

촉백의 히노키티올 추출물이 식빵의 Shelf-life에 미치는 영향

강길진[†] · 김정수*

식품의약품안전청 광주지방청

*호남대학교 자연과학부

Effects of Hinokitiol Extract of *Tunja orientalis* on Shelf-life of Bread

Kil-Jin Kang[†] and Jung-Soo Kim*

Korea Food & Drug Administration, Kwangju 506-050, Korea

*Faculty of Natural Science, Honam University, Kwangju 501-072, Korea

Abstract

Effects of hinokitiol extract of *Tunja orientalis* [5 g/leaf (0.603 mg as hinokitiol), 50 g/leaf (6.03 mg as hinokitiol) and 10 g/prop distillation extract (1.378 mg as hinokitiol)] on shelf-life of bread were investigated. The contents of hinokitiol of leaf and prop in *Tunja orientalis* were 12.06 mg/100g and 13.78 mg/100 g. Added hinokitiol extract of *Tunja orientalis* on bread inhibited the growth of bacteria and fungi, and the more hinokitiol extract of *Tunja orientalis* was add, the higher degree of inhibition of those was observed. Results of sensory evaluation showed that there was no significant differ in each treatment and control (no add hinokitiol extract). These results suggest that the shelf-life of bread was extended by hinokitiol extract of *Tunja orientalis*.

Key words: hinokitiol, *Tunja orientalis*, bread, shelf-life

서 론

촉백은 동북아시아 및 한국의 남부에 자생하는 나무로서 열매는 약용으로 쓰여지고 있다(1). 또한, 촉백 잎에는 히노키티올이라는 물질이 함유되어 있으며 이 물질은 방향족의 트로폴론 화합물로서 강력한 살균 활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(2).

히노키티올은 촉백, 노송 나무 잎을 수증기 증류하여 페놀성 화합물로부터 분리 정제하여 얻을 수 있다. 이 물질은 열, 산, 알칼리, 공기 등에 장기간 저장하여도 상당히 안정한 물질이며 유전 독성도 없다고 알려져 있다(3).

Inamori 등(4)은 히노키티올이 그람양성균에 대하여 강한 항균활성을 보인다고 하였으며, Arima 등(5)은 히노키티올이 활성산소를 억제한다고 하였다.

최근 Oh 등(6)은 촉백 잎의 메탄올-크로로포름 추출물이 세균뿐만 아니라 곰팡이에 대하여 항균 활성을 가지며, 열에도 안정하고 독성의 염려가 없기 때문에 저장 식품의 원료 또는 천연보존제로서 이용 가능성이 높다고 하였다. 이렇듯 히노키티올은 항균활성, 활성산소를 억제하는 역할뿐만 아니라 독성이 전혀 없어서 식품의 보존효과를 높이는 데 사용될 수 있을 것으로 본다.

식품은 shelf-life 연장을 위하여 합성 보존료를 자주

이용하고 있으나, 합성 보존료의 경우는 식품내의 잔류 독성 문제의 위험성이 있기 때문에 독성의 위험성으로부터 탈피할 수 있는 새로운 천연 보존료의 개발이 중요시 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 촉백나무에서 히노키티올을 확인 정량하고, 히노키티올을 천연 보존료로서의 이용 가능성을 검토하고자 촉백잎의 히노키티올 수증기 증류 추출물을 이용하여 식빵의 shelf-life 연장 효과 및 품질특성을 조사하였다

재료 및 방법

촉백의 히노키티올 추출물 제조

전라남도 나주 임업 시험장에서 채취한 촉백 잎 5g, 50g, 그리고 열매 꼬투리 10g을 수증기 증류하여 각각 250 mL씩 추출물을 제조하고, 식빵 제조시 사용하였다.

촉백 추출물의 히노키티올 분석

히노키티올 정량은 hinokitiol 과 boron trifluoride와의 킬레이트 반응으로 생성된 hinokitiol difluoroborane 화합물(Fig. 1)을 HPLC를 이용하여 분석하였다(3). 수증기

[†]To whom all correspondence should be addressed

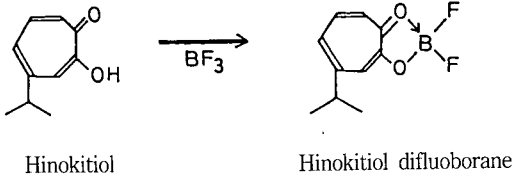


Fig. 1. Difluoroborane compound of hinokitiol by the reaction of hinokitiol with boron trifluoride.

