

Bifidobacterium sp.로 제조된 반죽의 물성적 특성

홍정훈 · 안덕준*

동아대학교 식품영양학과, 선문대학교 응용생물과학부 식품과학계열*
(2002년 3월 21일 접수)

Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough with *Bifidobacterium* sp.

Jeong-Hoon Hong and Duek-Jun An*

Dep. of Food and Nutrition, Dong-A University, Dep. of Food Science, Sun-Moon university*
(Received March 21, 2002)

Abstract

In order to economically utilize dough with *B. longum*, *B. infantis* and *B. brevis* as a bread improver, aerotolerance, α -galactosidase activity, organic acids, farinograph and extensograph of dough were investigated.

In aerotolerance of *Bifidobacterium* sp., *B. longum* was highest among tested starters, followed by *B. infantis*. The α -galactosidase activity was highest in the *B. longum* among tested starters. In organic acids, the contents of lactic acid and acetic acid were the highest in the among tested starters, followed by *B. infantis*. In farinograms of dough, water absorption and peak time were highest in the *B. brevis* among tested dough. Extensogram showed that the area increased remarkably in *B. longum* and *B. infantis* at 135min of fermentation. Extensibility and resistance to extension of dough were highest in the *B. infantis* among the dough, followed *B. longum*.

Key Words : *B. longum*, *B. infantis*, *B. brevis*

I. 서론

최근 소비자들의 건강 지향적인 제품구매 패턴을 고려할 때 천연물질을 이용하여 제품 품질을 개선시키는 것이 바람직하다. 천연물질을 이용한 품질 개선 방법에 대한 연구로는 Chamberlain 등¹⁾의 α -amylase를 이용한 제품 품질 개선 연구와 sour dough에서 빵의 품질을 향상시키는 미생물(lactic acid bacteria, LAB)을 분리 동정하여 사용하는 비전통적 발효에 의한 품질 개선 연구가 보고되고 있다^{2),3)}. 비 전통적 발효법에 사용되는 LAB는 발효 중 유기산을 생성하여 반죽의 물성을 변화시키고 기계적 내성을 증가시키면서 반죽의

pH를 저하시켜 빵의 부피와 관계가 있는 글리아딘 단백질의 점성을 증가시킨다.

Corsetti 등⁴⁾의 연구에서는 *L. plantarum*과 *S. thermophilus*와 같은 homofermentative LAB로 제조한 sour dough의 pH, 총산도가 heterofermentative LAB보다 더 높게 나타났으며 이로 인해 체적이 큰 제품을 생산하는 것으로 보고되고 있다.

최근에 혐기성균의 배양법이 발달하면서 장내 혐기성 젖산균인 bifidobacteria에 대한 연구가 활발해지게 되고 bifidobacteria가 인간의 장내 flora를 구성하는 젖산균으로서 일반적으로 이용되는 젖산균들보다 더 중요하다는 것이 밝혀지면서 식품가공에 많은 이용이 시도

되고 있다.

Bifidobacteria는 빵에서 반죽 물성과 소비자 기호에 가장 큰 영향을 미치는 lactic acid와 acetic acid를 1:1.5 정도의 비율로 생산하는 것으로 보고된 바 있다⁵⁾. 이 유기산들은 빵의 향미에 영향을 줄뿐만 아니라 gluten의 팽윤을 도와주어 가수 보유력을 높여 조직감을 좋게 하고 체적이 큰 제품을 생산 할 수 있는 천연 제빵 개량제로서의 역할이 가능하다고 알려진 바 있다. 이것을 제빵에 이용할 수 있다면 반죽 물성, 빵의 내부상태, loaf volume의 향상이 있는 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 3가지 종류의 균주 (*Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis* 및 *Bifidobacterium brevis*)의 내산소성과 α -galactosidase활성을 측정하고 이 3가지 균주를 첨가하여 제조한 반죽의 유기산 함량과 Farinogram, Extensogram 등을 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료 및 균주의 준비

1) 실험재료

밀가루는 제일제당(주)에서 생산된 제빵용 백설 강력 밀가루 강력1등급(단백질 12.71%, 회분0.44%, 수분 12.8%)을 사용하였다.

2) 균주, 배지 및 배양방법

균주는 한국 생명공학 연구소에서 분양받은 *B. longum*(ATCC 15707), *B. infantis*(ATCC 15697) 및 *B. brevis*(ATCC 15700)를 사용하였고 배지는 SMRS (Supplemented MRS 배지(Difco)에 L-cystein HCl 0.05%, Na_2CO_3 0.02%, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.01%를 첨가한것)를 사용하였다⁶⁾.

