

수용성 Chitosan을 첨가한 우유의 이화학적 및 관능적특성

이재원 · 이영춘
중앙대학교 식품공학과

The Physico-chemical and Sensory Properties of Milk with Water Soluble Chitosan

Jae-Won Lee and Young-Chun Lee
Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

Abstract

Attempts were made to evaluate possibilities of adding water soluble chitosan to milk for improving functionality of milk, and physico-chemical and sensory properties of chitosan added milk were studied. pH and acidity of milk with ethyl alcohol washed chitosan were close to those of control. Color and consistency of chitosan added milk were better with chitosan of lower molecular weight than with high molecular weight. Chitosan of high molecular weight resulted in increased consistency and browning of milk. Milk with less than 1.0% chitosan could be sterilized at 73°C for 15 sec. with minimum protein coagulation and increase of consistency. Low molecular weight chitosan(MW 0.2~3 kDa) accelerated the growth of *Bifidobacterium bifidum*, showing 10 times more cell population after 32 hrs incubation. Sensory tests showed that adding chitosan to the regular city milk resulted in significant difference in color and chemical off-flavor($p < 0.05$). When chitosan was added to coffee milk, there was no significant difference in sensory quality from control. The storage test showed that pH, acidity, consistency and color of coffee milk with 0.5% chitosan did not change markedly during 30 days storage at 0 and 5°C, but changed rapidly after 16days storage at 10°C. Bacterial counts increased when storage temperature was high, and the growth of bacteria was delayed in coffee milk with chitosan.

Key words: water soluble chitosan, milk, physico-chemical, sensory properties

서 론

Chitosan의 제조원료가 되는 chitin은 N-acetyl-D-glucosamine이 β -1,4 결합한 다당류(poly- β -1,4-N-acetyl-D-glucosamine)로 게, 새우 등의 갑각류의 껍질이나 곤충류의 표피, 버섯, 균류의 세포벽 등에 널리 분포되어 있는 천연고분자 물질이며, 함유 생물체의 지지와 방호역할을 담당하는 다당류이다⁽¹⁾. Chitosan은 chitin에서 2번 탄소 아미노기에 연결된 아세틸기를 탈아세틸하여 얻어지므로 많은 유리 양이온을 지닐 수 있기 때문에 여러 생리 활성을 가지고 있으며⁽²⁾, 콜레스테롤 조절 효과 및 지방결합능력, 유당소화불량 억제작용^(2,3),

항균작용⁽⁴⁾, 보습성 및 유허안정성, 식이섬유가 갖는 생리적 기능성 등이 있어 이를 고부가 식품개발에 응용하려는 연구가 시도되고 있다⁽⁵⁾.

우유는 단일식품으로는 각종 영양분이 가장 골고루 함유되어 있는 거의 완전한 자연식품이라고 할 수 있다⁽⁶⁾. 또한 우유는 면역글로불린, lactoferrin, 칼슘흡수 촉진 펩타이드, Bifidus factor 등을 비롯한 여러 종류의 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있어 그 영양과 기능성에 있어서 어느 식품보다도 우수하다⁽⁷⁾. 그러나 유지방이 가진 콜레스테롤과 포화지방산은 성인들이 기피하는 성분이다.

이러한 우유가 가지는 영양적, 기능적 결점을 보완하고 생리적 활성을 강화하기 위해서 일부 기능성식품 소재의 적절한 이용이 연구되고 있으며, 대표적으로 기능성 올리고당, 식이섬유, 여러 가지 기능성 peptide, ϵ -3계열 지방산인 DHA, EPA 및 chitin, chitosan 등이 첨가된 시유가 개발, 연구되고 있다⁽⁸⁾. 특

Corresponding author : Young-chun Lee, Dept. food Sci. & Tech., Chung-Ang Univ., Naeri san 40-1, Daeduk-myun, Ansung, Kyungki-do 456-756, Korea
Tel : 82-31-676-2451
Fax : 82-31-675-4853
E-mail : leeyc@post.cau.ac.kr

히 인체의 장내에 분포하는 비피더스균종의 중요성이 널리 인식되면서 유제품에 이들 균종의 성장을 촉진 시켜주는 물질을 첨가하는 연구가 이루어지고 있으며, György등⁽⁹⁾은 인유에 존재하는 N-acetyl-glucosamine을 함유하는 당이 비피더스균의 필수성장인자 (Bifidus factor I)라고 보고하였다.

