

스폰지 케이크의 품질 특성에 미치는 키토산의 영향

* 이 석 원 · 강 창 수*

유한대학 식품영양과, *혜전대학 제과제빵과

Effects of High Molecular Weight Water-Soluble Chitosan on Quality Attributes of Sponge Cake

* Seog-Won Lee and Chang-Su Kang*

Department of Food & Nutrition, Yuhan College, Bucheon 422-749, Korea

*Department of Baking Technology, Hyejeon College, Hongsung-gu 350-702, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate an influence of chitosan addition on quality attributes of sponge cake. The cake was made with various chitosan concentration (1,000, 2,000, and 3,000 ppm), and it was stored for 120 hr at three temperatures (5, 15, and 25°C). By analyzing the mixogram data of wheat flour-chitosan composite flour, the ascending angle of the samples containing chitosan was sharply increased and the descending angle had lower values compared to that of control as the chitosan addition concentration was increased. The loaf weights and volumes of the samples with chitosan were increased compared to those of the control. Crumb firmness of the control showed relatively high value compared to those (5~6 N) of other samples containing chitosan regardless of storage temperature and storage period, and the firmness after 5 days storage at 5°C showed the highest value (about 9.3 N). Sensory evaluation attributes of sponge cakes did not show significant differences by chitosan addition up to concentration of 2,000 ppm.

Key words : sponge cake, chitosan, crumb firmness, mixogram, loaf volume

서 론

스폰지 케이크의 품질 특성은 부피, 조직감 및 관능적 특성에 의해 평가된다. 이러한 특성들은 반죽 과정과 첨가 물질들에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 반죽 과정 중에 혼입되는 공기의 보유율은 케이크의 중요한 품질 요소로서 첨가제에 의해 크게 영향을 받는다¹⁾. 첨가제 중에서 유화제^{1~3)}의 계면 특성은 매우 중요한데 이는 반죽에 형성된 기포의 파괴 감소에 도움을 주기 때문이다. 뿐만 아니라 빵의 품질에 미치

는 식이섬유⁴⁾, hydrocolloid⁵⁾ 및 키토산⁶⁾ 같은 다양한 첨가제의 영향이 많이 연구되어 왔다. 또한 소비자들이 식품을 선택할 때 첨가물질들의 다양한 기능성^{7,8)}을 고려하기 때문에 이러한 첨가제의 선택은 매우 중요하다.

자연계에 가장 풍부하게 존재하는 다당류 중의 하나인 키토산은 키틴으로부터 유도된 천연의 무독성 생고분자로서 3가지 형태의 기능성 기⁹⁾를 가지고 있다. 이들 기능성 기는 여러 가지 분야에서 응용되는 유용한 기능을 제공한다¹⁰⁾. 키토산은 항균성^{11,12)}, 항산화

* Corresponding author : Seog-Won Lee, Department of Food & Nutrition, Yuhan College, 185-34, Goean-dong, Sosa-gu, Bucheon, Kyunggi-do 422-749, Korea.

Tel : +82-2-2610-0805, Fax: +82-2-2619-0809, E-mail: goodabba@yuhan.ac.kr

성¹³⁾, 지방질 결합력¹⁴⁾, 유화력 및 수분 흡수력¹⁵⁾ 같은 여러 가지 생물학적 기능이 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 키토산의 특성들은 부가가치를 부여한 제품의 개발에 사용될 수 있다. 그런 의미에서 더 많은 생리학적, 관능적 연구가 필요하며, 이를 통해 키토산이 식품의 품질을 어떻게 개선하는지에 대한 이해할 수 있을 것이다. Lin과 Chao¹³⁾는 키토산과 키토산 저증합체가 소시지의 품질을 향상시키는 데 효과가 있으며, Knorr와 Betschart⁶⁾는 키틴이 밀가루 빵의 부피를 증가시켰다고 보고하였다. 호화 전분의 노화(retrogradation) 현상은 전분질 식품의 조직감에 변화를 일으켜 그 식품의 이용성에 영향을 주는 주된 요인으로 키토산의 지방질 결합력, 유화력 및 수분 흡수력 같은 특성들은 이러한 전분질 식품의 조직감 개선에 이용이 될 수 있을 것이다. 이외에도 식품 산업에서 이용되는 키틴 및 이의 유도체들은 가식성 필름 제조, 첨가제 (과실 쥬스의 청징제, 유화제, 색 안정제 등), 영양적 측면 (식이 섬유, 콜레스테롤 저하 효과, 지방 흡수 억제, 양어 사료 등), 식품 가공 폐수의 흡착제 및 물의 정화 등에 이용되고 있다. 식품 첨가제로서 다양한 기능성을 갖고 있는 키토산을 스판지 케이크에 적용한 연구들은 거의 보고되어 있지 않다.

