

올리브유를 첨가한 빵 반죽의 리올로지 특성

임선희¹ · 김석영² · 이노운¹ · 이치호³ · 이시경*

¹중각 21세기 제과 · 제빵학원, ²한국관광대학 제과제빵과,
³건국대학교 축산식품생물공학과, 건국대학교 응용생물화학과

Rheological Properties of the Wheat Flour Dough with Olive Oil

Sun-Heui Lim¹, Seok-Young Kim², No-Woon Lee¹, Chi-Ho Lee³, and Si-Kyung Lee*

¹Chonggak 21C Baking Professional Academy, Seoul, Korea

²Department of Baking Technology, Korea Tourism College

³Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University
Department of Applied Biology and Chemistry, Konkuk University

Effects of olive oil on rheological properties of wheat flour dough were investigated through farinograph, amylograph, and extensograph, and by measuring wheat flour dough fermentation volume. Farinogram showed development time, stability, elasticity, and valorimeter value of olive oil-added wheat flour decreased, whereas water absorption and stability were similar to control (shortening 4%). Gelatinization temperature and maximum viscosity of wheat flour dough with olive oil decreased more than those of control as revealed by amylogram. Extensogram showed wheat flour area increased, whereas dough volume decreased in olive oil-added wheat flour dough.

Key words: olive oil, farinogram, amylogram, extensogram, wheat flour dough

서 론

올리브유는 올리브(*Olea europaea* L., *Oleaceae*) 열매에서 채취한 담황색의 불건성유(不乾性油), 감람유(橄欖油)로, 비중 0.914-0.929(15°C), 굴절율 1.4654-1.4683(25°C), 산가 3.6, 비누화 값 185-197, 요오드 값 70-90의 성질을 가지며(1), 스페인, 이태리, 그리스, 튀니지, 모로코와 리비아 등의 지중해 연안 지역에서 주로 생산된다(2).

올리브유에서 가장 많이 함유되어 있는 지방산은 불포화 지방산인 올레산(oleic acid)으로 82%를 차지하고 있으며 바로 이 물질 때문에 올리브유에 대한 관심이 증가하고 있다. 포화 지방산으로는 팔미트산(palmitic acid)이 9%로 제일 많고, 불포화 지방산 중에서 리놀레산(linoleic acid)의 함량이 6%로 적기 때문에 다른 유지보다는 산화에 대하여 안정하다(3).

올리브유에 대한 연구는 주로 생산과 소비가 많은 국가들을 중심으로 이화학적 특성과 항산화성, 이종의 기름 혼입을 알아 내는 방법 등 다양하게 진행되었다. 항산화력에 관해서는 앞에서 언급한 불포화 지방산인 올레산의 높은 함량 때문에 다른

식물 종자유들에 비해 자동산화 시의 유도기간이 길어서 산화 안정성이 좋으며(4) 천연 항산화물질을 많이 함유하므로 다른 종자유와 구분된다고 하였다(5). 우리나라에서는 올리브유의 혈장 내 저밀도 리포프로테인(low density lipoprotein, LDL) 콜레스테롤(cholesterol)의 감소효과 및 몇몇 암의 예방 등의 생리활성 효과와 노화 방지 효과(6) 등이 알려지게 되면서 소비량의 증가와 함께 수입되는 올리브유의 종류도 다양하게 되었으나 국내에서 이러한 올리브유에 대한 연구는 Kim(7)의 올리브유, 옥수수유, 대두유, 해바라기유를 첨가한 저지방 소시지 개발에 관한 연구, Kim 등(8)의 국내 유통되는 올리브유의 품질특성 실태조사 등의 연구가 있을 뿐 거의 전무한 실정이다. 현재 국내 올리브유의 경우 “extra virgin”과 “pure” 등급으로 구분되어 유통되고 있는데 이들 분류의 기준은 천연 올리브유의 질에 의해 결정된다(6,9-11). 즉, “extra virgin” 등급의 경우 상처가 없고 잘 익은 올리브에서 압착 추출한 유리지방산 함량이 1% 미만의 오일을 의미하며, 이 때 유리지방산 함량이 1%보다 높은 올리브유는 “fine” 또는 “semifine”으로 구분된다. 따라서 본 논문에서는 제빵에 있어서 주요 원료인 지방질 원료로 이용되는 쇼트닝 대신 올리브유를 대체 원료로 사용함으로써 건강에 좋은 제품을 제조하기 위해 그 첨가 비율을 달리 하면서 제빵 반죽의 물리적 특성인 파리노그램, 아밀로그래프 및 익스텐소그래프와 제빵 품질 특성에 영향을 미치는 반죽의 발효 팽창력을 조사하였다.