3) 균수 측정 및 실제 사용균주의 균수 조절

배양된 *B. longum*, *B. infantis* 및 *B. brevis*를 4000rpm에서 15분간 원심분리(VS-5500 CF)하여 0.1% bactopectone(Difco)으로 수세하여 다시 같은 방법으로 원심분리, 수세하여 broth를 제거하고 균만을 모았다. 모아진 균에 0.1% bactopectone 10mL를 분주하고 이것을 $10^1 \sim 10^{10}$ 까지 희석하여 550nm에서 optical density (O.D.)를 측정하여 표준곡선을 작성하였다. 실제 반죽물성측정에 사용되는 균주를 위와 같은 방법으로 모아 측정된 O.D.치를 기준으로 하여 *B. longum*, *B. infantis*

<Table 1> Composition of ingredients for dough

Ingredients	Percentage(%) on the basis of 100% wheat flour
Flour	100
water	20
Yeast	1.2
Salt	2
Oligosaccharide	10

및 *B. brevis* 각각을 0.1% bactopecton으로 희석하여 10^8 CFU/mL(O.D.치는 0.35)로 조절하여 사용하였다⁷⁾.

4) 반죽의 제조

<Table 1>과 같은 비율로 반죽기(신신제과제빵 기계공업사) 1단에서 2분, 2단에서 2분 믹싱한 후 크린업 단계에서 유지를 첨가하여 3단에서 10분간 반죽하였다.

2. 실험방법

1) 균주의 내산소성 실험

3가지 종류의 배양된 균종을 0.05% 첨가된 MRS broth(Merek, 10660)에서 24시간 배양 후, 혐기 희석액⁸⁾에 십진 희석하여 MRS agar 배지에 도말 하였고, aerobic incubation(37°C)에서 20시간 공기에 노출 시킨 후, 다시 anaerobic jar(37°C)에서 48시간 배양한 후 집락수를 계수하였다. 내산소성은 공기에 노출시키지 않고 계속적으로 anaerobic jar에서 배양시킨 대조구와의 비율로 계산하였다.

2) 균주의 α -Galactosidase 활성 측정

MRS broth에 *B. longum*, *B. infantis* 및 *B. brevis*를 10^8 CFU/ml 균액으로 접종하여 이 균에 존재하는 α -galactosidase 활성을 측정하기 위한 시료로 사용하였다. 10mM PNP(*p*-nitrophenyl- α -D-galactopyranoside) 800 μ l에 phosphate buffer를 800 μ l 첨가한 다음 조효소액 200 μ l를 다시 첨가한 후 40°C 15분간 반응시켰다. 이 반응물에 냉각된 0.2M Na_2CO_3 200 μ l를 첨가하여 반응을 정지시킨 다음 spectrophotometer로 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소활성은 PNP로부터 유리된 *p*-nitrophenol의 유리량을 표준곡선으로 산출하여 상대 활성도(%)로 나타내었다.

3) 유기산의 측정

Marsili 등⁹⁾의 방법을 변형하여 시료의 유기산을 분석하였다. 5g의 시료에 denized water 5ml와 acetonitril 20ml를 가하여 centrifuge tube에서 2분간 혼든 후 7000rpm 5분간 원심분리하여 상등액 0.2ml를 membrane filter로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 표준물질로는 lactic acid, acetic acid, citric acid 및 propionic acid를 사용하였으며 HPLC 분석조건은 <Table 2>와 같다.

4) Farinograph에 의한 반죽특성

반죽형성 능력과 형성된 반죽의 물리적 성질은 AACC(54-21, Brabender)방법¹⁰⁾에 따라 Farinograph (Brabender Co., Germany)을 이용하여 흡수율(커브의 중심선이 500B.U. 선에 도달했을 때의 물의 양, %), 반죽시간(그래프가 정점에 도달 할 때까지의 시간, 분), 안정도(그래프의 중심선이 500B.U. 선을 처음 지나는 지점에서부터 그 중심선이 500B.U. 선을 벗어나는 지점까지의 시간, 분), 연화도(그래프가 떨어지기 시작하는 점부터 12분 지점의 커브 중심이 500B.U. 선에서 떨어지는 점도, B.U.)와 valorimeter를 이용한 전체 강력도(반죽시간동안의 안정도를 종합 평가한 값)를 조사하였다.

