Korean J. Food Preserv.
Vol. 14, No. 2. pp. 154-159, April 2007

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

솔잎 발효액이 식빵의 품질에 미치는 영향

최동만 · 이동선 · 정순경[1†]
경남대학교 식품생명학과, [1]창원전문대학 호텔제과제빵과

Effects of Fermentation Pine Needle Extract on the Quality of Plain Bread

Dong-Man Choi, Dong-Sun Lee and Sun-Kyung Chung[1†]
Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea
[1]Department of Hotel Confectionery and Baking, Changwon College, Changwon 641-771, Korea

Abstract

In efforts to use pine needle extract as a substitute for sugar, fermented pine needle extract syrup was added to the wheat flour used in the manufacture of white bread. The extract was added to levels of 8.3%, 11% and 18% of total weight based on the Brix degree of the dough. The cohesion of each dough was checked, and the physical properties and storage stabilities of the baked breads were analyzed during storage at room temperature. Analysis of the cohesion of each dough by farinogram showed that dough with pine needle extract was better than dough with sugar, in terms of both stability and durability of mixing The pH of dough with syrup was steady during storage at pH 5.4 5.8, which is favorable for yeast activity. The dough with syrup also showed low firmness and good extensibility, both of which would favorably affect gas retention on fermentation. Increases in syrup addition resulted in higher product volumes. Bread with syrup was slow to increase in hardness during storage, suggesting that higher syrup concentrations inhibited development of staleness. The addition of syrup also inhibited the growth of aerobic bacteria and mold on the bread surface. The addition of syrup did not cause any negative effect. The use of pine needle extract syrup may thus contribute to improvements in the physical properties, the storage stability, and the hygienic quality of bread.

Key words : pine needle, fermented pine needle extract, dough, farinogram, bread

서 론

식품가공 중 제과제빵 산업에도 건강지향적인 웰빙(well-being)의 바람이 불고 있고 이러한 제품들이 상품화되어 유통 중에 있다. 예를 들면 감자껍질, 구기자, 보리, 귀리, 보리겨, 마늘, 쌀된장, 홍화씨 등을 이용한 쿠키류와 뽕잎, 구기자, 솔잎, 마, 새송이버섯, 김, 조, 옥수수, oligosaccharide, polydextrose, β-glucan 등을 함유한 케이크류 그리고 대두, 호박, 허브, 카레, 현미, 연근, 다시마, 발효차, 양파, 감잎, 흑미, 누에, 민들레잎, 영지버섯, 천마전분, 해양심층수, chitosan, calcium acetate 등을 첨가한 빵류의 제품들을 생산 유통되고 있다. 또한 기능성제품에 대한 연구도 근래 들어서 활발하게 진행되고 있다(1). 솔잎은 오래전부터 구황식품으로 이용되어 왔으며 항균성과 기능성이 있는 것으로 알려져 있다. 간장질환, 위장질환, 심혈관질환에 효과가 있는 것으로 보고되었고(2,3), 솔잎추출물에 대한 항균효과에 대해서도 보고된 바가 있다(4,5). 최근에는 음료, 캔디, 껌 등에 첨가하여 기능성 가공식품을 생산하고 있으며, 제빵성 및 제빵용 부재료로서의 역할에 대한 연구들도 보고되었다(6-10). 이상의 보고된 연구들과 제품들은 대부분 솔잎의 이용에 있어서 솔잎을 추출하거나, 분말화하여 첨가된 제품들이 대부분이며, 많이 사용할 경우 솔잎이 가지고 있는 특유의 색상과 향이 제빵 품질뿐만 아니라 기호성을 저하시킬 수 있는 요인들도 내포하고 있다. 빵은 반죽 과정에서

†Corresponding author. E-mail : skchung@changwon-c.ac.kr,
Phone : 82-55-279-5029, Fax : 82-55-279-5029

