

제빵용 지방 대체제 개발

윤성준¹ · 조남지¹ · 정윤화^{2*}

¹혜전대학 호텔제과제빵과, ²단국대학교 식품영양학과

Development of a Carbohydrate-based Fat Replacement for Use in Bread Making

Seongjun Yoon¹, Namji Jo¹ and Yoonhwa Jeong^{2*}

¹Dept. of Baking Technology, Hyejeon College, Chungnam 350-702, Korea

²Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Yongin 448-701, Korea

Abstract

This study was conducted to develop carbohydrate-based fat replacement for use in the preparation of non-(trans) fatty acid and low-caloric bread. Characteristics such as leavening height of batter, pH, titratable acidity, specific volume, sensory evaluation, shelf life and texture change of bread made using 11 types of carbohydrate-based fat replacements were measured. The 11 carbohydrate-based fat replacers (No. 1~11) were prepared using maltodextrin as a base, and different ratios of calcium sulfate, ascorbic acid, sodium stearoyl lactylate and methyl cellulose. The pH was lowered and the total titratable acidity was increased after four hours of fermentation in the control and the samples of dough that contained the fat replacement. In addition, the leavening height of the control was 5.0 cm (maximum) after two hours of fermentation and 4.6 cm after four hours of fermentation, which was similar to the heights observed when No.9~11 were evaluated. When the specific volume of the bread was evaluated, the 3% of fat replacement No. 10 produced the best results. When taste was evaluated, there was no significant difference between the control and the bread produced using 1% No. 10, however, there was a significant difference between the control and all samples that contained 2% or more of the fat replacement. Furthermore, the addition of a greater concentration of the fat replacer resulted in a greater moisture. However, there were no significant differences in the color of the control and any of the samples. Additionally, measurement of the firmness of the bread during four days of storage at 25°C revealed that it decreased as the concentration of fat replacer increased. In addition, the sample that contained 3% of sample No. 10 showed a firmness of 18 kgf after three days of storage, while the control showed a firmness of 18 kg after two days, which indicates that the degradation of the bread that contained the fat replacer was delayed by one day. The bread made using fat replacers was found to have a better taste, flavor, color, texture and firmness than the control, and the best results were observed in response to the addition of 3% of replacement No. 10. The results of this study will be useful in the production of non-(trans) fatty acid, low caloric bread.

Key words : Bread, fat, fat replacer, non-trans fat, low calorie.

서 론

최근 우리나라의 소득 수준이 선진국 수준으로 진입하면서 식생활의 서구화로 간편식 위주의 가공식품 및 패스트푸드의 섭취가 증가하고 있으며, 이러한 결과로 비만 및 성인병이 사회문제로 대두되고 있다. 이에 따라 일부 소비자들은 가공식품 특히 junk food의 섭취를 자제하고 웰빙푸드(well-being food)같은 건강 지향적이고 자연친화적인 제품을 섭취하려고 노력하고 있다. 빵은 식생활의 서구화와 함께 한국인의 주식으로 자리 잡아가고 있으며, 그 소비량은 젊은 세대

를 중심으로 끊임없이 증가하고 있는 추세이다(대한제과협회 2005). 빵은 밀가루를 주원료로 하여 식염, 물 및 이스트가 주원료로 사용되며 빵의 식감과 품질을 개선하기 위해 부원료로 설탕, 지방, 유제품 및 품질 개량제 등이 첨가된다(김과조 1999). 이 중 지방은 제빵에 있어서 빵을 부드럽게 하고 체적을 늘리는데 필수적인 성분이며, 제빵 공정 중 상당한 양이 사용된다. 제빵에 사용하는 지방은 일반적으로 버터를 사용하지만 버터의 대용품으로 동·식물성 지방에 수소를 첨가하여 만든 반고체 지방들이 쇼트닝(shortening)이라는 이름으로 오래전부터 사용되고 있다. 이와 같이 쇼트닝으로 사용되는 지방은 빵의 종류에 따라 다르지만 일반적으로 빵의 중량당 2~15% 정도 사용되며(김동훈 1998), 전체 빵 칼로리의 15~30%를 차지한다(한국영양학회 2000). 한편, 영양적으