증류로 추출한 측백의 추출물을 진공 농축한 후 메탄올 5 mL로 녹인 다음 이를 50% boron trifluoride-methanol complex solution 10 mL와 함께 50°C에서 30분간 반응시켜 hinokitiol difluoroborane으로 유도체화 하였다(3). Hinokitiol difluoroborane의 표준물질은 hinokitiol 1.0 g을 50% boron trifluoride-methanol complex solution 1.0 g과 반응시켜 메탄올로 재결정화 하여 사용하였다(3). HPLC 분석조건은 column은 Nova-pak C₁₈(3.9×150 mm), detector는 PAD(UV, 246 nm), mobile phase는 CH₃CN : H₂O = 2 : 3, flow rate는 1 mL/min 그리고 injection volume은 10 µL로 하였다.

식빵 제조

재료의 배합 비율은 Table 1과 같으며 제빵은 직접 반죽법(7)에 따라 행하였다. 측백의 히노키티올 추출물 첨가 식빵은 대조구 배합 비의 빵 반죽시 물 315 mL 중 250 mL를 히노키티올 추출물[측백잎 5 g 추출물(히노키티올 함량 0.603 mg), 측백잎 50 g 추출물(히노키티올 함량 6.03 mg) 그리고 꼬투리 10 g 추출물(히노키티올 함량 1.378 mg)] 250 mL로 각각 대체하여 식빵을 제조하였다. 반죽의 발효는 1, 2차로 행하였으며 1차 발효는 30°C, 상대습도 75%에서 50분간 시키고, 2차 발효는 37.5°C, 상대습도 85%에서 45분간 시켰다. 빵굽기는 180°C 오븐에서 25분간 구웠다.

저장중 수분축적

측백 추출물을 첨가하여 제조한 식빵은 30°C에서 5일

간 저장하면서 수분변화를 105°C 건조법(7)에 의하여 측정하였다.

pH 측정

시료 10 g를 취하여 증류수 40 mL를 넣고 분쇄한 후 pH를 측정하였다.

총 균수 측정

저장중 총 균수는 시료를 멸균된 식염수로 희석하고 표준 한천 배지에 도말하고 35°C에서 48시간 배양 후 생성된 콜로니를 측정하였다.

곰팡이의 성장

식빵을 페트리 디쉬에 일정량 넣고 밀봉한 다음 30°C에서 저장하면서 곰팡이의 성장 상태를 육안으로 관찰하였다.

식빵의 관능검사

식빵의 관능검사는 15명의 훈련된 관능검사요원이 채점척도시험법(8)에 의하여 품질이 우수한 경우는 1점(대단히 좋다), 매우 불량한 경우는 9점(대단히 나쁘다)으로 하여 평가하였다.

시료는 관능검사 시작 10분전에 관능검사용 그릇에 담아 관능검사원에게 평가토록 제시되었고 3회 반복 실시하였다. 결과는 ANOVA(9)에 의해 분석하였으며 유의성 검정은 Student Newman Keuls Test(9)를 사용하였다.

결과 및 고찰

측백 추출물의 히노키티올 함량

측백의 수증기 증류 추출물에 대하여 HPLC로 분석한 크로마토그램은 Fig. 2와 같으며 그 결과는 Table 2와 같다. Retention time 5.8분에서 표준물질인 hinokitol

Table 1. The formular of breads

Ingredients	Control	5 g/leaf (0.603 mg) ¹⁾	50 g/leaf (6.03 mg) ¹⁾	10 g/prop (1.378 mg) ¹⁾
Wheat flour	100(500)	100(500)	100(500)	100(500)
Yeast	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)
Yeast food	0.2(1)	0.2(1)	0.2(1)	0.2(1)
Sugar	6(30)	6(30)	6(30)	6(30)
Shortening	4(20)	4(20)	4(20)	4(20)
Dry milk (defatted)	3(15)	3(15)	3(15)	3(15)
Water	63(315)	13(65)	13(65)	13(65)
Hinokitol extract of <i>Tunja orientalis</i>	-	50(250)	50(250)	50(250)
Salt	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)