Chitosan이 가진 우수한 지방 결합능력 및 콜레스테롤 저하기능과 비피더스균의 성장 촉진기능, 유당소화 불량 억제작용^(8,9,10) 등의 기능성들이 우유에 적용되면 우유가 지닌 기능적 결점들을 보완해주며 더 우수한 기능성을 가진 식품이 되리라 예상된다. Chitosan을 우유에 적용하려면 먼저 불용성 chitosan을 용해가 가능한 수용성으로 만들어주어야 하는데, 산을 첨가하여 가열하는 화학적 가수분해 방법 또는 미생물이나 효소를 이용하여 β -1,4-linkages를 절단하는 방법으로 연구가 이루어지고 있다^(11,12). 최근의 연구에 의하면 식품에의 적용범위를 넓히기 위해 고분자 chitosan을 food-grade 효소로 분해하여 쓴맛과 떼은맛을 없애고 점성이 높지 않은 수용성 chitosan을 제조하는 방법이 보고되어 있다. 그러나 chitosan의 많은 유리 양이온들이 지방 및 단백질과 결합하고, oligomer의 특성상 분자량이 높아질수록 수용액 상태에서 높은 점성을 갖게 되며, 또한 색깔의 변화도 나타나게 되므로 적용 가능한 식품의 수와 chitosan의 첨가량이 제한되어있다⁽¹³⁾.

본 연구에서는 시유에 첨가하는데 적합한 수용성 chitosan의 분자량 크기와 농도를 조사하고, chitosan 첨가가 시유의 품질에 미치는 영향을 살펴보고, chitosan 첨가 우유의 저장성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 chitosan은 일본 Tokyo Kimitsu 회사에서 구입하여 사용하였다. 수용성 chitosan 분해 물질은 chitosan을 0.1 M acetate buffer(pH=4.0)에 용해시킨 후 Novo Nordisk Ferment(Switzerland)회사의 food grade lipase로 가수분해(chitosan : enzyme = 1 : 0.3, 40°C)⁽¹⁴⁾시켜, 한외여과를 거쳐 분자량별(MW \geq 100, 30~100, 10~30, 3~10, 0.2~3 kDa)로 회수하고, 감압농축과 냉동진조를 거쳐 분말형태로 제조하였다⁽¹⁵⁾. 분말상태로 제조된 수용성 chitosan의 acetate를 제거하기 위해 95% ethyl alcohol에 약 10분간 침지, 교반시킨 후 여과하여 chitosan을 80°C의 drying oven에서 건조시켰다. 시유와 커피우유는 (주)서울우유 제품을 안성 지역의 동일한 장소에서 실험 당일 구입하여 4°C에서

냉장 보관하며 사용하였다.

수용성 chitosan을 첨가한 시유의 제조

수용성 chitosan(MW 10~30, 3~10, 0.2~3 kDa)을 각 분획별로 시유 500 mL에 각각 0.5, 1.0, 1.5%의 농도로 첨가하여 완전히 용해시킨 후 HTST법⁽¹⁵⁾을 적용하여 73°C에서 15초 또는 88°C에서 1초간 살균하였다.

수용성 chitosan의 분획별 첨가량 결정

수용성 chitosan(MW 10~30, 3~10, 0.2~3 kDa) 1.0% 첨가 시유의 pH, 적정산도, 점도 및 표면색도를 측정 한 후 control과 비교하여 첨가 가능한 수용성 chitosan의 분자량을 살펴보았다. 또한 수용성 chitosan(MW 10~30, 3~10, 0.2~3 kDa)을 0.5, 1.0, 1.5%의 농도로 첨가하여 살균한 시유의 점도를 측정하였고, 100 mL 메스실린더에 정량하여 25°C에서 24시간 보관한 후 단백질 응고발생 여부를 측정하여 살균시 안정한 수용성 chitosan의 첨가농도 및 분획을 결정하였다.

