

스팀빵의 발효횟수에 따른 품질특성 변화

최기보¹ · 김현숙¹ · 김성오² · 류홍수¹ · 류은순^{1*}

¹부경대학교 식품영양학과
²세미식품

Quality Characteristics of Steamed Bread with Repeated Fermentation Processes

Ki-Bo Choi¹, Hyun-Sook Kim¹, Seong-Oh Kim², Hong-Soo Ryu¹, and Eun-Soon Lyu^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Semifood, Gyeonggi 426-220, Korea

Abstract

This research was performed to determine the quality characteristics of steamed bread by the number of times through the fermentation process. The number of fermentations varied from 1 to 5 while the steamed bread was prepared by measuring the duration of fermentation, and samples were analyzed in terms of general ingredients, physical properties, *in vitro* starch hydrolysis, protein digestibility, and sensory characteristics. Five times of fermentation resulted in significantly higher water content ($p < 0.01$), and single fermentation led to the highest protein content ($p < 0.01$). Protein levels decreased as fermentation was repeated. Single fermentation gave the lowest specific bread volume ($p < 0.05$) and it increased with the number of fermentation times. Physical properties also varied with the number of times of fermentation. With more fermentation, hardness, gumminess, and chewiness decreased ($p < 0.01$), whereas resilience ($p < 0.01$) and cohesiveness ($p < 0.05$) increased. *In vitro* starch hydrolysis was higher with 5 times of fermentation than with single to 3 times of fermentation ($p < 0.05$). Protein digestibility was also higher with 5 times of fermentation ($p < 0.05$). In sensory evaluations, whiteness scores were higher with 4 to 5 times of fermentation ($p < 0.01$) whereas scores for crumb uniformity were lower with 4 and 5 times of fermentation. Moistness ($p < 0.01$), cohesiveness ($p < 0.01$), and chewiness ($p < 0.05$) showed their highest scores with 4 times of fermentation.

Key words: steamed bread, times of fermentation, starch hydrolysis, protein digestibility, sensory evaluation

서 론

스팀빵은 중국, 일본, 동남아시아에서 오래 전부터 소비되었으며 중국 한나라 때부터 시작된 것으로 증병(蒸餅, Chinese steamed bread, CSB)으로 알려졌는데 이는 발효시킨 빵 반죽을 증기(steam)에 찐다는 것으로부터 유래되었다(1). 스팀빵은 증원의 찜 기술의 발달에 힘입어 발달하였고 중국 북방 사람들의 약 2/3가 소비하는 주식의 하나로 자리 잡고 있으며 주로 손으로 제조되고 있다(2). 국내에서는 스팀빵의 형태로 찜빵이 소비되고 있는데 중국이나 일본의 스팀빵 제조법과 다른 것은 빵 반죽에 팥 앙금, 야채 등을 넣고 이스트와 화학팽창제를 동시에 사용한다(3).

스팀빵은 주로 이스트를 발효시킨 빵으로 반죽 시, 글루텐막 내에서 CO₂가 생성되어 반죽이 팽창하게 하는데 이때 밀가루, 이스트 사용량, 설탕, 발효 온도, 배합 재료 등의 상호작용으로 발효가 이루어지며 적절한 발효상태가 제품의

품질에 결정하게 된다(4). 특히 제빵 발효에서 발효시간은 이스트 및 설탕 첨가량과 밀접한 관계가 있어 좋은 품질의 스팀빵을 제조하는데 이들의 적절한 첨가가 영향을 준다고 보고되었다(4,5). 즉, 이스트 발효시간이 길어져 발효가 지나치게 진행되면 신맛과 술 냄새가 나는 과발효 현상이 나타나 제품의 품질을 저하시키므로 밀가루 제품의 발효에 대한 적절한 발효횟수나 발효시간은 매우 중요하다(6,7). 이스트 발효 빵의 경우, 이와 같은 과발효로 인한 품질 저하 때문에 발효횟수를 일반적으로 1~2회 실시할 것을 제시하고 있다(2-4,6,7).

한국의 전통 떡 중 증편은 이스트 빵과 같은 원리를 이용한 것으로 발효 및 찌는 과정을 거치면서 빵과 같은 질감을 부여하는 특성을 가지고 있다. 증편의 경우, 보통 발효횟수가 1~2회였는데(8-10) Yoon(11)은 3차 발효시킨 증편의 품질변화 연구에서 발효시간을 단축하여 제조한 증편의 경우, 견고성이 낮고 촉촉하며 관능평가에서도 가장 높은 점수를

*Corresponding author. E-mail: eslyu@pknu.ac.kr
Phone: 82-51-629-5848, Fax: 82-51-629-5842

나타내어 증편에서의 발효 횟수와 발효시간이 제품의 품질에 영향을 미친다고 보고하였다.