본 연구의 목적은 키토산을 다양한 농도로 첨가하여 제조한 스판지 케이크의 품질 특성을 조사하고, 또한 제조한 케이크를 여러 온도에 저장하여 저장 중의 품질 특성에 대하여 알아보는데 있다.

재료 및 방법

1. 재료 및 일반성분 분석

사용한 밀가루의 일반성분은 수분 14.2%, 단백질 8.5%, 회분 0.53% 이었으며, 키토산은 (주)자광의 제품을 사용하였다. 스판지 케이크의 제조에 사용한 다른 모든 재료는 지역시장에서 구입하여 사용하였다. 수분, 단백질 및 회분은 AACC 방법¹⁶⁾에 준하여 측정하였으며, 질소 함량은 semimicro-Kjeldahl법으로 구하였다. 이때 사용한 질소계수는 5.7이었다.

2. 밀가루-키토산 복합분의 반죽 물성

밀가루-키토산 복합분의 반죽 물성은 10 g Mixograph (National Manufacturing Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 측정하였다. 복합분의 혼합은 mixograph의 spring index bar를 9번 위치에, 50 g movable weight 를 3개 사용한 후 25°C, 88±1 rev/min의 조건에서 실시하였으며, mixograph 변수들은 AACC 법¹⁶⁾에 준하여

구하였다. 키토산 첨가에 따른 반죽 물성은 밀가루에 키토산을 각각 1,000, 2,000 및 3,000 ppm (w/w)의 농도로 첨가한 후 측정하였다.

3. 스판지 케이크의 제조

스판지 케이크의 배합 비율은 Table 1에 나타내었다. Single-bowl 혼합 과정을 적용하였으며, 버터, 설탕, 소금 및 유화제는 약 25°C로 유지한 후 무게를 잰 후 균일한 혼합이 이루어지도록 저속에서 1분 그리고 고속에서 1분 동안 혼합하였다. 그 후 달걀과 분유를 추가로 넣은 후 저속에서 30초 그리고 고속에서 6분 동안 혼합하였으며, 밀가루와 베이킹파우더를 첨가한 후 저속에서 1분 그리고 고속에서 1분 동안 혼합하였다. 최종적으로 키토산을 반죽 무게의 일정 비율이 되도록 각각 1,000, 2,000 및 3,000 ppm (w/w)의 농도로 첨가한 후 저속에서 1분, 그리고 고속에서 30초 동안 혼합하였다. 키토산은 반죽에 첨가하기 전에 증류수에 용해한 후 사용하였다. Cake batter의 일정량 (450 g)씩 팬 (metallic, lard-coated cylindrical pan (직경 200 mm, 높이 45 mm))에 부은 후 180°C에서 35분 동안 구웠다. 구운 케이크는 상온에서 2시간 동안 냉각한 후 일정 크기 (50×50×10 mm)로 자른 후 적층 필름(OPP/PE)으로 밀봉하여 포장한 후 측정용 시료로 사용하였으며, 저장 중 조직감 변화를 조사하기 위하여 일부 시료는 5, 15 및 25°C에 저장하였다.

4. 케이크의 부피 및 중량 측정

스판지 케이크의 품질 특성은 케이크를 구운 후 2시간 동안 냉각한 것을 무게를 측정한 후 종자치환법¹⁷⁾으로 부피를 측정하여 분석하였다. 각각의 측정은 5반복하여 평균값으로 하였으며, 케이크의 비용적 (mL/g

Table 1. Sponge cake dough formula based on wheat flour weight¹⁾

Ingredient	Flour basis (%)	Ingredient	Flour basis (%)
Soft wheat flour	100.0	Chitosan ²⁾	
Sugar	130.0	Baking powder	3.0
Butter	50.0	Powdered milk	8.0
Liquid whole egg	55.0	Water	72.0
Salt	2.0	Emulsifier	3.0

¹⁾ All ingredients percentages based on wheat flour.

