

Amylase와 유화제의 첨가가 빵 반죽특성에 미치는 영향

박범준 · 황성연¹ · 박천석^{2,*}

울산과학대학 호텔조리과, ¹한양대학교 식품공학과, ²경희대학교 식품공학과

Effect of Amylase and Emulsifier on the Characteristics of the Bread Dough

Bum-Joon Park, Seong-Yun Hwang¹, and Cheon-Seok Park^{2,*}

Department of Hotel Culinary Arts, Ulsan College

¹Department of Food Technology, Hankyong National University

²Department of Food Science and Biotechnology and Institute of Life Science & Resources, KyungHee University

Effects of α -amylase and various emulsifiers on characteristics of bread dough were examined. Fungal or bacterial α -amylase and various emulsifiers including monoglyceride (MG), sodium stearoyl-2-lactylate (SSL), and diacetyltartaric acid ester of mono- and diglycerides (DATEM) were added to bread dough both individually and as mixtures. Rheological characteristics of various bread doughs were examined through falling number, farinograph, alveograph, and rapid visco analysis. Results obtained showed falling number decreased via degradation of starch by α -amylase. In farinogram, addition of α -amylase and emulsifiers in dough decreased consistency, water absorption, mechanical tolerance index, and dough development time. Farinogram characteristic was improved by adding SSL+MG to dough formula. Similar to farinogram addition of α -amylase and emulsifiers in alveogram of dough decreased overpressure, extensibility, swelling index, and deformation energy. Whereas addition of α -amylase did not affect pasting temperature, viscosity of dough tended to decrease.

Key words: α -amylase, emulsifier, bread dough

서 론

제빵 산업의 발전과 건강 중심의 소비 성향에 맞춰 최근 여러 가지 첨가물들이 제빵 적성에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(1,2). 이중 반죽의 물성을 개량하거나, 저당 반죽에서의 발효력을 높이기 위해서 효소를 사용하고 있는데, 효소의 첨가는 반죽의 개량뿐만 아니라 굽는 과정에서 착색을 강화하고, 빵의 노화 지연 효과(3)도 보여주어 천연 첨가제로서 각광을 받고 있다. 빵 제조에 필요한 여러 가지 복잡하고 다양한 효소인 α -amylase, β -amylase 및 protease 등이 이미 밀가루에 함유되어 있다(4). 하지만 그 함량이 미약하여 공업적으로 생산된 효소를 첨가물로 사용하는 것이 일반적이다. 특히 전분을 분해하여 효모가 발효할 수 있는 당을 증가시키고, 반죽의 물리적 특성을 변화시키는 α -amylase가 가장 많이 이용되는데(5,6), 최근 세균 α -amylase 뿐만 아니라 곰팡이 α -amylase가 실용화되고 있다. 세균과 곰팡이에서 유래된 α -amylase

의 경우 빵의 비용적 증가와 노화 감소 효과를 나타낸다(7). 그러나 세균 α -amylase는 강한 노화 방지효과를 가지지만 일반적으로 사용하기에 내열성이 너무 강하다(불활성온도 95°C 이상)는 단점을 가지고 있고(8), 반면에 곰팡이 α -amylase는 세균보다 내열성은 낮아서 좋지만 노화를 방지하기에 효과적이지 못하다(9). 더욱이 이들 효소들의 활성이 오히려 반죽의 물리적인 특성들을 좋지 않게 변화시켜 Valjakka 등(3)은 유화제인 monoglyceride를 첨가하여 제빵 적성의 보완 및 상승효과를 살피고 있다.

반죽 강화제(dough strengthener)와 연화제(crumb softener)는 빵을 만드는데 널리 사용되는 유화제이다. 일반적으로 반죽 강화제는 반죽의 내구성 개선, 흡수율 증진, 가스보유력 강화를 일으켜 최종 제품의 부피증가, 조직감 개선 및 균일하고 미세한 기공을 보유하며(4,10), 연화제의 경우 전분의 결정화 속도를 지연시켜 빵 속이 단단해지는 것을 방지하게 한다(11). 하지만 제빵 과정에 있어서 밀가루, 지방질, 쇼트닝 및 유화제의 역할은 종류에 따라 그 효과가 서로 다르게 나타나며, 그 상관성 등은 매우 복잡하여 유화제에 따라 반죽과 제빵 특성에 관한 연구가 부분적으로 되어 왔다(12,13).