또한 밀가루 제품은 반죽 시 형성되는 글루텐의 구성 성분 중 일부가 장점막 세포막에 결합하여 설사, 복통 등 알레르기 장질환인 만성소화장애(celiac sprue)를 일으키며 동양인보다 서양인에게서 많이 발병하는 것으로 보고되었다(12, 13). 만성소화장애는 글루텐 단백질이 포함된 식품을 섭취할 때 일어나는 경우가 많은데(14,15) 우리나라의 경우, 생활습관의 서구화로 빵류를 비롯한 밀가루 제품 소비가 증가할 것으로 비추어 볼 때 앞으로 만성소화장애에 대한 관심이 커질 것이라 예상되고 있다(16).

국내에서 수행된 제빵 관련 연구의 경우, 주로 기능성 부재료 첨가에 따른 제빵의 물성, 관능적 품질 특성에 대한 연구가 주를 이루고 있어, 이스트 발효 빵의 경우에서도 발효횟수를 증가시킨 제빵의 품질 변화에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 또한 밀가루 단백질이 만성소화장애와 연관성이 있음이 보고되고 있는데(12-16) 이에 비해 밀가루 제품의 발효횟수에 따른 단백질 소화율에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 상황이므로 스팀빵의 최대 가능한 발효횟수와 이와 관련된 제품 특성의 변화를 파악하는 것은 앞으로 밀가루 제품 개발에 대한 또 다른 시도로 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 빵류 중 스팀빵의 최대 발효횟수를 파악하고 이에 따른 전분 가수분해율, 단백질 소화율, 물성 및 관능특성평가를 실시함으로써 앞으로 스팀빵의 발효횟수 증가와 제품 특성 변화에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

스팀빵 제조에는 밀가루(중력분 1등급, 대한제분, 인천, 한국)를 실온에서 보관하며 사용하였고 빵 배합 시에 사용된 재료인 생이스트(제니코), 베이킹파우더(남양), 백설탕(CJ 제일제당), 콩기름(CJ 제일제당)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 실험용수는 정수기 물을 사용하였다.

스팀빵의 제조 방법

발효 스팀빵의 기준 배합 비율은 제과제빵에서 이용하는 백분율 방법을 이용하였으며 Table 1과 같이 중력분 100% (9,000 g) 기준으로 설탕 10%(900 g), 물 32.8%(2,952 g), 생

Table 1. Formula for dough of the steamed bread

Ingredients	Ratio	Weight (g)
Flour powder	100.00	9000.0
Sugar	10.00	900.0
Baking powder	0.01	1.1
Raw yeast	0.37	33.6
Water	32.80	2952.0

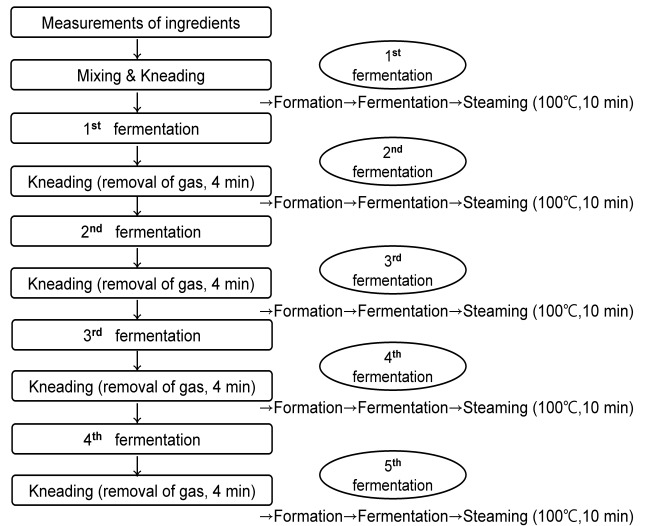


Fig. 1. Procedure of the steamed bread with repeated fermentation processes.

이스트 0.37%(33.6 g)이었다. 제조공정은 30°C의 온수에 생이스트와 설탕을 잘 섞은 후 밀가루에 들어가면서 10분 동안 손으로 반죽하여 반죽덩어리를 제조하였다.

