

Lactobacillus helveticus ATCC 55163과 *Propionibacterium acidipropionici* 5020로 배양한 유청발효물이 반죽의 레올로지에 미치는 영향

윤미숙 · 채수규[¶] · 이정훈¹⁾

을지대학교 보건산업대학 식품과학부[¶], 안산공과대학 호텔조리과¹⁾

Effect of Whey Brew Cultured by *Lactobacillus helveticus* ATCC 55163 and *Propionibacterium acidipropionici* 5020 on Rheological Properties of Flour Dough

Mi-Suk Yun, Soo-Kyu Chae[¶], Jeong-Hoon Lee¹⁾

School of Natural Food Science, College of Health Industry, Eulji University[¶]
Dept. of Hotel Culinary Arts, Ansan College of Technology¹⁾

Abstract

This study was carried out to evaluate the effect of whey brew cultured by the mixed *Lactobacillus helveticus* ATCC 55163 and *Propionibacterium acidipropionici* 5020 on the rheological properties of flour dough. 10 and 15% of whey brews were added to the dough based on flour. Farinograph, alveograph, Rapid Visco Analyzer, and fermenting power of dough were analyzed. In the farinograph analysis, as the amount of whey brews increased on dough samples, water absorption, dough development time, stability, and breakdown increased. In the alveograph analysis, as the amount of whey brews increased on dough samples, *P* and *W* value increased while *L* and *G* value decreased. In the Rapid Visco Analyzer analysis, as the amount of whey brews increased on dough samples, initial pasting temperature and peak viscosity increased while final viscosity and setback decreased. Decrease of setback showed the delay of starch retrogradation. As the amount of whey brews increased on dough samples, fermenting power of dough got reduced.

Key words : *Lactobacillus helveticus* ATCC 55163, *Propionibacterium acidipropionici* 5020, flour dough, rheological properties.

I. 서 론

밀가루를 주원료로 하여 제조되는 빵은 외식 산업의 발전으로 소비가 점점 증가하고 있다. 빵은 만들어진 직후부터 노화가 시작되어 건조해지고 맛, 촉감, 향 등이 좋지 않은 상태로 바뀌어 상

품적 가치를 잃게 된다. 품질 저하의 다른 이유는 미생물에 의한 부패인데, 이를 방지하기 위하여 합성보존제로 유기산인 초산, 젖산, 프로피온산, 솔빈산, 벤조산 등이 이용되고 있다(Brul & Coote 1999). 그러나 소비자는 합성보존료 대신 천연보존료에 관심이 높아 제빵산업에서 젖산 발효를

¶ : 채수규, 031-740-7136, skchae@eulji.ac.kr, 경기도 성남시 수정구 양지동 212 을지대학교 보건산업대학 식품과학부

응용한다. 젖산 발효는 pH가 낮은 발효물을 생성하여 초산, 젖산, 과산화수소, 개미산, 프로피온산, diacetyl 등의 여러 가지 천연 향균성 화합물을 함유하고 있다(Lindgren & Dobrogosz 1990). 유럽이나 미국 샌프란시스코 지방에서는 오래전부터 유산균을 빵에 이용하는 sourdough를 사용하여 왔다. 유산균의 생화학과 생리학은 sourdough에서 빵의 물성, 향, 영양적인 특성 등에 영향을 미친다(Gobbetti et al. 2005). Sourdough의 발효 동안 유산균은 아미노산의 농도를 증가시키나 효모 단독으로 발효시는 아미노산이 감소한다. 유산균에 의한 아미노산 이화작용은 빵의 관능적 특성에 영향을 미치고 에너지 획득에 중요한 역할을 한다(Christensen et al. 1999).

프로피온산은 곡물 보존, 항곰팡이제, 제초제 등으로 이용하고(Grinstead et al. 1992) 식품산업에서 프로피온산과 그 염은 빵의 보존료로 사용하고 있는데(Suomalainen & Mayra-Makinen 1999), 약산으로 곰팡이와 *Bacillus* 속의 증식을 억제할 수 있다. 프로피온산의 공업적 생산은 *n*-butane의 산화로 초산을 만들 때나 ethylene과 carbon monoxide로부터 얻거나 액상의 propane과 propionaldehyde를 산화로 만들어(Suporn & Shang-Tian 2005) 경제적이거나, 점차 미생물 발효를 이용한 생합성 방법을 이용하고 있다. 미생물에 의한 방법으로는 propionibacteria를 이용하는데 포도당과 유당을 대사하여 프로피온산, 초산, CO₂ 및 기타 산을 생성한다(Playne 1985). 본 연구에서는 유산균과 프로피온산균으로 발효시킨 유청발효물을 일정량 밀가루 반죽에 첨가하여 반죽의 레올로지에 미치는 영향으로 farinograph, alveograph, Rapid Visco Analyzer에 의한 호화 특성, 발효팽창력 특성 분석하여 향우 빵 제조시 품질에 미치는 영향을 기초 자료로 활용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사용균주 및 배지