따라서 본 연구에서는 곰팡이 *Aspergillus oryzae*와 세균 *Bacillus amyloliquefaciens*에서 유래된 α -amylase와 유화제인 monoglyceride(MG), sodium stearoyl-2-lactylate(SSL) 및 diacetyl-

*Corresponding author: Cheon-Seok Park, Department of Food Science and Biotechnology and Institute of Life Science & Resources, KyungHee University, Yongin 449-701, Korea
Tel: 82-31-201-2631
Fax: 82-31-204-8116
E-mail: cspark@khu.ac.kr

tartaric acid ester of mono- and diglycerides(DATEM)를 첨가하여 반죽을 제조하고, 이들이 반죽의 품질에 미치는 특성 및 제빵 적성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

Amylase는 곰팡이에서 유래된 α -amylase(Gist-brocades BSD B.V., Delft, Holland) 0.01 g/kg, 세균에서 유래된 α -amylase (Genencor International Asia Pacific PTE, Ltd., Winsland House, Singapore) 0.002 g/kg을 사용하였다.

유화제는 밀가루에 대하여 연화제(crumb softener)로 사용되는 monoglyceride(MG, 삼풍비엔에프, Korea) 0.5%와 반죽 강화제(dough strengthener)로 사용되는 sodium stearoyl-2-lactylate (SSL, 삼풍비엔에프, Korea) 0.5%, diacetyltartaric acid ester of mono- and diglycerides(DATEM, Kerry Bio-Science, Singapore) 0.5%, 그리고 SSL 0.3%와 MG 0.2%를 혼합하여 사용하였다.

기타 재료는 밀가루(강력 1등급, (주)대한제분), 물, fresh yeast [(주)Jenico], 설탕[(주)제일제당], 식염[(주)한주], 쇼트닝[(주)롯데삼강], L(+)-ascorbic acid(Kanto Chemical Co., Inc. Tokyo, Japan)를 사용하였다.

Falling number 측정

Falling number 특성 측정은 falling number(falling number 1,500, Perten Instruments Co., Huddinge, Sweden)를 이용하여 AACC 방법(56-81b)(14)에 따라 수분 함량 14%, 기준 밀가루 7.00±0.05 g을 정확하게 계량한 후 효소와 유화제를 첨가하여 혼합한 다음 증류수 25±0.2 mL를 넣고 고무마개로 막아 20-30회 격렬하게 흔들어 균일한 현탁액을 만들었다. 이것을 100°C 열탕수조에서 60초 동안 호화시킨 다음 falling number 값을 10회 반복 측정하여 그 평균값과 표준 편차를 사용하였다.

Farinograph 측정

Farinogram 측정은 Farinograph(M81044, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 이용하여 AACC 방법(54-21)(14)에 따라 Table 1과 같이 AACC 10-10b(14) 배합을 수정하여 300 g의 밀가루와 효소 및 유화제를 첨가하였으며, 반죽 보울의 온도가 30±0.2°C를 유지하도록 하였다. 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500±10 B.U.(Brabender Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. Farinogram으로부터 반죽의 점탄성(consistency), 흡수율(water absorption), 흡수 시간(development time), 안정도(stability), 탄력도(mechanical tolerance index(MTI))의 값을 10회 반복 측정하여 평균값과 표준 편차를 사용하였다.

Table 1. Bread dough formulation (Unit: % of flour basis)

Ingredient	Control dough
Flour	100.0
Water	65.0
Yeast (Fresh yeast)	4.0
Sucrose	6.0
Salt	2.0
Non-fat dry milk	3.0
Shortening, non emulsified	4.0
Ascorbic acid	100 ppm

Alveograph 측정

Alveogram 특성 분석은 Alveograph(NG, Societe Choipn S.A, Villeuneuve La Garenne, France)를 이용하여 AACC 방법(54-30)(14)에 따라 밀가루 250 g(±0.5 g)에 효소 및 유화제를 첨가하여 측정하였으며, 이 때 P_{max} (반죽의 변형에 필요한 최대 저항력과 관계되는 압력), $L(mm)$ (팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성), $G(2.22)$, 팽창 지표), W (반죽의 탄력에 대한 저항성)값이 나타나며, 본 실험에서는 각각의 값을 10회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 사용하였다.

