더 많은 기공수를 지니고 있었고 기공의 둘레 및 면적도 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 따라서, 수침공정을 대폭 단축할 수 있었으며, 향후 미생물 접종을 고려한 효소처리 조건을 정밀 분석한다면 수침공정이 없어도 유과의 품질 특성을 나타내는 것이 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 박진영 : 전통적인 강정 제조 방법의 표준화, 이화여자대학교 석사학위논문 (1991).
2. 전형주 : 유과의 조리법 표준화 및 찹쌀의 수침 기전에 관한 연구, 연세대학교 박사학위논문 (1992).
3. 박동준, 구경형, 목철균 : 찹쌀의 초미세분쇄/공기분급 특성과 유과 제조공정 개선, *한국식품과학회지*, 27(6), 1008~1012 (1995).
4. 김중만 : 부수게의 명칭 및 재현성 있는 제법에 관한 연구, *원광대학교 논문집*, 16, 215~220 (1982).
5. 임영희, 이현유, 장명숙 : 유과제조시 찹쌀의 침지중 이화학적 성분변화에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 25(3), 247~251 (1993).
6. 양희천, 홍재식, 김중만 : 부수게 제조에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 14(2), 141~145 (1982).
7. 김중만 : 산자(부수게) 바탕 제조에 관한 이화학적 연구, 전북대학교 박사학위논문 (1983).
8. 유과의 기업적 생산을 위한 제조방법 개선 연구, 한국식품개발연구원 보고서 (1989).
9. 김중만 : 부수게(산자)에 관한 식품학적 해석, *식품공업*, 2, 15~21 (1993).
10. 신동화, 김명곤, 정태규, 이현유 : 유과의 저장성과 팽화방법 개선 시험, *한국식품과학회지*, 22(3), 266~271 (1990).
11. 안동장씨 원저, 황혜성(編) : 규곤시의방(음식디미방), 한국인서출판사, p. 34~36 (1985).
12. 빙허각 이씨 원저, 이수문 譯 : 규합총서(1815), 기린원, p.113 (1988).
13. Jin Park, Kyung-Hee Sohn and Hyeong-Ju Jeon : Effect of Long-Term Steeping and Enzyme Treatment of Glutinous Rice on Yukwa Characteristics (I)-Improvement of Yukwa Processing by Development of enzyme-treated Glutinous Rice Flour-, *J. Asian Regional Association for Home Economics*, 5(1), 49~55 (1998).
14. 손경희, 박진 : 찹쌀의 장기 수침 및 효소처리가 유과의 특성에 미치는 영향-제2보 : 효소처리시시킨 찹쌀가루의 이화학적 특성 연구, *한국조리과학회지*, 14(3), 225~231 (1998).
15. 이상열, 신용철, 이석희, 박성숙, 김형수, 변시명 : 무증자 전분의 당화에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 16(4), 463~471 (1984).
16. Ashman, R.B. : Measurement of Popping Expansion Volume from Small Sample, The Popcorn Institute, Chicago, p. 226~228 (1979).

(2000년 5월 2일)