저분자 chitosan을 첨가한 탈지유에서의 *Bifidobacterium* 성장 효과 측정

이 연구에 사용된 균주는 젖산균인 *Bifidobacterium bifidum* ATCC29521로 중앙대학교 동물자원학과 유가공 연구실에서 분양받아 사용하였다. 실험에 사용된 젖산균 배지는 저분자 chitosan(MW 0.2~3 kDa)을 1.0% 첨가한 12%(w/v)의 멸균 환원탈지유(Difco)와 chitosan을 첨가하지 않은 동일한 농도의 멸균 환원탈지유를 사용하였고, 생균수 측정용 배지는 BL broth배지를 사용하였다⁽¹⁶⁾. 배지 및 기구는 121°C에서 15분간 멸균한 후 산소 접촉을 차단하여 배양에 사용하였다. 두 종류의 멸균 환원탈지유에 균주를 무균실에서 1.0%씩 접종한 후 30분간 교반하여 고루 분산시키고, 37°C에서 배양하였다. 생균수의 측정은 접종 후 8시간의 간격으로 0.1 mL씩 취해 알맞게 희석한 후 BL broth 배지에 도말하여 anaerobic jar(BBL)에 Gas-Pak(BBL), catalyst를 넣어 혐기상태로 만든 후 37°C, 24시간 배양하여 균락을 계수하였다.

수용성 chitosan을 첨가한 우유의 관능적 특성

삼점검사용 시료는 수용성 chitosan(MW 0.2~3 kDa)을 시유 및 커피우유에 0.5% 첨가하여 제조하였으며, 특성차이검사용 시료는 수용성 chitosan(MW 10~30, 3~10, 0.2~3 kDa)을 각 분자량별로 각각 0.5%씩 우유에 첨가하여 제조하였다. 관능검사에 관심이 있는 대학원 생과 학부생을 관능검사원으로 선정하였고, 시료를 4°C

에서 1시간동안 냉각한 후 제시하여 종합적 차이식별 검사와 특성차이검사를 삼점검사법과 10점 평점법으로 각각 실시하였다. 삼점검사는 20명의 관능검사원에게 control과 chitosan을 첨가한 시료를 제시하여 서로 다른 시료를 찾아내는 방법으로 하였으며, χ^2 검정 후 1% 수준에서 유의적인 차이를 조사하였다. 특성차이검사는 8명의 패널에게 10점 평점법을 적용하여 색깔, 신맛, 짠맛, 화학적 이취에 대한 분자량별 특성차이를 평가하였으며, 모든 특성은 0에서 9로 갈수록 강도가 강해지는 것으로 나타내었다⁽¹⁷⁾. 결과의 통계적 유의성은 3회 반복한 결과에 대해 분산분석을 한 후 SAS(Statistical Analytical System, U.S.A) program을 이용하여 1% 수준에서의 유의차를 검정하였다⁽¹⁸⁾.

수용성 chitosan을 첨가한 커피우유의 냉장저장중 품질 변화

수용성 chitosan을 첨가한 커피우유를 온도 편차가 $\pm 1^\circ\text{C}$ 이내인 냉장고에서 각각 0°C , 5°C , 10°C 에서 저장하면서 2일마다 시료를 채취하여 품질변화를 측정하였다. pH, 적정산도, 점도, 표면색도(ΔE), 10점 척도법을 이용한 맛과 향의 변화를 측정하였고, standard plate count법을 이용하여 총균수의 변화를 측정하였다. pH는 pH meter(Suntex model SP-7, USA)를 사용하여 25°C 에서 측정하였고, 적정산도는 산도 적정법⁽¹⁹⁾에 따라 측정하여 % lactic acid로 나타내었다. 점도는 Brookfield Viscometer(Model LVT, Brookfield Engineering Laboratories, U.S.A.)로 LV spindle을 이용하여 25°C 에서 측정후 cps로 환산하여 표시하였으며, 표면색도는 Hunter model CQ1200-X color difference meter(Hunter Associates Lab., Inc., U.S.A.)를 사용하여 L, a, b값을 측정한 후 총 색차 $\Delta E(\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2})$ 의 변화로 나타내었다.