Lactobacillus helveticus ATCC 55163은 MRS 배지로, *Propionibacterium acidipropionici* 5020은 RC(reinforced clostridial, Oxoid CM 149, Darmstadt, Germany) 배지로 3회 계대배양하여 각각의 균수가 $1 \sim 2 \times 10^8$ cfu/mL되게 하였다. 유청(Calpro Co., Ltd., California, USA) 12% 농도에 효모추출물을 1% 첨가하여 제조한 유청배지를 5N NaOH로 pH를 6.5로 조절하여 1 L 삼각플라스크에 취하여 70°C에서 30분간 저온살균하였다. 살균 후 냉각하여 *L. helveticus* ATCC 55163와 *P. acidipropionici* 5020을 각각 1%씩 접종하여 35°C 인큐베이터에서 85 rpm으로 4일간 배양하여 생성된 젖산, 프로피온산, 초산 등의 유기산을 HPLC로 측정하였다.

2. 유청발효물의 전처리

유청발효물을 농축기(Rotavapor R-114, Büchi, Flawil, Germany)에서 고형분 함량이 40%가 되도록 농축하여(프로피온산 함량 26~30 g/L), 빵 제조 시 반죽에 첨가되는 물의 10%와 15%를 대치하여 첨가하였다.

3. 유청발효물이 Farinograph에 미치는 영향

유청발효물의 프로피온산량이 강력분 kg 당 2.5 g, 3.75 g 되는 양을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 farinograph 특성을 AACC(54-21)(1985) 방법에 따라 farinograph(M81044, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 사용하여 측정하였다. 미리 예열한 30±0.2°C의 farinograph 반죽 보울에 밀가루 300 g을 넣고 기계를 작동하면서 그 래프 커브의 중앙이 500±20 BU에 도달할 때까지 프로피온산이 있는 유청발효물과 증류수를 가하여 흡수량을 조절한 후 반죽의 흡수율(absorption), 반죽 발전시간(development time), 안정도(stability), 탄력도(tolerance index), 약화도(time to breakdown) 및 FQN(farinograph quality number)의 값을 측정하였다. 시료마다 5회 분석하여 평균값을 자료로 하였다.

4. 유청발효물이 Alveograph에 미치는 영향

유청발효물의 프로피온산량이 강력분 kg 당 2.5 g, 3.75 g 되는 양을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 alveograph 특성을 alveograph(NG, Chopin Co. France)를 사용하여 AACCC(54-30A) (1985)방법으로 측정하였다. 체로 친 밀가루 250 g의 수분함량에 맞추어 2.5% NaCl 용액을 넣고 반죽을 시작하는데, 이때 반죽기의 온도는 24°C로 맞추고 resting chamber의 온도는 25°C로 조절하며 측정하였다. 부착된 믹서로 반죽을 시작하여 30초가 지난 후 뚜껑을 열고 반죽되지 않은 소맥분은 스파투라로 모두 반죽에 밀어 넣어 주었다. 5개의 반죽판 위에 식용유를 바르고, 롤러판 및 스파투라 양면에 식용유를 바른 후, 반죽 시작 8분이 지난 다음 반죽날개의 방향을 오른쪽으로 바꾸고 반죽 추출판과 출구에 식용유를 발라서 반죽이 원활하게 나오도록 하였다. 배출되는 초기 반죽의 1 cm를 스파투라를 사용하여 잘라낸 다음 식용유를 칠한 반죽판 위에 직각으로 자른 반죽을 놓고 롤러로 9~12회 정도 눌러 반죽이 균일한 두께가 되도록 하였다. 평평한 반죽의 중앙을 편치로 눌러 자른 후 반죽 판에 놓고 resting room에 반죽 순서대로 넣었다. 한편, alveograph의 공기방출판과 템퍼에 식용유를 바르고 반죽을 방출판의 중앙에 넣고 템퍼를 닫은 다음 링을 돌려 잠그고 템퍼와 링을 직각으로 들어 낸 후 공기를 주입할 때 만들어진 반죽 볼이 팽창한도에 이르렀을 때 파괴되는데, 이때 Alveolink에 반죽의 변형에 필요한 최대저항력과 관계되는 압력인 P , 팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성을 나타내는 L (mm), 팽창지표인 $G(2.22\sqrt{L})$, 반죽의 baking strength W 등을 분석하였다. 시료마다 5회 분석하여 평균값을 자료로 하였다.