스팀빵의 발효 및 성형과정은 Fig. 1과 같다. 반죽의 발효 조건은 드라이 오븐(GF-21W, JEIO Tech., Seoul, Korea)에서 온도를 40°C로 고정시키고 반죽의 내부온도가 30~32°C가 되는 지점으로 설정하였다. 1차 발효는 제조한 전체 밀가루 반죽 중 일부 반죽(1,000 g)을 분리하여 스팀빵 성형을 한 후 발효시켰다. 2차 발효는 나머지 반죽을 발효시킨 후(1차 발효), 발효된 반죽에 베이킹파우더를 첨가하면서 4분 동안 손으로 치대면서 가스를 제거하고 이 중 일부 반죽(1,000 g)을 분리하여 스팀빵 성형을 하여 다시 발효시켰다. 동일한 과정을 5회에 걸쳐 시행하여 발효 성형 스팀빵을 제조하였다(Fig. 1).

스팀빵 성형은 제면기(150 mm-deluxe, Marcato Co., Campodarsedo, Italy)를 이용하여 두께를 1단계(3.0 mm)에 맞춘 뒤 반죽을 제면기에 넣어 편평하게 펼치기를 7회 반복한 후, 펼쳐진 반죽의 윗면에 약간의 식용유를 바른 후 꽃빵 형태로 성형하여 발효시켰다.

발효 완성된 스팀빵은 끓는 물에서 10분간 쪄 후 실온에서 30분간 방냉시킨 다음 시중에서 보관·유통되는 온도인 -18.0°C로 2일간 냉동 보관하였다. 일반성분 및 물리적 특성, 관능평가는 냉동 보관된 스팀빵을 끓는 물에서 5분 동안 쪄 후, 30분간 방냉 후 실시하였다.

일반성분 분석

AOAC법(17)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 정량하였다.

비용적 측정

스팀빵을 각 발효횟수에 따라 3개씩 무작위로 선택하여

부피(mL)와 질량(g)을 측정하고 이를 3회 반복실험 하였다. 부피는 쭉살을 이용한 종자치환법을 이용하였고, 빵의 질량은 전자저울(CUX 2200H, CAS Corp., Seoul, Korea)을 사용하여 측정하였으며 비용적(mL/g)은 부피를 질량으로 나누어 계산하였다.

물성 측정

스팀빵의 기계적 조직감은 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System, Godalming, England)를 사용하여 adaptor, 25.0 mm plexiglass cylinder; force, 40 g; deformation, 50%; test speed, 1.0 mm/sec와 같은 조건으로 측정하였으며, 스팀빵 시료는 빵 속 중간 부분을 20 mm×20 mm×20 mm 크기로 잘라 3회 압착실험을 실시하였다.

전분의 가수분해율

전분의 소화율(starch *in vitro* hydrolysis)은 Singh 등(18)과 Xue 등(19)의 방법에 따라 측정하였다. 스팀빵은 진공동결 건조시킨 후 곱게 갈았다. 이와 같이 진공동결 건조 시료(50 mg)를 0.2 M phosphate buffer(pH 6.9) 2.0 mL에 녹여 시료 현탁액을 만들었다. 여기에 pancreatic amylase (90 units/mg, SIGMA, St. Louis, MO, USA) 20 mg을 0.2 M phosphate buffer(pH 6.9) 50 mL에 녹여 만든 amylase buffer 0.5 mL을 첨가한다. Amylase를 첨가한 시료 buffer 액을 37°C에서 2시간 incubation한 후 3,5-dinitrosalicylic acid reagent 4 mL를 첨가하여 boiling water bath에서 5분간 가열하고 20분간 방냉 후 증류수로 25 mL로 정량한 뒤 여과하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, blank는 시료가 없는 buffer solution으로 대체하였다. Maltose(JUNSEI, Tokyo, Japan)를 standard로 한 표준곡선을 그린 후, 이를 사용하여 시료 50 mg에서 분해되어 나온 maltose의 양(mg)을 계산하였다.