밀가루 속에 함유된 글리아딘과 글루테닌 두 단백질이 물과 결합되어 변성단백질인 글루텐을 탄성과 신장성이 있는 상태로 만들어, 효모에 함유된 효소들에 의해 발효 중 밀가루 전분과 단백질이 숙성되어 맛과 향을 만들어 내게 된다. 그리고 빵은 높은 수분 함량으로 인하여 곰팡이와 같은 미생물에 의해 쉽게 부패되며 저장기간이 짧은 단점을 지니고 있다. 솔잎을 발효하여 발효된 액을 설탕 대용으로 빵 제품에 첨가하면 솔잎의 기능성뿐만 아니라 솔잎이 갖는 항균작용으로 저장성 연장과 제품에 대한 안전성에도 기여할 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 솔잎을 발효하여 발효된 액을 설탕 대용으로 식빵 제조할 때 첨가한 후 반죽의 물성을 측정하고, 제품을 구운 후 실온에 저장 하면서 제품에 대한 물리화학적인 품질 변화를 측정하여 솔잎을 제빵적성에 새롭게 이용할 수 있는 방안을 모색하였다.

재료 및 방법

솔잎 발효액 조제

2006년 3월 경남 창원전문대학 내 소나무에서 새순을 채취하여 솔잎에 묻어있는 물순물을 제거한 후 설탕(삼양사)과 혼합하여 유리병(5 L)에 담고 밀봉 후 3개월간 발효하였다. 솔잎과 설탕과의 혼합비는 무게 비율은 2:1이였으며, 3개월 발효 후 솔잎과 발효액을 분리하고 이 발효액을 식빵 제조에 이용하였다.

식빵의 제조 및 저장

식빵의 제조는 Table 1의 배합 조건으로 하였으며 제조공정은 직접반죽법(straight dough method)을 이용하였다. 반죽은 Table 1의 배합 재료들 중 쇼트닝을 제외한 전 재료를 혼합 믹싱하고 클린업 단계(clean up stage)에서 쇼트닝을 투입한 다음 글루텐의 신장성이 최대인 최종단계(final stage)에서 끝냈다. 반죽의 온도는 27℃로 맞추었고 1차 발효 조건은 온도 27℃, 습도 80%에서 50분간 발효 후 150 g씩 분할하고 둥글리기하여 실온에서 15분간 중간발효 하였다. 중간발효가 끝난 반죽은 밀대를 이용하여 반죽 내 가스를 뺀 다음 정형하여 산형으로 팬닝 하였다. 2차 발효는 온도 38℃, 습도 90% 조건에서 40분간 발효하여 오븐온도 190℃에서 30분간 구워 34℃로 냉각 후 식빵용 포장지인 PE(polyethylene) 필름 포장지를 이용하여 포장하였다. 식빵 제조에 사용된 솔잎 발효액은 대조구에 사용된 설탕량의 당도(8.3 °Brix)를 기준으로 같은 당도가 되게 발효액량(83 g)을 첨가한 처리구와 당도를 11 °Brix로 높여서 첨가한 처리구 그리고 당도를 18 °Brix로 높인 처리구로 구분하여 반죽하였다. 제조된 식빵은 골판지 박스에 담아 실온에서 10일간 저장하면서 2일 간격으로 제품의 품질 변화를 실험하였다.

반죽의 물리 · 화학적 특성 측정

식빵을 만드는 과정에서 기본이 되는 것은 반죽의 혼합이다. 혼합과정은 주재료와 부재료를 섞어주는 작업과 글루텐을 탄성과 신장성이 있는 반죽으로 발달시켜 주는 두 가지 일을 수행한다. 식빵 품질은 글루텐의 형성 정도에 따라 많은 차이를 나타낸다. 글루텐의 형성에 영향을 미치는 요인들은 밀가루의 종류, 혼합온도, 반죽기의 성능, 수분흡수량, 산화제의 종류와 양, 효소의 첨가 유 · 무 등 부가적 요인에 기인한다. 솔잎발효액을 첨가한 처리구와 설탕을 넣은 대조구 사이에서의 반죽형성 과정을 farinograph를 이용하여 관찰한 후 반죽의 혼합내구성과 반죽의 발달과정을 측정하였다. 실험은 farinograph(Brabender OHG, Duisburg, Germany)를 이용하여 AACC Method 54-20의 방법으로 실시하였다. 반죽기의 온도를 30℃로 유지하면서 재료를 반죽기에 넣어 20분간 반죽하면서 farinogram을 얻었다. 반죽의 pH와 Brix를 측정하기 위하여 10 g의 반죽을 90 mL의 증류수와 혼합 마쇄하여 pH meter(Orion Research Inc., Boston, MA, USA)에서 반고형 시료용 전극을 사용하여 측정하였다. 반죽의 가용성 고형분 농도는 굴절계(Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정되었다. 수분활성도는 반죽의 일부를 채취하여 수분활성도기(Humidat IC-3/2, NovasinaAG, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 또한 반죽의 경도는 반죽을 20 g씩 분할하여 둥글리기 한 다음 평판에 놓고 지름 1 cm의 구 probe로 누를 때 얻어지는 최대값의 힘을 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)에 의하여 측정하였다. 이상의 실험은 3반복하여 평균값을 이용하였다.