* Corresponding author : Yoonhwa Jeong, Tel : +82-31-8005-3176, Fax : +82-31-8005-4054, E-mail : yjeong@dankook.ac.kr

로 과다한 지방 섭취는 각종 심장 및 순환기 질환들에 의한 사망률과 관련성이 큰 것으로 알려져 왔다. 제빵에 사용되는 지방은 동식물성 지방의 이중 결합에 수소를 첨가하여 지방산을 단일 결합으로 만드는 경화공정을 통하여 만들어질 때 지방산의 시스(*cis*)구조가 트랜스(*trans*)구조로 변하면서 트랜스 지방이 형성되며, 트랜스 지방산의 과량 섭취가 단일불포화 지방산이나 다불포화 지방산에 비하여 LDL 콜레스테롤 농도를 증가시키는 것으로 보고되었다(Morogado *et al* 1999). 미국 FDA에서는 2003년 6월에 법 제정을 통하여 모든 가공식품에 트랜스 지방 함량을 2006년 1월부터 표기하였으며, 우리나라는 2007년 10월부터 영양성분표기대상 식품일 경우 트랜스 지방의 표기 사항을 영양소 기준치에 대한 비율(%)로 표기하도록 하여 소비자가 제품을 선택할 때 참고하도록 하고 있다(식품의약품안전청 2007). 따라서 유지업계에서는 트랜스 지방을 줄이고자 효소적 분자치환법(enzymatic interesterification technology)으로 트랜스 지방이 적게 함유된 제빵용 지방을 개발하여 일부 빵 제품에 사용하고 있으며, 이러한 결과로 2005년에 비하여 2008년에는 트랜스 지방이 많이 줄어들고 있다. 하지만, 비만을 유발할 수 있는 포화 지방은 늘어나 건강에 좋지 않은 것으로 알려져 있다(식품의약품안전청, 2008). 또한, 포화 지방은 동맥경화나 고혈압을 유발할 수 있어 빵에서 지방을 제거하는 것이 포화 지방이나 트랜스 지방으로부터 안전하다. 빵에서 지방을 사용하지 않으면 빵에서 지방을 사용한 중량만큼의 칼로리가 감소하는 효과를 얻을 수 있어 비만을 예방하여 건강에 이롭다. 하지만 빵에 지방을 제거하면 빵의 식감과 품질이 개선되지 않아 빵의 품질과 식감을 개선하기 위해서는 지방의 역할을 대신할 수 있는 지방 대체제가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 웰빙(Well-being)시대에 맞추어 제빵에 유지나 지방을 전혀 사용하지 않고도 지방을 사용한 것과 같은 효과를 낼 수 있고 기존의 빵보다 칼로리가 낮고, 트랜스 지방과 포화 지방이 함유되지 않아 건강에 유익하고, 품질이 우수한 빵을 제조할 수 있는 지방 대체제를 개발하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

1. 실험 재료

밀가루는 대한제분(주)에서 생산된 제빵용 밀가루(강력1급)를 사용하였으며, 밀가루의 일반 성분은 수분 13.1%, 단백질 12.4%(N×5.7), 회분 0.30%이었다. 설탕은 제일제당 정백당(당도 99.7%)을, 식염은 한주소금(순도 98.0%)을, 효모는 제일유니버설의 생효모를, 쇼트닝은 롯데삼강의 삼강 쇼트닝을, 제빵 개량제는 굿투비텍(안성, 경기도)의 제빵 개량제를 사용하였다.

2. 지방 대체제

제빵용 지방 대체제를 만들기 위해 벌크제로서 탄수화물로 된 말토덱스트린(malto dextrin) 50~100%, 감자가루 30~100%를 사용하였으며, 반죽의 산화를 촉진하기 위하여 황산칼슘(calcium sulfate) 1~2%를, 반죽 내 글루텐 매트릭스를 강화하기 위해 아스코르브산(ascorbic acid) 0.2~0.4%를, 반죽 강화제로 메틸셀룰로오스(methyl cellulose) 3%와 스테아릴젖산나트륨(sodium stearyl lactylate) 10%를, 또한, 반죽 내 성분 간의 결합을 제공하는 중간체 형성을 위해 프로티아제(protease) 0.5~1.0%, 리파제(lipase) 0.5~1.0%와 아밀라제(amylase) 0.5~1.0%를 혼합하여 100% 분말 11개의 조합을 만들어 밀가루 기준으로 지방 대체제를 1%~4% 수준으로 배합하였다(Table 1).

