

수용성 키토산 첨가에 따른 스폰지 케이크의 저장 중 품질 특성

Effects of High Molecular Weight Water-Soluble Chitosan On Storage Characteristics and Quality Attributes of Sponge Cake

이희태*

수원여자 대학교 식품 과학부 제과제빵과

Hee-Tae Lee

Dept. of Food Science/Baking Science and Art, Suwon Women's College

Abstract

The purpose of this study was to investigate the influence of the additive chitosan on the storage characteristics and quality attributes of sponge cake. In addition to a control sample with no chitosan, sponge cake was prepared with the addition of various concentrations of chitosan (1,000, 2,000 and 3,000 ppm), and stored for 5 days at three temperatures (5°C, 15°C and 25°C). The control sample demonstrated considerable hardness compared to other samples containing chitosan regardless of storage temperature and period. The degree of retrogradation of the samples containing chitosan was higher than that of the control samples, with values under 30% regardless of the concentration of chitosan or storage condition. The total color variance(E) of the control sample and the samples with chitosan did not show a significant difference. The overall acceptability of the samples containing 1,000 ppm chitosan was similar to the control sample.

Keywords: Sponge cake, chitosan, retrogradation, texture analyzer

I. 서론

제과, 제빵에 있어 복합분을 이용한 연구는 과거 수십 년간 여러 나라에서 많은 관심사가 되어왔다. 이러한 복합분의 이용에 대한 연구는 기능적 특성의 부여 및 저장 중 일어나는 이화학적 성질의 변화에 따른 유통기한의 감소를 줄이기 위한 측면에서 주로 이루어지고 있다(Farvili, N et al 1997, Rogers D E et al 1988)전분은 케이크의 구성 성분 중에서 대부분을 차지하고 있으며, 케이크의 이화학적 성질 변화의 주된 요인이 되고 있다. 케이크를 저장하는 동안 케이크의 팽창을 돕는 글

루텐으로부터 전분으로 물의 이동이 일어나 글루텐 및 전분의 구조변화가 일어나게 된다(Giovanelli, G., Peri, C. & Borri, V.1997)이러한 변화 중 전분의 구조변화로 인한 전분의 노화는 전분을 이용한 다양한 가공식품의 개발에 제약요인으로 작용하고 있다. 전분의 노화는 수분을 다량 함유하고 있는 케이크 반죽의 굽는 과정 중에 일어나는 전분의 호화과정 중 용출된 아밀로오스의 재결정화에 의해 일어나는 현상으로, 전분의 기원, 아밀로오스 함량, 저장온도, 수분함량, 구성성분들에 의해 영향을 받는 성질로 알려져 있다(Stauffer, C.E.2000, Baker, L.A. & Rayas-Duarte, P.1997, Chang, S. & Liu, L.1991) 일반적으로 호화전분의 노화는 저장초기에

* Corresponding Author: Hee-Tae, Lee
Tel: 82-31-290-8965 Fax: 82-031-290-8924
Email: pastrychef@hanmail.net

빠른 속도로 진행된 후 점차 느려지는 경향을 보이며 (Germani, R. et al 1983) 이러한 전분의 노화현상은 전분을 함유한 식품의 조직감에 변화를 일으켜 그 식품의 수용성에 영향을 주는 주된 요인으로도 여겨지고 있다 (Fearn, T. & Russell, P.1982, Fan, J. & Marks, B.P.1998).

이러한 노화는 결국 케이크의 조직감을 변화시켜 소비자의 수용성을 감소시키는 주된 요인이 되고 있다. 전분의 노화에 의한 품질저하를 줄이기 위한 여러 연구가 보고 되어 있으며(Armero, E. & Collar, C.1998, Corsetti, A. et al 2000) 이러한 노력은 끊임없이 지속되고 있다. 유화제의 첨가에 의한 노화억제는 첨가한 유화제가 전분의 한 구성성분인 아밀로펙틴의 결정화를 억제하여 저장 후기에 단단해지는 현상을 억제할 수 있음이 보고되었으며(Armero, E. & Collar, C.1998) 일부 연구자들은 α -amylase 첨가에 의해 전분을 maltodextrin화하여 노화를 억제하는 효과에 대하여 보고한 경우도 있다(Gerrard, J. A. et al 1997, Akers, A. A. & Hosney, R. C. 1994) 또한 첨가된 염의 경우도 노화특성을 변화시키는 특성이 있음이 보고되어 있다(Baker, L.A. & Rayas-Duarte, P.1997, Chang, S. & Liu, L.1991, Richards, G. N. & VanDenBurg, J.Y.1995) 이러한 전분의 노화 정도를 Avrami 이론을 근거로 속도론적인 측면에서 분석한 경우도 많이 보고되어 다양한 저장 온도에서 전분의 노화현상을 보다 구체적으로 분석하기 위한 방법으로 여겨지고 있다(Jankowski, T. & Rha, C. K.1986, Longton, J. & LeGrys, G.A.1981).