결과 및 고찰

수용성 chitosan의 분자량 및 첨가량 결정

수용성 chitosan을 첨가한 시유의 pH와 적정산도에 서 분자량별 차이는 미미하였지만 ethyl alcohol로 세척하지 않은 chitosan을 첨가한 경우 대조구와는 유의적인 차이를 보였다. 그러나 ethyl alcohol로 세척한 chitosan을 첨가한 경우 모든 분자량의 pH와 적정산도는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았고, 신선유에 적합한 pH(6.5~6.7)와 적정산도(0.18% 이하)⁽²⁰⁾를 나타내었다(Fig. 1, 2). 수용성 chitosan은 제조시 acetate buffer(pH 4.0)에 불용성 chitosan을 용해시키므로 잔존

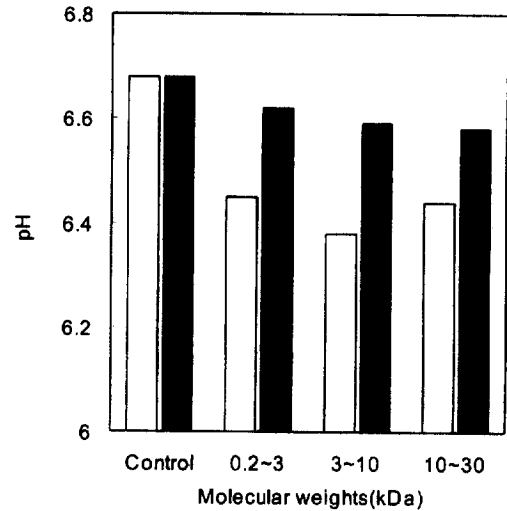


Fig. 1. pH of milk with added chitosan(1%) of different molecular weights at 25°C .

(□ : non-washed, ■ : alcohol washed)

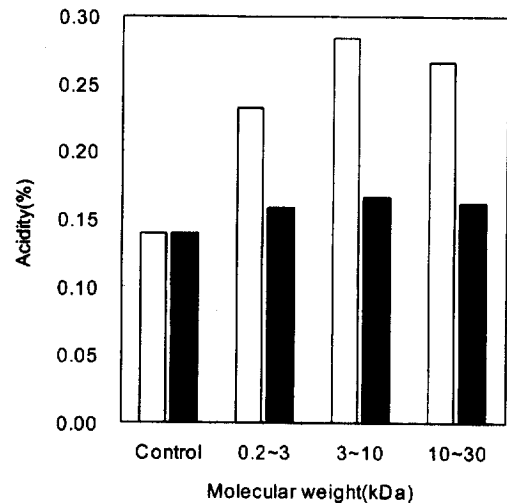


Fig. 2. Acidity of milk with added chitosan(1%) of different molecular weights.

(□ : non-washed, ■ : alcohol washed)

하는 acetate의 영향을 받게된다. 따라서 수용성 chitosan을 ethyl alcohol로 세척하면 효과적으로 acetate를 제거할 수 있다고 보이며, 세 분자량(MW 10-30, 3-10, 0.2-3 kDa) 모두 시유에 첨가하기에 적합한 pH와 적정산도를 나타내었다. 이 결과를 기초로 하여 우유에 첨가한 수용성 chitosan을 ethyl alcohol로 세척한 후 사용하였다.