3. 제빵 방법

제빵 시험은 AACC 10-10A 방법(AACC 1962)을 조금 변형한 직접 반죽법(Fig. 1)을 사용하였으며, 반죽의 배합은 constant dough weight법으로 하였다(Table 1).

제조 공정은 호바트 믹서(D-300, Hobart, USA)를 이용하여 계량된 원료를 한 번에 볼(bowl)에 넣고 최종 반죽 온도가 26°C가 되도록 혼합하였다. 1차 발효는 27°C, 상대 습도 75%의 발효기(마포공업사, 서울)에서 90분 동안 실시하였으며, 발효하는 동안에 가스 빼기(punch)는 실시하지 않았다. 1차 발효가 끝난 반죽은 150 g으로 분할하여 둥글리기를 한 후 10분간 중간 발효를 시켰다. 중간 발효가 끝난 후, 밀대를 사용하여 가스빼기를 하고 반죽을 원통형으로 성형하여 빵 틀에 3개씩(150 g × 3) 넣고 2차 발효는 37°C, 상대 습도 85%의 발효기에서 40분간 실시하여 식빵 틀에 상단 1 cm 높이로 반죽이 팽창할 때까지 실시하였다. 2차 발효가 끝난 반죽은 190~200°C의 오븐(Darang, Sweden)에서 25분간 구운 후 빵의 내부 온도가 35°C로 될 때까지 냉각시켜 폴리에틸렌 수지로 포장한 후 25°C에서 저장하였다.

4. 반죽의 발효 팽창력 측정

반죽의 발효 팽창력을 측정하기 위하여 반죽 100 g을 취해 AACC 22-14 방법(AACC 1962)에 따라 발효 팽창관에 넣고 1시간마다 발효 팽창력을 측정하여 팽창된 높이를 cm로 나타내었다.

5. pH 측정

AACC 02-52 방법(AACC 1962)에 따라 걸쭉질을 제거한 빵의 속살 15 g을 250 mL 비커에 100 mL 증류수와 함께 넣어 균일하게 섞고 25°C에서 방치한 후 pH미터(Beckmann, Germany)로 측정하였다.

을 사용하여 최대 힘을 10 kgf 로 하고, table speed는 30 mm/min, chart speed는 120 mm/min, 시료 측정 높이는 10 mm, 측정 깊이는 7.5 mm로 하였으며, probe No. 14를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 지방 대체제에 따른 발효 팽창성 비교

제빵에서 지방을 대체하기에 적합한 지방 대체제의 조성을 검토하기 위해 지방 대체제 11개 시험구(Table 1)를 지방 대신 각각의 배합에 첨가하여 반죽한 후 발효 4시간 동안 반죽의 팽창 높이를 1시간 단위로 측정하였으며, 결과는 Table 3과 같다. 대조구의 제빵 배합 비는 Table 2와 같이 쇼트닝을 8% 사용하였으며, 시험구는 쇼트닝 대신 지방 대체제를 4% 비율로 사용하였다.

반죽 부피 팽창도는 대조구에서 발효 시간이 경과함에 따라 반죽의 높이가 2시간 경과에 5 cm로 최대를 나타내다가 4시간 발효에는 반죽의 높이가 약간 감소하여 4.6 cm를 나타내었다. 말토덱스트린과 감자전분을 함유한 시험구는 원래 반죽의 높이보다 2시간 경과에 약 2.5 cm가 팽창되었으며, 말토덱스트린을 함유한 시험구(No. 1)는 감자 전분을 함유한 시험구(No.2)보다 발효 시간이 경과되면서 발효 팽창 높이가 증가되어 지방 대체제에 대한 벌크제로서 효과가 약간 더 우수한 결과를 나타내었다.