RVA(Rapid Visco Analyzer, 호화도) 측정

호화도 측정(15)은 신속 점도계(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood NSW, Australia)를 이용하여 알루미늄 용기에 시료 3.5 g을 넣고 준비된 효소를 각각 함량별로 첨가하여 증류수 25 mL(±0.1 mL)를 가한 다음 플라스틱 회전축으로 교반하여 시료 액을 만들었다. 50°C로 맞춘 신속 점도계에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 12°C/분 씩 상승시키면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 50°C로 냉각시키면서 호화개시온도(pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최고점도시 시간(peak time), 최종점도 후에 나타나는 최저점도인 유지 강도(holding strength), 최종점도(final viscosity), 최고점도에서 최저점도를 뺀 값인 breakdown 및 최종점도(final viscosity)에서 최저점도를 뺀 값인 setback 값을 10회 반복 측정하여 평균값과 표준 편차를 사용하였다.

통계 분석

통계 분석은 Statistical Analysis System(SAS)(16) 통계 package를 이용하여 분산분석(one-way ANOVA)를 실시하였고, 각 시료간의 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준으로 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하였다.

결과 및 고찰

Enzyme activity

곰팡이와 세균에서 유래된 α -amylase의 사용량을 알아보기 위해 falling number를 측정하여 enzyme activity를 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. Falling number는 전분의 특성 및 enzyme activity를 나타내는 값으로 전분이 파괴됨에 따라 수치가 감소된다(17). 효소처리를 하지 않은 대조구에 비하여 효소 첨가량이 증가 할수록 falling number가 감소하였다. 하지만 falling number가 350 sec 이하로 점도가 감소한 경우 빵의 volume을 낮추고 sticky가 증가하는 영향을 미치기 때문에(18) falling number가 353.3±6.1 sec인 곰팡이 α -amylase 0.01 g/kg 첨가와 353.8±4.2 sec인 세균 α -amylase 0.002 g/kg 첨가가 효소간 falling number의 유의적 차이도 없고 반죽의 물성을 개선하는 가장 적절한 첨가량임을 보여주었다.

Falling number

곰팡이와 세균에서 유래된 α -amylase와 유화제를 첨가하여 측정된 falling number 결과는 Table 2와 같다. 본 연구결과, 효소처리를 하지 않은 대조구의 falling number는 428±10.3 sec이었으나 곰팡이 α -amylase와 함께 유화제 SSL+MG, DATEM을 각각 첨가한 경우 406±9.5, 405±5.5 sec로 값이 감소하였다. 다만 유화제 MG를 함께 첨가한 경우에는 450±6.1 sec로 유의적으로 높게 나타났다. 곰팡이 α -amylase에 유화제 SSL을 첨

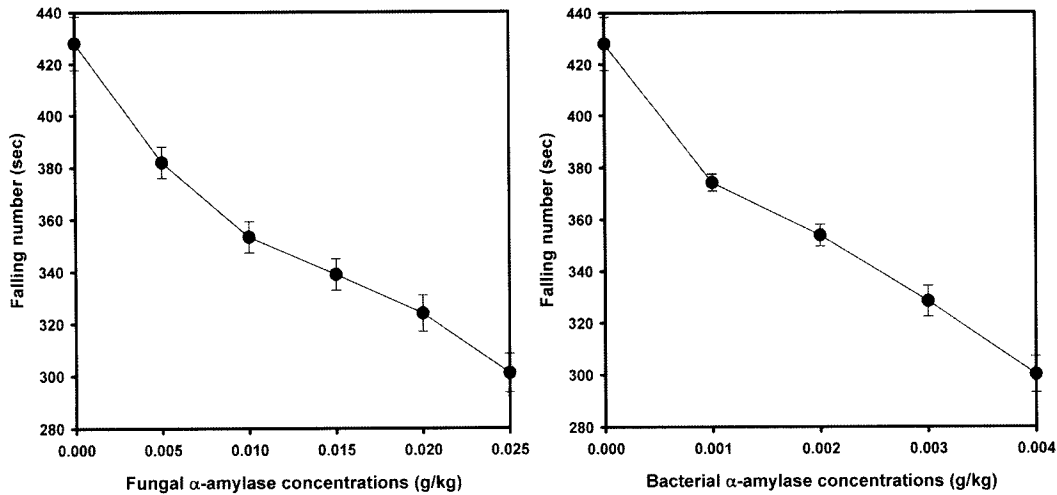


Fig. 1. Effect of enzyme on falling number values.