*Corresponding author: Si-Kyung Lee, The Department of Applied Biology and Chemistry, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea
Tel: 82-2-450-3759
Fax: 82-2-456-7183
E-mail: lesikyung@kkucc.konkuk.ac.kr

재료 및 방법

실험 재료

지방질(올리브유) 첨가에 따른 반죽특성 비교 실험을 위하여 대조구를 쇼트닝 4%(flour basis, (주)롯데삼강)로 하였고, 올리브유는 0%, 4%, 6%((주)오뚜기)로 하였다. 기타 재료로는 강력분 1등급 밀가루(대한제분), 설탕(대한제당), 생효모((주)제니코), 탈지분유(서울우유협동조합), L(+) ascorbic acid(Kanto Chemical Co., Inc., Tokyo, Japan)를 사용하였다.

Farinograph 측정

파리노그래프(M81044, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany) 측정은 AACC 방법(54-21)(12)으로 Table 1과 같이 AACC 10-10b(12) 배합율을 수정하여 물을 제외한 전 재료(대조구 쇼트닝 4%, 유지(올리브유) 무첨가, 올리브유 4%, 6%)를 혼합하여 300 g을 사용하고 믹싱 보울의 온도가 $30 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 로 유지하도록 하였다. 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500 ± 10 BU (Brabender units)에 도달 할 때까지 흡수량을 조절하였다. 파리노그램으로부터 반죽의 발전 시간(development time), 안정도(stability), 탄력도(elasticity), 약화도(weakness), 강력도(valorimeter value), 흡수율(water absorption)의 값을 3회 측정하여 그 평균값과 표준편차를 구하였다.

Amylograph 측정

아밀로그래프(ASG-6, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany) 측정은 AACC 방법(22-10)(12)으로 Table 1과 같이 AACC 10-10b(12)의 배합율을 수정하여 물을 제외한 전재료(대조구 쇼트닝 4%, 유지(올리브유) 무첨가, 올리브유 4%, 6%)를 혼합하여 65 g의 시료를 450 mL 증류수에 현탁시켜서 보울에 넣고 보울의 회전 속도를 75 rpm으로 조정했다. 현탁액은 1분간 1.5°C 의 비율로 30°C 에서 95°C 까지 가열시키면서 paste의 호화개시온도(gelatinization temperature), 최고 점도 시 온도(maximum viscosity temperature), 최고점도(maximum viscosity)의 값을 3회 측정하여 그 평균값과 표준편차를 구하였다.

Table 1. Wheat flour dough formulation

Ingredient	Flour basis (%)
Bread flour, 14 mb	100.0
Water	65.0
Yeast, compressed	3.0
Sucrose	6.0
Non-fat milk powder	3.0
Salt	2.0
Fat & oil, non emulsified	Variable
Ascorbic acid	30 ppm

Table 2. Farinographic characteristics of wheat flour with olive oil

Treatments	Development time (min)	Stability (min)	Elasticity (BU)	Weakness (BU)	V. V. ¹⁾	W. A. ²⁾ (%)
Shortening 4% (control)	$2.07 \pm 0.07^{a,3)}$	30.00 ± 0.00^a	159.33 ± 0.94^b	9.97 ± 0.12^c	62.33 ± 0.47^a	45.50 ± 0.41^c
Olive oil 0%	2.00 ± 0.00^a	30.00 ± 0.00^a	170.00 ± 0.82^a	10.07 ± 0.05^c	63.17 ± 0.24^a	50.40 ± 0.43^a
Olive oil 4%	1.47 ± 0.05^b	30.00 ± 0.00^a	149.67 ± 1.25^c	14.67 ± 0.47^b	60.00 ± 0.82^b	46.40 ± 0.43^b
Olive oil 6%	1.47 ± 0.05^b	30.00 ± 0.00^a	140.00 ± 0.82^d	24.67 ± 0.47^a	59.33 ± 0.47^b	45.30 ± 0.22^c

¹⁾Valorimeter value (units). ²⁾Water absorption. ³⁾Mean \pm S.D. based on 3 samples.