식빵의 품질 측정

식빵을 구운 후 34℃로 식혀 제품의 부피와 비용적을 측정하였다. 부피는 유채씨를 이용한 종자씨 치환법(9)을 이용하였고, 비용적(mL/g)은 식빵의 부피를 반죽의 무게로 나누어 계산하였다(11). 제품의 실측 사진을 디지털카메라(Samsung Digital Camera Kenox #1 , Korea)로 부피를 비교할 수 있도록 그대로 나란히 놓고 촬영하였다. pH, 수분활성도 그리고 경도는 반죽의 물성 측정 방법과 동일하게 측정하였다. 식빵의 미생물 균수 측정은 호기성 박테리아 수를 측정하기 위하여 식빵을 5 g씩 채취하여 무균적으로 멸균 균질기로 옮겨서 45 mL의 0.5% peptone 용액으로 100초간 혼합하였다. 이 용액을 순차적으로 0.5% peptone 용액으로 희석하고 이 용액 0.1 mL를 Plate Count Agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)와 Potato Dextrose Agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 도말하고 각각 30℃, 25℃에서 3일 및 5일간 각각 배양하였다. 이상의 실험은 3반복으로 하였으며, 평균값을 실험값으로 사용하였다.

결과 및 고찰

Farinograph에 의한 반죽의 특성

Table 1의 조건으로 배합된 반죽의 farinogram를 얻은 결과는 Fig. 1과 Table 2에서 보여주고 있다. farinogram에서 도표에 세로로 그어진 줄은 30초에 한 칸씩 지나가도록 되어 있고, 가로로 그어진 50칸의 줄은 Brabender 단위(B.U.)라 불이는 0에서 1,000까지를 나타낸다. 각 줄은 너비가 같고 한 칸은 20단위를 나타내며 반죽의 강도를 가리킨다. 일반적으로 곡선의 중앙부분을 표준으로 500 B.U.에 맞춤으로써 이러한 강도를 얻기 위하여 요구되는 물의 양을 측정하므로 그 밀가루의 적정 흡수율을 아는 것이 가능하다(9). 반죽발달시간(dough time)은 0분에서 물을 처음 첨가시킬 때부터 반죽이 최대의 강도가 될 때까지의 시간을 나타낸다. 따라서 설탕만 함유한 대조구인 A는 일반적인 표준지수인 500 B.U.에 미치지 못하고 있다. 그러나 솔잎발효액을 °Brix 농도기준으로 8.3% 혼합한 처리구 B, 11% 혼합한 C, 18% 혼합한 D는 각각 1분 30초, 4분, 4분이 걸렸다. 이는 반죽의 강도가 최대로 되는 데 필요한 시간으로 글루텐의 질을 나타내는 지표가 되며, 시간이 길어질수록 글루텐의 질은 우수한 것으로 볼 수 있다. 이는 또한 빵 제품의 부피와도 관련을 가진다. 반죽의 안정성(stability)은 곡선이 500 B.U.에 도착하는 시간과 이탈하는 시간의 차이를 가리킨다. 역시 반죽의 강도와 비슷한 경향으로 처리구 B, C, D에서 각각 4분, 5분 30초, 15분을 나타내고 있다. 이탈시간(weakening time)은 0분에서 시작하여 곡선의 윗부분이 500 B.U.를 떠나는 시간을 나타내는데, 처리구 B, C, D에서 각각 5분, 6분 30초, 16분 30초가 걸렸다. 반죽의 혼합 내구성(mixing persistence)은 곡선의 윗부분이 절정에 있을 때 B.U와 그로부터 5분후의 B.U.의 차이를 나타낸다. 따라서 처리구 B, C, D는 각각 40 B.U., 80 B.U., 100 B.U.를 가리키며, 이는 시간이 길수록 반죽의 혼합내구성은 크다. 따라서 설탕으로 반죽하는 것보다 솔잎발효액을 첨가함으로써 반죽의 안정성과 내구성이 좋은 것으로 보여지고, 솔잎발효액을 많이 첨가할수록 더욱 우수한 것으로 나타났다.