키틴은 자연계에 존재하는 풍부한 천연고분자 물질로 셀룰로오스 구조와 유사하게 2-acetamido-2-deoxy- β -D-glucose (NAG)의 단위체가 $\beta(1\rightarrow4)$ 결합에 의해 연결된 구조를 갖고 있으며, 키틴질은 최근에 식품, 제약 등 여러 분야의 원료로 이용되고 있다. 특히 식품산업에서 이용되는 키틴 및 이의 유도체들의 특성은 미생물 생육억제제(Bhaskara Reddy, M. V. et al 1999, Matsushashi, S. & Kume, T.1997)가식성 필름제조(Hoagland, P. D. & Parris, N.1996)첨가제(과실주스의 청징제, 유화제, 색 안정제 등)(Soto-Perlata, N. V.1989, Spanna, G. et al 1996)영양적 측면(Hirano, S. et al 1990, Itakura, C.1990, Muzzarelli, R. A. A.1996)(식이섬유, 콜레스테롤 저하효과, 지방흡수억제, 양어사료 등)식품가공폐수의 흡착제(No, H. K. & Meyers, S. P.1989)물의 정화(Knorr, D.1984) 및 기타

(효소고정화, encapsulation)(Han, X. & Shahidi, F.1995)등으로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 식품의 첨가제로서 다양한 기능을 갖고 있는 키틴산을 농도별(1000, 2000, 3000ppm)로 첨가하여 제조한 케이크를 온도별(5, 15, 25 $^{\circ}$ C)로 저장하여 노화도 및 품질특성을 실험하여 저장성의 향상을 조사하고, 색도 측정 및 관능적인 평가를 실시하여 키틴산 첨가에 따른 선호를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 수용성 고분자 키틴산(high molecular weight water-soluble chitosan)은 (주)자광에서 구입하여 사용하였으며, 그 외 분석용으로 사용한 시약은 일급 또는 특급을 사용하였다. 그리고 스펀지 케이크의 제조에 관련된 재료는 버터(서울우유), 계란(풀무원), 유화제(지원 테크닉), 설탕(제일제당), 소금(남양), 박력밀가루(대한제분 박력무표백), 베이킹파우더(가림산업), 탈지분유(서울우유)를 사용하였다.

2. 키틴산 함유 스펀지 케이크의 제조

스펀지 케이크는 <Table 1>의 배합비로 제조하였다. 버터, 유화제, 설탕 및 소금을 반죽기(Hobart, U.S.A.)에 넣고 2단으로 1분을 작동한 후 3단으로 1분을 추가적으로 작동하였다. 여기에 계란을 투입하고 다시 2단으로 30초 동안 작동한 후 3단으로 3분 동안 작동하고 다시 2단으로 3분을 작동하였다. 반죽에 가루 류인 밀가루와 베이킹 파우더를 투입하고 1단으로 1분 동안 작동하고 3단으로 1분 동안 작동하였다. 마지막 단계로 키틴산을 증류수에 세 가지 다른 농도(1,000 ppm, 2,000 ppm, 3,000 ppm)로 각각 첨가한 후 2단으로 1분, 3단으로 30초 동안 작동시켜 반죽을 완료하였다. 완성된 반죽을 일정량씩 성형 틀(지름 20cm 높이 5cm)에 넣은 후 오븐(대영 공업사) (180 $^{\circ}$ C)에서 35분 동안 구운 후 냉각하고, 시험용 크기(가로, 세로 1cm)로 절단 한 후 저장 중 수분의 손실이 없도록 적층필름(OPP/PE)에 넣어 밀봉하여 세 가지 다른 온도(5, 15, 25 $^{\circ}$ C)에 저장하여 시료로

〈Table 1〉 Baking formula for sponge cake containing chitosan.

| Ingredients | Amount(g) |
|------------------------|----------------------------|
| Soft wheat flour | 100 |
| Sugar | 130 |
| Butter | 50 |
| Whole Egg | 55 |
| Salt | 2 |
| Baking powder | 3 |
| Powdered milk | 8 |
| Water | 72 |
| Emulsifier | 3 |
| Chitosan ¹⁾ | (0.423g, 0.846 g, 1.269 g) |

¹⁾Various concentrations of chitosan (1,000, 2,000 and 3,000 ppm)

사용하였다.

3. Texture analyzer를 이용한 스펀지 케이크의 조직감 측정

세 가지 다른 농도의 키토산을 함유한 스펀지 케이크의 저장 중의 조직감 변화는 각각의 저장온도(5°C, 15°C 및 25°C)에 저장된 케이크를 일정 기간별로 꺼내어 25°C의 항온기에서 1시간 동안 정지시켜 온도 평형을 유지한 후, texture analyzer (TA-XT2 Stable Micro Systems, UK)로 10회 반복하여 측정하였다. 케이크를 1 cm의 두께로 절단하여 50% 변형이 일어나도록 두 번 압착시험을 실시하여 견고성(hardness), 씹히는 성질(chewiness), 멍치는 성질(gumminess)을 측정하였다. 이때 사용된 탐침은 직경 25.4 mm인 원통형을 사용하였으며, 탐침속도는 1.0 mm/sec로 하여 측정하였다.