^{a-d)}Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Extensograph 측정

익스텐소그래프(EXEK/7, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany) 측정은 AACC 방법(54-10)(12)으로 Table 1과 같이 AACC 10-10b(12)의 배합율을 수정하여 물을 제외한 전재료(대조구 쇼트닝 4%, 유지(올리브유) 무첨가, 올리브유 4%, 6%)를 혼합하여 300 g을 사용하였고 물의 양은 파리노그래프 흡수량보다 2% 적게 하였다. 반죽이 끝난 다음 150 ± 0.1 g로 분할 한 후 라운더에서 20번 둥글리기하고 원통형으로 성형하여 30°C 항온조에서 45분간 방치하고 1차 측정이 끝난 후 다시 30°C 에서 45분간 방치하고 2차 측정을 하였다. 이와 같은 방법으로 45분, 90분, 135분까지 반복 측정을 실시하였다. 밀가루 반죽을 끊어질 때까지 늘려서 힘을 나타내는 면적(area), 신장도에 대한 저항도(resistance)는 5 cm높이(BU)로, 신장도(extensibility)는 커브의 전체 길이(mm)로, 그리고 저항비(R/E, proportional number)를 3회 반복 측정하여 계산한 평균값과 표준 편차를 구하였다.

반죽의 발효 팽창력 측정

반죽의 팽창력 측정은 Fujiyama(13) 방법을 약간 수정한 방법으로 하였다. 즉 Table 1과 같이 AACC 10-10b(12)의 배합율을 수정하여 유지(대조구 쇼트닝 4%, 유지(올리브유) 무첨가, 올리브유 4%, 6%)를 각각 첨가하여 직접법으로 제조한 반죽 100 g을 메스실린더에 넣어, 발효실(Fresh proofer, Daeyung Bakery Machinery Co., Ltd., Seoul, Korea) 온도 27°C , 상대습도 75%에서 0분에서 30분 간격으로 180분까지 발효에 의한 부피 변화 값을 3회 반복 측정하여 계산한 평균값과 표준편차를 구하였다.

통계 분석

통계 분석은 Statistical Analysis System(SAS)(14) 통계 package를 사용하여 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 각 시료간의 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준으로 던컨의 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하였다.

결과 및 고찰

Farinogram 특성

밀가루 반죽에 올리브유를 첨가한 farinogram 값은 Table 2와 같다. 대조구 반죽의 발전 시간은 2.07 ± 0.07 분이었으나, 올리브유 4%와 6% 시험구는 1.47 ± 0.05 분으로 발전 시간이 감소되었으며, 대조구와 비교하여 유의하였다. 안정도는 대조구와 시험구 모두 30.00 ± 0.00 분으로 유의하지 않았다. 탄력도는 대조구가 159.33 ± 0.94 BU이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 170.00 ± 0.82 BU로 증가하였으며, 올리브유 4%와 6% 첨가한 시험구는 각각 149.67 ± 1.25 BU, 140.00 ± 0.82 BU로 대조구에 비해 낮게 나타났다. 이는 가소성이 낮고, 표면장력이 있

Table 3. Amylographic characteristics of wheat flour with olive oil

Treatments	Gelatinization temperature (°C)	Maximum viscosity temperature (°C)	Maximum viscosity (BU)
Shortening 4% (control)	64.00 ± 0.00 ^{a,1)}	90.00 ± 0.82 ^{ab}	355.00 ± 4.08 ^b
Olive oil 0%	64.00 ± 0.00 ^a	89.17 ± 0.24 ^b	386.67 ± 2.36 ^a
Olive oil 4%	64.00 ± 0.00 ^a	90.33 ± 0.47 ^{ab}	333.33 ± 4.71 ^c
Olive oil 6%	64.00 ± 0.00 ^a	90.67 ± 0.47 ^a	296.67 ± 4.71 ^d

¹⁾Mean ± S.D. based on 3 samples.