Chitosan 첨가 시유의 표면색도는 Table 1에 제시한 바와 같았다. 수용성 chitosan을 첨가한 시유의 L-value

Table 1. Surface color of milk with added chitosan of different molecular weights

Molecular weights(kDa)	Color		
	L-value	a-value	b-value
Control	75.11 ± 0.17 ^{1a}	-3.16 ± 0.07 ^c	3.88 ± 0.04 ^b
3~0.2	74.03 ± 0.13 ^b	-2.81 ± 0.03 ^a	4.06 ± 0.03 ^b
10~3	73.56 ± 0.16 ^{bc}	-3.05 ± 0.02 ^{bc}	4.65 ± 0.16 ^a
30~10	73.02 ± 0.45 ^c	-2.90 ± 0.09 ^{ab}	4.86 ± 0.12 ^a

¹⁾Mean ± S.D.**Table 2. Protein coagulation of milk with added chitosan of different molecular weights after heat treatments at 73°C for 15 sec. and 88°C for 1 sec**

Heating temperature (°C)	Molecular weights (kDa)	Concentration(%) of chitosan		
		0.5	1.0	1.5
73°C for 15sec.	0.2~3	× ²⁾	×	×
	3~10	×	×	×
	10~30	×	×	○ ¹⁾
88°C for 1sec.	0.2~3	×	×	×
	3~10	×	×	○
	10~30	×	○	○

¹⁾○: Coagulated²⁾×: Non-coagulated**Table 3. Consistency of milk with added chitosan of different molecular weights after heat treatments at 73°C for 15 sec**

Molecular weights (kDa)	Consistency(cps)		
	0.5%	1.0%	1.5%
Control	¹⁾ 3.93 ± 0.30 ^{2b}	3.93 ± 0.30 ^b	3.93 ± 0.30 ^c
0.2~3	4.30 ± 0.32 ^b	4.77 ± 0.37 ^b	5.24 ± 0.34 ^{bc}
3~10	5.02 ± 0.45 ^b	5.60 ± 0.35 ^b	6.98 ± 0.09 ^b
10~30	9.00 ± 0.69 ^a	18.71 ± 0.37 ^a	77.67 ± 4.88 ^a

¹⁾Brookfield viscometer with spindle No.1 at 60 rpm²⁾Mean ± S.D.**Table 4. Consistency of milk with added chitosan of different molecular weights after heat treatments at 88°C for 1sec**

Molecular weights (kDa)	Consistency(cps)		
	0.5%	1.0%	1.5%
Control	¹⁾ 4.21 ± 0.35 ^{2c}	4.21 ± 0.35 ^c	4.21 ± 0.35 ^c
0.2~3	4.62 ± 0.28 ^{bc}	5.37 ± 0.52 ^c	6.59 ± 0.93 ^c
3~10	5.38 ± 0.36 ^b	11.39 ± 3.64 ^b	²⁾ 145.84 ± 25.66 ^b
10~30	7.89 ± 0.44 ^a	65.94 ± 3.79 ^a	²⁾ 281.50 ± 15.22 ^a

¹⁾Brookfield viscometer with spindle No.1 at 60 rpm²⁾Brookfield viscometer with spindle No.2 at 60 rpm³⁾Mean ± S.D.

는 첨가한 chitosan의 분자량이 커질수록 감소하였고, a-value는 모두 대조구보다 높은 값을 나타내었으며, b-value는 점차 증가하는 경향을 나타내었다. L-value는 모든 분획에서 대조구와 유의적인 차이를 나타내었고, a-value는 MW 3~10 kDa이 대조구와 유의적인 차이가 없었으며, b-value는 MW 0.2~3 kDa이 대조구와 유의적인 차이가 없었다.

Table 2에 나타난 바와같이 chitosan 첨가 시유를 두

온도에서 HTST 방법으로 살균하였을 때 73°C에서 15 초간 살균한 경우는 MW 10~30 kDa인 chitosan을 1.5% 첨가할 때에만 응고가 발생하였고, 88°C에서 1 초간 살균한 경우는 MW 10~30 kDa인 chitosan을 1.0% 이상 첨가할 때와 MW 3~10 kDa인 chitosan을 1.5% 이상 첨가할 때에 응고가 발생하였다. 점도는 chitosan의 분자량이 커질수록, 첨가 농도가 높을수록 증가하는 경향을 보였으며, 88°C에서 살균한 시유의

