

박력분과 혼합 프로바이오틱스를 사용한 사워도우 만쥬개발

채동진¹, 장기효^{2*}

¹경동대학교 호텔조리학부, ²강원대학교 식품영양학과

Development of the sourdough Manju production with cake flour and mixed probiotics

Dong-Jin Chae¹, Ki-Hyo Jang^{2*}

¹Dept. of Hotel Cuisine, Kyungdong University

²Dept. of Food & Nutrition, Kangwon National University

요약 사용 밀가루의 종류(강력분과 박력분) 차이가 사워도우(sourdough) 제조시 품질에 미치는 영향을 분석하였다. 종균으로는, *Bifidobacterium longum* KCTC 5734, *Enterococcus faecium* KCTC 13410와 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3925을 사용하였고 효모균주는 *Saccharomyces cerevisiae* 였다. 혼합 프로바이오틱스와 효모균에 각각 강력분 또는 박력분 밀가루를 첨가하여 30°C에서 15시간 발효 후 반죽을 합하여 이를 30°C에서 다시 10시간 발효하였다. 박력분을 사용한 사워도우에서는 발효전과 비교할 때 수소이온농도는 100배, 산도는 2배 증가하였다. 병행하여 생균수와 유산 생성량은 증가하였다. 결론적으로, 본 연구결과는 기존에 알려진 강력분과 더불어 박력분 또한 발효 사워도우 제조에 응용할 수 있음을 보여준다.

Abstract The influence of the flour types, including bread flour and cake flour on sourdough preparation was investigated. As starters, mixed probiotic microorganisms, including *Bifidobacterium longum* KCTC 5734, *Enterococcus faecium* KCTC 13410, and *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3925, or *Saccharomyces cerevisiae* fermented separately for 15h at 30°C, were combined and then fermented for 10h at 30°C. The combined process with cake flour showed a 100-fold and two-fold increase in [H⁺] and titratable acidity, respectively. This was also reflected in the viable cell counts and lactate concentration in sourdough. These results show that bread flour and cake flour may be useful for the production of sourdough.

Key Words : cake flour, Manju, probiotic, sourdough, yeast

1. 서론

생활수준의 향상과 건강을 중시하는 웰빙식생활 추구 경향 등으로 밀가루에 물을 첨가하고 여기에 밀에 자연적으로 존재하는 천연미생물이나 종균(starter)을 사용하여 만든 발효 사워도우에 대한 관심이 고조되고 있다. 기존의 빵 제품은 유사한 맛과 풍미를 가지는 반면에 사워도우로 만든 빵은 독특한 맛과 개성있는 향을 갖는다 [1-3]. 자연적으로 밀에 존재하는 미생물을 활용하여 제조되는 전통적인 사워도우 빵은 다양한 종류의 효모와

세균으로 혼합되어 있어 만들어지는 각각의 빵 제품의 다양성에서 장점이 있으나, 자칫 적절치 못한 작업환경에서는 다른 미생물에 의한 오염이나 일정한 수준의 제품을 생산하는 데 문제가 있다[4]. 반면에, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecium* 등의 균을 사워도우에서 분리되어 제빵에서 단독 또는 혼합된 상태로 종균으로 사용하는 방법 등이 시도되고 있다[1,5,6]. 유산균(lactic acid bacteria)과 비피더스균(bifidobacteria)은 일반적으로 유산(lactic acid)와 초

*Corresponding Author : Ki-Hyo Jang(Kangwon National Univ.)

Tel: +82-33-540-3312 email: kihyojang@kangwon.ac.kr

Received May 20, 2014 Revised (1st June 30, 2014, 2nd July 23, 2014, 3rd August 14, 2014) Accepted September 11, 2014

산(acetic acid) 등의 유기산을 생성하여 빵의 맛과 저장성을 변화시키며[7,8] 사용하는 각각의 미생물의 종류에 따라 생산하는 대사산물 또한 달라진다. 정상발효유산균은 포도당을 탄소원으로 발효하여 유산만을 생성하며 *Streptococcus* 속, *Pediococcus* 속, *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium* 등이 포함되며, 이상발효유산균에는 동일한 탄소원에서 유산을 포함하여 에탄올(ethanol), 이산화탄소(CO₂) 등을 함께 생산하며 *Leuconostoc* 속, *L. brevis* 등이 포함된다[9,10]. 한편, 비피더스균들은 그래양성의 편성혐기성균으로 포도당을 탄소원으로 사용하여 유산과 초산을 1:1.5의 비율로 생성한다[9]. 유산균과 비피더스균 중에서 일부는 섭취 시 장내균총 안정과 부패 대사산물 생성 감소, 비타민 생성, 장운동 촉진, 설사 예방, 면역력 강화, 발암물질 생성 억제 등의 목적으로 프로바이오틱스(probiotics)로 식품에 응용된다[6].