4. 효소를 이용한 노화도 측정

농도를 달리하여 첨가한 키토산 함유 스펀지 케이크의 노화도는 일정크기로 분말화 한 시료를 Tsuge등(Tsuge, H. 1990)과 Dubois(Dubois, M. 1956) 및 Chiang등(Chang, B. Y. & Johnson, J. A. 1976)의 방법을 혼합하여 측정하였다. 노화도 측정용 시료는 세 가지 온도(5°C, 15°C 및 25°C)에 저장된 스펀지 케이크

를 일정기간별로 꺼내어 동결건조기((주)일신, 작동조건: cold trap -50°C, pressure 10 mmHg)에서 2일간 건조한 후 막자 사발에서 분쇄하여 180 μ m(80 mesh)의 입자크기로 제조하여 각각의 측정용 시료로 사용하였다. 먼저 50 mL centrifuge tube에 20 mg의 분말시료를 넣고 증류수 5 mL를 첨가하여 분산시킨 후, 각각 tube에 glucoamylase solution(20.1 units/g solid, acetate buffer pH 4.5) 25 mL를 넣고 40°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응시킨 시료에 25% TCA(trichloroacetic acid) 2 mL를 넣어 효소 분해반응을 정지시키고, 원심분리(3,000 rpm, 20 min)하여 취한 상등액을 5% phenol 1 mL을 가하여 혼합하는phenol-sulfuric acid method을 이용하여 하였다(Dubois, M. et al 1956). 여기에 5 mL의 진한 황산(conc. H₂SO₄)을 혼합액 표면에 직접적으로 부가하여 혼합하고, 이를 10 분 동안 방치한 후 적당히 흔들어 섞은 후 30°C의 water bath에서 20분 동안 정지 시켜 정색반응이 일어나도록 하였다. 형성된 orange-yellow 색의 흡광도를 490 nm에서 측정하였다.

한편, 시료의 노화도 (A')는 시료의 초기 흡광도 (A)를 기준으로 하여 저장하면서 구한 시료의 흡광도(B)와의 비를 통해 상대적으로 구하였다. 또한, 시료의 초기 흡광도를 노화도 100% (노화도 0%) 라하고 저장 온도와 저장 기간에 따라 노화에 의해 감소되는 노화도 감소분을 시료의 노화도로 표시하였다.

$$DR(\%) = 100 - (B/A) \times 100$$

$$A'(\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

A': 시료의 호화도 (%), A: 시료의 초기 호화도 B: 일정기간 경과 후 시료의 호화도

5. 스폰지 케이크의 노화에 대한 속도론적 분석

세 가지 다른 농도로 첨가된 키토산의 노화에 미치는 직접적 지표를 제시하기 위하여 Avrami(30-32)식을 이용하여 속도상수를 구하여 이를 분석용 지표로 이용하였다. 키토산 함유 스폰지 케이크의 저장 중의 노화도를 Avrami 식에 의하여 분석하고 이로부터 노화 속도 상수를 산출하였다.

6. 노화 속도 상수의 온도 의존성

키토산을 함유한 스폰지 케이크의 노화속도에 대한 온도 의존성을 분석하기 위하여 Avrami식을 이용하여 구한 노화속도상수를 다음의 Arrhenius 관계식에 적용하여 온도에 따른 반응속도의 관계를 알아보았다.

$$\log k = - \frac{E_3}{2.303R} \cdot \frac{1}{T} + \log A_0$$

E_a : 활성화 에너지 (J/mol) R : 기체상수 (8.3145 J/mol · K) T : 절대온도 (K) A_0 :반응상수

7. 관능검사

키토산을 농도별(1000, 2000, 3000ppm)로 첨가한 스폰지 케이크에 대한 관능검사는 10명의 경희대 조리과 학생을 통해 부드러운 정도, 색, 조직감 및 전체적인 기호도에 대하여 평가하였다. 각 평가원들은 각각의 항목에 대해 9점법(매우 싫어하는 경우, 매우 부드러운 경우는 1점; 매우 좋아하는 경우, 매우 단단한 경우는 9점)으로 평가하였으며, 평가전에 시료는 25℃의 항온기에 1시간 동안 방치하여 시료의 온도를 평형 시킨 후 사용하였다.