Table 1. Plain bread recipe based on wheat flour weight

Materials name	Flour ratio(%)	Weight (g)			
		A	B	C	D
Wheat flour	100	1,000	1,000	1,000	1,000
Yeast	3	30	30	30	30
Sugar (fermented pine needle extract syrup)	6 (8.3, 11, 18*)	60	(83*)	(110*)	(180*)
Salt	1.5	15	15	15	15
Shortening	3	30	30	30	30
Yeast food	0.1	1	1	1	1
Non fat dried milk	4	40	40	40	40
Water	65	650	650	650	650

*Fermented pine needle extract syrup was added to obtain the desired soluble solid measured in Brix degree. Brix degree of 8.3 was the soluble solid content of control treatment A.

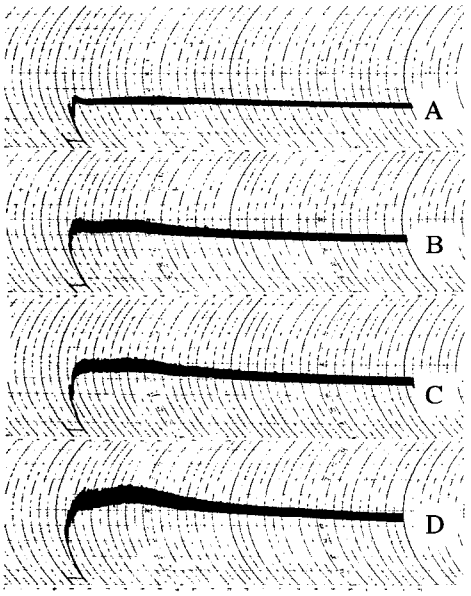

Fig. 1. Farinogram of plain bread dough added with fermented pine needle extract syrup.

A : Control, B : 8.3% syrup, C : 11% syrup, D : 18% syrup.

Table 2. Physical properties of plain bread dough added with fermented pine needle extract syrup

Item	Treatment[1)]			
	A	B	C	D
Dough time (min.)	-	1:30	4:00	4:00
Stability (min.)	-	4:00	5:30	15:00
Weakening time (min.)	-	5:00	6:30	16:30
Mixing persistence (B.U)	-	40	80	100

[1)]A : Control, B : 8.3% syrup, C : 11% syrup , D : 18% syrup.

반죽의 물리 · 화학적 특성

반죽의 pH, °Brix, 수분활성도 그리고 경도는 Table 3과 같다. 일반적으로 빵 반죽의 반죽 직후 pH는 5.8-5.9 범위이며, 지친 반죽의 경우는 pH 5.0이고, 정상반죽의 경우는 pH 5.7, 그리고 어린반죽의 경우는 pH 6.0 이상이다(12). 실험 결과 대조구인 A를 제외한 B, C, D 반죽 모두 pH 5.50-5.88 범위 안에 있으므로 정상반죽이라 할 수 있으며, 솔잎발효액 첨가와 양에 따라서는 pH에 영향을 준다는 것을 알 수 있다. pH는 반죽 내에서 효모의 생육과 직접적인 관련이 있으며 효소활성에도 영향을 미치는 것으로 알려져

Table 3. Physical and chemical properties of plain bread dough added with fermented pine needle extract syrup

Item	Treatment[1)]			
	A	B	C	D
pH	6.0(0.02)[2)]	5.88(0.04)	5.71(0.04)	5.50(0.03)
°Brix	9.8(0.01)	9.7(0.02)	11.0(0.21)	13.2(0.33)
Water activity (aw)	0.955(0.01)	0.958(0.02)	0.960(0.02)	0.965(0.01)
Hardness (gf)	148(2.12)	140(3.14)	135(2.22)	129(1.88)

[1)]A : Control, B : 8.3% syrup, C : 11% syrup, D : 18% syrup.
[2)]: Mean(S.D.)