¹⁾Content of hinokitol

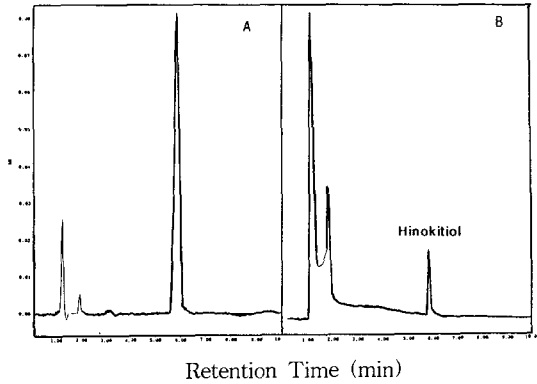


Fig. 2. HPLC chromatogram of hinokitiol difluoroborane. A: Standard of hinokitiol difluoroborane. B: Sample (leaf of *Tunja orientalis*).

Table 2. Contents of hinokitiol in distillation extracts of *Tunja orientalis*

	Contents of hinokitiol (mg/100 g)
Leaf of <i>Tunja orientalis</i>	12.06
Prop of <i>Tunja orientalis</i>	13.38

difluorohorane은 피크를 보였으며 시료에서도 확인되었다. 표준품 및 시료에서 확인된 히노키티올의 UV 흡수 최대파장은 247 nm로서 Endo 등(3)이 보고한 246 nm와 같았다. 수증기 증류하여 추출한 측백잎의 히노키티올 함량은 12.06 mg/100 g이었고, 측백열매 꼬투리는 13.78 mg/100 g이었다. 따라서 측백잎 5 g 추출물은 0.603 mg, 측백잎 50 g 추출물은 6.03 mg 그리고 측백 열매 꼬투리 10 g 추출물은 1.378 mg의 히노키티올을 함유하였다.

저장중 수분 변화

측백 히노키티올 추출물을 첨가하여 제조한 식빵을 30°C에서 저장하면서 측정한 수분 함량 변화는 Fig. 3과 같다. 식빵의 초기 수분함량은 41.56~42.13%였으며 대조구는 저장기간이 경과할수록 약간씩 감소하였으나 측백 히노키티올 추출물을 첨가한 식빵은 첨가 농도가 높을수록 수분 손실의 변화가 적었다. 이러한 결과는 측백 히노키티올 추출물 첨가에 의해 수분의 손실이 약간 저해됨을 알 수 있었다.

식빵의 저장중 수분의 이동은 식빵의 제품 특성인 노화에 큰 영향을 미치는데, 빵의 전분입자에 수화된 수분의 손실은 노화를 촉진시킨다(10).

따라서 측백 히노키티올 추출물 첨가에 의한 수분 손실의 감소는 저장중 일어나는 노화 현상을 어느 정도 감소시킬 수 있을 것으로 본다.

저장중 pH 변화

식빵의 저장중 pH 변화에 대한 측백 추출물의 효과는

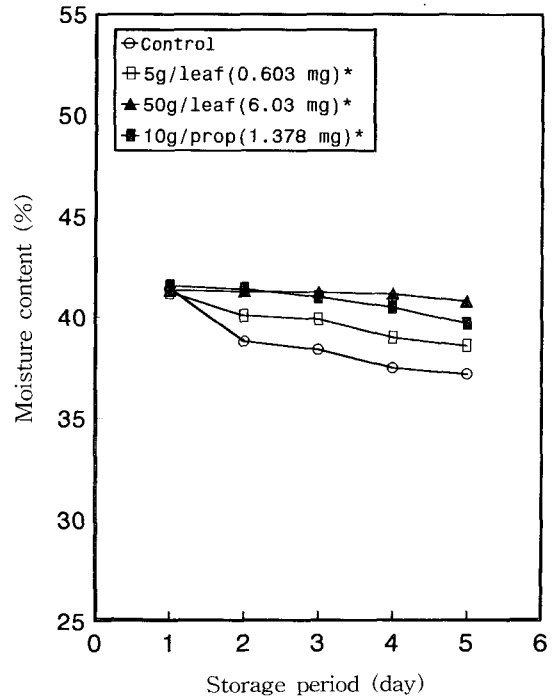


Fig. 3. Effect of hinokitiol extract of *Tunja orientalis* on the moisture content of bread during storage at 30°C. () : Content of hinokitiol.