Table 2. Effect of enzyme and emulsifier on falling number values

	Falling number (sec)				
	Control	MG ¹⁾	SSL ²⁾	SSL+MG	DATEM ³⁾
Fungal α-amylase	428 ± 10.3 ^{b4)}	450 ± 6.1 ^a	437 ± 3.8 ^b	406 ± 9.5 ^c	405 ± 5.5 ^c
Bacterial α-amylase	428 ± 10.3 ^b	441 ± 3.2 ^a	401 ± 3.8 ^d	396 ± 12.9 ^d	414 ± 4.5 ^c

¹⁾Monoglyceride.

²⁾Sodium stearoyl lactylate.

³⁾Diacetyltartaric acid ester of mono- and diglycerides.

⁴⁾Each value is the mean of ten replicates with standard deviation and different superscripts within a column indicate significant difference ($p < 0.05$).

가한 경우와 세균 α-amylase에 유화제 MG를 첨가한 경우를 제외하고는 대조구에 비하여 낮은 값을 보여주었다.

이는 효소 작용에 의하여 전분 분자의 결합이 끊어져 점도의 저하가 일어난 현상으로 곰팡이 α-amylase가 315-320 sec를 보인 Ludhiana의 연구결과(19)와 생전분 분해 효소를 처리하였을 때 140-271 sec로 falling number가 떨어진 Valj akka의 연구결과(3)와 유사하였다. 다만 유화제 MG를 혼합한 경우 효소의 활성에도 불구하고 높은 falling number를 보여주었는데, alpha-crystalline 상태에서 MG의 경우 다른 유화제에 비하여 아밀로오스와 높은 결합력을 지니기 때문에 falling number가 높게 나타난 것으로 사료된다(20).

Farinogram 특성

Amylase 효소와 유화제를 첨가한 반죽의 farinogram 특성은 Table 3과 같다. 효소와 유화제를 첨가하지 않은 반죽의 점탄성은 500 ± 3.61 B.U.를 보여주었고, 효소와 유화제를 첨가할수록 점탄성이 감소하였다. 일반적으로 반죽내의 유화제의 첨가는 전분과 글루텐 구조의 결합력을 약하게 하여 탄력도를 감소시킬 뿐만 아니라(21), 효소에 의하여 분해된 전분이 결합력을 더욱 약하게 한 것으로 생각된다. Harinder 등(17)은 대조구와 α-amylase 첨가 반죽에서 α-amylase를 첨가하였을 때 점탄성이 감소하였다고 하여 본 연구 결과와 일치하였다. 반죽의 흡수율에서는 점탄성과 유사하게 효소와 유화제의 첨가가 흡수율을 감소시켰다(Table 3). α-amylase의 종류에 따라서는 곰팡이 α-amylase와 SSL+MG 유화제를 사용한 반죽에서 대조구와 흡수율이 유사하게 나타났고, 세균 α-amylase의 경우 유화제 MG를 첨가하였을 때, 대조구와 유사하게 나타났다. 반죽의 흡수시간에서는 곰팡이, 세균 α-amylase와 유화제 첨가구가 대

조구보다 대체로 높게 나타났다.

대개 곰팡이 α-amylase는 50-60°C, 세균 α-amylase는 70-90°C에서 최적의 활성을 보이기 때문에 효소 활성 정도에 따라 다르게 나타난 것으로 생각된다. 반죽의 안정도는 대조구가 18.03 ± 0.12 min으로 효소와 유화제의 첨가에 따라 약간의 변화를 보여주었지만 유의적인 차이를 보이지 않았다. 탄력도에서는 대조구 반죽이 18.0 ± 1.03 B.U.이었고, 곰팡이 α-amylase와 유화제를 혼합한 반죽에서 SSL+MG를 제외한 모든 반죽에서 낮게 나타났다. 세균 α-amylase에서는 SSL을 제외한 모든 유화제에서 탄력도가 높게 나타났다. 이는 곰팡이 α-amylase와 세균 α-amylase의 작용기전의 차이에서 기인하는 것으로 사료된다.

