KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 34, No. 3, pp. 449~453 (2002)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

키토산 첨가에 따른 식빵의 품질 변화

이현영 · 김성미 · 김진영 · 윤선경 · 최정수 · 박선미 · 안동현*
부경대학교 식품생명공학부 · 수산식품연구소

Changes of Quality Characteristics on the Bread added Chitosan

Hyun-Young Lee, Seong-Mi Kim, Jin-Young Kim, Sun-Kyoung Youn, Jung-Su Choi, Sun-Mee Park and Dong-Hyun Ahn*
Faculty of Food Science & Biotechnology/Institute of Sea Food Science, Pukyong National University

This was studied to evaluate the quality characteristics of the bread added chitosan during storage at room temperature(Temp. 27°C±2, RH 75%±10). The volume of the dough was increased depending on the larger molecular weight and the higer concentration of chitosan but was decreased at 0.50% of 120 kDa chitosan. The water activity was low depending on the larger molecular weight and the higher concentration of chitosan at the early storage, but maintained constantly during storage totally. The colors of the bread was hardly affected by 30 kDa of chitosan. Textural characteristics was improved at 30 kDa and 120 kDa of chitosan. Especially, the change of the hardness were maintained lower at 30 kDa, 120 kDa of chitosan during storage than that of standard. These results showed that the quality of the bread by added 30 kDa of chitosan was improved highly.

Key words: chitosan, bread, quality characteristics

서 론

경제 성장과 더불어 높아지는 소득과 의식수준의 변화로 국민의 식생활도 빠르게 변화하고 있다. 식생활이 점차 간편해지고 서구화됨에 따라 주식 대용으로서 빵류의 소비는 높은 비중을 차지하고 있다[1]. 빵에는 다량의 탄수화물이 함유되어 있어 열량이 높을 뿐만 아니라 먹기에 간편하다는 장점을 지니고 있고, 그 중 특히 식빵은 달지 않고 부드러워 가장 많이 이용되고 있다[2]. 따라서 앞으로도 이러한 빵류가 주식으로 이용되기 위해서는 영양적인 면과 기능적인 면에서 개선이 되어야 할 것이다. 지금까지는 주로 밤, 우유, 옥수수와 같은 단백질 및 전분질 재료를 첨가하여 빵을 제조하였으나, 최근 소비자들의 건강에 대한 폭넓은 관심으로 식이조절과 관련한 저열량 제품이나 기능성을 부여한 제품에 대한 선호가 급증되고 있어 빵에 감잎[3], 부추[4], 신선초[5], 알로에[6], 메게껍질[7], 밀기울[8]과 같은 섬유소를 첨가하거나 멸치에 함유된 칼슘을 첨가[9]하여 빵을 제조하는 연구 결과들이 보고되고 있다.

근래에 들어 식품첨가물로서 관심이 고조되고 있는 키토산은 자연계에서 cellulose 다음으로 많이 존재하는 키틴을 탈아세틸화 한 것으로, 2-amino-2-deoxy-D-glucose가 β-1,4 결합을 한 생분해성 천연고분자물질[10-12]이다. 이러한 키토산은 인체는 물론 환경오염에 영향을 미치지 않고, 식품, 화장품 및 의료소재로 사용되고 있다[13]. 특히 식품분야에서 콜레스테롤 저하작용[14-16], 항균작용[17-21], 항암작용[22], 제빵에서의 부피 증진효과[23] 외에도 제산제, 착색제 및 탈색제, 보수성 및 유화안정성 등의 다양한 생리 활성을 나타낸다고 알려져 있다[24-27]. 실제로 chitosan 또는 chitosan유도체를 첨가하여 메밀묵[28], 수리미[29], 마요네즈[30], 김[31], 축육소시지[32] 그리고 빵[23,33]의 품질 및 저장성을 향상시키고자 하는 연구가 진행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 분자량 및 농도를 달리한 키토산 용액을 식빵 반죽에 직접 첨가하여 제조함으로써 식빵의 품질 변화에 대해 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서는 대한제분의 강력분 1등급 밀가루와 (주)제니코(France)의 활성건조효모를 주원료로 하여, 설탕은 제일제당 제품을, 쇼트닝은 서울 하인즈의 제품을, 반죽개량제인 S-500은 조흥화학의 제품을 사용했다.