밀가루는 단백질 함량의 차이에 따라 강력분, 중력분, 박력분 등으로 구분되며, 강력분은 발효빵 제조에, 박력분은 무발효 제품인 과자 제조 등에 활용된다. 강력분에 비하여 단백질 함량이 낮은 박력분을 사용하여 만드는 과자는 가스팽창제를 이용하여 인위적으로 반죽의 팽창력을 만든다. 일반적으로 각각 강력분은 발효빵 제조에, 박력분은 무발효 제품인 과자류나 만주류 제조에 사용된다. 본 연구의 중요성은 박력분을 사워도우 제조에 사용하였다는 점이다. 또한, 연구결과물의 상업화와 결과의 재현성을 높이기 위하여 GMP(Good Manufacturing Practice) 시설에서 생산되는 상업용 균주를 구매하여 사용하였으며, 균주선발에 있어서는 독립된 균주의 장점보다는 혼합균주 사용에서 기대되는 여러 가지의 기능성을 목적으로 혼합균주를 사용하였다는 것에 기존의 연구들과 차별화 된다. 구체적으로, 본 연구는 박력분을 사용하고 종균으로는 *Bifidobacterium longum*, *E. faecium*과 *L. acidophilus* 등 3종의 프로바이오틱스 세균들을 사용하였다. 여기에, 반죽의 팽창을 위하여 가스생산력이 있는 *Saccharomyces cerevisiae*을 사용하여 사워도우 발효를 진행하였다. 본 연구의 목적은 발효반죽을 사용하여 만주류 제조함으로써 발효 박력분을 사용한 발효 만주 제조 가능성을 확인하는 데 있다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

혼합 프로바이오틱스로 사용한 미생물은 *B. longum* (5.0×10^{10} CFU/g), *E. faecium* (1.0×10^{11} CFU/g)과 *L. acidophilus* (1.0×10^{11} CFU/g)가 혼합된 제품으로 Cell Biotech사(GyeongGi-Do, Korea)에서 구입하였다. 빵 효모(*S. cerevisiae*)는 생 효모로 Jenico Food사(Seoul, Korea) 제품을 사용하였다. 밀가루는 강력분(Samyang Milmax Co., Asan, Chungcheongnam-do, Seoul, Korea)과 박력분(Daehan Flour Mills Co., Seoul, Korea)을 사용하였다.

2.2 배지

혼합 프로바이오틱스 배양을 위한 배지는 MRS 액체 배지(DIFCO, St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며 고체배지(MRS agar) 제조를 위하여 MRS 액체배지에 한천을 1.5%(w/v) 농도로 첨가하였다. 브롬 크레솔 퍼플(5,5'-di-bromo-*o*-cresol-sulfonphthalein)은 중성 pH에서는 자주색을 pH 5.2 이하에서는 황색으로 나타나, 미생물에 의한 산(acid) 생성여부를 확인하기 위하여 사용하였다. 구체적으로, 살균한 MRS 배지를 가압증기멸균기(autoclave)에서 121°C, 15분간 살균하여 상온에서 식힌 후 여기에 여과법으로 멸균한 브롬 크레솔 퍼플 0.006%과 아스코르빈산 0.1%를 무균적으로 첨가하여 페트리 접시(petridish, 87 mm × 15 mm)에 15 mL씩 분주하여 유산균과 비피더스균 생균수 측정에 사용하였다. YPD agar(DIFCO) 배지는 총 효모수를 측정하는 배지로 1 L에 배지제조를 위하여 65 g을 사용하였다. RSA(Rogosa SL agar, DIFCO) 배지는 *L. plantarum*을 포함한 *Lactobacillus* 종의 생균수를 측정하는 배지로 1 L 배지제조를 위하여 75 g을 사용하였다. PEA(Phenylethyl alcohol agar, DIFCO) 배지는 *Leuconostoc* 종의 생균수를 측정하는 배지로 1 L 배지제조를 위하여 42.5 g을 사용하였다. PEA 배지에 50% 설탕과 2.5% lithium chloride(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 각각 최종농도 1%(w/v)와 0.05%(w/v)로 첨가하였다.