8. 통계적 분석

키토산을 첨가하여 제조한 스폰지 케이크의 특성, 색

도 및 관능검사를 SAS(Statistical Analysis System) 통계 package(SAS Institute.1988)를 사용하여 분산분석 Duncan 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 키토산을 함유한 스폰지 케이크의 조직감

키토산을 세 가지 농도로 첨가하여 제조한 스폰지 케이크를 5℃, 15℃, 25℃에서 저장하면서 저장기간에 따른 조직감의 변화를 texture analyzer를 이용하여 10회 반복 측정된 결과는 <Table 2>와 같다. hardness는 키토산을 함유하지 않은 대조군의 경우 저장온도 및 저장기간에 관계없이 5℃에서 5일 저장한 경우 약 9.3N으로 가장 높은 값을 나타내며, 낮은 온도에서 견고성 값이 크고, 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 현상은 다른 여러 연구(JU, J.E 2006, Seog-W, L 2005)와 유사한 경향을 나타냈다. gumminess는 대조군이 25℃에서 4.8N으로 가장 높은 값을 보였고, 키토산을 첨가한 시료군은 대조군에 비해 온도별로 2.5~3.9N으로 낮은 값을 나타내었다. chewiness는 대조군은 5℃에서 3.1N으로 가장 높고, 키토산을 첨가한 시료군은 저장 온도별로 1.7~2.3N으로 대조군에 비해 유의적 차이로 낮게 나타났다. 밀가루에서 일정량을 다른 기능성 소재로 대체하면 첨가량에 따라 조직에 영향을 주게 되는데, 양과 분말(Chun SS 2003), 마 분말(Oh et al 2002)첨가시 경도가 상승하여 부드러움이 떨어지게 되었다는 것과 달리 전체적으로 대조군에 비해 키토산을 첨가한 시료군이 부드러운 결과를 보였다.

2. 효소를 이용한 노화도 측정

키토산을 세 가지 농도로 첨가하여 제조한 스폰지 케이크를 5℃, 15℃ 및 25℃에서 저장하면서 저장기간에 따른 전분의 재결정화 정도 나타내는 노화도를 효소적 방법으로 3회에 반복 측정된 결과는 [Figure 1]과 같다.

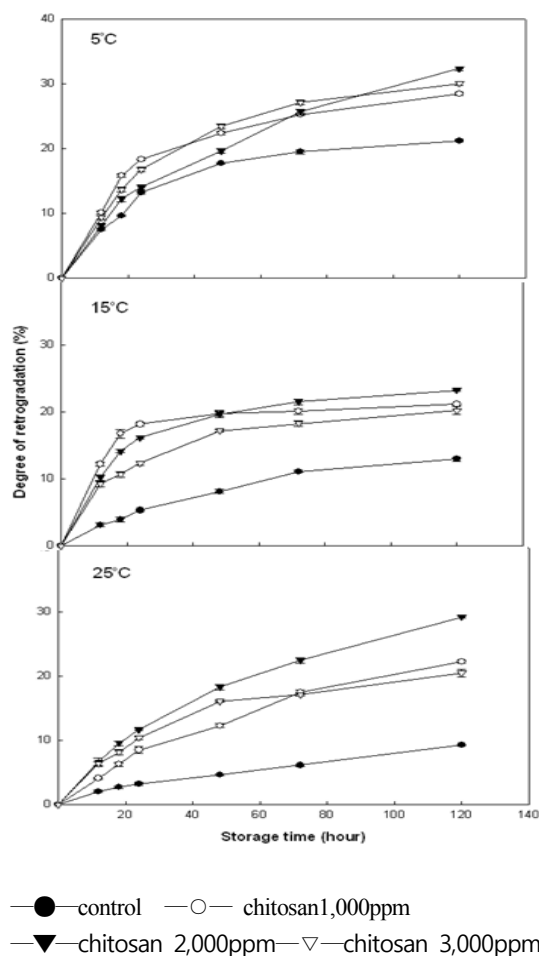
〈Table 2〉 Changes in texture characteristics of sponge cakes with chitosan powder during storage for 5days.

| | Concentration of chitosan(ppm) | Control ²⁾ | | | |
|-----------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Control ²⁾ | 1000 | 2000 | 3000 |
| Hardness | 5°C | 9.3±0.25 ^{b1)} | 5.7±0.34 ^b | 5.8±0.28 ^b | 5.6±0.52 ^a |
| | 15°C | 8.2±0.18 ^b | 6.5±0.24 ^a | 6.5±0.32 ^a | 6.1±0.48 ^a |
| | 25°C | 8.1±0.56 ^{ab} | 6.4±0.47 ^a | 5.8±0.23 ^b | 5.8±0.71 ^b |
| Gumminess | 5°C | 3.8±0.30 ^a | 2.5±0.42 ^a | 2.4±0.12 ^b | 2.3±0.55 ^b |
| | 15°C | 3.6±0.47 ^a | 2.8±0.21 ^b | 2.7±0.63 ^a | 2.5±0.80 ^a |
| | 25°C | 4.8±0.52 ^b | 3.9±0.73 ^b | 3.0±0.16 ^b | 2.5±0.36 ^a |
| Chewiness | 5°C | 3.1±0.62 ^a | 2.0±0.33 ^a | 1.8±0.12 ^b | 1.7±0.46 ^a |
| | 15°C | 2.7±0.32 ^a | 2.3±0.11 ^b | 2.0±0.41 ^a | 1.9±0.70 ^b |
| | 25°C | 2.8±0.55 ^a | 2.1±0.75 ^b | 1.8±0.81 ^a | 1.8±0.81 ^a |