있다(12). 이는 Fig. 1과 Table 2의 결과에 영향을 끼칠 수 있다. 고형물 함량(°Brix)은 대조구인 A의 경우 9.8, 처리구 B, C, D는 각각 9.7, 11.0, 13.2를 나타내고 있다. 이는 솔잎발효액의 함량이 많을수록 고형물 함량은 높아짐을 알 수 있다. 이는 식빵을 구운 후에 제품의 갈변에 큰 영향을 미쳤으며, 발효 중 효모의 먹이로써 작용하여 그 활성에 도움을 주어 제품의 부피에도 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다. 수분활성도는 설탕을 첨가한 A가 0.955로 가장 낮은 값을 보였고, B, C, D는 각각 0.958, 0.960, 0.965로 발효액의 °Brix가 높을수록 높은 값을 나타내고 있다. 이는 설탕보다 발효액 자체에 수분함량이 높기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 현상은 제품의 저장 중 일어나는 노화에도 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다. 수분활성도가 반죽의 경도에 약간의 영향을 미치고 있다는 것을 확인 할 수 있다. 처리구 A와 B는 148와 140 g_f의 경도를 보이고 있고, C와 D는 각각 135와 129 g_f로 부드러운 것으로 나타났다. 이는 솔잎 발효액의 첨가가 제품의 경도에까지 영향을 줌을 알 수 있었다. 이와 같이 반죽의 물리화학적 특성에 관한 결과들을 종합해 볼 때 설탕 대신 솔잎발효액을 사용함으로써 제품에 긍정적인 효과를 줄 수 있을 것으로 기대된다.

식빵의 부피와 비용적

식빵의 부피와 비용적은 Fig. 2와 Table 4에서 보여주고 있다. 빵의 부피에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있다. 그 중에 가장 중요한 것이 가스 발생력과 반죽의 가스 보지력이 일치해야 한다는 것이다. 가스 발생력에 영향을 미치는 요인은 효모의 양과 질, 당의 양, 반죽의 온도, 반죽의 산도, 소금의 양 등이 있으며 보지력에 영향을 미치는 요인은 단백질의 양과 질, 산화정도, 가수량, 산도 등이다(12). 따라서 대조구와 처리구 각각에 대하여 동일한 무게로 분할했음에도 불구하고 부피에서 차이가 나는 것은 위의 관계가 일치하지 않기 때문이다. 가스 발생력에서 영향을 미치는 요인 중 당의 양과 반죽의 산도가 있으며, 반죽의 가스 보지력에 미치는 영향중에도 산도가 있다. 따라서 A와 B의 관계에서는 pH의 차이로 인하여 부피가 차이가 남을 알 수 있고, 처리구 B, C, D의 관계에서는 당 함량과 pH의 영향이 동시에 나타남을 알 수 있다. Fig. 2의 사진의 결과에서는 처리구 A, B사이에서 설탕을 넣은 A보다 솔잎발효액을 첨가한 B에서 부피가 큰 것을 알 수 있다. 이는 Table 4에서 제시된 비용적의 결과와도 일치한다. A, B 처리구 각각의 비용적은 2.11와 2.29로서 B 처리구가 분명히 높은 값을 보였다. 솔잎 발효액의 양의 차이를 보여주는 B, C, D 처리구의 관계에서는 솔잎발효액이 많이 첨가됨으로써 발효 중 가스의 생성에 미치는 영향이 큰 것으로 생각되며 이는 솔잎발효액의 낮은 pH가 효모의 생육과 발효액 내에 존재하는 효소들의 활성에 영향을 미침과 함께, 다량 첨가시의 당의 증가가 발효에 영향을 주는 때문인 것으로 생각된다. B, C, D 각각의 비용적은 2.29 (mL/g), 2.44 (mL/g) 그리고 2.71 (mL/g)로 솔잎 발효액이 많이 함유될수록 비용적에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 이러한 결과는 pH가 낮으면 가스 발생력이 높아져 제품의 부피가 증가한다는 솔잎 추출물을 이용한 다른 연구자의 결과와 일치하고 있다(12).

Fig. 2. Appearance of plain bread added with fermented pine needle extract syrup.
A : Control, B : 8.3% syrup, C : 11% syrup, D : 18% syrup.