키토산은 분자량 약 1, 5, 30과 120 kDa을 사용했는데, 분자량 약 1, 5 kDa의 것은 탈 아세틸화도 95% 이상의 (주)키토라이프의 제품을 사용했고, 분자량 약 30 kDa의 키토산은

*Corresponding author : Dong-Hyun Ahn, Faculty of Food Science and Biotechnology/Institute of Seafood Science, Pukyong National University, Daeyean 3-dong, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea
Tel: 82-051-620-6429
Fax: 82-051-622-9248
E-mail: dhahn@pknu.ac.kr

탈 아세틸화도 92%이상인 (주)Biotech의 제품을 사용했다. 이들은 중금속과 비소 모두 검출되지 않은 것이며, 분자량 약 120 kDa의 키토산은 탈 아세틸화도 85% 이상, 중금속 20 ppm 이하, 비소 미 검출의 (주)신영키토산 제품을 사용했다.

식빵의 제조

밀가루 100%를 기준으로 효모 2%, 설탕 5%, 소금 2%, 탈지분유 3%, 쇼트닝 4%, S-500 1%, 물 63%를 혼합하여 straight dough method에 따라 식빵을 제조했다. 반죽은 90분간 1차 발효(27°C, RH 80%)한 다음, 75 g씩 둥글리기하여 40분간 2차 발효(38°C, RH 90%)를 하고 오븐의 상부온도 210°C, 하부온도 150°C에서 11분간 굽기하였다. 완성된 식빵을 포장한 후 실온(온도 27°C±2, 습도 75%±10)에서 8일간 저장하면서 품질변화를 관찰하였다.

키토산의 첨가

분자량 약 1, 5 kDa의 키토산은 증류수에 녹인 후 pH를 5.5로 조절하였고, 분자량 약 30, 120 kDa의 키토산은 lactic acid에 녹인 후 pH를 5.5로 조절하여 사용했다. 이때 키토산의 첨가량은 총 재료무게에 대해 0.01%, 0.10%, 0.30%, 0.50%의 농도가 되도록 하였고 lactic acid도 전체의 0.3%가 되도록 하여 용해한 뒤 밀가루 무게에 대해 25%에 해당하는 양을 첨가했다. 반죽에 첨가하는 물의 양은 키토산 용액의 양을 제외한 나머지 필요량을 첨가했다.

반죽의 부피팽창도

1차 발효 전의 반죽을 50 g씩 분할하여 250 mL의 mass cylinder에 담은 후 1차 발효 조건인 27°C, RH 80%에서 90분간 발효시켜 각 시료의 부피팽창정도를 비교, 측정하였다.

식빵의 pH

완성된 식빵의 내부를 약 5 g 정도 취하여 10배의 증류수를 가한 뒤, homogenizer(AM-7, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)를 이용하여 2분간 균질화 한다. 이 시료를 pH meter (HM-30V, Toyo, Japan)로 pH를 측정하였다.

식빵의 수분활성도

식빵을 제조하여 PVC포장지에 함기 포장한 후 실온에서 8일간 저장하면서 2일 간격으로 시료를 취하여 시료를 고루 분쇄한 후 수분활성측정기(Rotronic Hygroscop BT-RS1, Swiss)를 사용하여 측정하였다.

식빵의 색도

식빵의 표면과 내부를 1.5×1.5×1 cm의 크기로 각각 잘라 색차계(JC801, Color techno system Co., Japan)를 이용하여 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도)값을 측정하였다. 이 때 사용된 표준백판은 L* = 93.73, a* = –0.12, b* = 0.11였다.