¹⁾Means denoted in column by the same letter are not significantly different

²⁾Control : No addition chitosan, 1000 : Addition 1000ppm chitosan,

2000 : Addition 2000ppm chitosan, 3000 : Addition 3000ppm chitosan

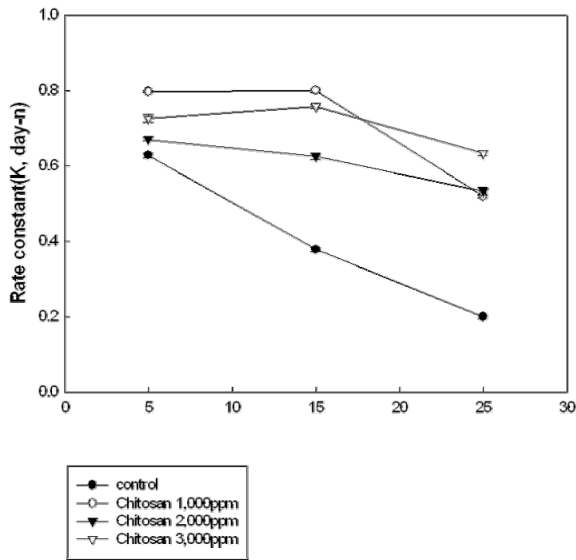


[Figure 1] Effects of the storage temperature and oncentration of chitosan addition on retrogradation of sponge cake

스폰지 케이크의 노화는 낮은 저장온도에서 크게 진행되었으며, 전체적으로 초기의 노화진행 정도가 저장 후기에 비해 큰 것으로 나타나 일반적인 노화경향과 유사하게 나타났다(Song, J.Y 2000) 대조군의 경우 5°C에서 저장하였을 경우 저장 5일째 노화가 약 21.3%로 다른 저장 온도에 비해 노화가 크게 진행되었으며, 15°C와 25°C에 저장된 경우는 11% 내외의 낮은 값을 나타내었다. 키토산을 함유한 스펀지 케이크의 경우에도 온도가 올라갈수록 노화도가 낮아지는 유의적인 차이를 나타냈으며, 대조군에 비해 키토산을 첨가한 시료군의 노화도가 높게 나타나는 경향을 보였다. 그러나 스펀지 케이크의 경우 일반적인 케이크에 비해 전체적인 저장 기간 동안 일어난 노화도가 30%정도로 낮아 영양적 측면의 손실이 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 밀가루의 구성비율이 낮고, 설탕 및 유화제 등의 비율이 높아 노화가 지연된 결과로 생각된다. 당류 및 유화제의 노화지연효과(Armero, E. & Collar, C.1998)에 대한 연구는 다른 여러 연구자들에 의해 보고된 바 있다.

3. 속도론적 분석

Avrami 이론을 이용하여 분석한 저장온도에 따른 노화속도상수에 대해 3회 반복 측정된 평균 분석결과는 [Figure 2]와 같다.



[Figure 2] Effects of chitosan addition on the retrogradation rate constant of the sponge cake stored at 5°C, 15°C and 25°C temperatures

키토산을 함유하지 않은 대조구의 경우 저장온도가 5°C에서 25°C로 증가함에 따라 거의 직선적으로 감소하는 경향을 보였으며 그 값은 각각 0.63, 0.37 및 0.20 day⁻¹로 유의적인 차이가 나타났다. 이러한 결과는 대조구의 경우 노화속도가 저장온도에 크게 영향을 받음을 의미하며, 저장온도가 낮을수록 큰 노화상수를 보이는 것은 다른 연구결과와 유사한 경향이다(Seog-W, L 2005). 그러나 키토산을 함유한 스폰지케이크의 노화속도상수는 5°C와 15°C의 값이 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 25°C에서 가장 낮은 값을 보였지만 대조군에 비해 큰 값을 보여 대조군에 비해 저장온도의 영향을 적게 받음을 나타낸다. 저장 온도가 15°C에서 25°C로

높아지는 경우에는 5°C에서 15°C로 높아지는 경우에 비해 상대적으로 노화속도상수의 감소 정도가 크게 나타났다. 낮은 저장온도(5°C, 15°C)에서 키토산을 함유한 스폰지 케이크의 노화속도상수는 키토산의 첨가농도가 1,000 ppm에서 0.80 day⁻¹, 2,000 ppm에서 0.67 day⁻¹, 3,000 ppm에서 0.73 day⁻¹인 유의적 차이로 2,000 ppm에서 가장 더디게 노화가 일어나는 것으로 나타났다.