2.3 생균수 측정

생균수 측정을 위하여 시료를 연속 희석법으로 희석한 시료를 제조한 후, 고체배지에 평판 도말하였다. 균 배양을 위하여 도말한 배지를 플라스틱 용기에 담고 여기에 이산화탄소를 발생하는 MGC AnaeroPack(Mitsubishi

Gas Chemical Co, Inc, Tokyo, Japan)을 넣어 혐기적 조건을 유지하였으며, 배양기(SI-4000R Shaking incubator, Jeio Tech, Co., Ltd, Seoul, Korea)에서 다음과 같은 온도와 배양기간에서 배양하였다. MRS 배지는 배양기를 37℃로 맞추어 2일 배양하였고, YPD 배지와 RSA 배지는 배양기를 30℃로 맞추어 3일 배양하였다. PEA 배지는 25℃에서 5일간 배양하였다. 배양이 끝난 후에는 생균수를 측정하였으며, 생균수는 실험의 정확성을 위하여 3회 측정된 균락수를 평균값으로 표시하였다.

2.4 주사전자현미경을 이용한 밀가루 미세구조 관찰

강력분과 박력분의 입도분석, 입자의 크기와 모양 분석을 위하여 알루미늄 표본 지지대 위에서 도금시킨 후 주사전자현미경(Scanning electron microscope; model JSM-5410, JEOL, Japan)으로 가속전압 20kV에서 관찰하였다.

2.5 사워도우 종균 제조

혼합 프로바이오틱스와 제빵용 효모를 이용한 사워도우 종균 제조 시 사용한 재료 배합율은 다른 연구자[5,6]의 실험방법을 변형하여 사용하였다[Table 1]. 강력분 사워도우균(Bread Flour(L)과 Bread Flour(S))은 강력밀가루 500 g, 27℃로 조절된 물 500 g과 혼합 프로바이오틱스 1.4 g을 넣어 반죽기(KENWOOD, Botany, England)를 이용하여 5분간 혼합하여 플라스틱 용기에 담아서 일정한 온도 30℃와 상대습도 80%로 조정된 dough conditioner(SDDC-3640, Sungdonggiup Sa, GyeongGi-Do, Korea)에서 15시간 동안 발효시킨 것과 강력밀가루 500 g, 물 500 g과 제빵용 효모 0.16 g을 넣어 15시간 동안 발효시킨 것을 5분간 혼합한 후 동일한 조건에서 10시간 동안 추가로 발효시켰다. 박력분 사워도우균(Cake Flour(L)과 Cake Flour(S))은 강력분 사워도우균에서 강력밀가루를 박력밀가루로 대체하였으며 다른 원료조성과 발효조건은 동일하게 진행하였다. 발효시키는 동안 정확히 3시간 단위로 꺼내어 사워도우종균의 pH, 산도와 유산 함량을 측정하였다.

[Table 1] Production of sourdough starters

	Ingredients(g)					Temp. (°C)	Time (hr)
	Bread flour	Cake flour	Water	MPM ¹⁾	Yeast ²⁾		
Bread Flour(L) ³⁾	500	-	500	1.4	-	30	15
Bread Flour(S)	500	-	500	-	0.16	30	15
Cake Flour(L)	-	500	500	1.4	-	30	15
Cake Flour(S)	-	500	500	-	0.16	30	15

¹⁾Mixed probiotic microbes

²⁾*Saccharomyces cerevisiae*

³⁾Mixed probiotic microbes or *S. cerevisiae* fermented separately for 15 hr at 30℃, combined then fermented for 10 hr at 30℃