Table 4. Specific volume of plain bread added with fermented pine needle extract syrup

Item	Treatment[1)]			
	A	B	C	D
Loaf volume (mL)	950(0.04)[2)]	1,030(0.02)	1,100(0.01)	1,220(0.02)
Dough weight (g)	450(0.001)	450(0.001)	450(0.001)	450(0.001)
Specific volume (mL/g)	2.11(0.001)	2.29(0.007)	2.44(0.002)	2.71(0.001)

[1)]A : Control, B : 8.3% syrup, C : 11% syrup, D : 18% syrup.
[2)]: Mean(S.D.).

식빵의 저장 중 품질평가

식빵의 저장 중 pH 변화는 Fig. 3에서 보여주는 바와 같이 대조구인 A는 초기 pH 6.9에서 저장 10일 동안 약간의 오르내림은 있었지만 pH 6.9로 거의 변화 없이 그대로 유지됨을 알 수 있고, 솔잎발효액 8.3% 혼합한 B의 경우는 초기부터 10일 저장 까지 pH 6.45-6.6 범위를 유지하였다. 설탕을 첨가하는 경우보다 솔잎발효액을 첨가하는 경우가 pH가 낮아짐을 알 수 있다. 이는 발효액이 저장 중 pH에 영향을 미치는 것으로 보여 진다. 솔잎발효액의 함량이 많은 C와 D의 저장 중 pH는 각각 pH 6.2-6.55, pH 6.2-6.5 부근을

유지하였다. 따라서 솔잎발효액이 첨가됨으로써 낮아진 반죽의 pH는, 구운 후의 제품에도 그대로 영향을 미쳐서, 솔잎발효액의 첨가량이 증가할수록 pH는 약간 낮아짐을 알 수 있다. 일반적으로 낮은 pH가 미생물적 안정성을 도와주는 것을 감안한다면, 이는 제품의 저장성에 긍정적인 효과가 있을 것으로 생각된다.

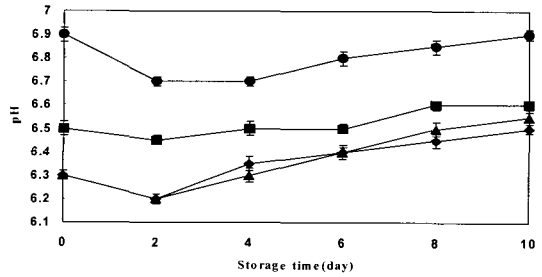

Fig. 3. Changes in pH of plain bread stored during 10 days at room temperature.

● : Control, ■ : 8.3% syrup, ▲ : 11% syrup, ◆ : 18% syrup.

수분활성도는 제품의 저장성에 영향을 미칠 수 있는 인자 중의 하나이며, 저장 중 수분활성도의 변화는 Fig. 4와 같다. 대조구와 처리구 모두 저장기간이 증가할수록 수분의 손실로 인하여 수분활성도는 약간의 감소를 확인할 수 있었다. 하지만 솔잎발효액을 첨가한 처리구에서는 설탕을 첨가한 대조구에서 보다 감소의 폭이 좁아짐을 확인할 수 있었다. 이는 설탕보다는 솔잎발효액인 시럽이 수분 보지력이 높은 것에서 기인한 것으로 보여 지며, 솔잎발효액의 양이 증가할수록 수분 보지력은 비례적으로 증가하는 것으로 나타나 솔잎발효액이 제품의 저장성에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

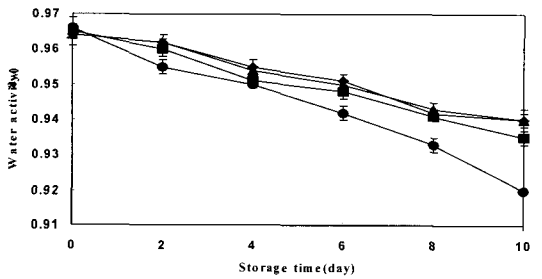

Fig. 4. Changes in water activity of plain bread stored for 10 days at room temperature.

● : Control, ■ : 8.3% syrup, ▲ : 11% syrup, ◆ : 18% syrup.