식빵의 물성

식빵의 물성은 내부를 1.5×1.5×1 cm의 크기로 자른 다음 Texture meter(T-1-XT2, SMS Co., UK)를 사용하여 20 mm diameter cylinder로 1.0 mm/s의 속도로 2 mm 깊이로 누른 후 gumminess(검성), chewiness(씹힘성), springiness(탄성), cohesiveness(응집성), resilience(복원성)을 측정하였다. Hardness(경도)는 전단력으로 나타내었다.

결과처리

실험결과는 3차례의 평균값으로 나타냈다.

결과 및 고찰

반죽의 부피팽창도

분자량 약 1, 5, 30, 120 kDa의 키토산을 최종농도 0.10%가 되게 식빵 반죽에 첨가하여 1차 발효 후 부피팽창정도를 측정한 결과(Fig. 1), 대조구인 0.30%의 lactic acid 용액과 1, 5 kDa의 키토산을 첨가한 반죽의 경우에는 키토산 무첨가구에 비해 약간 부피가 감소하였다. 반면에 분자량 약 30, 120 kDa의 키토산을 첨가한 반죽의 부피는 약간 팽창하는 것으로 나타났다. 이를 토대로 하여 분자량 약 30, 120 kDa의 키토산을 최종농도 0.01~0.50%가 되게 반죽에 첨가하여 부피팽창도를 측정한 결과(Fig. 2), 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 첨가량이 증가할수록 반죽의 부피 또한 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 있어서는 0.10%와 0.30% 농도로 첨가한 반죽에서만 부피가 팽창하였고, 0.50%의 농도로 첨가한 반죽의 부피는 크게 감소하는 것으로 나타났다.

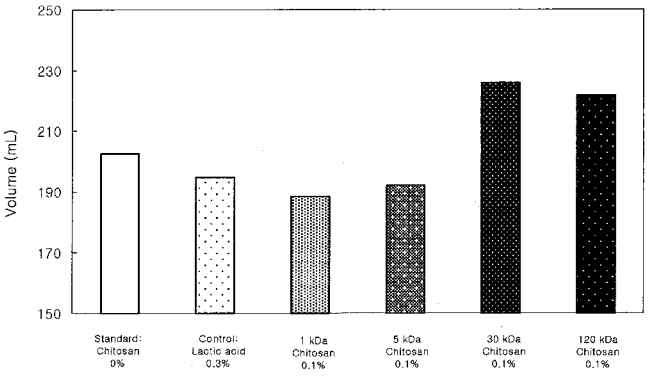

Fig. 1. Volume of the dough with various molecular weight of chitosans.

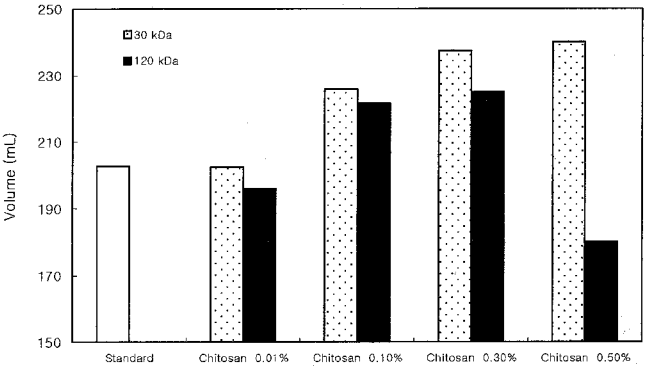

Fig. 2. Volume of the dough with various concentration of M.W. 30 kDa and 120 kDa chitosans.