단백질 소화율

단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)은 Satterlee 등(20)의 방법을 수정한 AOAC법(17)으로 측정하였다. 대조 단백질로는 ANRC sodium caseinate를 사용하였으며, α -chymotrypsin(41 units/mg solid, SIGMA), trypsin(17,600 BAEE units/mg solid, SIGMA) 및 peptidase(102 units/mg solid, SIGMA) 혼합효소 1 mL를 가하여 37°C에서 10분간 가수분해 시킨 뒤, *Streptomyces griseus* protease(4.5 units/mg solid, SIGMA)로 55°C에서 10분간 다시 가수분해 시켰을 때의 pH를 측정하고 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\% \text{ digestibility} = 234.84 - 22.56X$$

X: 효소 가수분해 20분후의 pH

관능평가

관능평가원은 식품영양학과 3학년 학생을 대상으로 차이 식별 검사 중 1~2점 검사와 3점 검사를 실시하여 정답률이 80% 이상인 11명을 선정하였고 이들을 대상으로 시중에서

시판되고 있는 스팀빵을 시식시키면서 스팀빵의 품질에 대한 훈련을 시켰다. 관능평가 방법으로, 스팀빵은 냉동된 것을 끓는 물에서 3분간 찐 후, 동일한 크기(2.5 cm×2.5 cm×2.5 cm)로 잘라 흰 접시에 담아 물과 함께 관능평가원에게 제시하였으며 3회 반복 실시 평가하였다.

관능평가 측정 항목으로는 색상(whiteness), 냄새(smell), 기공의 균일성(crumb uniformity), 촉촉한 정도(moistness), 씹힘성(chewiness), 단맛(sweetness)으로 구성하였다. 측정 척도는 9점 척도법을 이용하였으며 각 측정항목에 대해 점수가 높아질수록 긍정적인 표현을 나타내었다.

통계분석

각 실험에 대한 자료처리는 SPSS(ver 10.0)을 이용하였고, 발효횟수에 따른 전분가수분해율, 단백질 소화율, 물성 및 관능적 특성은 One-way ANOVA로 분석하였으며, Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

발효횟수에 따른 스팀빵의 발효시간

본 연구의 스팀빵의 발효시간은 1차 발효는 250분, 2차 발효 77분, 3차 발효 60분, 4차 발효 50분, 5차 발효는 45분으로 발효횟수를 거듭할수록 발효시간은 점차 단축되었다. Rubenthaler 등(4)은 스팀빵의 1차 최적 발효시간은 1.5%의 생 이스트를 사용하였을 경우, 3시간 30분이 적정 발효시간이라 보고하여 본 연구보다 발효시간이 짧았는데 이는 본 연구에서는 생 이스트를 0.37% 사용하였기 때문이라 사료된다. 일반적으로 스팀빵 제조 시 건이스트 첨가 비율이 0.8%인데 비해(3) 본 연구 스팀빵의 이스트 첨가가 낮은 이유는 예비실험에서 이스트 첨가 비율을 0.8%로 하는 경우, 3차 발효 시 수분이 많이 생겨 반죽이 질여짐으로써 스팀빵이 성형되지 않았기 때문에 이스트를 적게 첨가하였다.

일반성분

발효횟수에 따른 스팀빵의 일반성분 결과를 Table 2에 제시하였다. 수분함량은 1차 발효 스팀빵이 31.65%로 2, 3, 5차 발효 스팀빵보다 낮았고 5차 발효 스팀빵이 33.31%로 가장 높았으며 유의적인($p < 0.01$) 차이를 보였다. 수분함량의 경우, 증편의 품질연구에서(10) 발효시간이 길어짐에 따라 반죽들의 수분함량이 높아졌다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 또한 이스트 발효 시 생성된 CO₂와 에탄올은 반죽 내에서 용해된 상태로 존재하다가 일부가 기공으로 이동되는데 에탄올은 CO₂보다 수분에 대한 용해도가 크고 이동속도가 느다고 보고하여(21) 본 연구의 스팀빵의 경우, 수분함량이 증가한 것은 발효횟수가 증가함에 따라 계속 생성된 에탄올이 반죽 내 용해된 상태로 존재하기 때문이라 사료된다. 단백질의 함량은 1차 7.59%, 2차 7.30%, 3,

Table 2. The composition of the steamed bread with repeated fermentation processes

Fermentation (number)	Water (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)
1	31.65±0.09 ^{1)c2)}	0.22±0.00 ^{NS3)}	7.59±0.22 ^a	0.93±0.11 ^{NS}
2	32.10±0.09 ^b	0.20±0.00	7.30±0.14 ^b	0.96±0.04
3	32.34±0.04 ^b	0.27±0.11	7.21±0.11 ^b	0.96±0.05
4	31.98±0.08 ^{bc}	0.33±0.12	7.21±0.21 ^b	1.03±0.14
5	33.31±0.47 ^a	0.30±0.10	7.08±0.11 ^b	1.10±0.12

¹⁾Values are mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in a column are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

³⁾Not significant.