²⁾ Chitosan: three levels (1,000 ppm, 2,000 ppm and 3,000 ppm of total dough weight).

flour)은 부피에 대한 무게비로 산출하였다.

5. 스폰지 케이크의 경도 (Firmness) 측정

스폰지 케이크의 조직감은 일정 크기로 자른 후 밀봉한 5개의 시료를 25°C에서 2시간 동안 정지한 후 측정하였으며, Bourne의 방법¹⁸⁾에 준하여 구하였다. 시료의 조직감은 texture analyser (TA-XT2, Stable Micro Systems, England)로 10회 반복하여 측정하였으며, 측정조건은 탐침 직경 25 mm, 변형율 50%, 압축속도 1.0 mm/s이었다. 힘-시간 그래프를 분석하여 시료의 경도를 구하였으며, 저장 5일 동안 세 가지 온도 (5, 15 및 25°C)의 시료들도 일정시간별로 꺼내어 동일한 조건에서 측정하였다.

6. 색도 측정

스폰지 케이크의 색도는 일정 크기로 자른 후 밀봉한 시료를 상온에서 2시간 동안 정지한 후 색도 측정기(Model CR300, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 구하였다. 시료의 색도를 측정하기 전에 색도 측정기는 Minolta standard-white reflector plate를 사용하여 표준화하였으며, 측정한 데이터는 Hunter color system (L (명도), a (적색도)와 b (황색도))으로 나타내었다. 각각의 데이터는 시료를 5회 반복하여 측정한 평균값으로 하였으며, 키토산 첨가 여부에 따른 색변화는 이를 값을 사용하여 계산한 색차(ΔE)로 분석하였다. 이때 적용한 L', a' 및 b'는 각각 71.49, 4.47 및 20.71이었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

7. 관능 검사

시료의 관능 검사는 9명의 훈련된 패널을 이용하였다. 평가는 부드러운 정도, 색, 조직감 및 전체적인 기

호도를 9점법으로 실시하였다. 가장 부드럽거나 선호되는 경우를 9점으로, 가장 딱딱하거나 선호하지 않는 경우를 1점으로 등급하여 평가하였다. 시료는 구운 후 상온에서 2시간 냉각한 것을 사용하였다.

8. 통계분석

데이터들의 유의차는 Duncan's multiple range test ($p<0.05$)를 통해 분석하였으며, Statistical Analysis System¹⁹⁾을 사용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 밀가루-키토산 복합분의 반죽 특성

밀가루에 키토산을 첨가함에 따른 반죽 특성은 mixograph 변수들을 통해 분석하였으며, 그 결과는 Table 2에 나타내었다. 밀가루-키토산 복합분의 mixograph 데이터를 분석하면, 키토산 첨가에 따라 반죽형성시간은 2.5분에서 1.5분으로 크게 감소하는 경향을 나타내었으나 키토산 첨가 농도에 따라서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 키토산 첨가에 따른 반죽 형성 시간의 감소는 키토산에 의한 복합분의 수분 흡수속도의 증가에 기인한 것으로 고려되었다. 이러한 수분흡수력의 증가는 키토산 중합체의 구조에 존재하는 수많은 하이드록실기와 아미노기로 인한 결과로 판단된다. Sathe 등²⁰⁾은 유사한 연구 결과를 보고하였는데, 이들은 단백질 농도 증가에 따른 수분흡수력의 증가로 반죽 형성 시간과 피크 높이가 감소됨을 보고하였다. 이러한 결과는 첨가되는 성분들의 수분 흡수력이 반죽 형성 시간에 중요한 요소임을 의미하는 것으로 판단된다. 그러나 일반적으로 반죽 형성 시간이 mixograph에서 나타나는 모든 정보들을 대표하지는 않는 것으로 알려져 있으며^{21,22)}, Wang 등²³⁾도 유사한 수분 흡수력을 갖는 섬유소의 첨가가 반죽 형성 시간을 변경시키지 않았다고 보고하였다. 피크 높이는 키

Table 2. Mixograph data for wheat-chitosan composite flour

Concentration of chitosan (ppm)	Area (cm ²)	Mixing time (min)	Peak height (cm)	Ascending angle(°)	Descending angle(°)	Mixing Tolerance (cm)
Control ¹⁾	76.3	2.5	6.6	13.0	11.0	4.2
1,000	77.1	1.6	6.6	16.0	7.5	6.0
2,000	75.2	1.5	6.7	46.0	7.5	7.0
3,000	72.3	1.6	6.5	50.5	5.5	7.9

¹⁾ Control made of 100% wheat flour.