^{a-d}Means with different superscripts in a column are significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 4. Extensographic characteristics of wheat flour with olive oil

Treatments	Time (min)	Area (cm ²)			Resistance (BU)			Extensibility (mm)			R/E ratio		
		45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90 135	
Shortening 4% (control)		101.4 ± 6.8 ^{bc,1)}	111.1 ± 6.9 ^a	95.9 ± 4.7 ^{ab}	857.3 ± 14.3 ^a	1,000<	1,000<	88.3 ± 0.5 ^c	88.3 ± 3.7 ^{ab}	83.0 ± 11.4 ^a	9.7 ± 0.1 ^a	-	-
Olive oil 0%		99.2 ± 4.0 ^e	105.4 ± 6.3 ^a	82.8 ± 7.3 ^b	752.3 ± 6.1 ^c	1,000<	1,000<	105.3 ± 1.2 ^b	95.0 ± 3.3 ^a	84.7 ± 3.7 ^a	7.1 ± 0.0 ^c	-	-
Olive oil 4%		110.1 ± 0.1 ^b	106.0 ± 6.2 ^a	98.0 ± 5.8 ^a	814.3 ± 18.2 ^b	1,000<	1,000<	111.3 ± 2.9 ^a	83.0 ± 4.1 ^b	75.7 ± 3.7 ^a	7.3 ± 0.3 ^{bc}	-	-
Olive oil 6%		122.3 ± 1.7 ^a	118.6 ± 1.5 ^a	109.5 ± 7.2 ^a	840.0 ± 16.3 ^{ab}	1,000<	1,000<	108.3 ± 0.5 ^{ab}	85.3 ± 1.2 ^b	80.0 ± 4.9 ^a	7.8 ± 0.2 ^b	-	-

¹⁾Mean ± S.D. based on 3 samples.

^{a-c}Means with different superscripts in a column are significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

는 올리브유(액체유)는 전분 글루텐구조와 결합력이 약하여 탄력도가 감소된 것으로 생각된다. 약화도는 대조구가 9.97±0.12 BU이었으나 유지를 첨가하지 않은 반죽은 10.07±0.05 BU, 올리브유 4%와 6%를 첨가한 시험구는 각각 14.67±0.47 BU, 24.67±0.47 BU로 액체유의 첨가량이 증가할수록 급격히 증가하는 경향이였다. 이는 용점이 높은 고체유지 보다 용점이 낮은 올리브유(액체유)가 더 얇게 기름막의 형태로 광범위 하게 골고루 분산될 수 있어 반죽 내의 전분, 글루텐의 결합구조를 약화시켜 나타나는 결과로 생각된다.

반죽 발전시간과 반죽에 대한 저항성에 기초를 둔 *valorimeter* 값은 대조구가 62.33±0.47이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 63.17±0.24로 대조구와 비교하여 증가하였으나, 올리브유 4%와 6%를 첨가한 시험구는 각각 60.00±0.82, 59.33±0.47로 액체유의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이였다. 반죽의 흡수율은 대조구가 45.50±0.41%이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 50.40±0.43%로 대조구와 비교하여 4.9% 증가하였으며, 올리브유 4%를 첨가한 시험구는 46.40±0.43%로 0.9% 증가한 반면에 6%를 첨가한 시험구는 45.30±0.22%로 대조구와 비교하여 유사하였다. 따라서 유지를 첨가하지 않은 반죽과 올리브유 4%를 첨가한 시험구는 대조구와 비교하여 유의적인 차이가 나타났으나, 6%를 첨가한 시험구는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Nakae(15)는 밀가루 반죽에 유지를 첨가하면 흡수율이 감소하고, Chung 등(16)은 *farinograph*에서 흡수율이 쇼트닝을 첨가하지 않은 반죽은 65.9%, 쇼트닝 3% 첨가 시에는 63.4%로 감소하였다고 하였는데, 이는 본 연구 결과와 일치하였다.

이상의 실험에서 유지를 첨가하지 않은 반죽은 대조구에 비하여 탄력도, 강력도 및 흡수시간이 증가한 반면에 올리브유를 첨가한 반죽은 발전시간, 탄력도, 약화도, 강력도가 감소되는 것을 알 수 있었다. 이는 표면 장력이 있고, 가소성이 없는 액체유(올리브유)를 첨가함으로써 반죽의 *lipid binding*이 약화되어 나타나는 결과라고 생각된다.