4차 발효 스팀빵은 각각 7.21%, 5차는 7.08%로 발효횟수가 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였으며 1차 발효가 2~5차 발효보다 유의적(p<0.01)으로 높게 나타났는데 이는 비용적의 증가로 때문이라 사료할 수 있겠다. 그러나 회분함량과 지방함량은 발효횟수 증가에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다.

비용적

발효횟수에 따른 스팀빵의 비용적 결과를 Table 3에 제시하였다. 비용적이 클수록 발효가 잘 이루어진 것으로 보고되었는데(22) 3, 4, 5차 발효 스팀빵의 비용적은 각각 1.20 mL/g, 1.22 mL/g, 1.21 mL/g으로 1차 발효 스팀빵의 비용적 0.63 mL/g보다 유의적(p<0.05)으로 높게 나타나 발효횟수가 거듭될수록 스팀빵의 부피가 늘어나 비용적이 커져 발효가 잘 이루어진 것을 알 수 있었다. 스팀빵에 관한 연구(4)에서 발효시간이 증가함에 따라 스팀빵의 크게 부피가 증가되었고 증편에 관한 연구에서(23)도 발효횟수와 발효시간이 증가함에 따라 비용적이 증가되어 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

Table 3. Specific volume of the steamed bread with repeated fermentation processes

Fermentation (number)	Volume (mL)	Weight (g)	Specific volume (mL/g)
1	20.00±0.00 ¹⁾	31.85±1.15 ^{NS3)}	0.63±0.02 ^{b2)}
2	35.00±5.00	35.27±1.09	0.99±0.12 ^{ab}
3	38.33±10.41	31.86±1.27	1.20±0.28 ^a
4	40.00±10.00	32.72±1.08	1.22±0.27 ^a
5	41.67±7.64	34.56±0.73	1.21±0.19 ^a

¹⁾Values are mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in a column are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

³⁾Not significant.

Table 4. Texture properties of the steamed bread with repeated fermentation processes

Fermentation (number)	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess
1	326.05±24.14 ^{1)a2)}	0.98±0.03 ^{NS3)}	0.59±0.01 ^c	190.67±12.55 ^a
2	240.62±27.77 ^b	1.01±0.01	0.59±0.00 ^{bc}	142.11±16.33 ^b
3	158.47±34.33 ^c	0.99±0.02	0.61±0.01 ^a	96.9±20.24 ^c
4	184.03±11.97 ^c	1.02±0.05	0.59±0.00 ^c	108.27±6.93 ^c
5	111.76±4.54 ^d	1.00±0.00	0.60±0.02 ^{ab}	67.63±3.63 ^d

¹⁾Values are mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in a column are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

³⁾Not significant.

물성특성

스팀빵의 발효횟수에 따른 물성 특성 결과를 Table 4에 제시하였다. 스팀빵의 발효횟수에서 견고성은 1차 발효 스팀빵이 가장 높았고 5차 발효 스팀빵이 가장 낮았으며 유의적인(p<0.001) 차이를 보였다. 스팀빵에 관한 연구에서(4) 수분 흡수가 높은 경우, 스팀빵의 질감이 부드럽게 된다고 보고하였는데 본 연구 결과의 Table 2에서 5차 발효 스팀빵의 수분 함유량이 유의적으로 높았으므로 5차 발효에서 견고성이 가장 낮다고 사료된다. 탄력성에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 응집성에서 3차 발효 스팀빵이 1, 2, 4차 발효 스팀빵보다 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났다. 검성은 1차 발효 스팀빵이 가장 높았고 5차 발효 스팀빵이 가장 낮았으며 발효횟수에 따라 검성이 유의적(p<0.01)으로 감소하였다. 이는 발효횟수가 증가함에 따라 밀가루 반죽의 글루텐의 3차원적 그물망 구조에 기공의 수가 증가하기 때문에(21) 견고성과 검성이 감소한 것이라 볼 수 있겠다. Yoon(11)은 발효시간에 따른 증편의 물성특성 연구에서 발효시간을 단축시키는 경우, 견고성이 유의적으로 낮아지고 검성에는 변화가 없으나 씹힘성이 유의적으로 낮아진다고 보고하였고, Choi와 Lee(23)의 연구에서는 증편의 발효시간 증가가 견고성, 탄력성, 응집성에 유의적인 차이를 보이지 않는다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이를 보였다.