밀가루 300g(14% 수분함량기준)을 사용하고, bowl의 온도는 30±0.2°C로 유지하도록 하였다. 밀가루를 1분 동안 1단으로 혼합하면서 균주(0.1% bactopecton으로 희석한 cellular suspension 250ml)를 넣고 5분간 혼합한 후 25초 동안 물 64~65mL(graph의 peak 중심이 500B.U.로 된다고 예상되는 물의 양)을 가하였다. 혼합하는 동안 벽면에 붙은 반죽을 긁어내려 주면서 커브의 중앙이 500B.U.에 도달할 때까지 물의 양을 조절하였다.

5) Extensograph에 의한 발효특성

발효특성은 AACC 54-10¹⁰⁾에 따라 Extensograph (Brabender Co., Germany)를 이용하여 측정하였다. 반

죽을 끊어질 때까지 늘릴 때 들이간 힘과 늘어난 길이와의 관계를 나타내는 곡선을 얻었으며, Farinograph에서 얻을 수 없는 반죽 숙성시의 작용을 측정하였다. 300g 밀가루와 6g의 식염을 사용하였고 물의 양은 farinograph 흡수량보다 3% 적게 하였다. 균주를 첨가하여 5분간 혼합한 후 물을 넣은 다음 1분간 다시 혼합하였다. 혼합된 반죽을 5분간 방치하고, 다시 혼합하면서 커브의 중앙이 500B.U.에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. Extensogram은 반죽을 150±0.1g으로 분할한 후, 라운더에서 20회 둥굴리기를 하고 원통형으로 성형하여 30±2°C의 발효조에서 45분, 90분, 135분 발효시킨 후 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 균주의 내산소성 실험

B. longum, *B. infantis* 및 *B. brevis* 배양액의 내산소성은 <Table 3>과 같다.

산소에 대한 민감성을 비교하기 위해 3가지 균주를 호기적 조건에서 20시간 배양한 후 혐기적 조건에서 48시간 배양하여 집락수를 계수하였다. 3가지 균주 중 *B. longum*의 산소내성이 가장 강한 것으로 나타났으며 다음으로 *B. infantis*와 *B. brevis* 순이었다.

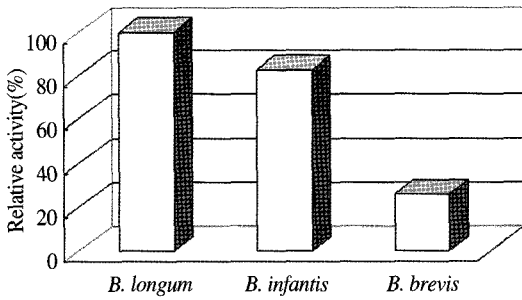
신 등⁶⁾은 *B. longum*과 *B. adolescentis*의 내 산소성에 대한 연구에서 *B. longum*이 가장 산소에 대한 내성이 강한 것으로 보고하였고 Superoxide dismutase(SOD)에 대한 활성의 경우 *B. longum*이 *B. adolescentis*보다 그 활성이 낮게 나타났다고 보고하였다. 이는 호기성 미생물의 경우 H₂O₂나 superoxide dismutase(SOD)를 생산하지만 혐기성 미생물의 경우 catalase나 SOD를 거의 생산하지 않기 때문에 사료된다. 산소대사관련 효소인 NADH oxidase와 NADH peroxidase 활성과도 밀접한 관계가 있다. 산소내성이 강한 균주는 균체 주위의 산소를 제거하는 능력이 우수하므로 NADH oxidase의 경우 *B. longum*이 *B. adolescentis*보다 그 활성이 20~200배 이상 높은 것으로 나타났다고 보고하고 있다.

<Table 2> Operation condition of HPLC analysis for organic acids

Instrument	Gilson 305 system(U.S.A.)
Column	Aminex TM HPX-87H(300mm×7.8mm)
Detector	Gilson 119UV detector (210nm)
Mobile phase	0.008N H ₂ SO ₄
Flow rate	0.6ml/min
Injection volume	20μl
Column Temp.	65°C

<Table 3> Aerotolerance of three Bifidobacterium sp.

strain	Viable counts of Bifidobacterium		Aerotolerance (% survival)
	without air	with air	
<i>B. longum</i>	2.55×10 ⁹	2.15×10 ⁸	88.58
<i>B. infantis</i>	1.17×10 ⁹	2.26×10 ⁷	81.10
<i>B. brevis</i>	1.69×10 ⁹	2.20×10 ⁶	68.73



<Fig. 1> The α -galactosidase activities on the different types of starter cultures

2. α -Galactosidase 활성 측정

B. longum, *B. infantis* 및 *B. brevis* 배양액의 α -galactosidase 활성은 <Fig. 1>과 같다.

α -Galactosidase의 활성은 *B. longum*이 가장 높았으며 다음으로 *B. infantis*, *B. brevis*의 순이었다. *B. longum*의 활성을 100%로 본다면 *B. infantis*와 *B. brevis*는 각각 82.7%, 26.0%였다.