이상의 실험에서 곰팡이와 세균에서 유래된 α-amylase와 유화제를 첨가한 반죽은 점탄성과 흡수율, 탄력도를 감소시키고, 흡수시간은 증가시켰다. 특히 곰팡이 α-amylase를 유화제와 함께 사용하였을 때, 세균 α-amylase를 사용할 때보다 반죽의 점탄성을 높여주었으며, 흡수시간, 탄력도는 낮아지는 경향을 보여주었다. 모든 farinogram 값을 종합해 보면 곰팡이와 세균에서 유래된 α-amylase를 사용함에 따라 밀가루의 전분이 분해되어 생성된 저분자 덩스트린이 반죽내의 전분과 단백질간 결합력을 약하게 하여 전체적인 반죽 특성을 약하게 하였으나, 유화제와 곰팡이 α-amylase의 사용에서는 SSL + MG가 대조구와 유사하고 탄력도와 흡수시간의 경우 더 높게 나타났으며, 세균 α-amylase에 유화제 SSL + MG와 DATEM을 첨가하였을 때 흡수시간과 탄력도가 높아 반죽의 특성을 우수하게 하는 것으로 나타났다. 흡수시간이 늘어나면 제빵공정에 대한 안정성이 좋아지고 탄력도가 높아지면 반죽이 부드러워지고 흡수시간이 늘어나서 반죽의 물성이 개선될 것으로 생각된다.

Table 3. Effects of enzyme and emulsifier on the farinograph characteristics of dough

Treatments		Consistency (B.U.)	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Mechanical Tolerance Index (MTI, B.U.)
Fungal α -amylase	Control	500 \pm 3.61 ^a	67.5 \pm 0.36 ^{a1)}	3.30 \pm 0.01 ^c	18.03 \pm 0.12 ^a	18.0 \pm 1.03 ^a
	MG	411 \pm 9.64 ^c	65.3 \pm 0.26 ^c	3.83 \pm 0.04 ^a	17.90 \pm 0.20 ^a	11.7 \pm 1.53 ^c
	SSL	412 \pm 4.43 ^c	65.3 \pm 0.35 ^c	3.70 \pm 0.02 ^b	18.01 \pm 0.26 ^a	16.0 \pm 0.00 ^b
	SSL+MG	442 \pm 8.77 ^b	66.0 \pm 0.46 ^b	3.98 \pm 0.04 ^a	17.73 \pm 0.19 ^a	18.3 \pm 0.43 ^a
	DATEM	400 \pm 6.11 ^d	65.0 \pm 0.15 ^c	3.07 \pm 0.02 ^d	18.10 \pm 0.10 ^a	16.0 \pm 1.00 ^{ab}
Bacterial α -amylase	Control	500 \pm 3.61 ^a	67.5 \pm 0.36 ^a	3.30 \pm 0.01 ^d	18.03 \pm 0.12 ^a	18.0 \pm 1.03 ^{ab}
	MG	394 \pm 7.12 ^d	65.5 \pm 0.15 ^b	4.10 \pm 0.04 ^c	15.17 \pm 0.27 ^b	18.0 \pm 0.51 ^b
	SSL	407 \pm 2.77 ^c	65.2 \pm 0.16 ^{bc}	4.30 \pm 0.02 ^b	17.65 \pm 0.24 ^a	15.5 \pm 1.14 ^c
	SSL+MG	418 \pm 5.69 ^b	64.8 \pm 0.29 ^c	4.43 \pm 0.02 ^a	17.90 \pm 0.84 ^a	19.4 \pm 1.36 ^a
	DATEM	396 \pm 8.00 ^{cd}	64.9 \pm 0.20 ^c	4.13 \pm 0.01 ^c	17.20 \pm 0.48 ^a	20.0 \pm 2.65 ^a

¹⁾Mean \pm S.D. based on 10 samples.

¹⁾a-c; Means with different superscripts in a column of each amylase are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Effects of enzyme and emulsifier on the alveographic analysis of dough