Amylogram 특성

밀가루 반죽에 올리브유를 첨가한 아밀로그래프 값은 Table 3 과 같다. 대조구 반죽과 올리브유를 첨가한 시험구 반죽의 호화개시온도는 64.00±0.00°C로 모두 동일하였으며, 유의하지 않았다. 최고 점도시 온도는 대조구가 90.00±0.82°C이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 89.17±0.24°C로 다소 낮아진 반면에 올리브유 4%와 6% 첨가한 시험구는 각각 90.33±0.47°C, 90.67±0.47°C로 대조구와 비교하여 다소 증가하였으며, 6% 시험구는 대조구와 비교하여 유의하였다. 최고점도는 대조구가 355.00±4.08 BU이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 386.67 ± 2.36 BU로 가장 높은 반면 올리브유 4%와 6% 첨가한 시험구는 각각 333.33±4.71 BU, 296.67±4.71 BU로 대조구와 비교하여 다소 감소하였으며, 각각의 시험구는 대조구와 비교하여 유의하였다. 이상의 실험에서 올리브유를 첨가한 반죽의 최고 점도 도달 시 온도는 상승하고, 최고 점도는 감소되는 것을 알 수 있었다. 이는 액체유(올리브유)의 용점이 쇼트닝 같은 고체 유지에 비해 낮고, 가소성이 낮기 때문에 반죽 속에 혼합된 액체 유지들은 전분 입자-글루텐 층의 표면이나 틈새에 고체 유지보다 결합력이 약하며, 또한 액체 유지들은 더 많은 전분 입자를 도포하여 전분의 호화를 방해하여 지연시키고 호화도를 낮추기 때문인 것으로 생각된다.

버터, 샐러드유와 같은 유지를 밀가루 반죽에 첨가하면 밀가루 글루텐 형성을 저해하며(17), Chung(18)은 쇼트닝과 올리브유를 밀가루 반죽에 첨가함으로써 *lipid binding*이 촉진되어 고온에서 호화된 전분과 결합되어 최고점도가 감소된다고 보고하였다. 본 연구에서도 올리브유의 첨가량이 증가함에 따라 최고 점도가 감소되었고 특히 올리브유 6% 첨가구에서 296.67 ± 4.71 BU로 가장 낮은 값을 나타내었다. 또한 Xu 등(19)은 쇼트닝 0%를 첨가한 밀가루 반죽의 최고 점도는 428 BU이었으나, 3%는 321 BU로 감소되었으며, 빵 크럼의 최고 점도가 0%는 319 BU이었으나, 3%는 309 BU로 감소되었다고 보고하였다. 이는 본 연구의 결과와 같은 경향이였다.

Extensogram 특성

밀가루 반죽에 올리브유를 첨가한 extensogram 값은 Table 4 와 같다. 대조구 반죽에서 밀가루의 힘을 나타내는 면적은 대조구가 45분, 90분, 135분에서 각각 $101.4 \pm 6.8 \text{ cm}^2$, $111.1 \pm 6.9 \text{ cm}^2$, $95.9 \pm 4.7 \text{ cm}^2$ 로 90분은 45분과 비교하여 면적이 증가하였으나, 135분에는 감소하였다. 유지를 첨가하지 않은 반죽은 대조구와 비교하여 전체적으로 면적이 감소하였으며, 측정 시간에 따라 증가 후 감소하는 경향이 일치하였고, 대조구와 비교하여 45분과 135분은 유의하였다. 그러나 올리브유 6%를 첨가한 시험구는 45분, 90분, 135분의 면적이 각각 $122.3 \pm 1.7 \text{ cm}^2$, $118.6 \pm 1.5 \text{ cm}^2$, $109.5 \pm 7.2 \text{ cm}^2$ 로 시간이 증가함에 따라 면적이 다소 감소하였으나, 이는 대조구와 비교하여 증가한 결과였다. 45분에서 면적은 대조구와 비교하여 올리브유 4%와 6%는 유의하였으나, 90분에서는 유의하지 않았다. 저항도는 대조구가 45분에서 $857.3 \pm 14.3 \text{ BU}$ 이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 $752.3 \pm 6.1 \text{ BU}$ 로 급격히 감소하였으며, 대조구와 비교하여 유의하였다. 또한 올리브유 4%와 6%를 첨가한 시험구는 각각 $814.3 \pm 18.2 \text{ BU}$, $840.0 \pm 16.3 \text{ BU}$ 로 대조구와 비교하여 감소하였으며, 유의하였다. 그러나 90분과 135분은 대조구와 시험구는 1,000 BU 이상으로 나타났다. 이는 본 연구에서 ascorbic acid를 30 ppm 첨가한 것이 시간이 지남에 따라 단백질의 -SH기를 산화시켜 강한 disulfide(S-S)기를 형성하여 저항도가 증가한 것으로 생각된다. 이는 첨가된 ascorbic acid가 반죽 속에서 초기에는 dehydroascorbic acid로 산화되었다가 이 물질이 글루텐의 산화제로 본격적으로 작용할 수 있는데 필요한 리드타임으로 판단된다. 본 실험에서 나타난 45분에서의 저항도는 대조구에 비해 감소하는 것으로 나타났다. Tsen(20)은 반죽에서의 산화제의 작용에 관한 연구에서 산화제 azodicarbonamide 20 ppm 이상 첨가 시 extensogram에서의 저항도 값이 1,000 BU 이상이었다고 보고하였는데 본 연구 결과도 반죽 내에서 산화제로 작용하는 ascorbic acid를 30 ppm 첨가시에도 동일한 결과를 나타내었다.