4. 노화속도상수의 온도의존성

노화속도상수의 온도의존성을 Arrhenius 관계식을 이용하여 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. 이 관계식을 이용하여 구한 온도에 따른 반응 진행 정도의 용이성을 알 수 있는 활성화 에너지는 대조구의 경우 그 절대값이 40.15 KJ/mol로 키토산을 첨가하여 제조한 시료군들의 활성화 에너지(약 6-20 KJ/mol)에 비해 상대적으로 높은 값을 보여 온도의 영향을 크게 받는 것으로 나타났다. 또한 반응상수의 경우도 상대적으로 작은 반응 빈도수로 반응이 일어남을 나타내었다. 저장온도에 대한 노화 진행 정도는 키토산을 함유한 경우 대조군에 비해 다소 느리게 일어나 상대적으로 저장온도의 영향을 작게 받는 것으로 나타났다.

5. 키토산을 함유한 스폰지케이크의 색도 특성

키토산을 세 가지 농도로 첨가하여 제조한 스폰지 케이크의 색도를 측정된 결과는 <Table 4>에서 보는 바와 같이 전체적으로 볼 때 키토산을 첨가하여 제조한 스폰지 케이크의 명도(lightness, a value)는 대조군에 비하여 높은 값을 보였으며, 키토산을 2,000 ppm과 3,000 ppm 첨가한 시료군들의 명도는 유의적으로 증가하여 대조군

(Table 3) Activation energies and reaction constants for retrogradation of sponge cake

| Concentration of chitosan ¹⁾ (ppm) | Activation energy (KJ/mol) | Reaction constant (A ₀ x10 ⁻⁶) | r ² |
|---|----------------------------|---|----------------|
| Control | -40.15 | 0.02 | 0.996 |
| 1,000 | -19.66 | 18.00 | 0.781 |
| 2,000 | -12.48 | 3,280.95 | 0.906 |
| 3,000 | -5.98 | 57,068.97 | 0.644 |

¹⁾ The same as table 2

의 71.49에 비해 높은 74.23 및 73.57의 값을 나타내었다. 적색도(reddness, a value)의 경우는 키토산을 첨가한 시료군들의 값이 대조구에 비해 감소하여 적색도가 줄어드는 것으로 나타났으며, 키토산을 1,000 ppm의 수준으로 첨가한 시료가 가장 낮은 -4.88의 값을 나타내었다. 그러나 황색도(yellowness, b value)의 경우, 키토산 첨가농도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 키토산의 첨가에 따라 전체적인 색의 차이를 볼 수 있는 색차(total color difference, E)는 통계적으로 키토산의 첨가수준에 따른 색차의 값에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

키토산을 첨가한 시료군들의 경우 대조구와 비교하여 보면 키토산의 첨가수준에 따라서는 색차의 유의차가 없는 것으로 분석되어 키토산의 첨가수준이 색에 미치는 영향이 비교적 작은 것으로 판단된다.

6. 키토산 함유 스폰지 케이크의 관능적 특성

스폰지 케이크의 품질은 위에서 살펴 본 여러 가지 물리적 특성들 외에 사람이 직접적으로 스폰지 케이크에 대한 관능검사를 함으로써 평가할 수 있다. 본 연구에서 키토산을 세 가지 농도로 첨가하여 제조한 스폰지 케이크의 관능적 특성은 <Table 5>와 같은 결과로 키토산을 첨가하여 케이크 제조할 경우 키토산에 의해 혀에 아린 맛이 잔존하는 현상을 보여 선호도를 낮추는 요인이 된 것으로 생각된다.

키토산을 2,000 ppm 정도까지 첨가하여도 스폰지 케이크에 대한 소비자의 선호도에 차이가 없을 것으로 생각된다.

<Table 4> Color parameters of cut loaves of sponge cake made from composite flour with chitosan

| Concentration Of chitosan ¹⁾ (ppm) | Hunter's color value | | | Total color difference (E) |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | L | a | b | |
| Control | 71.49±0.56 ^b | -4.47 ± 0.36 ^a | 20.71±0.36 ^{bc} | 0 |
| 1,000 | 72.21± 0.49 ^b | -4.88 ± 0.30 ^c | 22.66± 0.30 ^a | 2.15 ± 0.40 ^a |
| 2,000 | 74.23± 0.31 ^a | -4.62 ± 0.29 ^{ab} | 19.96± 0.29 ^c | 2.85 ± 0.24 ^a |
| 3,000 | 73.57± 0.96 ^a | -4.73 ± 0.76 ^{bc} | 21.59± 0.76 ^b | 2.45 ± 0.51 ^a |

¹⁾ The same as table 2

a-c) Superscriptive letters in a column indicate significant difference at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