Treatments		Overpressure P_{max} (mm)	Extensibility L (mm)	Swelling index, G (mm)	Deformation energy, W ($10^{-4} \times J$)	P/L
Fungal α -amylase	Control	113 \pm 3.00 ^{a1)}	91 \pm 2.31 ^a	21.2 \pm 0.29 ^a	369 \pm 3.65 ^a	1.24 \pm 0.04 ^c
	MG	100 \pm 3.79 ^b	87 \pm 2.65 ^b	20.7 \pm 0.26 ^b	336 \pm 3.42 ^b	1.14 \pm 0.01 ^d
	SSL	110 \pm 2.08 ^a	75 \pm 1.00 ^d	19.2 \pm 0.76 ^c	320 \pm 8.06 ^c	1.47 \pm 0.09 ^a
	SSL+MG	109 \pm 3.46 ^a	79 \pm 1.53 ^c	19.7 \pm 0.15 ^c	327 \pm 2.29 ^c	1.38 \pm 0.03 ^b
	DATEM	102 \pm 0.58 ^b	78 \pm 1.3 ^c	19.6 \pm 0.78 ^{bc}	327 \pm 6.30 ^c	1.31 \pm 0.07 ^b
Bacterial α -amylase	Control	113 \pm 3.00 ^a	91 \pm 2.31 ^a	21.2 \pm 0.29 ^a	369 \pm 8.65 ^a	1.24 \pm 0.04 ^d
	MG	112 \pm 1.15 ^a	84 \pm 1.06 ^b	20.3 \pm 0.55 ^b	284 \pm 7.69 ^b	1.33 \pm 0.13 ^c
	SSL	98 \pm 0.58 ^c	65 \pm 1.30 ^e	17.9 \pm 0.30 ^c	364 \pm 2.52 ^a	1.51 \pm 0.04 ^a
	SSL+MG	105 \pm 3.21 ^b	72 \pm 1.50 ^c	18.8 \pm 1.50 ^c	282 \pm 6.50 ^b	1.46 \pm 0.04 ^b
	DATEM	96 \pm 2.65 ^c	65 \pm 1.09 ^d	17.9 \pm 1.01 ^c	257 \pm 4.05 ^c	1.46 \pm 0.21 ^b

¹⁾Mean \pm S.D. based on 10 samples.

¹⁾a-e; Means with different superscripts in a column of each amylase are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Alveogram 특성

반죽의 alveogram 특성은 반죽의 점탄성인 변형에 필요한 최대 저항력과 관계되는 압력(P_{max}), 신장성(L), 팽창성(G), 반죽의 탄력에 대한 저항성(W)을 살펴볼 수 있다. 따라서 amylase 효소와 유화제에 따른 반죽 특성을 살펴보고자 alveogram 특성을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 반죽의 P_{max} 의 경우 효소와 유화제를 첨가하지 않은 대조구에서 113 \pm 3.00 mm이었고, α -amylase와 유화제를 첨가한 경우 P_{max} 값을 감소시켰다. 특히 세균 α -amylase는 곰팡이 α -amylase보다 압력이 더 낮았고, 유화제별로 살펴보면 SSL+MG와 MG 첨가구가 대조구와 유의차를 보이지 않았다.

반죽의 L값 역시 대조구가 91 \pm 2.31 mm로 가장 컸으며, 효소와 유화제가 신장성을 약화시키는 것으로 나타났다. 신장성에서 α -amylase와 유화제별 큰 유의차는 보이지 않았으며 곰팡이와 세균의 효소 모두 MG와 혼합하였을 때 높은 신장성을 나타내었다. Bollain과 Collar(22)의 경우 α -amylase와 유화제 첨가시 신장성을 높이기 위하여 hydrocolloid를 첨가하였는데, 이때 반죽의 신장성이 22-32% 정도 향상되었다. 반죽 팽창의 지표로 사용되는 G값과 반죽의 탄력에 대한 저항인 W값에서는 곰팡이 α -amylase가 세균 α -amylase 보다 대체적으로 높게 나타났으며, 유화제 MG를 사용하였을 때가 대조구에 근접하는 팽창도를 보여주었다.

이상의 결과에서 곰팡이와 세균에서 유래된 α -amylase와 유화제는 반죽에서 P_{max} 값이 감소되어 farinogram의 탄력도 감소와 유사하였으며, 신장성, 팽창성 및 탄력에 대한 저항성을 감소시키는 것을 알 수 있었다. 이 역시 효소작용에 의한 전분의 저분자 텍스트린이 글루텐 형성을 저해하여 나타나는 결과이며 곰팡이 α -amylase에 SSL과 SSL+MG 유화제 첨가구와 세균 α -amylase에 MG 유화제 첨가구의 P_{max} 가 대조구와 유의차가 없는 것은 효소에 의해 약화된 반죽을 유화제가 보강한 것으로 생각된다.

호화특성

효소 및 유화제가 반죽의 호화에 미치는 영향을 살펴보고자 신속 점도계를 이용하여 호화 특성을 측정하였다(Table 5). 호화개시온도는 대조구와 효소 및 유화제에 따른 반죽과의 유의적 차이를 보이지 않았고, 최고점도에서는 SSL을 첨가하였을 때, 가장 높은 점도를 나타내었다. 일반적으로 α -amylase의 경우 전분을 액화시킴으로 반죽의 점도를 약하게 하는데, 본 연구결과 역시 생전분 분해 효소가 최고점도를 낮추고(3), 곰팡이 α -amylase도 최고점도를 낮추었다는 연구 결과(19)와 유사하였다. 다만 SSL에서 점도가 올라갔던 것은 SSL이 전분과 강한 상호작용을 하여 계면활성 겔을 형성하기 때문인 것으로 생각된다(23). 반죽의 호화 특성 중 최고점도 후에 나타나는 최