Table 1. pH of the bread with various molecular weight and concentration of chitosans

Sample		pH	Sample		pH
Standard		5.34	Control		5.26
1 kDa	0.01%	5.23	30 kDa	0.01%	5.30
Chitosan	0.10%	5.25	Chitosan	0.10%	5.25
	0.30%	5.18		0.30%	5.30
	0.50%	5.18		0.50%	5.27
5 kDa	0.01%	5.33	120 kDa	0.01%	5.40
Chitosan	0.10%	5.27	Chitosan	0.10%	5.28
	0.30%	5.26		0.30%	5.39
	0.50%	5.24		0.50%	5.41

이는 키토산의 분자량 및 첨가량이 증가할수록 수용액의 점성이 높아지는데[34,35], 이와 같은 특성이 반죽의 부피팽창에 영향을 미친 것이라 사료된다. 하지만 분자량 약 120 kDa의 키토산을 0.50% 첨가한 경우에는 키토산 용액의 지나치게 높은 점도로 인해 반죽의 부피팽창이 저해된 것으로 사료된다.

식빵의 pH

분자량 약 1, 5, 30, 120 kDa의 키토산을 0.01~0.50%의 농도로 각각 반죽에 첨가하여 식빵을 제조한 후 pH를 측정하였다. 키토산 무첨가구에 비해, 분자량 약 1, 5, 30 kDa의 키토산을 첨가한 식빵의 경우와 대조구에서는 pH가 약간 낮게, 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 식빵의 경우에는 pH가 약간 높게 측정되었다(Table 1). 그러나 그 차이가 그다지 크지 않게 나타난 것은 첨가하는 키토산의 pH를 동일하게 5.5로 조절하여 첨가하였을 뿐만 아니라, 키토산의 첨가가 반죽의 발효에 크게 영향을 미치지 않은 결과로 생각된다.

식빵의 수분활성도

분자량 약 1 kDa과 분자량 약 30 kDa을 농도별로 첨가하여 식빵을 제조한 후 8일간 수분활성의 변화를 살펴보았다(Figs. 3, 4). 그 결과 저장 초기에는 키토산을 첨가하지 않은 식빵에 비해 키토산을 첨가한 식빵의 수분활성도가 낮게 측정되었다. 이는 키토산의 분자량이 커질수록 보수력이 높아져[10,36] 빵 내부의 결합수가 증가하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 저장기간이 길어질수록 키토산을 첨가하지 않은 식빵의 수분활성도는 큰 폭으로 감소하는데 비해 키토산을 첨가한 식빵의 수분활성도는 낮은 폭으로 감소하는 것으로 나타났다. 특히 분자량 약 1 kDa의 키토산을 첨가한 식빵의 경우에서는 0.30% 이상의 농도로 첨가한 경우 수분활성도의 변화가 더 적게 나타났고, 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 식빵의 경우에는 전 첨가 농도에서 수분활성의 변화가 거의 없게 나타났음을 알 수 있었다. 이와 같이 1 kDa과 30 kDa의 키토산의 수분활성도의 차이는 분자량별 키토산이 지니는 보수성의 차이 때문인 것으로 생각되고, 키토산이 지니고 있는 보수성[10,37]은 저장 중 수분을 일정하게 유지시킴으로써 식빵의 노화를 억제시키는데 효과적일 것이라 사료된다.

식빵의 색도

키토산을 분자량별로 0.10%의 농도로 첨가하여 식빵의 색

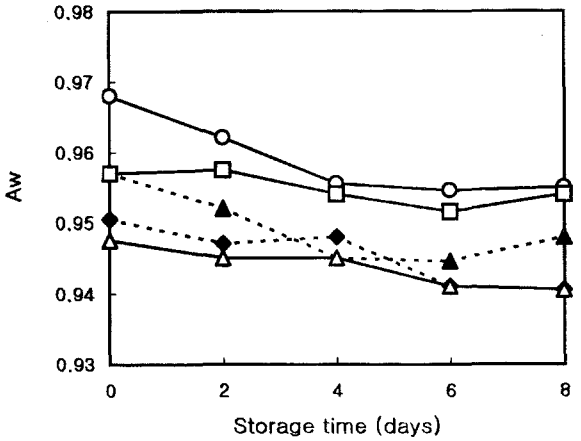

Fig. 3. Changes in water activity (Aw) of the bread with various concentration of chitosan (1 kDa) during storage at room temperature.
- ○ -; Chitosan 0% (Standard), -▲ -; Chitosan 0.01%, - □ -; Chitosan 0.10%, -◆ -; Chitosan 0.30%, △ -; Chitosan 0.50%.