α -galactosidase는 탄수화물 중에서 melibiose, raffinose, stachyose와 guar gum 등의 oligosaccharides를 분해하는 효소이다. 따라서 α -galactosidase의 활성이 높게 나타나면 단당류로 더 많이 분해됨을 의미하므로 pH를 더 크게 저하시키게 되는 것이다.

Sugihara 등³⁾에 의하면 10% reconstituted NDM이 함유된 탈지유를 *B. longum*, *B. infantis*, *B. brevis*, *B. bifidum*, *B. angulantum* 그리고 *L. acidophilus*로 배양한 후 측정된 α -galactosidase의 활성이 *B. brevis* 보다 *B. longum*이 더 높다고 보고하고 있다.

3. 유기산의 측정

B. longum, *B. infantis* 및 *B. brevis* 배양액을 starter로 한 반죽의 유기산 함량은 <Table 4>와 같다.

3가지 균주를 starter로 하여 제조한 반죽에 존재하는 유기산은 lactic acid, acetic acid, citric acid 및 propionic acid였다. 이중 lactic acid와 acetic acid의 함량이 가장 높았다.

Lactic acid의 경우 *B. longum*으로 제조한 반죽에서 가장 높았으며 다음으로 *B. infantis*와 *B. brevis*의 순이었다. Acetic acid도 유사한 경향을 나타내었다. Citric acid의 경우 3가지 균주사이에서 차이가 나타나지 않았으며 propionic acid의 경우 *B. longum*으로 제조한 반죽이 다른 균주에 비해 2배이상 높게 나타났다.

Desjardin 등¹³⁾은 성장이 빠른 균주가 느린 균주보다 lactic acid와 acetic acid를 많이 생성한다고 보고하였다. 본 실험에서는 *B. longum*이 lactic acid와 acetic acid를 가장 많이 생성하여 pH를 가장 저하 시킬것으로 생각된다.

4. Farinograph에 의한 반죽 특성

B. longum, *B. infantis* 및 *B. brevis* 배양액을 starter로 한 반죽의 Farinograph에 의한 반죽의 특성치는 <Table 5>와 같다.

밀가루의 품질을 평가할 수 있는 지표로 이용되는 valorimeter value(v/v)는 전체적인 강력도를 나타내는 하나의 값으로써 반죽시간과 반죽에 대한 저항성을 기초로 하여 유도되는 값이다. 일반적으로 강력분은 70정도이며 박력분은 30이하의 값을 보이게 된다. 본 실험에 사용된 밀가루 반죽의 v/v는 69였다. *B. brevis*가 첨

<Table 4> Effects of the different types of starter cultures on the organic acid contents of dough

(unit : ppm)

strain	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Propionic acid
<i>B. longum</i>	809.3±485.60	973.70±334.00	88.10±18.08	199.70±42.32
<i>B. infantis</i>	420.5±140.35	630.20±223.40	101.20±37.72	72.10±14.88
<i>B. brevis</i>	397.9±307.42	526.90±339.81	98.30±60.16	71.10±68.07

<Table 5> Farinograph of data wheat flour with *B. longum*, *B. infantis* and *B. brevis*

Kinds of Dough	Valorimeter value(v/v)	Water absorption(%)	Peak time (min.)	Stability (min.)	Weakness (B.U.)
Control	69±0.14	66.5±0.04	6.6±0.15	43.0±0.07	10±0.13
<i>B. longum</i>	62±0.08	67.8±0.06	5.5±0.21	40.1±0.13	5±0.04
<i>B. infantis</i>	65±0.07	66.9±0.07	6.0±0.16	41.5±0.09	10±0.08
<i>B. brevis</i>	70±0.00	66.7±0.02	6.7±0.13	42.0±0.04	5±0.07

가된 경우 대조군과 유사한 값인 70을 나타내었으며 *B. infantis*만 첨가된 군과 *B. longum* 첨가군에서는 각각 65, 62로 나타났다. 따라서 *B. brevis*가 첨가된 군이 강력분과 유사한 반죽형성능력을 가지는 것으로 사료된다.