Table 5. Rapid Visco Analysis of dough prepared with different enzymes and emulsifiers

Treatments	Pasting temp. (°C)	Peak viscosity		Holding strength (RVU)	Final viscosity (RVU)	Break down (RVU)	Set back (RVU)	
		(RVU)	(min)					
Fungal α -amylase	Control	68.1 \pm 0.2 ^{ab1)}	217.1 \pm 2.2 ^b	6.18 \pm 0.0 ^c	128.0 \pm 2.4 ^b	234.4 \pm 1.4 ^d	89.1 \pm 0.3 ^{ab}	106.4 \pm 1.4 ^d
	MG	68.3 \pm 0.1 ^a	211.9 \pm 1.2 ^c	6.25 \pm 0.0 ^{bc}	134.1 \pm 1.4 ^a	254.8 \pm 2.4 ^e	77.8 \pm 1.1 ^d	120.7 \pm 1.0 ^b
	SSL	67.8 \pm 0.2 ^a	222.6 \pm 2.6 ^a	6.29 \pm 0.1 ^b	129.6 \pm 3.8 ^b	268.8 \pm 4.6 ^a	93.0 \pm 2.7 ^a	139.2 \pm 0.8 ^a
	SSL+MG	68.2 \pm 0.1 ^a	215.9 \pm 1.6 ^b	6.35 \pm 0.0 ^a	132.6 \pm 1.2 ^{ab}	260.8 \pm 1.2 ^b	83.3 \pm 2.8 ^c	128.3 \pm 1.0 ^b
	DATEM	68.6 \pm 0.2 ^a	211.3 \pm 0.2 ^c	6.25 \pm 0.0 ^{bc}	123.8 \pm 0.9 ^c	239.3 \pm 0.6 ^d	87.5 \pm 1.0 ^b	115.5 \pm 0.4 ^c
Bacterial α -amylase	Control	68.1 \pm 0.2 ^a	217.1 \pm 2.2 ^b	6.18 \pm 0.0 ^c	128.0 \pm 2.4 ^{ab}	234.4 \pm 1.4 ^d	89.1 \pm 0.3 ^b	106.4 \pm 1.4 ^d
	MG	67.7 \pm 0.2 ^a	207.4 \pm 3.2 ^c	6.33 \pm 0.1 ^b	132.3 \pm 0.5 ^a	250.2 \pm 0.6 ^e	75.2 \pm 2.8 ^c	117.9 \pm 0.2 ^c
	SSL	68.1 \pm 0.2 ^a	221.4 \pm 0.3 ^a	6.29 \pm 0.0 ^b	124.7 \pm 0.8 ^b	265.3 \pm 0.8 ^a	96.7 \pm 0.9 ^a	140.6 \pm 0.7 ^a
	SSL+MG	67.6 \pm 0.2 ^a	209.7 \pm 1.3 ^c	6.42 \pm 0.0 ^a	131.9 \pm 1.9 ^a	257.6 \pm 2.0 ^b	77.7 \pm 0.9 ^c	125.6 \pm 1.6 ^b
	DATEM	68.4 \pm 0.1 ^a	214.3 \pm 0.6 ^b	6.22 \pm 0.0 ^c	124.1 \pm 3.2 ^b	238.1 \pm 2.2 ^d	90.2 \pm 2.6 ^b	114.0 \pm 1.0 ^c

¹⁾Mean \pm S.D. based on 10 samples.

¹⁾a-e; Means with different superscripts in a column of each amylase are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

저점도인 유지 강도(holding strength)는 MG와 SSL+MG를 첨가한 반죽에서 가장 크게 나타났으며, 최종 점도, break down 및 set back값은 최고점도와 동일하게 SSL의 유화제를 첨가하였을 때 가장 높게 나타났다.