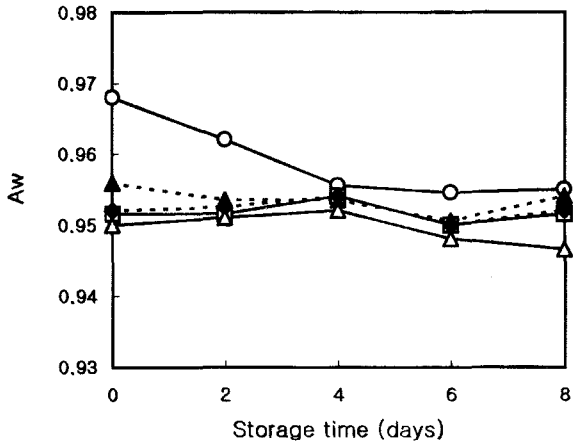

Fig. 4. Changes in water activity (Aw) of the bread with various concentration of chitosan (30 kDa) during storage at room temperature.
- ○ -; Chitosan 0% (Standard), -▲ -; Chitosan 0.01%, - □ -; Chitosan 0.10%, -◆ -; Chitosan 0.30%, △ -; Chitosan 0.50%.

변화를 측정한 결과(Table 2), 식빵 표면의 L*값은 키토산을 첨가하지 않은 경우와 비교해 볼 때 분자량 약 1 kDa의 키토산을 첨가한 경우에서는 약간 높게, 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 거의 비슷하게, 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 낮게 나타났다. a*값과 b*값 역시 L*값과 유사한 경향을 나타내었다. 식빵 내부의 L*값은 분자량 약 1, 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 높았으나, 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 약간 낮았다. a*값은 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 조금 높게 측정되었고, b*값은 분자량 약 1 kDa의 키토산을 첨가한 경우 조금 높았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우 식빵 내부의 L*값을 제외한 표면 및 내부의 색에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 2. Colors of the bread with various molecular weight of chitosans

Samples	L*		a*		b*	
	surface	inside	surface	inside	surface	inside
Standard	72.73	75.61	4.39	0.82	20.43	9.58
Control	68.12	80.87	2.66	1.66	14.84	11.35
1 kDa Chitosan[1)]	77.56	77.78	4.97	0.98	23.63	10.25
5 kDa Chitosan[1)]	73.79	76.15	4.60	0.73	20.02	9.36
30 kDa Chitosan[1)]	72.27	74.72	4.29	0.84	21.52	9.05
120 kDa Chitosan[1)]	67.88	76.25	2.29	1.28	14.35	9.19

[1)]Concentration of chitosan is 0.10% (w/w).

Table 3 . Textural characteristics of the bread with various molecular weight of chitosans

	Gumminess	Chewinness	Springiness	Cohesiveness	Resilience
Standard	59.70	61.00	0.996	0.573	0.362
Chitosan 1 kDa[1)]	47.84	47.13	0.980	0.551	0.313
Chitosan 5 kDa[1)]	48.72	48.43	0.952	0.542	0.319
Chitosan 30 kDa[1)]	65.63	65.63	1.007	0.571	0.350
Chitosan 120 kDa[1)]	70.08	70.08	0.992	0.602	0.387

[1)]Concentration of chitosan is 0.10% (w/w).