반죽이 일정한 굳기에 도달하는데 필요한 수분 흡수율은 대조군이 66.5%인데 비해 *B. longum* 첨가군의 경우 67.8%로 증가하였다. 수분 흡수율이 증가한다는 것은 손상전분이 많거나 반죽의 상태가 끈적거리면서 달라붙게 된다는 것을 의미한다. Peak time(P/T)의 경우 모든 군이 6~8분 안에 들어가면서 반죽의 탄력이 증가한 것으로 보인다. *B. infantis* 첨가군과 *B. longum* 첨가군은 각각 6.0과 5.5로 나타났으며 안정도의 경우 41.5분과 40.1분으로 나타났다.

5. Extensograph에 의한 발효특성

B. longum, *B. infantis* 및 *B. brevis* 배양액을 starter로 한 반죽의 extensograph에 의한 발효 특성은 <Table 6>과 같다.

면적(Area)의 경우, *B. infantis* 첨가군에서 발효 90분과 135분 사이에 큰 폭으로 상승되었다. 135분에서 *B. infantis* 첨가군이 221cm³로 가장 면적이 넓었으며 다음으로 *B. longum* 첨가군과 *B. brevis* 첨가군의 순서였다. 이러한 면적에 따라 밀가루 특성을 분류하기도 하는데, 80cm³이하는 약한 가루(weak), 80-120cm³는 중간가루(medium), 120-200cm³는 강한 가루(strong), 200cm³ 이상은 아주 강한 가루(very strong) 등 4가지로 분류된다. *B. infantis* 첨가군은 200cm³이상의 값을 나타내었으며 *B. longum* 첨가군과 *B. brevis* 첨가군은 대조군과 함께 강한 가루에 속하는 값들을 나타내었다. 즉, 밀가루와 유사한 반죽특성을 나타내는 것이다.

신장도와 저항도의 경우, *B. longum* 첨가군이 중간값을 나타내어 적당한 신장도와 저항도를 가진 것으로 나타났다. 즉, 신장도와 저항도가 적절한 균형을 이루어 반죽내의 gas생성이 용이하게 되는 것이다. Boycioglu

등¹⁴⁾은 신장도와 저항도는 gliadin과 glutenin의 비율과 높은 상관관계가 있다고 보고하였다. 이것은 gliadin의 점성은 신장도에, glutenin은 신장도에 저항하는 강도 및 탄성을 부여하여 이들의 균형이 제빵성에 영향을 준다고 보고하였다.

IV. 요약 및 결론

1. 3가지 균주중 *B. longum*의 산소내성이 가장 강한 것으로 나타났으며 다음으로 *B. infantis*와 *B. brevis* 순이었다.

2. α -Galactosidase의 활성은 *B. longum*이 가장 높았으며 다음으로 *B. infantis*, *B. brevis*의 순이었다. *B. longum*의 활성을 100%로 본다면 *B. infantis*와 *B. brevis*는 각각 82.7%, 26.0%였다.

3. Lactic acid의 경우 *B. longum*으로 제조한 반죽에서 가장 높았으며 다음으로 *B. infantis*와 *B. brevis*의 순이었다. Acetic acid도 유사한 경향을 나타내었다. Citric acid의 경우 3가지 균주사이에서 차이가 나타나지 않았으며 propionic acid의 경우 *B. longum*으로 제조한 반죽이 다른 균주에 비해 2배이상 높게 나타났다.

4. Farinogram : *B. brevis*가 첨가된 경우 valormeter value는 대조군과 유사한 값인 70을 나타내었으며 *B. infantis*만 첨가된 군과 *B. longum* 첨가군에서는 각각 65, 62로 나타났다. 반죽이 일정한 굳기에 도달하는데 필요한 수분 흡수율은 대조군이 66.5%인데 비해 *B. longum* 첨가군의 경우 67.8%로 증가하였다. Peak time (P/T)의 경우 *B. infantis* 첨가군과 *B. longum* 첨가군은 각각 6.0과 5.5로 나타났으며 안정도의 경우 41.5분과 40.1분으로 나타났다.