5. 유청발효물이 반죽의 호화특성에 미치는 영향

유청발효물의 프로피온산량이 강력분 kg 당 2.5 g, 3.75 g 되는 양을 첨가한 반죽과 첨가하지 않

은 반죽의 호화특성을 Rapid Visco Analyzer (Newport Scientific Pty. Ltd., Narrabeen, N.S.W., Australia)로 측정하였다(1995). 알루미늄 용기에 14% 수분함량을 기준으로 한 밀가루 3.0 g을 넣고 증류수와 발효액 25 mL를 가한 다음 플라스틱 회전축으로 교반하여 시료액을 제조하였다. 50°C로 맞춘 RVA에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 분당 12°C씩 올리면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 50°C로 냉각시키면서 호화온도(pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최고점도온도(peak temperature), 최종점도(final viscosity), breakdown 및 setback 값을 구하였다.

6. 반죽의 발효팽창력에 미치는 영향

유청발효물의 프로피온산량이 강력분 kg 당 2.5 g, 3.75 g 되는 양을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 발효력을 측정하였다. 밀가루 300 g, 유청발효물과 물을 합하여 180 mL, 효모 7.5 g을 반죽기(VM-0008, DaeYung Co., Incheon, Korea)에서 저속 3분, 중속 2분간 혼합하여 반죽을 제조하였다. 온도 24°C의 반죽 100 g을 10 mL 단위로 표시된 원통형 유리 발효기(직경 5.5 cm×높이 25 cm)에 넣고 뚜껑을 씌워 27°C의 인큐베이터에서 20분 단위로 4시간 동안 발효되는 부피를 mL로 측정하였다. 시료마다 5회 분석하여 평균값을 자료로 하였다.

7. 통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS)(2000) 통계 프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 시료 간의 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준으로 던컨의 다중 범위시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Farinograph 특성

밀가루 kg 당 프로피온산량이 2.5 g(유청발효물 10%), 3.5 g(유청발효물 15%)이 되도록 유청발효물을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 farinograph 특성을 분석한 결과는 <Table 1>과 같다. 반죽의 되기(consistency)는 대조구가 532.5±3.54 FU, 유청발효물을 10% 첨가한 시험구 A가 496.0±1.41 FU, 유청발효물을 15% 첨가한 시험구 B가 477.3±8.58 FU로 대조구에 비하여 유청발효물을 첨가하였을 때 낮은 값이었고, 대조구와 시험구 간에 유의적인 차이가 있었으나($p<0.05$) 시험구 A와 B 간에는 차이가 없었다. 흡수율(water absorption)은 대조구가 64.3±0.14%, 시험구 A가 65.0±0.20%, 시험구 B가 65.4±0.47%로 유의적인 차이가 있었으나, 시험구간에는 유의적인 차이가 없었다. 반죽발전시간(dough development time)은 대조구가 5.7±0.25분, 시험구 A가 10.5±0.90분, 시험구 B가 12.1±0.45분으로 대조구에 비하여 유청발효물 첨가량이 많을수록 길어졌으며 유의적인 차이가 있었다. 안정도(stability)는 대조구가 14.4±0.42분, 시험구 A가 17.6±0.14분, 시험구 B가 16.7±0.78분으로 유청발효물을 첨가하였을 때 길어졌으나 시험구 A와 B간에는 유의적인 차이가 없었다. 약화도와 FQN도 안정도와 같은 경향이였다.