아스코르브산을 포함하는 시험구(No. 4)의 팽창 높이가 아스코르브산을 포함하지 않은 시험구보다 더 증가한 이유는 아스코르브산의 산화 작용으로 인한 효과로 추측되며, 이러한 결과는 아스코르브산의 첨가량을 증가시킴에 따라 발효 부피가 증가하였다는 보고와 유사하였다(조와 김 1989). 한편, 메틸셀룰로오스와 스테아릴젓산나트륨 등과 같은 반죽 강화제를 첨가한 시험구(No. 5, No. 6)의 반죽 발효 팽창성은

Table 2. Baking formula (%)

Ingredients	Control	Test			
		1%	2%	3%	4%
Flour	100.0	99.0	98.0	97.0	96.0
Tap water	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0
Yeast	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Salt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sugar	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Shortening	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fat-replacer	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0
Bread improvers	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 3. The leavening heights of the doughs with fat replacers used during 4 hours fermentation (cm)

Group	Time(hr)				
	0	1	2	3	4
Control	1.0	3.9	5.0	4.8	4.6
1	1.0	2.2	2.3	2.3	2.1
2	1.0	2.3	2.6	2.8	2.4
3	1.0	2.3	2.7	2.7	2.5
4	1.0	2.9	3.3	3.5	3.5
5	1.0	3.0	3.5	3.8	3.5
6	1.0	3.5	3.9	3.9	3.9
7	1.0	3.6	4.0	4.1	4.0
8	1.0	3.6	4.2	4.2	4.2
9	1.0	3.9	5.2	5.2	5.0
10	1.0	4.0	5.2	5.2	5.0
11	1.0	4.2	5.2	5.1	5.0

첨가하지 않은 시험구들보다 약간 더 증가하였으며, No. 5 시험구에 스테아릴젓산나트륨을 첨가할 경우(No.6)와 No. 6 시험구에 황산칼슘을 첨가할 경우(No. 7)에도 발효 팽창성이 더욱 좋아지는 것으로 나타났다. 특히 스테아릴젓산나트륨은 반죽 강화 효과가 커서 발효 시간이 2시간 이상 경과하여도 이산화탄소의 가스 유출이 적은 것으로 나타났다.

그러나 지금까지 언급된 원료들은 지방 대체제로 하여 조직감 향상이나 부피감 향상을 위하여 사용하기에는 대조구에 비하여 윤택 작용이 불충분한 것으로 나타났다. 이러한 윤택 작용은 발효 초기 반죽의 연속상 단백질 매트릭스에 기포, 전분 알갱이와 극성 지방이 분포되어 반죽이 발효되어감에 따라 단백질 구조는 거품과 같은 구조로 변화되고, 기포(gas cell)는 계면 활성 물질로 구성된 지방 박막 층에 의하여 쌓여져 안정화 된다(Gan *et al* 1995). 이러한 효과는 프로티아제의 효소 작용에 의하여 더욱 촉진된 것으로 추정된다(No. 8). 한편, 위의 조성에 효소들 특히 리파제(lipase) 및 아밀라제(amylase)를 첨가한 경우 반죽의 윤택성이 크게 증가하여 지방을 첨가한 대조구보다 모든 발효 시간에서 발효 팽창도가 더 크기 때문에 지방 대체제로 충분한 역할을 수행할 수 있음을 시사하였다(No. 10 & 11). 이러한 기능은 전분과 결합되어 있지 않은 밀가루에 내재된 지방을 리파제와 같은 효소가 분해하여 레시틴과 같은 인지질과 디갈락토 디글리세라이드와 같은 당지질을 만들고 이들 극성지방들이 탄수화물과 비극성지방 또는 단백질과 비극성지방을 연결하는 중간 화합물로 존재하여 반죽의 모든 성분들을 연결하였기 때문이라고 여겨진다. 반죽에 지방을 첨가하지 않아도 리파

제 효소에 의한 극성지방 형성 때문에 반죽이 안정화되어 빵의 부피가 증가되고 빵의 노화가 지연되며 노화 지연은 아밀라제 효소 첨가에 의하여 더욱 촉진되는 것으로 보인다(MacRichte F 1977).