토산을 첨가 유무와 관계없이 거의 같은 값을 보였으나, 반죽의 안정성은 키토산 첨가 농도가 증가함에 따라 4.2 cm에서 7.9 cm로 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 곡선의 상승 각도도 13°에서 50.5°로 크게 증가하였으며, 하강 각도도 대조구(11°)에 비하여 상대적으로 작은 값(5.5~7.5°)을 보였다. 이러한 결과는 키토산 첨가가 반죽의 안정성을 증가시킨 것으로 판단된다.

2. 스폰지 케이크의 품질 특성

키토산 첨가에 따른 스폰지 케이크의 품질에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 키토산을 첨가한 스폰지 케이크의 용적 (loaf volume)은 대조구보다 유의적 ($p<0.05$)으로 높게 나타났다. 특히 키토산의 농도가 3,000 ppm일 때 최대값 (1,985 mL)을 보였으며, 이는 대조구보다 약 34% 정도 증가된 값이다. 이러한 결과는 키토산 없이 제조한 스폰지 케이크의 낮은 경도와 관련이 있는 것으로 나타났다. 또한 Knorr와 Betschart⁶⁾은 2% microcrystalline chitin을 첨가한 밀가루 빵의 부피가 증가되었다고 보고하였다. 스폰지 케이크의 중량 또한 키토산 첨가 농도의 증가에 따라 커졌으며, 3,000 ppm의 농도일 때 686 g으로 가장 높았다. 이는 대조구에 비하여 복합분의 우수한 수분 흡수력에 기인한 것으로 검토되었다. 비용적은 스폰지 케이크의 가장 중요한 품질 요소로서 키토산을 첨가하였을 때 대조구보다 유의적($p<0.05$)으로 증가한 경향을 나타내었다. 비용적은 반죽의 기체 포집 능력에 의존하는 것으로 증가된 비용적은 키토산과 구성 성분들 간의 상호 작용으로 인한 기체 포집 능력이 향상되었음을 의미한다. 또한 반죽의 내부 구조는 글루텐의 성질 변화에 기인할 수 있다는 연구도 보고²²⁾되어 있다. 전반적으로 스폰지 케이크의 품질 특성에 키토산 농도가 영향을 미쳤음을 알 수 있었으나, 2,000 ppm과 3,000 ppm의 농도에서는 유사한 비용적을 나타내는

것으로 조사되었다 (Table 3).

3. 스폰지 케이크의 경도 (Firmness)

스폰지 케이크의 경도에 미치는 키토산 첨가 농도의 영향은 Fig. 1과 같다. 시료의 경도는 조직감을 나타내는 특성치로서 시료의 신선도를 판단할 수 있는 중요한 요소이다. 키토산 첨가에 의해 시료의 경도는 대조구에 비하여 전체적으로 감소한 것으로 나타났다. 저장 초기에 시료의 경도는 키토산 농도의 증가에 따라 감소하였으며, 가장 낮은 값은 3,000 ppm일 때 2.9 N이었다. 이 값은 대조구의 값 (4.2 N)에 비하여 31% 정도 감소한 것이다. Maleki 등²⁴⁾은 일반적으로 시료의 경도에 시료의 크기가 영향을 미친다고 보고하였으며, 시료의 비용적에 반비례한다고 하였으며, 이는 본 연구와 일치하는 것으로 분석되었다 (Table 3 및 Fig. 1).