전분 가수분해율

스팀빵의 발효횟수에 따른 전분 가수분해율 결과를 Table 5에 제시하였다. 전분 가수분해율은 발효횟수가 많아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 1차 발효 스팀빵이 가장 낮았으며 5차 발효 스팀빵이 1, 2, 3차 발효 스팀빵보다 유의적(p<0.05)으로 전분 가수분해율이 높게 나타났다. Snow와 O'Dea(24)는 밀가루의 전분 가수분해율을 17.6%로 보고하

Table 5. Starch *in vitro* hydrolysis of the steamed bread with repeated fermentation processes

Fermentation (number)	Starch <i>in vitro</i> hydrolysis (%)
1	19.97±0.14 ^{1) b2)}
2	20.48±0.59 ^b
3	20.39±0.53 ^b
4	20.82±0.51 ^{ab}
5	21.42±0.29 ^a

¹⁾Mean±SD.

²⁾Values with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 6. *In vitro* protein digestibility of the steamed bread with repeated fermentation processes

Fermentation (number)	<i>in vitro</i> protein digestibility (%)
1	86.34±0.43 ^{1) b2)}
2	86.19±0.83 ^b
3	86.84±0.3 ^{ab}
4	86.50±0.39 ^b
5	87.30±0.26 ^a

¹⁾Mean±SD.

²⁾Values with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

였는데 본 연구에서는 5차 발효 스팀빵은 21.47%로 나타났다. Shin 등(25)은 이스트빵의 경우, 발효가 진행될 때 이스트에 당을 공급하기 위해 전분이 계속 말토오스로 분해된다고 보고하여 본 연구의 스팀빵의 경우, 발효횟수가 증가함에 따라 전분 가수분해율이 높아진 것이라 사료할 수 있겠다. Coulston 등(26)은 전분 소화율이 높은 경우, 체내에서의 흡수율이 높기 때문에 빠르게 흡수되어 혈당을 공급할 수 있다고 보고하여 5차 발효 스팀빵의 경우, 전분 가수분해율이 높아 아침식사 대용, 수험생 간식 대용 등으로 활용이 가능할 수 있겠다.

단백질 소화율

스팀빵의 발효횟수에 따른 단백질 소화율 분석 결과를 Table 6에 제시하였다. 단백질 소화율은 5차 발효 스팀빵이 87.30%이며 1, 2, 4차 발효 스팀빵보다는 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났으나 3차 발효 스팀빵과는 유의적 차이를 보이지 않았다. Elizabeth와 Gerald(27)는 발효는 음식의 미생

물학적 안전성과 소화율을 증가시킨다고 보고하였는데 밀가루 반죽의 발효는 일반적인 발효와는 차이가 있으나 본 연구의 스팀빵에서는 5차 발효 시 단백질 소화율이 높은 것으로 나타났다.

관능평가

스팀빵의 발효횟수에 따른 관능평가 점수 결과를 Table 7에 제시하였다. 색상의 흰 정도는 4, 5차 발효 스팀빵이 1차 발효 스팀빵보다 관능평가 점수가 유의적으로(p<0.01) 높았고 기공의 균일성은 2차 발효 스팀빵이 4, 5차 발효 스팀빵보다 유의적으로(p<0.01) 높은 관능평가 점수를 보였다. 냄새는 1차 발효 스팀빵의 관능평가 점수가 가장 낮았고 4차 발효 스팀빵이 가장 높았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 촉촉한 정도는 4차 발효 스팀빵이 1차, 3차 발효 스팀빵보다 유의적(p<0.01)으로 높은 관능평가 점수를 보였고 씹힘성은 4차 발효 스팀빵이 1, 3차 발효 스팀빵보다 유의적(p<0.05)으로 높은 관능평가 점수를 보였고 단맛은 4차 발효 스팀빵의 관능평가 점수가 가장 높았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 전체적인 평균 점수는 4차 발효 스팀빵이 가장 높았고 1차 발효 스팀빵이 가장 낮았으며 3, 5차 발효 스팀빵과 유의적인 차이를 보였다. 본 연구의 발효 스팀빵은 발효횟수가 증가하였는데도 발효가 많이 진행됨으로써 나타나는 현상인 과발효에 의한 냄새가 인식되지 않았으며 촉촉함, 씹힘성이 증가하였는데 4차 발효 스팀빵의 관능평가 점수가 가장 높았다.