2.6 사워도우의 특성분석

사워도우의 pH는 반죽의 표면에 직접 탐침봉을 5 cm 깊이로 꼽고 5초 후에 pH meter(model 720A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 상온에서 측정하였다. 사워도우의 산도 측정은 AACC method 02-52 방법을 [11] 사용하였다. 사워도우 10 g을 비이커에 담고 증류수 100 mL를 첨가하여 잘 혼합하고 페놀프탈레인 5방울을 첨가 후, 0.1N NaOH로 적정하였다. 혼합물의 색깔이 핑크색으로 변한 후 색이 30초간 유지되는 점을 종말점으로 하고, 산도 측정값은 이때까지 소비된 NaOH의 부피(mL)로 계산하였다. 사워도우의 유산 함량 측정을 위하여 사워도우 무게 대비 10배에 상당하는 증류수를 가하여 혼합한 후 효소적 방법으로 공급회사가(Sigma) 제공하는 방법에 준하여 실험하였다. 구체적으로 큐벳(cuvette)에 시료 또는 유산 10 µL를 넣은 후 kit(Sigma diagnostics 735-10)에서 제공되는 반응시약 1 mL을 넣고 5분 동안 반응시킨 후 분광광도계(Spectrophotometer, UV 1650, Shimzdu, Kyoto, Japan)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 유산의 농도를 측정된 후 다시 회석비를 곱하여 결과를 보정하였다.

2.7 만주의 제조

만주는 Table 2와 같이 박력분 밀가루만을 사용하여 제조한 대조군과 박력분 밀가루의 5, 10, 20, 30와 40%를 박력분 밀가루로 만든 sourdough starter로 대체한 실험군 만주(LAB5, LAB10, LAB20, LAB30, LAB40)를 제조하였다. 설탕과 계란을 함께 섞어서 증탕으로 녹인 것과,

버터를 녹인 것에 흰양금을 혼합한 것을 혼합 한 후 실온에서 냉각하였다. 여기에 물과 중조를 녹인 것을 넣고 함께 혼합한 후, 사워도우와 시럽을 넣었다. 최종적으로 박력분과 베이킹파우더를 첨가하고 혼합한 후 실온에서 1시간 보관하였다. 완성된 반죽 20 g에 양금 25 g을 넣어 만주를 성형하였다. 만주 윗면에 노른자를 칠하여 윗불 170℃ 밑불 150℃에서 전기식 3단 테크오븐(FAO-7103, Daeyoung Co., Seoul, Korea)에서 35분간 구웠다. 구운 제품은 실온에서 1시간 냉각한 후 비닐포장지에서 24시간 저장한 후, 실험에 사용하였다.

[Table 2] Formula of Manju

Ingredients	CON ¹⁾	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5
Sugar	140	140	140	140	140	140
Egg	144	144	144	144	144	144
Butter	32	32	32	32	32	32
Grounds	80	80	80	80	80	80
Baking soda	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Water	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Baking powder	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Maple syrup	4	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8
Cake flour	400	414	428	456	484	512
Sourdough starter ²⁾	-	20	40	80	120	160

¹⁾ Control

²⁾ Sourdough starters were produced by incubation microbes(mixed probiotics and yeast) and cake flour using the procedure described in Table 1

2.8 통계처리

자료는 1-way analysis of variance (ANOVA) 방법으로 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan 's multiple range test에 의해 시료 간의 유의성을 검증하였다[12].

3. 연구결과 및 토의

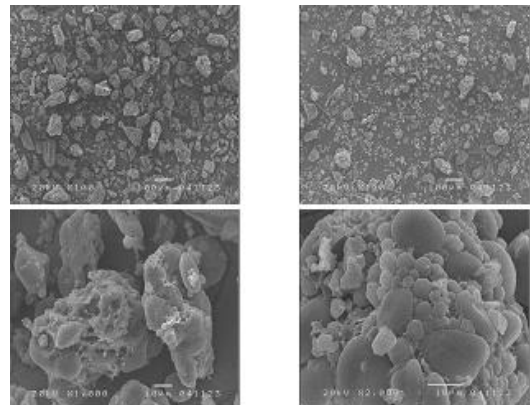
3.1 강력분과 박력분의 형태비교

전자현미경 관찰에서 강력분과 박력분은 모두 밀가루 입자의 분포가 10-100 μm 으로 뚜렷한 차이가 없었으며 형태는 박력분에서 조금 더 둥글고 타원형이 자주 나타났다[Fig. 1].

3.2 사워도우 종균의 특성

사워도우 발효에 강력분과 박력분을 각각 사용하여 강력분 사워도우균과 박력분 사워도우균을 제조하였다.