신장도는 대조구가 45분 90분, 135분에서 각각 $88.3 \pm 0.5 \text{ mm}$, $88.3 \pm 3.7 \text{ mm}$, $83.0 \pm 11.4 \text{ mm}$ 으로 135분에서 감소하였으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 45분에서 $105.3 \pm 1.2 \text{ mm}$ 이었고, 시간이 증가할수록 신장도는 감소하였으며, 45분은 대조구와 비교하여 유의하였다. 이는 반죽에 유지를 첨가하지 않으므로서 글루텐 결합이 강하여 반죽의 신장도가 증가한 것으로 생각된다. 올리브유 4%를 첨가한 시험구는 45분과 90분에서 각각 $111.3 \pm 2.9 \text{ mm}$, $83.0 \pm 4.1 \text{ mm}$, 올리브유 6%를 첨가한 시험구는 각각 $108.3 \pm 0.5 \text{ mm}$, $85.3 \pm 1.2 \text{ mm}$ 로 시간이 증가할수록 감소하는 경향이었으며, 45분에서는 높은 값을 나타내었으나, 90분에서는 낮은 값을 나타내었다. 또한 올리브유를 첨가시에는 대조구에 비해 높은 값을 나타내었으며, 대조구와 비교하여 유의하였다. 그러나 135분에서는 대조구와 모든 시험구는 유의하지 않았다.

한편 저항도를 신장도로 나눈 값인 저항비는 대조구가 45분에서 9.7 ± 0.1 이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 7.1 ± 0.0 , 올리브유를 4%와 6% 첨가한 시험구는 각각 7.3 ± 0.3 , 7.8 ± 0.2 로 대조구와 비교하여 감소하였으며, 유의하였다. 이상의 실험에서 올리브유를 첨가한 반죽은 45분, 올리브유 6% 첨가구가 면적과 신장도는 증가하고, 저항도와 저항비는 감소되는 것을 알 수 있었다. 이는 유지(올리브유) 6%를 첨가함으로써 액체유가 글루텐 형성을 저해하여 나타나는 결과라고 생각된다. Nakae(15)는 extensograph에서 유지 함량이 3-6% 일 때 최대의

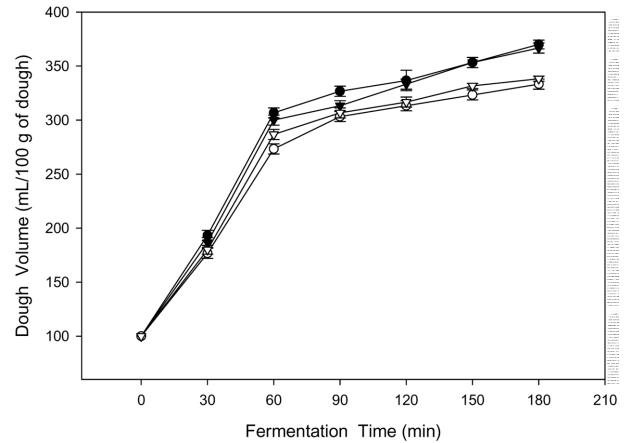


Fig. 1. Effect of olive oil on wheat flour dough volume with time. ●-●; Control, shortening 4%, ○-○; olive oil 0%, ▼-▼; olive oil 4%, ▽-▽; olive oil 6%. Mean \pm S.D. based on 3 samples.