경도 변화는 Fig. 5와 같다. 설탕을 첨가하는 대조구 A가 솔잎발효액을 첨가하는 처리구들보다 노화가 빠르게 진행되는 것을 확인할 수 있었다. 솔잎발효액의 첨가량이 증가할수록 노화는 지연되는 것으로 나타났다. 이는 당이 노화를 억제하는 효과 때문일 것으로 생각된다. 저장 중 수분활성도의 변화를 보여주는 Fig. 4와 비교할 때, 노화의 과정이

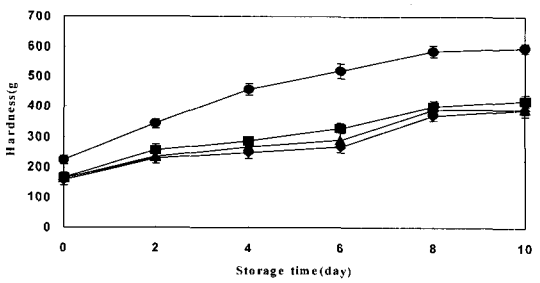

Fig. 5. Changes in hardness of plain bread stored for 10 day at room temperature.

● : Control, ■ : 8.3% syrup, ▲ : 11% syrup, ◆ : 18% syrup.

수분활성도의 시간적 변화에서 비슷한 경향을 보여주고 있으며, 처리구의 효과에서도 비슷한 경향을 보여주고 있다. 이는 당 함량뿐만 아니라 수분활성도에 따라서도 경도의 변화가 영향을 받고 있는 것으로 보여 진다. 식빵의 저장 중 미생물 균수 측정에 대한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6A의 경우는 저장 중 호기성 총균수 변화를 나타낸 것으로 설탕을 첨가한 대조구에 비교해서 8.3% 솔잎발효액을 첨가한 처리구에서 미생물 균수의 생육이 저해되는 것으로 나타났으며, 또한 솔잎발효액의 첨가량이 증가할수록 균수의 증식이 억제되는 것으로 보여진다. 이는 솔잎이 갖는 기능성으로서 항균력에 기인하는 것으로 추정된다. Park 등(4)과 Park(5)은 식품의 부패균들에 대해서 솔잎추출물이 항균력이 있어 미생물 생육억제능력이 있는 것으로 보고하였다. 이러한 연구 결과를 볼 때 솔잎발효액 첨가구에서 미생물 생육이 억제되는 현상은 솔잎이 가지고 있는 항균력에 의한 것으로 볼 수 있을 것이다. Fig. 6B의 경우는 저장된 식빵에서의 곰팡이 균수의 변화를 나타낸 것으로 총균수의

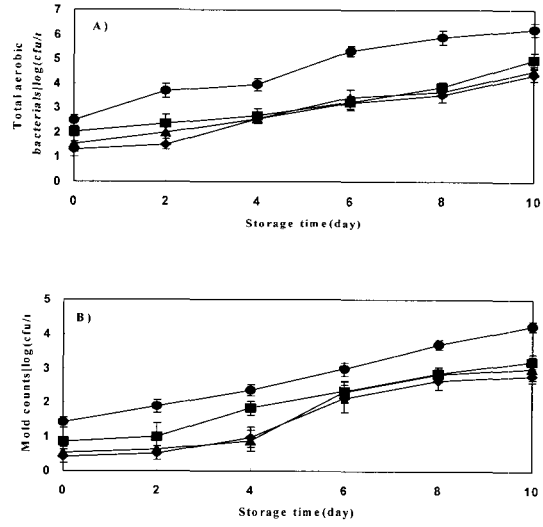

Fig. 6. Changes in microbial counts of plain bread stored for 10 days at room temperature.

● : Control, ■ : 8.3% syrup, ▲ : 11% syrup, ◆ : 18% syrup.

결과와 거의 비슷한 경향을 나타내고 있다. 미생물 변화에 대한 결과로 볼 때 솔잎발효액에 의해 빵을 부패시키는 세균과 곰팡이의 생육이 저해됨을 알 수 있었다. 이는 Fig. 7의 식빵을 슬라이스하여 실온에서 20일간 저장했을 때 식빵 표면에 증식한 곰팡이의 상태와 일치하였다. 설탕을 첨가한 대조구 A에서는 곰팡이의 증식 정도가 아주 심한 것을 확인 할 수 있으나, 솔잎발효액을 첨가한 처리구 B, C, D에서는 곰팡이의 증식이 거의 나타나지 않았다.