대조구의 경도는 상대적으로 키토산을 함유한 시료에 비하여 저장 온도 및 저장 기간에 관계없이 높은 것으로 나타났으며, 5°C에서 120시간 동안 저장한 대조구의 시료가 가장 높은 약 9.3 N의 값을 보였다 (Fig. 1). 다른 시료들의 경도는 저장 온도에 관계없이 저장 120 시간 후에 5~6 N의 범위 값을 보여 키토산의 첨가가 경도를 낮추는데 효과가 있음을 나타내었다. 이러한 결과는 다른 보고^{25,26)}들과 일치하였다. 또한 저장에 따른 키토산 함유 시료들의 경도 증가 속도는 대조구에 비하여 작은 것으로 나타났는데 이는 키토산이 전분과의 수소 결합 형성으로 인한 전분 분자들 간의 수소 결합 형성에 의한 재결정화가 지연되었기 때문으로 판단된다. 그러나 키토산 첨가 농도에 따른 경도의 변화는 25°C에서는 유의차를 보이지 않았다.

4. 스폰지 케이크의 색도

스폰지 케이크의 색도 데이터는 Table 4에 나타내었다. 키토산을 함유한 시료의 명도는 대조구에 비하여 높은 값을 보였으며, 특히 2,000 ppm 및 3,000 ppm의

Table 3. Baking data for sponge cake made with wheat-chitosan composite flour

Concentration of chitosan (ppm)	Loaf volume (mL)	Loaf weight (g)	Specific loaf volume (mL/g flour)
Control ¹⁾	1480.7 ^c	665.1 ^b	2.2 ^b
1,000	1645.2 ^b	672.4 ^{ab}	2.4 ^b
2,000	1974.3 ^a	679.7 ^{ab}	2.9 ^a
3,000	1985.2 ^a	686.2 ^a	2.9 ^a

¹⁾ Control made of 100% wheat flour.

^{a~c)} Values in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

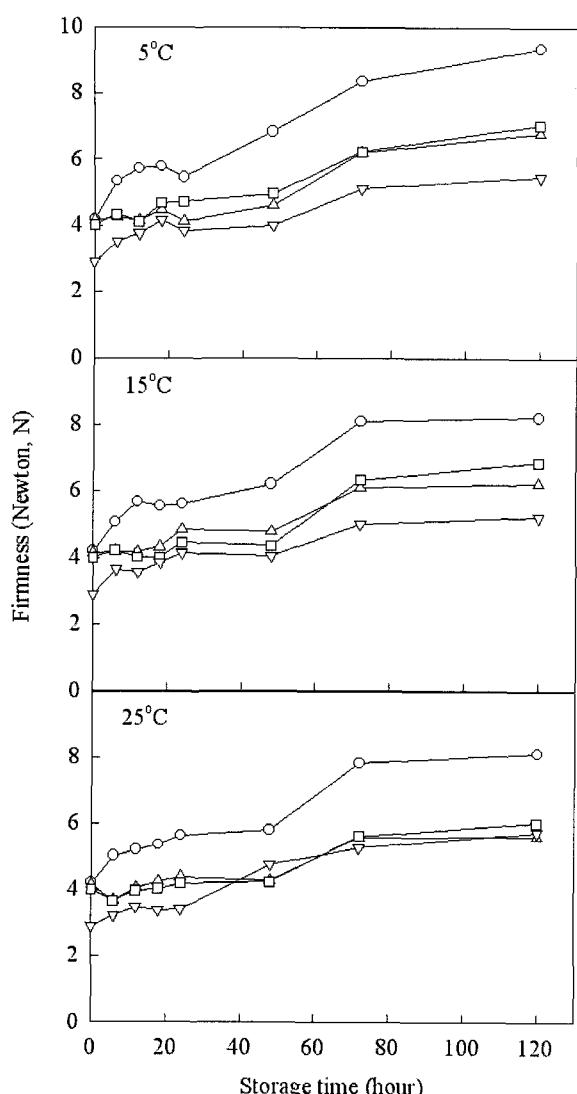


Fig. 1. Changes of firmness of the sponge cake containing chitosan during storage.

○ control; △ chitosan (1,000 ppm); □ chitosan (2,000 ppm); ▽ chitosan (3,000 ppm).