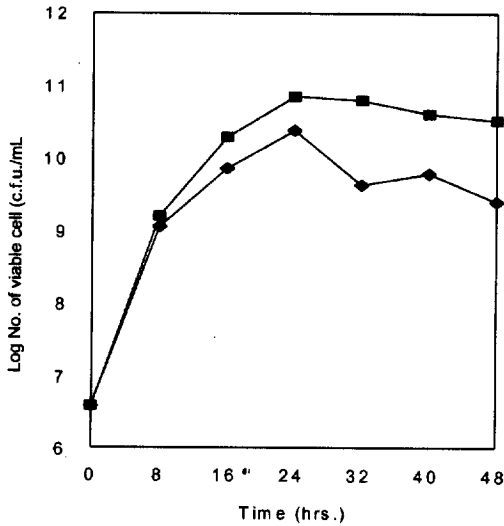


Fig. 3. The growth rate of *Bifidobacterium bifidum* as affected by addition of 1.0% soluble chitosan. (◆ : Control, ■ : Chitosan added)

점도가 더 높았다(Table 3, 4). 73°C에서 15초간 살균한 경우 MW 0.2~3 kDa을 첨가하였을 때 1.5%의 첨가 농도까지 대조구와 유의적인 차이가 없었고, MW 3~10 kDa을 첨가하였을 때 1.0%의 첨가 농도까지 대조구와 유의적인 차이가 없었으며, MW 10~30 kDa인 분획은 모든 첨가 농도에서도 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 88°C에서 1초간 살균한 경우 MW 0.2~3 kDa을 첨가하였을 때 1.5%의 첨가 농도까지 대조구와 유의적인 차이가 없었고, 나머지 분획에서는 모든 첨가 농도에서 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 단백질 응고와 점도의 증가를 방지할 수 있는 살균 조건은 73°C에서 15초간 살균하는 것이 적당하고, 첨가 가능한 수용성 chitosan 분획은 MW 0.2~10 kDa이며, 첨가 농도는 1.0% 이내가 적당하다고 평가되었다.

저분자 chitosan을 첨가한 탈지유에서의 *Bifidobacterium* 성장 효과

Fig. 3에서 보는바와 같이 배양 초기 8시간까지는 대조구와 chitosan(MW 0.2~3 kDa)을 첨가한 배지에서 *Bifidobacterium bifidum* 생균수가 비슷한 경향을 보이다가 16시간 경과 후 대조구와 비교하여 chitosan을 첨가한 배지에서 자란 생균수가 약 2.7배, 최고 성장점인 24시간에서는 약 3배의 성장 촉진 효과가 나타났다. 특히 감소기인 32시간부터는 chitosan을 첨가한 배지에서 10배가 넘는 생균수를 보였으며 대조구와 비교하여 완만한 감소를 이루었다. 이로 보아 저분자 chitosan(MW 0.2~3 kDa)은 *Bifidobacterium bifidum*의 생육 촉진 기능이 있다고 볼 수 있다.

수용성 chitosan을 첨가한 우유의 관능적 특성

수용성 chitosan(MW 0.2~30 kDa)을 0.5% 첨가한 시유의 삼점검사 결과 20명의 관능검사원 중 수용성 chitosan을 첨가한 시유와 대조구와의 차이를 19명이 감지하였다. χ^2 검정법에 의한 통계처리 결과 관능검사원 20명 중 정답이 19명인 경우의 χ^2 값은 32.20이므로 1% 수준의 유의적 차이값인 2.71⁽¹⁹⁾보다 크다. 그러므로 수용성 chitosan을 첨가한 시유와 대조구간에 고도의 유의적인 품질차이가 있는 것으로 볼 수 있다($p < 0.001$).