부피를 나타내며, 면적은 90분보다 135분이 감소한다고 하였다. 또한 Hosney 등(21)은 밀가루 반죽은 시간이 증가함에 따라 저항도와 점성이 증가되며, 신장도는 감소한다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과와 일치하였다.

반죽의 발효 팽창력 특성

밀가루 반죽에 올리브유를 첨가한 반죽의 발효 팽창력 값은 Fig. 1과 같다. 대조구의 발효 시간 30분과 180분에서는 각각 $193.3 \pm 4.7 \text{ mL}$, $370.0 \pm 4.1 \text{ mL}$ 이었으나, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 각각 $176.7 \pm 4.7 \text{ mL}$, $333.3 \pm 4.7 \text{ mL}$ 로 대조구와 비교하여 팽창력이 낮았으며, 올리브유 4%를 첨가한 경우에는 각각 $186.7 \pm 4.7 \text{ mL}$, $366.7 \pm 4.7 \text{ mL}$ 로 대조구와 비교하여 낮은 값을 나타내었으나, 표준 편차 이내로 유사하였다. 올리브유 6%를 첨가한 경우에는 각각 $180.0 \pm 4.1 \text{ mL}$, $338.3 \pm 2.4 \text{ mL}$ 로 대조구보다 낮은 팽창력을 나타내었으나, 쇼트닝이나 올리브유를 첨가하지 않은 반죽과 비교해서 팽창력이 높게 나타났다. 이상의 실험에서 올리브유 4% 첨가 반죽은 쇼트닝 4%와 유사하게 나타났다. 또한 extensogram의 면적과는 경향이 다르게 나타났다. 이는 extensogram은 밀가루의 반죽을 끊어질 때 까지 늘어나는 힘을 나타내는 면적이고, 반죽의 발효 팽창력은 발효에 의해 발생하는 CO_2 가스의 포집력을 나타내는 것에 의한 차이로 발효시에는 이산화탄소가 유지 무 첨가구의 글루텐 막을 쉽게 통과하여 소실되나 유지 첨가시에는 유지가 글루텐 막의 표면에 코팅되어 hydrophobic한 상태의 유지 피막을 투과되지 못하여 반죽내에 포집되는 양이 많기 때문으로 생각된다.

Chung(18)은 반죽 혼합 중 글루텐 단백질은 지방질과 결합하여 신전성이 있는 반죽을 형성하여 팽창력에 도움을 주며, Junge 등(22)은 발효 시간 180분에서 쇼트닝을 첨가하지 않은 밀가루 반죽의 발효 높이는 75 mm이었으며, 쇼트닝 3% 첨가시는 76 mm로 증가되었다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다. Bell 등(23)은 쇼트닝 0.7% 첨가한 밀가루 반죽은 118 mm, 액체유는 110 mm, 유지를 첨가하지 않은 반죽은 107 mm의 팽창 높이를 나타내었다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 쇼트닝, 올리브유 및 유지를 첨가하지 않은 반죽의 결과와 일치하였다. 또한 Moore 등(24)은 밀가루 반죽은 오븐에서 굽기 시 초기 11분에 10.4×10^{-5} moles CO_2 분으로 손

실이 발생하는데, 쇼트닝 3%보다 0% 첨가 시에 증가하였다고 보고하였다. 이는 본 연구에서 유지를 첨가하지 않은 반죽의 팽창력이 낮아진 것은 CO₂ 가스 손실이 증가한 요인도 포함된다고 생각된다.

요 약

제빵에 주요 원료인 쇼트닝 대신 최근 기능성 식품으로 널리 알려지고 있는 올리브유를 대체 원료로 사용하여 건강에 좋은 제품을 제조하기 위해 그 첨가 비율을 달리 하면서 제빵 반죽의 물리적 특성인 파리노그램, 아밀로그래프 및 익스텐소그래프와 제빵 품질에 영향을 미치는 반죽의 발효 팽창력을 조사하였다. 파리노그램에서 올리브유 4%와 6%를 첨가한 반죽은 대조구(쇼트닝 4%)와 비교하여 발전 시간, 탄력도 및 강력도는 감소한 반면에 안정도와 흡수율은 유사하였다. 아밀로그래프에서 최고 점도는 감소하였으나, 호화개시온도와 최고점도시온도는 유사하였다. 익스텐소그래프에서 면적은 발효시간 45분에서 올리브유 6%를 첨가하였을 때는 대조구(쇼트닝 4%)와 비교하여 증가하였으나 다른 시험구는 유사하였다. 반죽의 발효 팽창력 특성은 올리브유 4%를 첨가한 경우에는 대조구와 비교하여 낮은 값을 나타내었으나, 표준 편차 이내로 유사하였다. 올리브유 6%는 대조구보다 낮은 팽창력을 나타내었으며, 유지를 첨가하지 않은 반죽과 비교해서 팽창력이 높게 나타났다.