요 약

본 연구에서는 곰팡이과 세균에서 유래된 α -amylase와 유화제인 monoglyceride(MG), sodium stearoyl-2-lactylate(SSL) 및 diacetyltartaric acid ester of mono and diglycerides(DATEM)을 첨가하여 반죽을 제조하고, 제빵 반죽의 물리적 특성인 falling number, farinogram, alveogram 및 RVA를 이용한 호화특성을 살펴보았다. α -amylase의 전분분해로 인하여 falling number는 감소하였으나, MG를 혼합한 반죽의 경우 전분과 높은 결합력으로 falling number가 높게 나타났다. Farinogram 특성에서는 곰팡이과 세균에서 유래된 α -amylase와 유화제가 반죽의 점탄성과 흡수율, 탄력도를 감소시키고, 흡수시간은 증가시켰다. 다만 유화제로 SSL+MG를 사용하였을 때, 대조구와 유사하거나 탄력도와 흡수시간이 더 높게 나타났다. Alveogram 특성에서는 farinogram과 유사하게 P_{max} 값을 감소시켜 탄력도를 감소시켰으며, 신장성, 팽창성 및 탄력에 대한 저항성을 감소시켰다. 반죽의 호화특성에서는 호화개시온도에서는 α -amylase와 유화제가 영향을 주지 않았으나, α -amylase의 전분 분해로 인하여 반죽의 점도를 낮추는 경향을 보여주었다.

문 헌

- Crowley P, Grau H, Arendt EK. Influence of additives and mixing time on crumb grain characteristics of wheat bread. *Cereal Chem.* 77: 370-375 (2000)
- Iga D. The function of enzyme in the bakery. What is enzyme? *Pain.* 48: 41-45 (2001)
- Valjakka TT, Ponte JG, Kulp K. 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 (1994)
- Tanaka Y, Matsumoto H. The Baking Science & Technology. I. The process of baking science & technology. Kourin Co., Ltd., Tokyo, Japan. pp. 31-200 (1997)
- Pritchard PE. Studies on the bread-improving mechanism of fungal α -amylase. *J. Bio. Edu.* 26: 12-18 (1992)
- Randez-Gil F, Prieto JA, Murcia A, Sanz P. Construction of baker's yeast strains that secrete *Aspergillus oryzae alpha*-amylase and their use in bread making. *J. Cereal Sci.* 21: 185-193 (1995)
- Van Dam HW, Hille JDR. Yeast and enzymes in bread making. *Cereal Foods World* 37: 245-252 (1990)
- Martin ML, Hoseney RC. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem.* 68: 503-507 (1991)
- Hebeda RE, Bowles LK, Teague WM. Developments in enzymes for retarding staling of bread goods. *Cereal Foods World* 35: 453-457 (1990)
- Fujiyama Y. The Ingredients of Baking. Japan International Baking School, Tokyo, Japan. pp. 1-44 (1980)
- Jeong CS. The Baking Science & Technology. Gijeon Co., Ltd., Seoul, Korea pp. 1-5 (1990)
- Lee MJ, Mok CK, Chang HG. Effect of sucrose-fatty acid ester on baking properties of white bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 994-998 (1999)
- Kim Chung Ok. A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13: 74-89 (1981)
- AACC. Approved methods of the AACC. Method 10-10b, 54-21, 54-30, 56-81b. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA (1991)
- Deffenbaugh LB, Walker CE. Comparison of starch pasting properties in the Brabender Viscoamylograph and the Rapid Visco analyzer. *Cereal Chem.* 66: 493-499 (1989)
- SAS Institute, Inc. SAS User's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
- Harinder K, Bains GS. High α -amylase flours: Effect of pH, acid, and salt on paste characteristics. *Cereal Chem.* 64: 359-363 (1987)
- Lee HS. Effect of barley varieties and pearling rate on baking properties. MS thesis, Korea University, Seoul, Korea (2002)
- Ludhiana MK, Lyngby JOB. Interrelations of starch and fungal α -amylase in breadmaking. *Starch/Stärke* 35: 419-426 (1983)
- Krog N, Jensen BN. Interaction of monoglycerides in different physical states with amylase and their anti-firming effects in bread. *J. Food Technol.* 5: 77-87 (1970)
- Stampfli L, Nersten B, Molteberg EL. Effects of emulsifiers on farinogram and extensograph measurements. *Food Chem.* 57: 523-530 (1996)
- Bollain C, Collar C. Dough viscoelastic response of hydrocolloid/enzyme/surfactant blends assessed by uni- and bi-axial extension measurements. *Food Hydrocolloids* 18: 499-507 (2004)
- Azizi MH, Rao GV. Effect of surfactant in pasting characteristics of various starches. *Food Hydrocolloids* 19: 739-743 (2005)

(2005년 5월 11일 접수; 2005년 6월 22일 채택)