발효도중 각각의 사워도우의 pH와 산도를 측정함으로써 사워도우 종균으로 사용하기에 적당한 지를 알아보았다 [Table 3, 4]. 강력분 사워도우균에서 혼합 프로바이오틱스를 사용하여 30℃에서 발효한 사워도우를 Bread flour(L)으로 빵 효모만을 사용하여 30℃에서 발효한 사워도우를 Bread flour(S)로 표기하고, 박력분 사워도우균에서도 유사하게 Cake flour(L)와 Cake flour(S)로 각각 표기하였다[Table 3].



[Fig. 1] SEM photographs of bread flour(left panel) and cake flour(right panel). Bars indicate 100 μm (in top panel) and 10 μm (in bottom panel).

[Table 3] pH changes for sourdough starter according to fermentation conditions

Time (hr)	Type			
	Bread flour(L)	Bread flour(S)	Cake flour(L)	Cake flour(S)
0	6.1±0.1	6.0±0.1	6.4±0.1	6.1±0.0
3	5.8±0.1	6.0±0.1	6.0±0.1	5.7±0.1
6	5.3±0.1	5.2±0.2	5.3±0.1	5.1±0.0
9	4.4±0.0	5.1±0.2	4.4±0.3	4.9±0.2
12	4.5±0.1	4.6±0.1	4.4±0.1	4.8±0.1
15	4.1±0.1	4.3±0.1	4.1±0.2	4.5±0.2
18		4.2±0.1		4.3±0.1
20		4.1±0.1		4.1±0.1
23		4.1±0.0		4.0±0.0
25		4.0±0.2		3.9±0.1

Legends are referred in Table 1. Mixed probiotic microorganisms or *S. cerevisiae* fermented separately for 15 hr at 30℃, combined then fermented for 10 hr at 30℃

15시간의 발효 후에는 강력분 사워도우균(Bread flour(L)와 Bread flour(S))을 합하고 30℃에서 다시 10시간 발효하였다. 박력분 사워도우균(Cake flour(L)와 Cake flour(S))에서도 동일한 과정으로 발효하였다. 전체

적으로 pH 수치는 초기 0~3시간 구간에서는 천천히 감소하다가, 6~9시간 구간에서는 급격하게 감소하였다. 네 가지 다른 발효조건들(Bread flour(L), Bread flour(S), Cake flour(L), Cake flour(S))에서 측정된 pH 결과로부터, 실험에 사용한 혼합 프로바이오틱스와 빵 효모가 강력분과 박력분을 발효할 수 있다는 것을 보여준다. 흥미로운 결과는, 강력분과 박력분에 중균으로 혼합 프로바이오틱스를 첨가시 발효 시작시의 pH가 6.0~6.4에서 발효 25시간 후에는 pH가 3.9~4.0으로 반죽의 수소이온 농도가 100배 이상 증가한다는 것이다. 일반적으로, 빵 효모만을 사용하여 발효시에는 반죽의 가스보유력과 사용 효모의 발효 속도를 고려하여 pH가 5.5 부근에서 발효를 중지시키는 것으로 알려져 있으므로[13,14], 혼합 프로바이오틱스를 중균으로 사용하여 발효시에는 기존의 빵 맛보다는 신맛이 우세하고 반죽의 저장성이 개선된 반죽을 생산할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

실험에 사용한 혼합 프로바이오틱스는 초산과 유산을 생성하는 반면, 효모균은 다양한 종류의 유기산을 생성하므로 특정한 유기산으로 산도를 환산하기 보다는 반죽의 산도는 생성된 유기산을 pH 8.3으로 중화시키는 데 소모된 0.1 N NaOH 부피량으로 표시하였다. 적정에 사용된 0.1 N NaOH의 부피(Y)와 0.1~5%의 유산(X) 농도 구간에서의 상관관계를 나타낸 비례식은 $Y=7.13X + 0.26(R^2=0.99)$ 였다. 강력분을 사용한 반죽의 산도값은 초기의 18.5~20.0 mL에서 25시간 후에는 38.0~40.1 mL으로 거의 2배 증가하였으며 박력분을 사용한 경우에도 유사한 결과를 얻었다[Table 4]. 이러한 결과는 강력분은 발효빵 제조에 유리하고 박력분은 무발효 제품인 과자류나 만주류 제조에 유리하다는 생각과는 다소 차이가 있다[2].