Lee(2005)는 유청발효물을 반죽에 첨가시 대조구에 비하여 흡수율이 0.4% 증가하였다고 하였는데, 본 실험에서도 0.7~1.1% 증가하였고, Tsen(1966)은 강력분에 염산을 첨가하여 밀가루의 pH를 5.8에서 5.2 혹은 4.8로 감소시켜 반죽을 제조하면

반죽의 탄력성이 감소하고, 탄력성이 감소되면 약화도가 길어진다고 하였는데, 본 실험에서 시험구의 약화도가 길어진 것과 일치하였다. 이것은 유청발효물의 첨가로 발효물에 함유되어 있는 젖산, 프로피온산, 초산 등의 유기산에 의해 반죽의 pH가 대조구보다 낮아졌기 때문으로 생각된다. Sheila et al.(2000)은 4% 탈지분유를 첨가하여 farinograph를 분석한 결과 흡수율이 1% 정도 증가하였다고 하였는데, 본 실험에서 유청발효물을 첨가한 시험구의 흡수율이 증가한 것도 유청이 영향을 미친 것으로 생각된다.

2. Alveograph 특성

밀가루 kg 당 프로피온산량이 2.5 g(유청발효물 10%), 3.5 g(유청발효물 15%)이 되도록 유청발효물을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 alveograph 특성을 분석한 결과는 <Table 2>와 같다. 반죽의 변형에 필요한 최대 저항력과 관계되는 압력 P는 대조구가 111±2.83 mm, 유청발효물을 10% 첨가한 시험구 A가 124±0.71 mm, 유청발효물을 15% 첨가한 시험구 B가 136±1.41 mm로 유청발효물을 많이 첨가할수록 반죽강도가 강해졌으며 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 이러한 결과는 유청발효물 첨가로 유청 내의 칼슘에 의하여 글루텐조직을 강하게 하여 반죽의 강도가 강해졌기 때문으로 생각된다(Lee 2000). 팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성을 나타내는 L은 대조구가 53±0.71 mm, 시험구 A가 51±1.41 mm, 시

<Table 1> Farinogram characteristics of doughs with whey brew

Samples	Farinogram parameters					Farinograph quality number(FQN)
	Consistency (FU)	Water absorption	Development time(min.)	Stability (min.)	Time breakdown (sec)	
C	532.5±3.54 ^{a1)}	64.3±0.14 ^a	5.7±0.25 ^a	14.4±0.42 ^b	998.0±42.43 ^b	166.0± 7.07 ^b
A	496.0±1.41 ^b	65.0±0.20 ^b	10.5±0.90 ^b	17.6±0.14 ^a	1,199.0±31.41 ^a	200.0± 6.00 ^a
B	477.3±8.58 ^b	65.4±0.47 ^b	12.1±0.45 ^c	16.7±0.78 ^a	1,146.7±72.59 ^a	191.0±12.26 ^a

C: control, A: bread flour with 10% of whey brew, B: bread flour with 15% of whey brew.

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=3.

^{a-c} Values with different superscript letters in the same column are significantly different($p<0.05$).

〈Table 2〉 Alveogram characteristics of dough samples with whey brew

Samples	Overpressure P(mm)	Extensibility L(mm)	Swelling index, G(mm)	Deformation energy, W(10 ⁻⁴ ×J)
C	111±2.83 ^{a1)}	53±0.71 ^b	16.1±0.07 ^b	354±2.12 ^a
A	124±0.71 ^b	51±1.41 ^a	15.9±0.21 ^b	448±2.21 ^b
B	136±1.41 ^c	50±0.71 ^a	14.1±0.14 ^a	508±1.41 ^c

C: control, A: bread flour dough with 10% of whey brew, B: bread flour dough with 15% of whey brew.

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=3.

^{a-c} Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p < 0.05$).

시험구 B가 50±0.71 mm로 유청발효물을 많이 첨가할수록 낮은 값으로 신장성이 작았으며 대조구와 시험구 간에 유의적인 차이가 있었다. 팽창지표인 G도 신장도와 같은 경향이었고, 반죽의 탄력에 대한 저항성 W는 대조구가 354±2.12, 시험구 A가 448±2.21, 시험구 B가 508±1.41로 유청발효물을 많이 첨가할수록 W가 높아 신장도와 반대의 경향이였다. Alveograph는 밀가루의 제빵적성을 평가하는 도구로 이용되어(Chen & D'Appolonia 1985), Bettge et al.(1988)은 밀가루의 단백질 특히 글루텐의 강도를 측정하여 나타나는 P, L, W로 빵의 부피를 예측할 수 있다고 하였으며, 경질 적색 겨울밀의 경우 P, L, W의 최소값은 각각 90.75, 40.74, 186.00이고, 최댓값은 각각 146.3, 108.1, 366.0이라 하였는데, 본 실험에서 유청발효물을 첨가하지 않은 대조구의 P, L, W 등이 이 범위 내에 있었다.