농도에서 유의차를 나타내었다. Jo 등²⁷⁾은 키토산 중합체가 소시지에 첨가되었을 때 포장 방법에 관계없이 명도를 증가시켰다고 보고하였다. 이것은 키토산이 시료의 명도에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 그러나 시료의 적색도는 키토산 첨가 농도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았으며, 황색도 값도 비슷한 결과를 나타내었다 (Table 4). 전체적으로 대조구와 키토산을 함유한 시료들 사이의 색차는 유의차가 없는 것으로 나타나 키토산 첨가에 의해 스폰지 케이크의 색에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

5. 스폰지 케이크의 관능적 특성

스폰지 케이크의 관능적 평가 결과는 Table 5와 같다. 시료들의 색은 키토산 첨가에 의해 영향이 없는 것으로 나타났으며, 부드러운 정도에 대한 패널들의 평가는 2,000 ppm까지 대조구와 유의차를 보이지 않았으나, 3,000 ppm의 첨가 농도에서는 유의적으로 부드러운 정도가 증가한 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 조직감 측정기의 데이터와 일치하는 것으로 나타났다 (Table 5와 Fig. 1). 시료들의 전체적인 기호도는 키토산 3,000 ppm을 첨가한 시료를 제외한 시료들 사이에는 유의차를 보이지 않았으며, 3,000 ppm의 키토산을 함유한 시료의 경우 가장 낮은 선호도를 나타내었다. 이러한 결과는 키토산 첨가 농도가 3,000 ppm 정도가 되면 입에 아린 뒷맛이 잔존하기 때문으로 검토되었다. 따라서 관능적인 결과와 물리적 특성을 고려할 때 키토산 첨가 농도는 2,000 ppm 정도가 가장 좋은 것으로 판단되었다.

요약

스폰지 케이크의 품질에 미치는 키토산 첨가의 영

Table 4. Color parameters of cut loaves made from composite flour with chitosan

	Hunter's color value			Total color difference (ΔE)
	L	a	b	
Control ¹⁾	71.5±0.6 ^b	-4.5±0.4 ^a	20.7±0.4 ^{bc}	0
1,000	72.2±0.5 ^b	-4.9±0.3 ^c	22.7±0.3 ^a	2.2±0.4 ^a
2,000	74.2±0.3 ^a	-4.6±0.3 ^{ab}	20.0±0.3 ^c	2.9±0.5 ^a
3,000	73.6±1.0 ^a	-4.7±0.8 ^{bc}	21.6±0.8 ^b	2.5±0.5 ^a

¹⁾ Control made of 100% wheat flour.

^{a~c)} Values in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Sensory evaluation of the sponge cake made from composite flour with chitosan

Concentration of chitosan (ppm)	Softness	Color	Texture	Overall acceptability
Control ¹⁾	5.4±0.4 ^b	7.2±0.7 ^a	6.5±0.5 ^{ab}	7.3±0.4 ^a
1,000	5.8±0.2 ^b	7.2±0.4 ^a	6.7±0.4 ^a	7.3±0.6 ^a
2,000	5.8±0.5 ^b	7.5±0.5 ^a	6.6±0.6 ^{ab}	7.2±0.8 ^a
3,000	6.6±0.3 ^a	7.5±0.4 ^a	5.7±0.4 ^b	4.2±0.7 ^b

¹⁾ Control made of 100% wheat flour.