이상의 실험 결과로부터 지방 대체를 위한 특성을 갖기 위해서는 지금까지 알려진 한두 가지 원료의 조합으로는 안되며 반죽의 벌크제로 말토덱스트린 및 감자전분이 필요하며, 발효 팽창성 증대 및 반죽 내 가스 유지를 위하여 황산칼슘, 아스코르브산, 스테아릴젯산나트륨 및 메틸셀로오스 등의 일정비율에 의한 조합이 필요한 것으로 나타났다.

2. 지방 대체제에 따른 pH와 총 산도 비교

11개 시험구의 지방 대체제는 그 조성에 따라 pH 및 총산도에서 대조구와 약간의 차이를 보였다(Table 4, Table 5). 이스트의 활성을 촉진시키기 위하여 첨가된 황산칼슘을 함유한 시험구는 함유하지 않은 시험구에 비하여 pH가 더 저하되었으며, 총산도는 더 많이 증가였다. 또한, 이러한 효과는 아밀라제를 첨가한 시험구(No. 10, Table 1)에서도 유사한 패턴을 보여 발효 촉진에 황산칼슘과 아밀라제의 첨가때문이라고 생각된다. 한편, 황산칼슘과 아밀라제를 2배 첨가한 11번 시험구에서의 pH 및 총 산도 변화는 10번 시험구와 큰 차이를 보이지 않았다.

3. 지방 대체제를 첨가한 빵의 비용적 비교

반죽의 발효 팽창성 실험 및 pH와 총 산도 실험을 통하여

Table 4. pH of the breads with fat replacers used during 4 hours fermentation

Group no.	Fermentation time				
	0 hr	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr
Control	6.05	5.99	5.53	5.31	5.02
1	6.03	5.96	5.50	5.27	4.98
2	6.03	5.96	5.50	5.27	4.98
3	6.03	5.96	5.50	5.27	4.98
4	6.03	5.96	5.50	5.27	4.98
5	6.03	5.96	5.50	5.27	4.98
6	6.03	5.96	5.50	5.27	4.98
7	6.03	5.60	5.43	5.19	4.43
8	6.03	5.60	5.43	5.19	4.43
9	6.03	5.60	5.43	5.19	4.43
10	6.03	5.55	5.40	5.10	4.40
11	6.03	5.54	5.40	5.08	4.40

Table 5. Total titratable acidity of the breads with fat replacers used during 4 hours fermentation

Group no.	Fermentation time				
	0 hr	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr
Control	3.0	4.1	5.3	6.8	8.8
1	3.0	4.3	5.7	7.0	9.2
2	3.0	4.3	5.7	7.0	9.2
3	3.0	4.3	5.7	7.0	9.2
4	3.0	4.3	5.7	7.0	9.2
5	3.0	4.3	5.7	7.0	9.2
6	3.0	4.3	5.7	7.0	9.2
7	3.0	4.5	5.9	8.1	11.3
8	3.0	4.5	5.9	8.1	11.3
9	3.0	4.5	5.9	8.1	11.3
10	3.0	4.6	6.3	8.9	11.5
11	3.0	4.6	6.3	8.9	11.5

지방 대체제의 최적 비율로 No. 10을 확정된 후, 지방을 첨가한 대조구와의 지방 대체제를 밀가루 100%를 기준으로, 1%, 2%, 3% 및 4%를 첨가하면서 구워진 빵의 비용적을 조사하였다. 대조구의 비용적은 4.32 cc/g으로 지방 대체제의 첨가량 2% 시험구와 비용적이 비슷하였고, 2% 이상으로 지방 대체제의 첨가량을 증가 시킬수록 제품의 비용적은 대조구에 비해 증가하였으나(Table 6), 4% 첨가구는 3% 첨가구와 같은 비용적을 나타내어 부피가 더 이상 증가되지 않았으나, 3% 첨가구에서는 비용적이 대조구에 비하여 14% 증가하여 지방 대체제의 적정 첨가량은 3% 수준이었다. 지방 대체제에 의한 부피 증가 효과는 반죽의 율활 작용과 oven spring에 의한 효과로서 오븐 안에서는 제품의 내부 온도가 50℃가 도달하기 전까지 알파아밀라아제 효모 활성이 가속화되어 많은 양의 이산화탄소를 생성하여 반죽이 부풀고 제품의 체적