요 약

본 연구에서는 스팀빵을 1차부터 5차까지 발효시켜 일반 성분, 물리적 특성, 전분 가수 분해율, 단백질 소화율, 관능평가를 실시하여 최대 적정 발효횟수를 파악하고자 하였으며 이에 대한 결과는 다음과 같다. 일반성분 중 수분함량은 1차 발효 스팀빵이 가장 낮았고 5차 발효 스팀빵이 유의적(p<0.01)으로 가장 높았고 단백질 함량은 1차 발효 스팀빵이 유의적(p<0.01)으로 가장 높았다. 물리적 특성에서 비용적은 1차 발효 스팀빵이 유의적(p<0.05)으로 가장 낮았고 발효횟수가 증가함에 따라 증가하였다. 물성 특성에서는 발효횟수

Table 7. Sensory evaluation¹⁾ of the steamed bread with repeated fermentation processes

Fermentation (number)	Whiteness	Crumb uniformity	Smell	Moistness	Chewiness	Sweetness	Mean
1	3.76±2.05 ^{2) b3)}	5.36±1.39 ^{ab}	5.03±1.45 ^{NS4)}	4.58±1.35 ^c	5.00±1.17 ^b	5.00±1.48 ⁴⁾	4.80±0.69 ^c
2	4.39±1.52 ^{ab}	5.82±1.18 ^a	5.39±0.83	5.70±0.92 ^{ab}	5.58±1.17 ^{ab}	5.00±1.82	5.34±0.57 ^{ab}
3	4.48±1.64 ^{ab}	5.55±1.52 ^{ab}	5.24±1.09	5.52±1.06 ^b	5.27±1.33 ^b	4.73±1.55	5.20±0.59 ^b
4	5.12±1.49 ^a	4.91±1.04 ^b	5.67±1.14	6.21±1.27 ^a	5.94±0.93 ^a	5.15±1.46	5.62±0.52 ^a
5	5.18±1.69 ^a	4.21±1.29 ^c	5.18±1.16	5.85±1.23 ^{ab}	5.42±1.06 ^{ab}	4.94±1.73	5.27±0.78 ^b

¹⁾Scale score: 1 (dislike extremely)~9 (like extremely).

²⁾Mean±SD.

³⁾Values with different superscripts in a column are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

⁴⁾Not significant.

에 따라 견고성, 점성이 유의적($p < 0.01$)으로 감소하였고 응집성($p < 0.05$)은 유의적으로 증가하였다. 전분 가수분해율은 5차 발효 스팀빵이 1, 2, 3차 발효 스팀빵보다 유의적($p < 0.05$)으로 높게 나타났고, 단백질 소화율은 5차 발효 스팀빵이 1, 2, 4차보다 유의적($p < 0.05$)으로 높았다. 관능평가에서는 색상의 흰 정도는 4, 5차 발효 스팀빵에서 유의적($p < 0.01$)으로 높게 나타났고 기공의 균일성은 4, 5차 발효 스팀빵에서 유의적($p < 0.01$)으로 낮은 점수를 보였다. 촉촉한 정도($p < 0.01$), 응집성($p < 0.01$), 씹힘성($p < 0.05$), 전반적인 기호도($p < 0.01$)는 4차 발효 스팀빵이 유의적으로 높았다. 전체 평균 점수에서도 4차 발효 스팀빵이 유의적($p < 0.01$)으로 가장 높은 관능평가 점수를 보였다. 이상을 살펴볼 때, 스팀빵의 발효횟수가 증가함에 따라 관능적인 측면에서 5차 발효까지는 과발효에 의한 불쾌취가 없었고 색상, 촉촉한 정도, 씹힘성, 단맛 등이 증가하였으며 전반적인 기호도에서도 높은 점수를 보였으므로 발효 스팀빵의 발효횟수를 늘린다면, 부드러운 질감이 향상되어 입안의 식감을 높일 수 있는 제품 개발이 가능할 것으로 여겨진다. 또한, 발효횟수를 증가시킨 경우, 단백질 함량이 감소하고, 전분 가수분해율과 단백질 소화율은 증가하였다. 따라서 기존 스팀빵의 발효횟수를 적절히 증가시키는 경우, 관능적, 물성적 측면뿐 아니라 소화율도 높일 수 있는 향상된 품질의 신제품 제조가 가능할 것으로 사료된다.