3. 반죽의 호화특성

밀가루 kg 당 프로피온산량이 2.5 g(유청발효물 10%), 3.5 g(유청발효물 15%)이 되도록 유청발효물을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 호화특성을 Rapid Visco Analyser(RVA)로 분석한 결과는 〈Table 3〉과 같다. 초기 호화온도는 대조구가 50.33±0.2°C, 유청발효물을 10% 첨가한 시험구 A가 55.18±0.9°C, 유청발효물을 15% 첨가한 시험구 B가 54.75±0.4°C로 대조구에 비하여 유청발효물의 첨가량이 많을수록 호화온도가 높았으며 유의적인 차이가 있었으나($p < 0.05$), 시험

구 A와 B간에는 차이가 없었다. 최고 점도온도와 이때의 RVA 값은 대조구에 비하여 유청발효물 첨가량이 많을수록 낮아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 최종점도는 대조구가 2,908±14.1, 시험구 A가 2,780±9.2, 시험구 B가 2,606±8.5로 유청발효물 첨가량이 많을수록 낮았으며 유의적인 차이가 있었다. Valjakka et al.(1994)은 단백질 함량 12.0%, 회분 0.14%인 강력분을 amylograph로 측정시 호화온도는 60.0°C, 최고점도는 2,155 BU, 피크온도는 88.0°C라 하였고, Al-Eid et al.(1999)은 발효시킨 유청 permeate와 발효시키지 않은 유청 permeate를 물 대신 75%까지 대체하여 amylograph를 분석한 결과 호화온도와 최고점도가 증가하였다고 하였으나, 본 실험에서는 최고점도가 감소하였다. 유청발효물의 첨가량이 많을수록 최고점도 값이 감소한 것에 대하여 Silberstein(1964)은 α -amylase의 최대 활성을 나타내는 pH가 곡물 α -amylase 경우 4.75~5.4 정도라고 하였는데, 유청발효물의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH가 낮아져 α -amylase가 최대 활성을 나타낼 수 있는 범위이기 때문으로 생각된다. Set back 값은 대조구가 1,390±0.7, 시험구 A가 1,071±5.7, 시험구 B가 1,027±18.4로 유청발효물 첨가량이 많을수록 낮은 값을 나타내 노화가 느려짐을 나타냈다. Cho et al(1998)은 *Bifidobacterium*으로 발효시킨 밀가루 brew를 0, 10, 20, 30% 대체하여 amylograph로 측정된 결과, 호화온도는 brew를 첨가하지 않은 대조구가 64°C이었으나, brew의 첨가량이 20과 30%일 때 76.0°C로 상승한다고 하였고, 첨가량이

〈Table 3〉 RVA(Rapid Visco Analyser) characteristics of dough samples with whey brew (Unit: RVA)

Samples	Initial pasting temp.	Peak viscosity			Holding strength			Final viscosity	Break down	Set back
	(°C)	RVA	Time(min.)	Temp.(°C)	RVA	Time(min.)	Temp.(°C)	RVA	RVA	RVA
C	50.33±0.2 ¹⁾	2,679±12.7 ^b	6.13±0.0 ^b	95.10±0.0 ^a	1,519±14.8 ^c	8.04±0.0 ^b	85.56±0.6 ^a	2,908±14.1 ^a	1,161± 2.1 ^a	1,390± 0.7 ^a
A	55.18±0.9 ^b	2,456± 1.4 ^b	6.53±0.0 ^a	95.03±0.0 ^{ab}	1,709± 3.5 ^a	8.77±0.0 ^a	76.53±0.6 ^b	2,780± 9.2 ^b	748± 2.1 ^b	1,071± 5.7 ^b
B	54.75±0.4 ^b	2,205± 5.7 ^c	6.57±0.0 ^a	94.95±0.1 ^b	1,579± 9.9 ^b	8.84±0.0 ^a	75.95±0.7 ^b	2,606± 8.5 ^c	626±15.6 ^c	1,027±18.4 ^c

C: control, A: bread flour dough with 10% of whey brew, B: bread flour dough with 15% of whey brew.