Table 6. Specific volume of the breads with fat replacers used during cooling at 25℃

Bread	Specific volume(cc/g)
Control	4.32
1%	3.60
2%	4.20
3%	4.96
4%	4.90

을 크게 하는 원인(oven rise)으로 작용한 것으로 추정된다(EJ 1979). 본 연구에서 사용한 지방 대체제의 경우 반죽의 물리, 화학적 조건을 oven spring에 더 적합하도록 반죽 강화제(산화제)를 첨가한 것과 많은 관련성을 갖는다. 이러한 경향은 산화제 특히 브롬산칼륨을 첨가할 때 break와 shred 및 부피의 증가를 보인다는 Finny KF(1984)의 연구 결과와 유사하였다.

4. 지방 대체제를 첨가한 빵의 관능 평가

지방 대체제의 첨가량에 따른 빵의 관능 검사 결과는 Table 7과 같다. 맛에 있어서 지방 대체제 1% 첨가구는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 2% 이상 첨가구는 유의적인 차이를 나타냈다. 풍미 또한 지방 대체제의 2% 이상 첨가구는 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 대조구와 시험구의 맛과 풍미에 대한 표현은 대조구에 비하여 시험구의 맛이 ‘담백하다’로 표시하여 지방 첨가 제품과 비첨가 제품을 정확하게 구별하였다. 한편, 텍스처에서 지방 대체제의 첨가량이 높을수록 조직이 촉촉하게 느껴지기 때문에 대조구보다 높은 값을 보였으나, 통계적 유의성은 없었다. 색깔 역시 지방 대체제 첨가에 따른 유의적인 차이는 없었다. 전체적으로 지방 대체제를 첨가한 빵이 맛, 풍미, 색깔 그리고 텍스처에서 대조구보다 높은 평가를 나타내었으며, 실제 제빵에 이용할 경우 지방 대체제 3% 이상이 적절한 것으로 판단되었다.

5. 지방 대체제를 첨가한 빵의 경도 변화

빵을 25℃에서 4일간 보관하면서 경도를 측정된 결과는 Table 8과 같다. 빵의 경도는 대조구의 경우 1일 경과한 후 경도가 8에서 14로 경도 차이가 6으로 나타났으며, 1% 시험구는 경도가 7에서 13으로 대조구와 같은 6의 경도 차이를 보여 차이가 나지 않았다. 하지만 2% 시험구는 경도 차이가 5.5를 나타내었으며, 3% 시험구는 경도 차이가 4.7을 나타내

Table 7. Sensory evaluation of the breads with No. 10 fat replacer used

Bread	Taste ¹⁾	Flavor ¹⁾	Texture ¹⁾	Color ¹⁾
Control	3.3±0.33 ^b	3.1±0.57 ^b	3.3±0.48 ^b	3.2±0.22 ^b
1 % ²⁾	3.3±0.23 ^{ab}	3.2±0.74 ^b	3.4±0.52 ^b	3.2±0.43 ^b
2 % ²⁾	3.4±0.43 ^a	3.5±0.11 ^a	3.8±0.53 ^{ab}	3.3±0.48 ^b
3 % ²⁾	3.5±0.67 ^a	3.5±0.67 ^a	3.8±0.79 ^{ab}	3.3±0.53 ^{ab}
4 % ²⁾	3.5±0.57 ^a	3.5±0.17 ^a	3.8±0.39 ^{ab}	3.3±0.33 ^{ab}

¹⁾ Score from 5=very good to 1= very poor; ^{a-c} : Same letters in the same row are not significantly different at 5% level.

²⁾ The addition level of fat replacers.

³⁾ Values are mean±SD.