^{a~c)} Values in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

향을 알아보기 위하여 키토산을 세 가지 농도 (1,000 ppm, 2,000 ppm, 3,000 ppm)로 첨가하여 스폰지 케이크를 제조하여 품질 특성을 조사하였으며, 또한 제조한 스폰지 케이크를 세 가지 온도 (5°C, 15°C 및 25°C)에 5일간 저장하여 저장 중의 조직감의 변화를 조사하였다. 키토산-밀가루 복합분의 반죽 특성은 키토산의 첨가에 의해 반죽의 안정성이 증가하는 것으로 나타났으며, 스폰지 케이크의 품질 특성인 중량 및 비용적이 키토산을 함유하지 않은 대조구에 비하여 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 키토산을 첨가하여 제조한 스폰지 케이크의 저장 중의 조직감은 전체적으로 볼 때, 키토산을 함유한 경우 대조구에 비하여 hardness가 감소하는 것으로 나타났으며, 저장 5일째 5°C에서 저장한 대조구의 hardness 값이 약 9.3 N으로 가장 높은 값을, 다른 시료군들의 경우 저장온도에 관계없이 hardness 값이 5~6 N의 값을 보였다. 키토산을 함유한 시료군들의 명도(lightness, a value)는 대조구 (71.49)에 비하여 높은 값을 보였으며, 적색도의 경우는 키토산을 함유한 시료군들의 값이 대조구에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 전체적인 선호도는 2,000 ppm의 키토산 첨가 농도까지 대조구와 유의차를 보이지 않는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Sahi, SS and Alava, JM. Functionality of emulsifiers in sponge cake production. *J. Sci. Food Agric.* 83: 1419-1429. 2003
- Takeda, K. Effects of various lipid fractions of wheat flour on expansion of sponge cake. *Cereal Chem.* 71: 6-9. 1994
- Azizi, MH, Rajabzadeh, N and Riahi, E. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 36:189-193. 2003
- Wang, J, Rosell, CM and de Barber, CB. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem.* 79:221-226. 2002
- Rosell, CM, Rojas, JA and de Barber, B. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloid* 15:75-81. 2001
- Knorr, D and Betschart, AA. The relative effect of an inert substance and protein concentration on loaf volume of breads. *Food Sci. Technol.* 11:198-203. 1978
- Ronda, F, Gmez, M, Blanco, CA and Caballero, PA. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chem.* 90:549-555. 2005
- Sloan, AE. Functional food trends. *Food Technol.* 54(4):33-62. 2000
- Furusaki, E, Ueno, Y, Sakairi, N, Nishi, N and Tokura, S. Facile preparation and inclusion ability of a chitosan derivative bearing carboxymethyl-cyclodextrin. *Carbohydr. Polym.* 29:29-34. 1996
- Shahidi, F, Archchi, JKV and Jeon, YJ. Food applications of chitin and chitosans. *Trends Food Sci. Technol.* 10:37-51. 1999
- No, HK, Park, NY, Lee, SH and Meyers, SP. Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. *Int. J. Food Microbiol.* 74:65-72. 2002
- Matsuhashi, S and Kume, T. Enhancement of antimicrobial activity of chitosan by irradiation. *J. Sci. Food Agric.* 73:237-241. 1997
- Lin, KW and Chao, JY. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan. *Food Sci. Technol.* 25:11-15. 2002

- san's molecular weight. *Meat Sci.* 59:343-351. 2001
14. Muzzarelli, RAA. Chitosan-based dietary foods. *Carbohydr. Polym.* 29:309-316. 1996
15. Koide, SS. Chitin-chitosan: properties, benefits and risks. *Nutr. Res.* 18:1091-1101. 1998
16. AACC. Approved Method of the AACC. 10th ed. Method 54-40A. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 2000
17. Griswold, RM. The experimental study of foods. Houghton Mifflin Co, Boston, USA. 1962
18. Bourne, MC. Texture profile analysis. *Food Technol.* 32:62-65. 1978
19. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA. 1990
20. Sathe, SK, Ponte, Jr JG, Rangnekar, PD and Salunkhe, DK. Effects of addition of great northern bean flour and protein concentrates on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chem.* 58:97-100. 1981
21. Martinant, JP, Nicolas, Y, Bouguennec, A, Popineau, Y, Saulnier, L and Branlard, G. Relationships between mixograph parameters and indices of wheat grain quality. *J. Cereal Sci.* 27:179-189. 1998
22. Khatkar, BS, Fido, RJ, Tatham, AS and Schofield, JD. Functional properties of wheat gliadins. I. Effects on mixing characteristics and bread making quality. *J. Cereal Sci.* 35:299-306. 2002
23. Thiele, C, Ganzle, MG and Vogel, RF. Contribution of sourdough lactobacilli, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavor. *Cereal Chem.* 79:45-51. 2002
24. Maleki, M, Hoseney, RC and Mattern, PJ. Effects of loaf volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem.* 57:138-140. 1980
25. Armero, E and Collar, C. Crumb firming kinetics of wheat breads with anti-staling additives. *J. Cereal Sci.* 28:165-174. 1998
26. D'Appolonia, BL and Morad, MM. Bread staling. *Cereal Chem.* 58:186-190. 1981
27. Jo, C, Lee, JW, Lee, KH and Byun, MW. Quality properties of pork sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer. *Meat Sci.* 59:369-375. 2001

(2005년 9월 15일 접수; 2005년 11월 23일 채택)