문 헌

1. Wang IL. 2010. *Chinese food cultural history*. Minumsa Publishing Co., Seoul, Korea. p 224-227.
2. Fan YD, Sun HY, Zhao JL, Ma YM, Li RJ, Li SS. 2008. QTL mapping for quality traits of northern-style hand-made Chinese steamed bread. *J Cereal Science* 34: 1-5.
3. Kim CS, Hwang CM, Song YS, Kim HI, Jeong DJ, Han JH. 2001. Commercial wheat flour quality and bread making conditions for Korean-style steamed bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1120-1128.
4. Rubenthaler GL, Huang mL, Pomeranz Y. 1990. Steamed bread. I. Chinese steamed bread formulation and interaction. *Cereal Chem* 67: 471-475.
5. Bae JH, Bae MJ, Jung IC, Shin YJ, Lee BH, Kwon HJ, Hwang KS. 1999. *Baking & confectionary*. Hyungseul Publishing Co., Seoul, Korea. p 77-96.
6. Kim YM. 2002. *Bread, cake, cookies*. Dong-A Ilbo, Seoul, Korea. p 20-21.
7. Yoon MS, Kang SY, Kin JS. 2004. *New Practices of baking & confectionary*. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea. p 30-40.
8. Cho YH, Woo KJ, Hong SY. 1994. The studies of Jeung-Pyun preparation. *Korean J Soc Food Sci* 10: 322-328.
9. Park YS, Suh CS. 1996. Changes in chemical properties of Jeungpyun product during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 12: 300-304.
10. Park KS, Park EJ. 2004. Quality characteristics of Jeungpyun added *Paecilomyces japonica* powder according to fermentation time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1703-1708.
11. Yoon SJ. 2003. Mechanical and sensory characteristics of Jeungpyun prepared with different fermentation time. *Korean J Food Cookery Sci* 19: 423-428.
12. Stern M, Ciclitira PJ, Van Eckert R, Feifherly C, Jassen W, Mendez E. 2001. Analysis and clinical aspects of gluten in coeliac disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 13: 741-747.
13. Neuhausen SL, Feolo M, Camp NJ, Farnham J, Book L, Zone JJ. 2002. Genome-wide linkage analysis for celiac disease in North American families. *Am J Medical Genetics* 111: 1-9.
14. Silano M, De Vincenzi M. 1999. Bioactive antinutritional peptides derived from cereal prolamines: a review. *Nahrung* 43: 175-184.
15. Shan L, Molberg O, Parrot I, Hausch F, Filiz F, Gray GM, Solid LM, Khosla C. 2002. Structural basis for gluten intolerance in coeliac sprue. *Science* 297: 2275-2279.
16. Cummins AG, Roberts-Thomson IC. 2009. Prevalence of celiac disease in the Asia-Pacific region. *J Gastroenterol Hepatol* 24: 1347-1351.
17. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists Inc., Washington, DC, USA.
18. Singh U, Kherdekar MS, Sambunathan R. 1982. Studies on desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. The level of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and in vitro starch digestibility. *J Food Sci* 47: 510-516.
19. Xue Q, Newman RK, Newman CW. 1996. Effects of heat treatment of barley starches on in vitro digestibility and glucose responses in rats. *Cereal Chem* 73: 588-593.
20. Satterlee LD, Marshall HF, Tennyson JM. 1979. Measuring protein quality. *J Am Oil Chem Soc* 56: 103-109.
21. Lee HY. 2001. *Food preparation*. Kyomunsa Publication Co., Seoul, Korea. p 107-108.
22. Shin KM. 2008. *Cereal and baking science of technology*. Gimunsa Publishing Co., Seoul, Korea. p 503-504.
23. Choi SE, Lee JM. 1993. Standardization for preparation of traditional Jeung-pyun. *Korean J Food Sci Technol* 25: 655-660.
24. Sonw P, O'Dea K. 1991. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in food. *Am J Clin Nutr* 34: 2721-2727.
25. Shin MS, Kim WS, Lee KY, Kim MJ, Yoon HH, Kim SR. *Foods-experimental perspective*. Life Science Publication Co., Seoul, Korea. p 356-358.
26. Coulston AM, Hollenbeck CH, William RA, Starich GH, Mazzaferri EL, Reaven GM. 1984. Effect of source of dietary carbohydrate on plasma glucose, insulin, and gastric inhibitory polypeptide responses to test meals in subjects with noninsulindependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 40: 965-970.
27. Elizabeth C, Gerald FF. 1999. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *Int J Food Microbiol* 50: 131-149.

(2011년 1월 25일 접수; 2011년 3월 15일 채택)