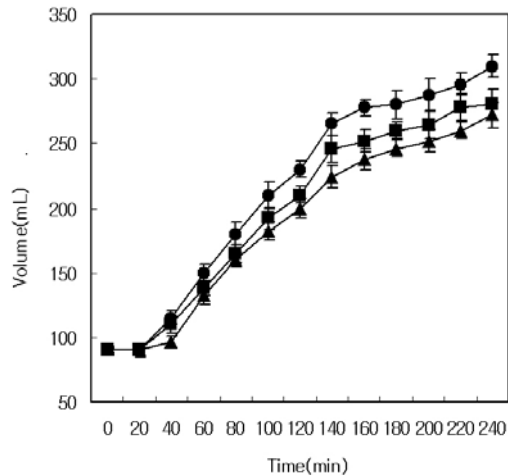
¹⁾ Values are Mean±S.D., n=3.

^{a-c} Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p < 0.05$).

많을수록 최고점도가 감소한다고 하였으며, set back 값은 전분의 노화정도를 반영하여 큰 값일수록 노화되기 쉬운 경향을 보인다고 하였는데 (Leelavath & Indiani 1987), 본 실험에서 유청발효물의 첨가량이 증가할수록 set back 값이 낮아져 유청발효물의 사용으로 노화가 지연됨을 시사하였다.

4. 반죽의 발효팽창력 특성

밀가루 kg 당 프로피온산량이 2.5 g(유청발효물 10%), 3.5 g(유청발효물 15%)이 되도록 유청발효물을 첨가한 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 발효팽창력을 분석한 결과는 〈Fig. 1〉과 같다. 대조구와 시험구에서 발효 20분에는 90 mL로 부피 변화가 없었으나, 발효 40분부터 부피가 증가하기 시작하여 발효 120분에 대조구가 230 mL, 유청발효물을 10% 첨가한 시험구 A가 210 mL, 유청발효물을 15% 첨가한 시험구 B가 200 mL이었고, 발효 240분에 대조구가 310 mL, 시험구 A가 280 mL, 시험구 B가 272 mL로 대조구에 비하여 유청발효물의 첨가량이 많을수록 작은 부피를 나타냈다. 발효 240분에 대조구가 3.4배, 시험구 A가 3.1배, 시험구 B가 3배의 부피팽창을 보여주었다. 식품산업에서 프로피온산과 그 염은 빵의 보존료로 사용되고 있는데(Suomalainen & Mayra-Makinen 1999), 약산으로 곰팡이와 *Bacillus* 속의 증식을 억제할 수 있다. 본 실험에서 유청발효물



〈Fig. 1〉 Changes of fermentation power by yeast in dough samples with whey brew.

● : control, ■ : bread flour dough with 10% whey brew, ▲ : bread flour dough with 15% whey brew.

첨가량이 많을수록 발효가 저해를 받은 것은 프로피온산의 항균작용 때문으로 생각된다. 또한, 반죽에 약산으로 초산이나 젖산을 소량 첨가하는 것은 반죽의 pH를 낮추어 효모의 최적 생육조건을 나타내는 pH 4.5~4.8에 근접하도록 하여 발효를 촉진시키기 위하므로 유청발효물 중의 잔여 젖산이나 생성된 초산은 반죽의 발효 촉진제로 작용되는 것으로 생각된다(Ju et al. 1999). 제빵법 중 비상 스트레이트법으로 식빵을 만들 때 위와 같은 이유로 반죽에 소량의 초산이나 젖산을 첨가한다(Yun 2004).

한글초록

Lactobacillus helveticus ATCC 55163과 *Propionibacterium acidipropionici* 5020로 유청배지를 혼합 배양하여 얻은 유청발효물을 밀가루 대비 10%, 15% 첨가하여 반죽의 레올로지로서 farinograph, alveograph, Rapid Visco Analyzer, 반죽의 발효팽창력 등을 측정하였다. Farinograph에서 유청발효물 첨가량이 많을수록 수분흡수율, 반죽발전시간, 안정도 약화도 등이 증가하였다. Alveograph에서 P와 W값은 유청발효물 첨가량이 증가할수록 증가하였으나 L과 G값은 감소하였다. Rapid Visco Analyzer에서 초기호화온도와 최고점도는 유청발효물 첨가에 따라 증가하였으나, 최종점도와 set back은 감소하였다. Set back의 감소로 전분의 노화가 지연됨을 나타냈다. 반죽의 발효팽창력은 유청발효물 첨가량이 많을수록 감소하였다.