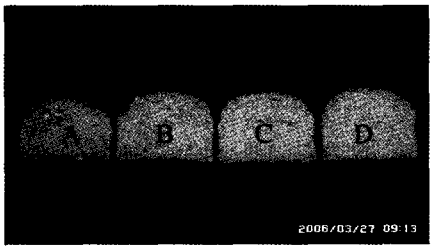

Fig. 7. Appearance of plain bread stored for 20 days at room temperature.

A : Control, B : 8.3% syrup, C : 11% syrup, D : 18% syrup.

요 약

식빵을 제조할 때 솔잎의 당 발효액을 설탕 대용으로 사용하면서 솔잎의 기능성을 제빵에 이용하고자 솔잎발효액을 첨가하여 반죽에 대한 물성을 측정하고, 빵을 제조 후 실온에 저장하면서 제품의 품질 변화를 보았다. farinogram에 의한 반죽의 물성 평가에서 반죽에 대한 안정성과 혼합 내구성에서 설탕을 함유한 반죽보다 솔잎발효액을 첨가한 처리구가 우수한 것으로 평가되었다. 또한 반죽의 발효에 영향을 미칠 수 있는 pH에서도 솔잎발효액 첨가구에서 효모의 활성이 왕성할 수 있는 pH 조건인 pH 5.4-5.8 사이로 유지되었다. 반죽의 경도 역시 높지 않아 발효 중 가스 보지력에 영향을 줄 수 있는 반죽의 신장성이 우수함을 확인하였다. 제품의 부피와 비용적에 있어서도 대조구에 비교해서 솔잎발효액의 함량이 많을수록 부피와 비용적이 각각 크고 높은 것으로 나타났다. 식빵의 저장 중 가장 중요하게 여기는 노화현상의 정도를 확인하기 위하여 저장 중의 경도 변화를 측정한 결과에서는 대조구보다 처리구에서 노화가 억제됨을 확인 할 수 있었고, 솔잎발효액의 첨가량이 증가할수록 노화가 지연되는 것으로 나타났다. 또한 미생물 변화에 있어서도 총균수 및 곰팡이 균수에서 솔잎의 기능성인 항균력으로 인해 솔잎발효액의 처리구에서 미생물 생육이 억제됨을 확인하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 솔잎발효액을 첨가함으로써 빵 반죽은 물론 완제품에 대해서 긍정적인 영향을 줌으로써 제빵의 품질은 물론 저장성뿐만 아니라 안전성 측면에서도 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 이광석. (2006) 제과제빵의 기능성 개발 사례. 한국 제과제빵 학회 학술 세미나, p.1-11
2. Kang, Y.H., Park, Y.K., Oh, S.R. and Moon, K.D. (1995) Studies on physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 978-984
3. Lee, Y.H., Shin, S.H., Choi, Y.S. and Lee, S.Y. (1996) Development of the health foods containing the extract from *Pinus strobus* leave. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 379-389
4. Park, C.S., Kwon, C.J., Choi, M.A., Park, G.S. and Choi, K.H. (2002) Antibacterial activities of *Cordyceps* spp. Mugwort and pine needle extracts. Korean J. Food Preserv., 9, 102-108
5. Park, C.S. (1998) Antibacterial activities of ethanol extract of pine needle against pathogenic bacteria. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 5, 380-385
6. Ryu, I.S. and Oh, N.W. (1980) Bread baking characteristics of Korean wheat varieties seen from their amino acid composition. Korean J. Food Sci. Technol., 12, 205-208
7. Kim, E.J. and Kim, S.M. (1998) Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 542-547
8. Chung, O.K. (1981) A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making. Korean J. Food Sci. Technol., 13, 74-89
9. Kim, S.K. (1976) On bread staling with emphasis on the role of starch. Korean J. Food Sci. Technol., 8, 185-190
10. Kim, Y.H., Choi, K.S., Son, D.H. and Kim, J.H. (1996) Rheological properties of dough with whole wheat flour. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 817-823
11. Rhee, C. (1983) A study on rheological properties of dough and whole wheat bread-baking test of sheat variety "*cho-kwang*"(in Korean). Korean J. Food Sci. Technol., 15, 215-219
12. 월간제과제빵. (2005) 제과제빵이론특강. 비앤씨 월드. p.34-63

(접수 2007년 1월 10일, 채택 2007년 3월 23일)