Fig. 4와 같다. 저장중 식빵의 pH 변화는 초기 5.54~5.60에서 대조구는 약간 감소하는 경향이 보였으나 큰 변화는 없었으며, 측백 히노키티올 추출물의 첨가로 큰 영향을 받지 않았다.

저장중 총 균수의 변화

측백 히노키티올 추출물을 첨가한 식빵을 30°C에서 5일간 저장하면서 세균수를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 식빵에 측백 히노키티올 추출물을 첨가함에 따라 저장중 세균수는 대조구에 비하여 감소하는 경향을 보였다. 특히, 측백 잎 50 g에서 추출한 것(히노키티올 함량 6.03 mg)을 첨가한 식빵은 저장 2일까지 세균이 전혀 자라지 않았다. 또한, 세균수가 10⁴ CFU/g 수준에 도달하는데 소요되는 저장 기간은 대조구가 3일로서 측백 열매 꼬투리 추출물을 첨가한 것과 비슷하였지만, 측백 잎 50 g에서 추출한 것(히노키티올 함량 6.03 mg)을 첨가한 식빵은 약 4일 정도 걸렸다. 이러한 결과로부터 측백 히노키티올 추출물은 세균의 번식을 억제시키며 히노키티올의 농도가 높아질수록 세균의 증식 억제 효과가 크다는 것을 알 수 있었다.

히노키티올의 세균에 대한 항균 활성은 이미 알려져 있으며(2), 또한 Oh 등(6)은 측백잎 추출물이 세균 뿐만 아니라 곰팡이에 대해서도 항균활성이 있다고 하였다.

따라서 식빵에 측백 잎 추출물을 첨가하므로써 식빵의

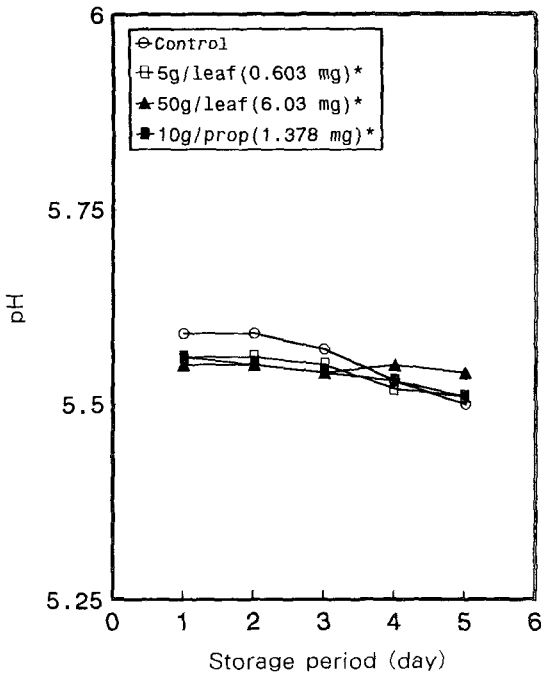


Fig. 4. Effect of hinokitiol extract of *Tunja orientalis* on the pH of bread during storage at 30°C. ()*: Content of hinokitiol.