Table 8. Firmness of the bread with No.10 fat replacer used (unit : kgf)

Bread	Storage time(days)				
	0	1	2	3	4
Control	8.0	14.0	18.0	22.6	24.5
1 %	7.0	13.0	17.0	21.0	23.0
2 %	6.5	12.0	16.0	20.0	22.0
3 %	6.5	11.2	16.0	18.0	20.0
4 %	6.0	11.0	15.1	18.1	18.9

었고, 4% 시험구는 경도 차이가 5를 나타내어 지방 대체제 3% 시험구가 1일 경과 후 가장 낮은 경도 변화를 보였다. 또한, 3% 시험구는 대조구에 비해 2일째 경도 18을 나타낸 것에 비하여 3일째 경도 18을 나타내어 빵의 노화가 1일 정도 지연되었다. 한편, 지방 대체제의 함량을 증가시킬수록 빵의 경도는 감소하는 경향을 나타내었는데, 이것은 빵의 노화를 지연시키는 물질로 스테아릴젖산나트륨과 아밀라제의 함량이 증가되어 빵의 수분 함량이 증가하고 전분이 더 많이 분해되어 텍스처와 같은 고흡수성 물질이 형성되기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 경향은 빵의 경도는 빵 내부의 수분 함량이 많을수록 감소한다는 보고(Betchel & Meisner 1954)와 빵의 수분 함량이 높을수록 그리고 빵의 비용적이 증가할수록 빵의 경도는 감소한다는 보고(Maleci & Mattern 1979)와 유사한 결과를 보였다. 이러한 실험 결과로부터 지방이 빵에서 제거되어 나타나는 현상인 빵의 단단함은 지방 대체제에 의하여 해결될 수 있음을 나타내었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 제빵 시 지방을 넣지 않고도 지방의 역할을 대체할 수 있는 제빵용 지방 대체제를 개발하여 무지방 저열량의 빵을 만들고자 하였다. 지방 대체제 11개 시험구를 이용한 반죽의 발효 팽창력, pH 측정, 적정 산도 측정을 비교하여 Table 1의 No. 10을 가장 좋은 지방 대체제로 설정하고 적정 사용량을 알아보기 위해 비용적 측정, 빵의 관능검사와 경도 변화에 의한 노화 속도를 비교하여 보았다.

지방 대체제의 조성을 검토하기 위하여 11개 시험구를 지방 대신 각각의 배합에 첨가하여 반죽의 pH 및 총 산도의 영향을 측정된 결과, 황산칼슘을 함유한 시험구와 함유하지 않은 시험구는 1시간 경과 후, pH가 0.36 저하되었고, 아밀라제를 첨가한 시험구는 황산칼슘을 넣은 시험구보다 pH가 0.05 저하되었다. 총산도는 황산칼슘을 넣은 시험구와 아밀라제를 넣은 시험구가 1시간 경과 후, 다른 시험구보다 총산