식빵의 물성

분자량 약 1, 5, 30, 120 kDa의 키토산을 0.10%의 농도로 첨가하여 식빵의 물성을 측정하였다(Table 3). 분자량 약 1, 5 kDa의 키토산을 첨가한 경우는 키토산을 첨가하지 않은 경우에 비해 gumminess가 약간 낮았으나, 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 약간 높았고, 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 아주 높았다. Chewiness는 키토산을 첨가하지 않은 경우와 비교해 볼 때, 분자량 약 1, 5 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 약간 낮았고, 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에서는 비슷했으며, 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에서는 높았다. Springiness는 키토산을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우에 거의 차이가 나지 않았으나, cohesiveness와 resilience는 분자량 약 120 kDa의 키토산 첨가구에서 약간 크게 나타났다. 따라서 고분자량의 키토산을 식빵에 첨가하였을 때 물성에 약간 영향을 미치는 것으로 생각된다. 저장 초기에 첨가 키토산의 분자량이 높을수록 hardness는 더 높았다. 저장기간이 길어질수록 키토산을 첨가하지 않은 경우에 있어서는 hardness가 크게 증가하였으나 키토산을 첨가한 경우에 있어서는 hardness의 변화정도가 낮았고, 특히 4일 이후에는 첨가된 키토산의 분자량이 높을수록 hardness가 낮게 나타났다(Fig. 5). 이는 키토산을 첨가하지 않은 빵보다 키토산을 첨가한 빵에서 저장 초기에는 hardness가 높았으나, 저장 중에는 hardness의 변화가 적게 나타났다는 Lee 등의 결과[23]와도 일치한다. 저장 중 hardness 변화의 주 요인은 전분의 노화에 의한 것으로, 본 결과로 미루어 볼 때 키토산 첨가 시 식빵의 노화를 어느 정도 억제시킬 수 있을 것으로 사료된다.

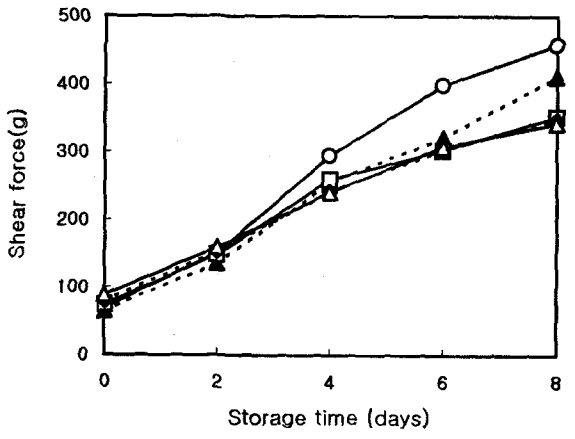

Fig. 5. Changes in hardness of the bread with various molecular weight of chitosans (0.10%) during storage at room temperature.
- ○ -; Standard, -▲ -; 1 kDa Chitosan, - □ -; 5 kDa Chitosan, -◆ -; 30 kDa Chitosan, -△ -; 120 kDa Chitosan.

요 약

식빵에 분자량이 다른 키토산을 첨가량을 달리하여 제조하면서 부피팽창도, pH, 수분활성도, 색도 및 물성 등의 품질특성을 측정하였다. 키토산을 첨가한 반죽을 발효시켜 부피팽창도를 측정한 결과, 분자량 약 30과 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 부피가 큰 것으로 나타났고, 특히 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 부피팽창효과는 가장 컸다. 그러나 분자량 약 120 kDa의 키토산을 고농도(0.50%)로 첨가한 경우에는 부피가 크게 감소하였다. 식빵의 pH는 첨가한 키토산의 분자량 및 농도에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 저장 초기, 키토산을 첨가한 식빵의 수분활성이 키토산을 첨가하지 않은 식빵의 수분활성에 비해 낮았으나 저장 중에는 키토산을 첨가하지 않은 식빵의 수분활성이 크게 감소하는데 반해 키토산을 첨가한 식빵의 수분활성은 그다지 감소하지 않고 유지되었다. 색은 분자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에 식빵 내·외부의 L*, a*, b*값에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 식빵의 물성은 분