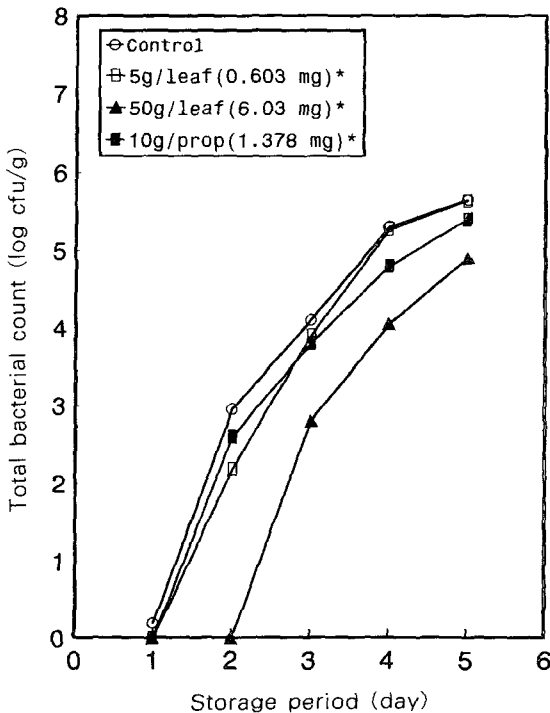


Fig. 5. Effect of hinokitiol extract of *Tunja orientalis* on the total bacteria count of bread during storage at 30°C. ()*: Content of hinokitiol.

shelf-life를 연장시킬 수 있을 것으로 기대된다. Shelf-life의 연장 효과는 측백 히노키티올 추출물의 농도를 높 이므로써 더 커질 것이다.

저장중 곰팡이의 생장

측백 히노키티올 추출물을 첨가한 식빵을 30°C에서 저장하면서 곰팡이의 생장 상태를 육안으로 관찰한 결과는 Table 3과 같다. 대조구는 저장 2일까지는 곰팡이가 관찰 되지 않았으나 저장 3일째에 곰팡이가 생성되었으며, 측 백 히노키티올 추출물을 첨가한 식빵은 히노키티올 농도 가 높을수록 곰팡이의 생장이 늦었다. 측백 잎 50g 추출 물(히노키티올 함량 6.03 mg)을 첨가한 식빵은 저장 4일 까지 곰팡이가 생기지 않았으며, 측백 열매 꼬투리 10g 추출물(히노키티올 함량 1.378 mg)을 첨가한 식빵도 저 장 3일까지 곰팡이가 생기지 않았다. 측백 잎 50g 추출 물을 첨가한 식빵과 측백 열매 꼬투리 10g 추출물을 첨가 한 식빵은 대조구에 비하여 각각 2일과 1일씩 더 늦게 곰팡이가 생성되었다.

따라서 측백 히노키티올 추출물을 첨가하여 식빵을 제 조하면 히노키티올 농도에 따라서 식빵의 shelf-life를 어 느 정도 연장시킬 수 있을 것으로 기대된다.

관능적 품질 평가

측백의 히노키티올 추출물을 첨가하여 제조한 식빵에 대하여 외형, 향미, 맛, 조직감, 전체적인 기호성에 대한 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 식빵의 외형, 향미, 맛, 조직감, 전체적인 기호성은 히노키티올 추출물 첨가로 큰 영향을 미치지 않았다. 그러나 향기에 있어서는 히노키티올 추출물 첨가가 대조구보다 약간 좋지 않은 결과를 보였다. 측백잎 5g 추출물(히노키티올 함량 0.603 mg)은 큰 영향을 미치지 않았으나 측백잎 50g(히노키티올 함량 6.03 mg)이나 꼬투리 10g 추출물(히노키티올 함량 1.378 mg) 첨가로 약간의 측백 고유냄새가 느껴졌다. 그러나 식빵의 전체적인 기호성에서는 차이를 보이지 않아서 이 정도로의 측백 히노키티올 추출물 첨가는 식빵의 관능에

Table 3. Effect of hinokitiol extract of *Tunja orientalis* on the fungi growth of bread

	Storage period (days)				
	1	2	3	4	5
Control	-	-	found	found	found
5 g/leaf (0.603 mg) ¹⁾	-	-	slightly	found	found
50 g/leaf (6.03 mg) ¹⁾	-	-	-	-	slightly
10 g/prop (1.378mg) ¹⁾	-	-	slightly	slightly	found

¹⁾Content of hinokitiol

Table 4. Sensory evaluation score for bread made from hinokitol extract of *Tunja orientalis*