식품구성표에 따르면 강력분은 100 g 당 수분 13.7%, 조단백질 13.8%, 조지방 1.0%, 당질 70.9%, 비타민 B6 0.07 mg, 판토텐산(pantothenic acid) 0.77 mg, 엽산(folic acid) 15 µg, 비타민 E 0.3 mg이다[15]. 박력분은 100 g 당 수분 12.8%, 조단백질 8.7%, 조지방 0.8%, 당질 77.3%, 비타민 B6 0.03 mg, 판토텐산 0.53 mg, 엽산 9 µg, 비타민 E 0.3 mg이다[15]. 따라서, 박력분은 강력분에 비교시 단백질 함량은 낮고 당질은 높다. 유산은 유산균과 비피더스균이 생산하는 대표적인 유기산으로, 유산 함량을 효소적 방법으로 정량하였다. 표준시약으로 사용한 유산(X)은 농도구간 0.02~0.12%(w/v)에서 540 nm 파장에서

의 흡광도 값(Y)과의 상관관계식은 $Y=13.4X + 0.02(R^2=0.99)$ 였다. 25시간 발효한 사워도우의 유산 함량은 강력분과 박력분 밀가루 사용시 각각 0.50%와 0.43%로 나타나 밀가루의 종류와 유산 함량과는 유의적인 차이가 없었다[Table 5].

[Table 4] Titratable acidity(%) changes for sourdough starter according to fermentation conditions

Time (hr)	Type			
	Bread flour(L)	Bread flour(S)	Cake flour(L)	Cake flour(S)
0	18.5	20.0	12.6	16.8
3	23.4	19.7	20.4	24.1
6	27.8	29.1	28.2	30.3
9	35.9	30.7	36.2	32.4
12	35.0	34.1	33.4	32.3
15	40.1	38.0	40.0	35.8
18		36.9		35.2
20		37.4		39.8
23		37.4		36.8
25		41.5		42.3

Legends are referred in Table 1. Mixed probiotic microorganisms or *S. cerevisiae* fermented separately for 15 hr at 30°C, combined then fermented for 10 hr at 30°C

[Table 5] Effect of types of flours on lactate concentration and cell growth in 25-h sourdough samples.

	Lactate (%w/v)	Colony forming unit (CFU/mL)			
		MRS	YPD	RSA	PEA
Bread flour	0.50	1.4x10 ⁷	1.1x10 ⁷	9.9x10 ⁶	1.2x10 ⁷
Cake flour	0.43	2.7x10 ⁷	2.1x10 ⁷	1.6x10 ⁷	9.7x10 ⁶
p-value	0.526	0.093	0.330	0.426	0.434

Legends are referred in Table 1. Values are the means of 3 observations at 95% level of confidence.

사워도우에서 유산균과 효모를 분리하여 배양 특성을 연구한 논문에서[16], 강력분 배지에 1% 설탕을 첨가시 유산균과 효모의 생균수는 각각 5×10⁹ CFU/mL와 10⁸ CFU/mL였다. 본 연구에서는 25시간 발효한 사워도우의 경우 강력분 밀가루를 사용시에는 RSA 배지에서는 9.9×10⁶ CFU/g, PEA 배지에서는 1.2×10⁷ CFU/g였으며, 박력분 밀가루를 사용시에는 RSA 배지에서는 1.6×10⁷ CFU/g, PEA 배지에서는 9.7×10⁶ CFU/g였다[Table 5]. 일반적으로 RSA 배지는 *Lactobacillus* 속의 미생물이 PEA(phenylethyl alcohol agar) 배지는 *Leuconostoc* 속의 미생물이 생육하기에 적당한 배지이므로 본 연구에서