자량 약 30 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 gumminess와 chewiness가, 분자량 약 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우에는 gumminess, chewiness, cohesiveness, resilience가 증가하였다. Hardness는 분자량 약 30, 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우, 저장 초기에는 키토산을 첨가하지 않은 경우에 비해 높게 나타났다. 저장 중 키토산을 첨가하지 않은 경우에는 hardness가 크게 증가했으나, 키토산을 첨가한 경우에는 hardness의 증가정도가 낮았고, 첨가 키토산의 분자량이 클수록 hardness의 증가정도가 낮게 유지되었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 분자량 약 30, 120 kDa의 키토산을 첨가한 경우 반죽의 부피를 크게 할 뿐만 아니라 저장 기간 중 경도 변화를 낮게 유지하였고, 수분활성이 안정하게 유지되는 등 품질향상효과가 있었으며, pH나 색에는 큰 영향을 주지 않아 좋은 효과가 있었다. 특히 이러한 효과는 분자량 약 30 kDa의 키토산 첨가 시 가장 뛰어났다.

문 헌

1. National health and nutrition survey-nutrition survey. p. 141 Ministry of health and welfare/Korea health industry development institute (1998)
2. Choi, O.J., Kim, Y.D., Kang, S.K., Jung, H.S., Ko, M.S. and Lee, H.C. Properties on the quality characteristics of bread added with *Angelica keiskei* Koidz flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 118-125 (1999)
3. Bae, J.H., Woo, H.S., Choi, H.J. and Choi C. Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 882-887 (2001)
4. Jung, H.S., Noh, K.H., Go, M.K. and Song, Y.S. Effect of leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of breads. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 113-117 (1999)
5. Choi, O.J., Jung, H.S., Ko, M.S., Kim, Y.D., Kang, S.K. and Lee, H.C. Variation of retrogradation and preference of bread with added flour of *Angelica keiskei* Koidz during the storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 126-131 (1999)
6. Kim, J.S. Effect of aloe powder on the moisture and pH of fermented pan bread. J. Indust. Technol. 6: 205-208 (1998)
7. Yook, H.S., Kim, Y.H., Ahn, H.J., Kim, D.H., Kim, J.O. and Byun, M.W. Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 387-395 (2000)
8. Hwang, J.K., Kim, C.T., Cho, S.J. and Kim, C.J. Effects of various thermal treatments on physicochemical properties of wheat bran. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 394-403 (1995)
9. Jeong, Y.N., Kang, H.A. and Shin, M.G. Quality characteristics of the bread added anchovy powder. Food Eng. Prog. 5: 235-240 (2001)
10. Knorr, D. Functional properties of chitin and chitosan. J. Food Sci. 47: 593-595 (1982)
11. Dodane, V., Khan, M.A. and Merwin, J.R. Effect of chitosan on epithelial permeability and structure. Int. J. Pharm. 182: 21-32 (1999)
12. Ilyina, A.V., Tatarinova, N.Y. and Varlamov, V.P. The preparation of low-molecular-weight chitosan using chitinolytic complex from *Streptomyces kurssanovii*. Pro. Biochem. 34: 875-878 (1999)
13. Lee, J.S. Broadcasting effect of chitosan solution on dry matter production in Ladino clover (*Trifolium repens*). Korean J. Organic Agric. 4: 79-85 (1995)
14. Ikeda, I., Sugano, M., Yoshida, K., Sasaki, E., Iwamoto, I. and Hatano, K. Effects of chitosan hydrolysates on lipid absorption and on serum and liver lipid concentration in rats. J. Agric. Food Chem. 41: 431-435 (1993)
15. Sugano, M., Fujikawa, T., Hiratsuji, Y., Nakashima, K., Fukuda, N. and Hasegawa, Y. A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agent in rats. Am. J. Clin. Nutr. 33: 787-793 (1980)
16. Lee, J.K., Kim, S.U. and Kim, J.H. Modification of chitosan to improve its hypocholesterolemic capacity. Biosci. Biotech. Biochem. 63: 833-839 (1999)