Sample	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall Acceptability
Control	5.7 ^{a2)}	5.3 ^a	5.5 ^a	5.4 ^a	5.4 ^a
5 g/leaf (0.603 mg) ¹⁾	5.6 ^a	5.7 ^a	5.6 ^a	5.3 ^a	5.5 ^a
50 g/leaf (6.03 mg) ¹⁾	5.6 ^a	6.7 ^{ab}	5.8 ^a	5.5 ^a	5.7 ^a
10 g/prop (1.378 mg) ¹⁾	5.6 ^a	6.6 ^{ab}	5.7 ^a	5.4 ^a	5.8 ^a

¹⁾Content of hinokitol

²⁾Means within column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

큰 영향을 미치지 않았다.

따라서 측백 히노키티올 추출물을 식빵 제조에 이용하였을 때 제품의 맛이나 특성에는 영향을 주지 않으면서 shelf-life를 연장시키는 효과를 가져왔다. 결국, 측백의 히노키티올 성분은 천연 보존료로서의 이용 가능성을 보여 주었다.

요 약

측백에 함유된 히노키티올의 천연 보존료로서의 이용 가능성을 검토하고자 측백 히노키티올 추출물을 식빵 제조 시 이용하여 self-life 연장효과 및 품질특성을 조사하였다. 측백에 함유된 히노키티올은 수증기 증류로 추출했을 때 측백잎에서 12.06 mg/100 g이었고 측백열매 꼬투리에서 13.78 mg/100 g이었다. 측백 히노키티올 추출물은 식빵의 저장 중 수분이나 pH에는 큰 영향을 주지 못하였으나, 세균 증식 및 곰팡이 생성에는 억제효과를 보였다. 측백잎 50 g 추출물(히노키티올 함량 6.03 mg)을 첨가한 식빵은 저장 2일까지 세균이 전혀 자라지 못하였으며 세균수가 10^4 CFU/g 수준에 도달하는데 4일 걸렸다. 또한 곰팡이 생성은 대조구가 저장 3일째에 관찰되었으나 측백잎 50 g 추출물을 첨가한 것은 저장 5일째에 관찰되었다. 식빵의 관능적 품질은 측백 히노키티올 추출물 첨가로 인하여 그다지 영향을 받지 않았다.

이러한 결과는 식빵 제조시 측백의 히노키티올 추출물을 이용함으로써 식빵의 shelf-life를 연장시킬 수 있음을 보여 주었다.

문 헌

1. 이미령, 노기환 : 측백 열매에 관한 연구. 광주보건전문대학 논문집, **12**, 67-73 (1987)
2. Ono, M., Asai, T. and Watanabe, H. : Hinokitol production in a suspension culture of *Calocedrus formosana* florin. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **62**, 1653-1659 (1998)
3. Endo, M., Mizutoni, T. and Matsumura, M. : High-performance liquid chromatographic determination of hinokitol in cosmetics by the formation of difluoroborane compounds. *J. Chromatography*, **455**, 430-433 (1988)
4. Inamori, Y., Muro, C., Sajima, E., Katagiri, M., Okamoto, Y., Tanaka, H., Sakami, Y. and Tsujibo, H. : Biological activity of purpurogallin. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **61**, 890-892 (1997)
5. Arima, Y., Hatanaka, A., Tsukihara, S., Fujimoto, K., Fukuda, K. and Sakurai, H. : Scavenging activities of alpha-, beta- and gamma-thujaplicins against active oxygen species. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **45**, 1881-1886 (1997)
6. Oh, D.H., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn, C. and Yu, J.Y. : Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 957-963 (1998)
7. AACC. approved Methods. 18th ed. American association of Cereal Chemists, AACC Inc., USA (1983)
8. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이용춘 : 관능검사 방법 및 응용. 신평출판사, 서울, p.250 (1993)
9. SAS : SAS/STAI User's Guide. Version 6.03, SAS Institute, Inc., NC (1988)
10. Pisesookbuntern, W., D'apollonia, B.L. and Kulp, K. : Bread stalling studies. II. The role of refreshing. *Cereal Chem.*, **60**, 302-305 (1983)

(2000년 3월 22일 접수)