사용한 혼합 프로바이오틱스 종균(*B. longum*, *E. faecium*, *L. acidophilus*) 이외에도 밀가루에 포함된 다른 유산균의 생육이 함께 생육하는 것으로 예상된다. 관능 검사 실험에서 김치의 맛에 대한 관능성이 우수한 범위는 pH 4.2~4.6 산도는 0.4~0.6%로 알려져 있으므로[17] 본 연구에서 25시간 배양한 사위도우는 이러한 범위에 근접하는 것으로 판단된다. MRS 배지는 유산균과 비피더스균이 모두 생육 가능한 배지이며, YPD 배지는 효모균이 생육한다. MRS와 YPD 배지에서 생육한 생균수는 강력분 밀가루를 사용시에는 각각 1.4×10^7 와 1.1×10^7 CFU/g였으며, 박력분 밀가루를 사용시에는 각각 2.7×10^7 와 2.1×10^7 CFU/g였다. 이와 같은 결과로부터 사위도우에서는 밀가루의 종류에 큰 차이없이 유산균과 효모균이 생육할 수 있음을 보여준다. 국내산 밀가루에 존재하는 미생물의 정량분석 연구에서[2] 효모균과 유산균은 각각 1.1×10^3 , 3.0×10^5 CFU/g으로 유산균이 효모균보다 100배 정도 많으며, 이러한 미생물 조성은 밀가루의 종류와 무관하게 일정하다고 보고하였다. 또한, 동일논문에서 저자들은 단백질 함량이 높은 강력분이 단백질 함량이 낮은 밀가루에 비하여 pH 저하에 대한 완충능력이 크고 효모 및 유산균의 생육에 미치는 영향이 적을 것으로 추측하였다. 하지만, 본 연구에서는 단백질 함량이 낮은 박력분이 강력분에 비하여 pH 저하능과 산도에서 유사하게 나타나 본 연구에서 적용한 박력분 반죽의 환경이 혼합 프로바이오틱스 발효에 적당하였다. 사위도우발효는 pH, 산성도, 이산화탄소의 생성에 의한 발효율 등에 영향을 준다[18,19]. 발효중반 반죽의 팽창력은 효모를 단독으로 발효한 것보다 유산균을 함께 사용시 추가적인 발효 팽창력이 증대한다고 알려져 있으나[20], 본 연구에서는 효모균과 혼합 프로바이오틱스를 각각 발효시켜서 일정한 발효력을 얻은 후에 다시 합하여 발효한다는 점에서 기존의 방법과는 차이가 있다.

3.3 발효 만주제조

박력분으로 제조한 사위도우(Table 3의 25시간 발효 시료)를 Table 2의 첨가비 조성에 근거하여 박력분 대비 약 5, 10, 20, 30와 40% 수준으로 첨가하여 제조한 일부 만주 제품은 다음과 같다[Fig. 2].



[Fig. 2] Photographs of various Manju samples.

4. 결론

밀가루는 단백질 함량에 따라 강력분, 중력분, 박력분으로 구분되며, 강력분은 발효빵 박력분은 무발효빵 제조에 사용된다. 본 연구에서는 무발효빵 제조에 사용되는 박력분을 발효하여 사위도우제조 가능여부를 확인하기 위하여 사용 밀가루의 종류(강력분과 박력분) 차이가 사위도우제조시 품질에 미치는 영향을 분석하였다. 종균으로는, *B. longum*, *E. faecium*와 *L. acidophilus*을, 이외에도 *S. cerevisiae*를 사용하였다. 혼합 프로바이오틱스와 효모균에 각각 밀가루를(강력분 또는 박력분) 첨가하여 30℃에서 15시간 발효 후 반죽을 합하여 이를 30℃에서 다시 10시간 발효하였다. 박력분을 사용한 사위도우에서는 발효전과 비교시 수소이온농도는 100배, 산도는 2배 증가하였다. 강력분을 사용하여 제조한 사위도우와 비교시, 선택배지에서 측정된 생균수는 박력분을 사용하여 제조한 사위도우의 경우, 유산균/비피더스균, 효모균, *Leuconostoc* 속, *Lactobacillus* 속 등에서 유사한 수준을 보였다. 박력분을 사용하여 제조한 사위도우를 만주제조에 응용하여 박력분 대비 발효 사위도우를 0, 5, 10, 20, 30와 40%(w/w) 수준으로 첨가하였을 때, 만주제조가 가능하였다. 이와 같은 결과로부터, 기존에 알려진 강력분과 더불어 박력분 또한 사위도우 제품제조에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] K Katina, E Arendt, KH Liukkonen, K Autio, L Fleunder, K Poutanen. Potential of sourdough for healthier cereal products. Trends Food Sci Technol 16:104-112, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2004.03.008>
- [2] JY Lee, SK Lee, NJ Cho, WJ Park. Development of the formula for natural bread-making starter. J Korean Soc

Food Sci Nutr 32:1245-1252, 2003.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2003.32.8.1245>

[4] L Seppo, E Jorma. Formation of ethyl acetate in *Hansenula anomala*. Acta Chem Scand 22:1482-1486, 1968.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.3891/acta.chem.scand.22-1482>

[4] C Ingram, J Shapter. The world encyclopedia of bread and bread making. Hermes House, London, UK. p 23, 1999.