참고문헌

- Al-Eid SM · Al-Neshawy AA · Al-Shaikh Ahmad SS (1999) : Influence of substituting water with ultrafiltered milk permeate on dough properties and baking quality of white pan bread. *J. Cereal Sci.* 30:79-82.
- American Association of Cereal Chemists (1985) : Approved methods of AACC. 54-21, 54-30Ab.
- Bettge A · Rubenthaler L · Pomeranz Y (1989) : Alveograph algorithm to predict functional properties of wheat in bread and cookie baking. *Cereal Chem.* 66:810-816.
- Brul S · Coote P (1999) : Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanism. *Int. J. Food Microbiol.* 50:1-17.
- Chen J · D'Appolonia BL (1985): Alveograph studies on hard red spring wheat flour. *Cereal Foods World* 30:862.
- Cho NJ · Lee SK · Kim SK · Joo HK (1998) : Effect of wheat flour brew with *Bifidobacterium bifidum* on rheological properties of wheat flour dough. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30:832-841.
- Christensen JF · Dudley EG · Pederson JA · Steele JL (1999) : Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 76:217-246.
- Gobbetti M · De Angelis M · Corsetti A · Di Cagno R (2005) : Biochemistry and physiology of sour-dough lactic acid bacteria. *Trends in Food Sci. & Technol.* 16:57-69.
- Grinstead DA · Barefoot SF · Jensenin G (1992) : A heat-stable bacteriocin produced by *Propionibacterium jensenii* p126. *Appl. Environ. Microbiol.* 58:215-220.
- Ju HK · Cho NJ · Park MO · Sin DH (1999) : Materials of Bread and Cake. Kwangmungag, Korea p.184.
- Lee JH (2005) : Effects of whey ferment cultured by *Propionibacterium freudenreichii* KCCM 31227 on rheological properties of dough and quality characteristics of white pan bread. Ph. D. dissertation, Konkuk Univ. Korea.
- Lee KS (2000) : Theory of Bread and Cake. Yangseowon, Korea. 30.
- Leelavath K · Indiani D (1987) : Amylograph pasting behavior of cereal and tuber starches. *Stärke* 39:378-385.
- Lindgren SE · Dobrogosz WJ (1990) : Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentation. *FEMS Microbiol. Reviews* 87:149-164.
- Operation Manual for the Series 3 Rapid Visco Analyser (1995) : Issued July. Newport Scientific Pty. Ltd., p. 10-18.
- Playne MJ (1985) : Propionic acid and butyric acids. In: Comprehensive Biotechnology, Vol.

3. Moo-Young M(ed.) Pergamon Press, New York, USA. 731-755.
17. SAS (2000): User's guide. SAS Institute: Cary, NC, USA.
18. Sheila K · Karina W · Catherine S · Elke KA (2000) : Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: effects on dough rheology and bread quality. *Eur. Food Res. Technol.* 210:391-396.
19. Silberstein O (1964) : Heat stable bacterial α -amylase in baking. *Bakers Digest.* 38:66-69.
20. Suomalainen TJ · Mayra-Makinen AM (1999) : Propionic acid bacteria as protective cultures in fermented milks and breads. *Lait.* 79:165-174.
21. Supaporn S · Shang-Tian Y (2005) : Enhanced propionic acid fermentation by *Propionibacterium acidipropionici* mutant obtained by adaptation in a fibrous-bed bioreactor. *Biotechnol. Bioeng.* 91:325-337.
22. Tsen CC (1966) : A note on effects of pH on sulfhydryl groups and rheological properties of dough and its implication with the sulfhydryl-disulfide interchange. *Cereal Chem.* 43:456-460.
23. Valjakka TT · Ponte JG · Kulp K (1994) : Studies on a raw-starch digesting enzyme. I. Comparison to fungal and bacterial enzymes and an emulsifier in white pan bread. *Cereal Chem.* 71:139-144.
24. Yun MS (2004) : New Practical Bread and Cake. Jigumunhwasa, Korea 76.

2008년 11월 11일 접 수

2009년 2월 6일 1차 논문수정

2009년 2월 10일 게재 확정