도는 0.1~0.2 정도 더 많이 증가하여 유사한 패턴을 보여 발효 촉진에 효과가 있음을 나타내었다. 또한, 말토덱스트린을 함유한 시험구가 감자 전분을 함유한 시험구보다 발효 시간이 경과되면서 발효 팽창 높이가 0.3 cm 증가되어 말토덱스트린이 감자가루보다 약간 더 우수하였다. 또한, 지방 대체제로 말토덱스트린이나 감자가루를 단독으로 사용했을 때는 지방이 첨가된 반죽과 같은 조직감, 탄력성 및 기공 분포를 이루지 못했다. 그러나 두 물질을 일정 비율로 함께 사용했을 때는 지방이 주는 반죽의 조직감 및 탄력성과 비슷하였다. 한편, 메틸셀룰로오스와 스테아릴젯산나트륨과 같은 반죽강화제를 첨가한 시험구의 발효 팽창성은 1시간 경과 후부터 첨가하지 않은 시험구들보다 약 0.5cm 정도 증가하였으며, 리파제와 아밀라제를 첨가한 경우 반죽의 윤택성이 증가하여 발효팽창도가 1시간 경과 후부터 첨가하지 않은 시험구보다 0.3~0.8cm 정도 더 팽창하였다. 제빵용 지방 대체제(No.10) 3% 시험구에서는 비용적이 대조구에 비하여 14% 증가하여 적정 첨가량은 3% 수준이었다. 지방 대체제를 첨가한 빵의 관능 평가 결과를 보면 맛에 있어서 2% 이상 시험구에서는 대조구와 유의적인 차이를 나타내었으며, 향미도 유사한 경향을 나타내었다. 지방 대체제(No. 10)를 첨가한 빵의 경도는 실험 당일 대조구는 경도 8을 나타내었으며, 1% 시험구는 1이 낮은 경도 7 kgf을 나타내었다. 2%와 3% 시험구는 경도가 6.5 kgf로 대조구보다 낮게 나타났으며, 4% 시험구에서는 대조구보다 2가 낮은 경도 6 kgf로 첨가량이 많을수록 경도는 낮아지는 경향을 보였다. 한편, 3% 시험구는 대조구가 2일째에 경도 18 kgf을 나타낸 것에 비해 3일째에 경도 18 kgf을 나타내어 빵의 노화가 1일 정도 지연되는 것으로 나타났다. 지방 대체제(No. 10)를 첨가한 빵과 지방을 첨가한 빵의 칼로리를 비교(한국영양학회 2000)해 보면, 빵 100 g을 기준으로 대조구는 약 365 cal, 지방 대체제 3% 시험구는 약 306 cal로 대조구에 비해 칼로리가 약 16% 낮은 것으로 나타나 지방 대체제를 첨가한 시험구가 칼로리 절감에 효과가 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터 지방 대체제(No. 10, 3%)는 대조구에 비하여 반죽의 부피 팽창도를 증가시키고 반죽의 윤택성을 증가시키며 빵의 경도를 지연시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 건강적 측면에서도 무(無)트랜스 지방, 저(低)열량의 건강지향적인 빵을 만들 수 있었다.

문 헌

- 김동훈 (1998) 식품화학. 탐구당, 서울.
- 김성곤, 조남지 (1999) 제과제빵과학. 비엔씨월드, 서울.
- 대한제과협회 (2005) 월간베이커리. 450: 39. 서울.
- 식품의약품안전청 (2007) 식품 등의 표시기준. 서울.
- 식품의약품안전청 (2008) 도넛류 등 트랜스 지방 실태조사 결과 발표. 영양평가과, 서울.
- 조남지, 김성곤 (1989) 아스코르브산과 시스테인이 밀가루의 리올리지 성질과 노타임 반죽법에 미치는 영향. 한국식품과학회지 21(6): 800-807.
- 한국영양학회 (2000) 한국인의 영양권장량. 식품영양가표. 서울.
- American Association of Cereal Chemists(AACC) (1962) Approved Method of the AACC. ST. Paul. MN.
- Baker JC (1942) The relation of fats to texture, crumb, and volume in bread. *Cereal Chem* 18: 84.
- Betchel WG, Meisner DF (1954) Staling studies of bread made with flour fraction. *Cereal Chem* 31: 182.
- Finny KF (1984) An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem* 61: 20.
- Gan Z, Ellis PR, Schofield JD (1995) Gas cell stabilisation and gas retention in wheat bread dough. *Journal of Cereal Science* 21: 215-230.
- Larmond E (1977) Method for sensory evaluation of food. *Canada Dept of Agriculture Pub* 1637-1641.
- MacRitchie F (1977) Flour lipids and their effects in baking. *J Sci Fd Agric* 28: 53-58.
- Maleci M, Hosney RC, Mattern PJ (1979) Effect of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem* 57: 138-140.
- Morogado N, Sanhueza J, Galleguillos A, Nieto S, Balenzuela (1999) Effect of dietary hydrogenated fish oil on the plasma lipoprotein profile and on the fatty acid composition of different tissues of the rat. *Ann Nutr Metab* 43: 310-318.
- Pyler EJ (1979) Physical and chemical test methods. *Baking Science and Technology*. Vol. II: 891~895. Sosland Pub. Co., Merrian Kansas.
- (2008년 6월 20일 접수, 2008년 12월 3일 채택)