5. Extensogram : 면적(Area)의 경우, *B. infantis* 첨가군에서 발효 시작 후 90분과 135분 사이에 큰 폭으로 상승되었다. 135분에서 *B. infantis* 첨가군이 221cm³로 가장 면적이 넓었으며 다음으로 *B. longum* 첨가군과 *B. brevis* 첨가군의 순서였다. 신장도와 저항도의 경

<Table 6> Extensograph of wheat flour with *B. longum*, *B. infantis* and *B. brevis*

min	Area(cm ³)			Extensibility (B.U.)			Resistance to extention(Rs) (B.U.)			Maximum Resistance(R)			Ratio Figure (R/E)		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
Control	158±0.23	198±0.03	167±0.13	20.6±0.04	20.3±0.02	17.5±0.05	31.0±0.12	40.5±0.14	47.0±0.05	56.5±0.04	72.0±0.01	79.5±0.11	15.6±0.06	20.0±0.08	26.9±0.12
<i>B. longum</i>	144±0.16	169±0.11	203±0.07	19.4±0.07	18.1±0.11	18.4±0.11	30.0±0.11	40.5±0.11	47.5±0.01	58.0±0.11	73.0±0.00	80.0±0.12	15.5±0.07	22.4±0.09	25.8±0.09
<i>B. infantis</i>	191±0.09	207±0.09	221±0.21	23.1±0.09	19.5±0.06	19.0±0.09	30.5±0.16	42.5±0.09	46.5±0.00	60.5±0.09	81.5±0.03	88.5±0.15	13.2±0.06	21.7±0.06	26.1±0.15
<i>B. brevis</i>	167±0.14	199±0.08	178±0.05	20.1±0.11	19.6±0.14	17.3±0.15	31.5±0.17	42.0±0.07	49.5±0.05	66.0±0.03	75.0±0.04	77.0±0.13	15.7±0.09	21.4±0.08	26.9±0.11

우, *B. longum* 첨가군이 중간값을 나타내어 적당한 신장도와 저항도를 가진 것으로 나타났다.

■ 참고문헌

- 1) Chamberlam N, Collins TH, McDermott EE, α -Amylase and bread properties, J Food Tech 16: 127, 1981.
- 2) Martinez-amaya, Pitarch B, Bayrarrri P, Benedito de Barber C, Microflora of the sourdough of wheat flour bread. X. Interactions between yeast and lactic acid bacteria in wheat dough and their effects on bread quality, Cereal Chem 67: 85, 1990.
- 3) Sugihara TF, Microbiology of the soda cracker process. I. Isolation and identification of microflora, J Food Sci 16:127, 1981.
- 4) Corsetti A, Gobbetti, M, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J, Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Staling, J Food Sci 63: 347, 1998.
- 5) Galal AM, Johnson JA, Varriano-Marston E, Lactic acid volatile(C2 - C5) organic acids of Sanfrancisco sourdough fresh bread, Cereal Chem 55: 461, 1977.
- 6) Shin SY, Park JH, Changes of oxidative enzymes and fatty acid composition of Bifidobacterium adolescentis and *B. longum* under Anaerobic and Aerated Conditions, Kor J Appl Microbiol, Biotechnol 26: 7, 1998.
- 7) Coretti A, Gobbetti M, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J, Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling, J Food Sci 63: 347, 1998.
- 8) Mitsuoka T, Intestinal Bacteriology, pp 447, Asakura Shoden, Tokyo, 1990.
- 9) Marsili RT, Ostapenko H, Simmons RE, Green DE, High performance liquid chromatographic determination of organic acids in dairy products, J Food Sci 46: 52, 1981.
- 10) Medcalf DG, Gilles KA, Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches, Staerke, 4: 10, 1966.
- 11) David BH, Dallas GH, Viability and enzymatic activity of Bifidobacteria in milk, J Dairy Sci 78: 268, 1995.
- 12) Lee SY, Lee JE, Park MJ, Kwon YS, Studies on the growth characteristics of Bifidobacteria, ogganic acids and n-hexanal contents during the fermentation of enzyme treated soy yogurt, Kor J Soc Food Sci 14: 589, 1998.
- 13) Desjardins ML, Roy D, Goulet J, Growth of bifidobacteria and their enzyme profiles, J Dairy Sci 73: 299, 1990.
- 14) Boycioglu MH, D' Appolonea BL, Characterization and utilization of durum wheat for breadmaking. I. Comparison of chemical, rheological wheat flours, Cereal Chem 71: 21, 1994.
- 15) Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ, Bread, In Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition, Academic Press, 1993.