문 헌

1. The Korean Society of Food and Nutrition. Dictionary of Food and Nutrition. Korea Dictionary Research Publishing, Seoul, Korea. pp. 745-746 (1998)
2. El-Agaimy MA, Neff WE, El-Sayed M, Awatif II. Effect of saline irrigation water on olive oil composition. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71: 1287-1289 (1994)
3. Triebold HO, Aurand LW. Food Composition and Analysis. D. Van Nostrand Co. Inc., New York, NY, USA. pp. 111-119 (1963)
4. Shahidi F, Wanasumudara PD. Phenolic antioxidants. *Rev. Food Sci. Nutr.* 32: 67-103 (1992)
5. Cinquanta L, Esti M, Di Matteo M. Oxidative stability of virgin olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 78: 1197-1202 (2001)
6. Zamora R, Alba V, Hidalgo FJ. Use of high-resolution ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy for the screening of virgin olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 78: 89-94 (2001)
7. Kim KK. Studies on the development of low-fat sausage containing olive oil, corn oil, soybean oil, and sunflower oil. Graduate

- School of Agricultural Livestock, MS thesis, Konkuk University, Seoul, Korea (2001)
8. Kim HW, Bae SK, Yi HS. Research on the quality properties of olive oils available in Korea. *Korean J. Food Technol.* 35: 1064-1071 (2003)
9. Zamora R, Navarro JL, Hidalgo FJ. Identification and classification of olive oils by high-resolution ¹³C nuclear magnetic resonance. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71: 361-364 (1994)
10. Giovacchino LD, Solinas M, Miccoli M. Effect of extraction systems on the quality of virgin olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71: 1189-1194 (1994)
11. Bianchi G, Tava A, Vlahov G, Pozzi N. Chemical structure of long-chain esters from "Sansa" olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71: 365-369 (1994)
12. AACC. Approved methods of the AACC. Method 10-10b, 22-10,54-21. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA (1991)
13. Fujiyama Y. Method of Experiment. Japan International Baking School, Tokyo, Japan. pp. 3-57 (1981)
14. SAS Institute, Inc. SAA User's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
15. Nakae K. Baking Chemistry. Pan News Co., Ltd., Tokyo, Japan pp. 95-107 (1983)
16. Chung OK, Shogren MD, Pomeranz Y, Finney KF. Defatted and reconstituted wheat flour. II. The effects of 0-12% shortening (flour basis) in bread making. *Cereal Chem.* 58: 69-73 (1981)
17. Joo HK, Cho NJ, Park MW, Shin DH. The Ingredients of Baking Science and Technology. Kwangmoonkag Co., Ltd., Seoul, Korea pp. 39-40 (1999)
18. 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)
19. Xu A, Chung OK, Ponte JG Jr. Bread crumb amylograph studies. I. Effects of storage time, shortening, flour lipids, and surfactants. *Cereal Chem.* 69: 495-501 (1992)
20. Tsen CC. The reaction mechanism of azodicarbonamide in dough. *Cereal Chem.*, 40: 638-646 (1963)
21. Hosney RC, Hsu KH, Junge RC. A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. *Cereal Chem.* 56: 141-152 (1979)
22. Junge RC, Hosney RC, Varriano-Marston E. Effect of surfactants on air incorporation in dough and the crumb grain of bread. *Cereal Chem.* 58: 338-342 (1981)
23. Bell BM, Daniels DGH, Fisher N. Vacuum expansion of mechanically developed doughs at proof temperature: Effect of shortening. *Cereal Chem.* 58: 182-186 (1981)
24. Moore WR, Hosney RC. Influence of shortening and surfactants on retention of carbon dioxide in bread dough. *Cereal Chem* 63: 67-70 (1986)

(2004년 6월 30일 접수; 2004년 8월 27일 채택)