17. Rhoades, J. and Roller, S. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. Appl. Environ. Microbiol. 66: 80-86 (2000)
18. Wang, G.H. Inhibition and inactivation of five species of foodborne pathogens by chitosan. J. Food Prot. 55: 916-919 (1992)
19. Sudarshan, N.R., Hoover, D.G. and Knorr, D. Antibacterial action of chitosan. Food Biotech. 6: 257-272 (1992)
20. Yun, Y.S., Kim, K.S. and Lee, Y.N. Antibacterial and antifungal effect of chitosan. J. Chitin. Chitosan. 4: 8-14 (1999)
21. Sanford, P.A. Chitosan, commercial uses and potential applications. pp. 51-69. In: Proc. 4th Int. Conf. on Chitin/chitosan held in Trondlheim, Norwey (1988)
22. Ito, M., Ban, A. and Ishihara, M. Anti-ulcer effects of chitin and chitosan, healthy foods, in rats. Japan J. Pharmacol. 82: 218-225 (2000)
23. Lee, H.S., Park, H.Y., Choi, Y.J., Jung, Kim, J.J., Jung., B.O. and Chung, S.J. Effect of chitosan on bread properties and shelf life. Appl. Chem. 4: 133-136 (2000)
24. Bough, W.A. Chitosan-a polymer from seafood wastes for use in treatment of food processing wastes and activated sludge. Process Biochem. 11: 13-18 (1976)
25. No, H.K. and Meyers, S.P. Crawfish chitosan as a coagulant in recovery of organic compounds from seafood processing streams. J. Agric. Food Chem. 37: 580-586 (1989)
26. Li, Q., Dunm, E.T., Grandmaision, E.W. and Goosen, M.F.A. Applications and properties of chitosan. J. Bioact. Comp. Poly. 7: 370-375 (1980)
27. Rodriguez, M.S., Albertengo, L.A. and Agullo, E. Emulsification capacity of chitosan. Carbohydr. Polym. 48: 271-276 (2002)
28. Lee, M.H. and No, H.K. Effect of chitosan on shelf-life and quality of buckwheat starch jelly. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 865-869 (2001)
29. Kataoka, J., Ishizaki, S. and Tanaka, M. Effects of chitosan on gelling properties of low quality surimi. J. Muscle Foods. 9: 209-220 (1998)
30. Roller, S. and Covill, N. The antimicrobial properties of chitosan in mayonnaise and mayonnaise-base shrimp salads. J. Food Prot. 63: 202-209 (2000)
31. Park, J.W., Kang, S.G., Oho, S.W., Park, S.Y., Jung, S.T., Park, Y.K., Rhim, J.W. and Ham, K.S. Effect of chitosan treatment on the quality of dried lavers. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1115-1119 (1999)
32. Youn, S.K., Park, S.M. and Ahn, D.H. Studies on the improvement of storage property in meat sausage using chitosan-II, Difference of storage property by molecular weight of chitosan. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 849-853 (2000)
33. Lee, K.H. and Lee, Y.C. Effect of carboxymethyl chitosan on quality of fermented pan bread. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 96-100 (1997)
34. Lee, J.W. and Lee, Y.C. The physico-chemical and sensory properties of mike with water soluble chitosan. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 806-813 (2000)
35. Kim, G.E. and Cho, M.G. Chitin contents and antibacterial activity of chitosan extracted from biomass. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 22: 643-645 (1994)
36. Knorr, D. Use of chitinous polymers in food. Food Tech. 38: 85-96 (1984)
37. Cho, Y.I., No, H.K. and Meyers, S.P. Physicochemical characteristics and functional properties of various commercial chitin and chitosan products. J. Agric. Food Chem. 46: 3839-3843 (1998)

(2002년 4월 30일 접수)