<Table 5> Results of sensory evaluation of sponge cake made from composite flour with chitosan

| Concentration of chitosan ¹⁾ (ppm) | Softness | Color | Texture | Overall acceptability |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Control | 2.35 ± 0.35 ^b | 7.15 ± 0.65 ^a | 7.53± 0.54 ^{ab} | 8.25 ± 0.41 ^a |
| 1,000 | 2.75 ± 0.18 ^b | 7.20 ± 0.43 ^a | 7.68± 0.41 ^a | 8.32 ± 0.55 ^a |
| 2,000 | 2.84 ± 0.54 ^b | 7.54 ± 0.49 ^a | 7.56± 0.59 ^{ab} | 8.23 ± 0.80 ^a |
| 3,000 | 3.62 ± 0.30 ^a | 7.48 ± 0.37 ^a | 6.65± 0.35 ^b | 6.21 ± 0.72 ^b |

¹⁾ The same as table 2

a-c) Superscriptive letters in a column indicate significant difference at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

IV. 요약

본 연구에서는 키토산 첨가가 스펀지 케이크의 품질에 미치는 영향을 위하여 키토산을 세 가지 농도(1,000, 2,000, 3,000 ppm)로 첨가하여 제조한 스펀지 케이크를 5°C, 15°C 및 25°C에 5일간 저장하여 저장 중 일어나는 품질변화, 노화도, 색도 변화 및 관능평가를 측정하여 품질 특성에 대하여 조사하였다.

Hardness는 키토산 첨가한 시료가 대조구에 비해 조직이 부드러웠고, gumminess와 chewiness도 대조구에 비해 낮은 값을 나타내고, 키토산을 첨가한 시료들간의 차이는 나타나지 않았다. 키토산을 함유한 스펀지 케이크의 노화도는 대조구에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 그 값은 키토산의 첨가농도 및 저장조건에 관계없이 약 30% 이내로 작게 나타났다. 저장온도에 대한 노화 진행 정도를 속도론적 관점에서 분석한 결과 키토산을 함유한 시료의 경우 대조구에 비해 느리게 노화가 진행되어 상대적으로 저장온도의 영향을 작게 받는 것으로 분석되었다. 키토산을 함유한 시료군들의 명도(lightness, a value)는 대조구에 비하여 높은 값을 보였으며, 2,000ppm과 3000 ppm 농도로 첨가한 시료군들의 명도는 유의적으로 증가하여 대조구의 71.49에 비해 높은 74.23 및 73.57의 값을 나타내었다. 적색도(redness, a value)의 경우는 키토산을 첨가한 시료군들의 값이 대조구에 비해 감소하는 것으로 나타났으며, 키토산을 1,000 ppm 수준으로 첨가한 시료가 가장 낮은 -4.88의 값을 나타내었다. 그리고 황색도(yellowness, b value)는 키토산의 첨가농도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

키토산을 첨가한 시료군들과 대조구와의 색차(Total color difference, E)의 경우 키토산의 첨가농도에 따른 색차의 값은 유의차가 없는 것으로 나타났다. 전체적인 선호도를 살펴보면, 키토산은 2,000 ppm의 농도까지 첨가하여 제조한 스펀지 케이크는 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았다.

REFERENCES

Armero, E. and Collar, C. (1998) Crumb firming kinetics of wheat breads with anti-staling

additives. *J. Cereal Sci* 28, 165-174 .

Akers, A. A. and Hosenev, R. C.(1998) Water-soluble dextrins from α -amylase treated bread and their relationship to bread-firming. *Cereal Chem.* 71, 223-226 .

Baker, L.A. and Rayas-Duarte, P.(1998) Retrogradation of amaranth starch at different storage temperatures and the effects of salt and sugars. *Cereal Chem.* 75, 308-314 .

Bhaskara Reddy, M. V., Arul, J., Angers, P. and Couture, L. (1998) Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. *J. Agric Food chem.* 47, 1208-1216 .

Chang , B. Y. and Johnson, J. A.(1998) Meserment of total and gelatinized starch by glucoamylase and o-toluidine reagent. *Cereal Chem,* 54, 429-435 .

Chang, S. and Liu, L.(1998) Retrogradation of rice starches studied by differential scanning calorimetry and influence of sugars, NaCl and lipids. *J. Food Sci* 56, 564-566, 570 .

Chang, Y. H., Lin, C. C., Wang, I. C. and Lii, C. Y.(1998) Kinetic study of the retrogradation rate of rice starch. *Food Sci. Agric. Chem* 3, 203-209 .

Chun SS.(1998) Development of functional sponge cakes with onion powder. *J. Korean Soc Food Sci.* 32, 62-66

Corsetti, A., Gobetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J.(1998) Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J. Agric Food chem.* 48, 3044-3051 .

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.(1998) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28, 350-356 .

Fan, J. and Marks, B.P.(1998) Retrogradation kinetics of rice flours as influenced by cultivar. *Cereal Chem.* 75, 153-155 .