[5] B Meignen, B Onno, P Gélinas, M Infantes, S Guilois. Optimization of sourdough fermentation with *Lactobacillus brevis* and baker's yeast. Food Microbiol 18:239-245, 2001.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/fmic.2000.0395>

[6] DJ Chae, KS Lee, KH Jang. Fermentation characteristics of flour sourdough using mixed lactic acid bacteria and *Bifidobacterium longum* as starters. J East Asian Soc Dietary Life 20:743-750, 2010.

[7] AM Galal, JA Johnson, ME Vamiano. Lactic acid volatile(C2-C5) organic acids of Sanfrancisco sourdough french bread. Cereal Chem 55:461-468, 1977.

[8] OS Nachf. Sourdough or Sour dough? Baking & Snack 17(8):86, 1995.

[9] L Axelsson. Lactic acid bacteria: Classification and physiology. In: Lactic acid bacteria, microbiology and functional aspects. S Salminen and A von Wright, eds, 2nd ed. Marcel Decker Inc, pp.1-72, 1998.

[10] W Seibel, JM Brümmer. The sourdough process for bread in Germany. Cereal Food World 36:299-302, 1991.

[11] AACC. Approved methods of the AACC. 9th ed. Method 02-25 : pH and TTA determinations, American Association of Cereal Chemists. St. Paul, 1995.

[12] SC Albright, WL Winston, C Zappe. Data analysis and decision making with Microsoft Excel. Pacific Grove, California, Brooks/Cole Publishing Co. California, USA. pp. 945-999, 1999.

[13] JH Lee, KI Kwon, JH Bae. Physicochemical properties of bread dough added with jujube extracts. Korean J Food Sci Technol 37:590-596, 2005.

[14] YH Kim, NJ Cho, MH Im. Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with silkworm powder. Korean J Food Sci Technol 37:377-388, 2005.

[15] National Academy of Agricultural Science. Food Composition Table. Rural Development Administration. p16, 2001

[16] KH Jang, WC Han, SH Ji, SA Kang, NP Shah. Effect of glycine on the growth of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum* in kimchi fermentation. Food Sci Biotechnol 18:1180-1185, 2009.

[17] LH Jung, ER Jeon. Quality characteristics of commercial

bachu kimchi during long-term fermentation at refrigerated temperatures. Food Sci Biotechnol 16:924-927, 2007.

[18] M Gobbetti. The sourdough microflora: Interactions of lactic acid bacteria and yeasts. Trends Food Sci Technol 9:267-274, 1988.
 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)0053-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(98)0053-3)

[19] M Wick, P Stolz, G Bocker, JM Lebeault. Influence of several process parameters on sourdough fermentation. Acta Biotechnol 23:51-61, 2003.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/abio.200390008>

[20] JH Chang, JB Ann. Effect of lactic acid bacteria on the qualities of white pan bread. Korean J Food Nutr 9:509-515, 1996.

채 동 진(Kil-Dong Hong)

[정회원]



- 2002년 8월 : 경희대학교 관광대학원 조리외식산업학과 (관광학석사)
- 2006년 2월 : 경희대학교 대학원 관광외식학과 (관광학박사)
- 2001년 3월 ~ 2013년 2월 : 동우대학교 호텔제과제빵과 교수
- 2013년 3월 ~ 현재 : 경동대학교 호텔조리학과 교수

<관심분야>
 조리외식산업학, 제빵학

장 기 효(Ki-Hyo Jang)

[정회원]



- 1993년 2월 : 경희대학교 식품가공학과 (식품미생물학 석사)
- 1998년 10월 : 호주 빅토리아대학교 CBFT (식품미생물학박사)
- 2003년 9월 ~ 2006년 2월 : 삼척대학교 식품영양학과 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 식품영양학과 교수

<관심분야>
 발효식품학, 식품미생물학