Farvili, N., Walker, C. E. and Qarooni, J.(1998) The effects of protein content of flour and

- emulsifiers on tanour bread quality. *J.Cereal Sci.* 26, 137-143 .
- Fearn, T. and Russell, P.L.(1998) A kinetic study of bread staling by differential scanning calorimetry. The effect of loaf specific volume. *J. Sci Food Agric* 33, 537-548 .
- Germani, R., Ciacco, C. F. and Rodriguez-Amaya, D. B.(1998) Effect of sugars, lipids and type of starch on the mode and kinetics of retrogradation of concentrated corn starch gels. *Starch* 35, 377-381 .
- Gerrard, J. A., Every, D., Sutton, K. H. and Gilpin, M. J.(1998) The role of maltodextrins in the staling of bread. *J. Cereal Sci* 26, 201-209 .
- Giovanelli, G., Peri, C. and Borri, V.(1998) Effects of baking temperature on crumb-staling kinetics. *Cereal Chem.* 74, 710-714 .
- Han, X. and Shahidi, F.(1998) Extraction of harp seal gastric proteases and their immobilization on chitin. *Food Chem.* 52, 71-76 .
- Hirano, S. Itakura, C., Seino, H., Akiyama, Y., Nonaka, I., Kanbara, N. and Kawakami, T.(1998) Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. *J.Agric Food Chem* 38, 1214-1217.
- Hoagland, P. D. and Parris, N.(1998) Chitosan/pectin laminated films. *J. Agric Food Chem.* 44, 1915-1919
- Oh SC, Nam HY, Cho JS.(1998) Quality properties and sensory characteristics of sponge cakes as affected by additions of *Dioscorea japonica* flour. *J. Soc Food Cookery Sci.* 18, 185-192
- Jankowski, T. and Rha, C. K.(1998) Retrogradation of starch in cooked wheat. *Starch* 38, 6-9 .
- Kim, S.K., Hahn, T.R., Kwon, T.W. and D'Appolonia, B.L.(1998) Physicochemical properties of buckwheat starch. *Korean J. Food Sci. Tech.* 9, 138-143 .
- Knorr, D.(1998) Use of chitinous polymers in food- A challenge for food research and development. *Food Tech.* 38, 87-97 .
- Lee, S.W., Bae, S.K. and Rhee, C.(1998) Studies on the physico-chemical properties of the pine nut's gruel during storage. *Korean J.Food Sci. Tech.* 32, 140-146 .
- Longton, J. and LeGrys, G.A.(1998) Differential scanning calorimetry studies of the crystallinity of aging wheat starch gels. *Starch* 33, 410-414 .
- Maleki, M., Hoseney, R. C. and Mattern, P. J.(1998) Effects of loaf volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem.* 57, 138-140 .
- Matsushashi, S. and Kume, T.(1998) Enhancement of antimicrobial activity of chitosan by irradiation. *J. Sci Food Agric* 73, 237-241 .
- Muzzarelli, R. A. A.(1998) Chitosan-based dietary foods. *Carbohydrate Polymers* 29, 309-316 .
- No, H. K. and Meyers, S. P.(1998) Crawfish chitosan as a coagulant in recovery of organic compounds from seafood processing streams. *J. Agric Food Chem* 37, 580-583
- Richards, G. N. and VanDenBurg, J.Y.(1998) Fructose-grafted amylose and amylopectin. *Carbohydrate Reaearch* 268, 201-207 .
- Rogers, D. E., Zeleznak, K. J., Lai, C. S. and Hoseney, R. C.(1998) Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chem.* 65, 398-401 .
- SAS Institute.(1998) SAS/STAT User Guide, release 6.30 edition .
- Seog-Won L, Chang-Su K.(1998) Effects of high molecular weight water-soluble chitosan on quality attributes of sponge cake. *J. Food & Nutr.* 4, 309~315
- Song, J.Y, S.K Lee and Shin, M.S.(1998) Effects of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. *Korean J. Soc. Food Sci.* 6, 188-194
- Soto-Perlata, N. V., Muller, H. and Knorr, D.(1998) Effect of chitosan treatments on the clarity and color of apple juice. *J. Food Sci.* 54, 495-496.
- Spanna, G. Pifferi, P. G., Rangoni, C., Mattivi, F., Nicolini, G. and Palmonari, R.(1998) The stabilization of white wines by adsorption of

- phenolic compounds on chitin and chitosan. Food Research Intl. 29, 241-248 .
- Stauffer, C.E.(1998) Emulsifiers as antistaling agents. Cereal Food World 45, 106-110 .
- Tsuge, H., Hishida, M. Iwaski, H., Watanabe, S. and Goshima, G.(1998) Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in foods and foodstuffs. Starch 42, 213-216 .
- Toufeili, I. Habbal, Y., Shadarevian, S. and Olabi, A.(1998) Substitution of wheat starch with non wheat starches and cross linked waxy barley starch affects sensory properties and staling of arabic bread. J. Sci. Food agric. 79, 1855-1860.

접 수 일 : 2012. 01. 13.
수정완료일 : 2012. 05. 31.
게재확정일 : 2012. 06. 06.