수용성 chitosan을 각 분자량별(MW 10~30, 3~10, 0.2~3 kDa)로 0.5%씩 첨가한 시유의 특성차이검사 결과는 Table 5와 같았다. 각 분자량별로 색깔, 신맛, 짠맛, 화학적 이취에 대한 특성차이를 검사한 결과 MW 0.2~10 kDa을 첨가하였을 때 색깔의 변화와 화학적 이취가 감지되었고, 신맛은 각 분자량 모두 느껴지지 않았으며 짠맛은 MW 3~30 kDa을 첨가하였을 때 감지되었다. 이상의 결과로 보아 수용성 chitosan을 첨가하면 갈색의 착색과 짠맛, 화학적 이취가 감지되어 향미와 색이 민감한 백색 시유에의 첨가시 문제점으로 발견되었다.

수용성 chitosan(MW 0.2~30 kDa)을 0.5% 첨가한 커피우유의 삼점검사 결과 20명의 관능검사원 중 9명이 수용성 chitosan을 첨가한 커피우유와 대조구와의 차이를 감지하였고, 이는 χ^2 검정법에 의한 통계처리 결과 대조구와 chitosan을 첨가한 커피우유 간에 관능적

Table 5. Directional difference test¹⁾ of milk with added chitosan of different molecular weights

Molecular weight	Color	Sourness	Astringency	Chemical flavor
Control	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
0.2~3 kDa	6.8 ^c	0.6 ^a	1.0 ^a	1.8 ^c
3~10 kDa	3.9 ^b	0.5 ^a	1.3 ^{ab}	1.3 ^{bc}
10~30 kDa	1.1 ^a	0.1 ^a	2.3 ^b	0.3 ^{ab}

¹⁾Average of three replications with 8 panelists; Means with the same letter in the same column are not significantly different($p < 0.05$, LSD).

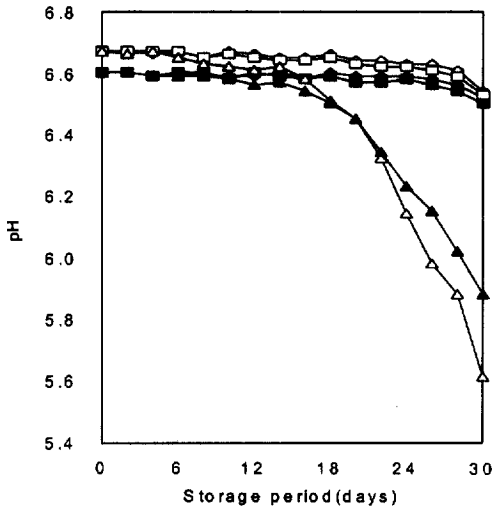


Fig. 4. Changes in pH of coffee milk with added chitosan during storages at 0°C, 5°C and 10°C.

(◆ : 0°C with chitosan, ◇ : 0°C control, ■ : 5°C with chitosan, □ : 5°C control, ▲ : 10°C with chitosan, △ : 10°C control)

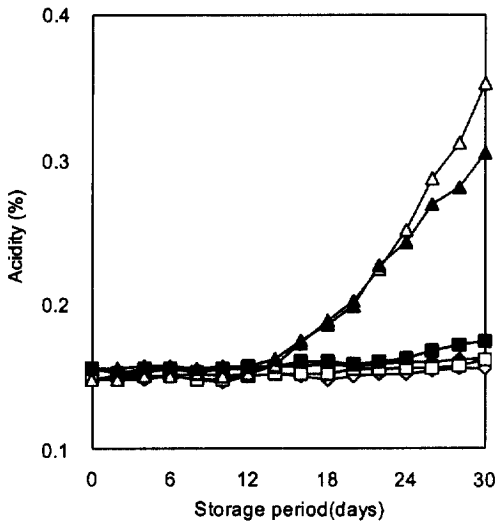


Fig. 5. Changes in acidity of coffee milk with added chitosan during storages at 0°C, 5°C and 10°C.

(◆ : 0°C with chitosan, ◇ : 0°C control, ■ : 5°C with chitosan, □ : 5°C control, ▲ : 10°C with chitosan, △ : 10°C control)

으로 품질의 차이가 없는 것으로 나타났다. 커피우유에 수용성 chitosan을 첨가한 결과 백색 시유에 첨가하였을 때의 문제점들이 나타나지 않았다.

수용성 chitosan을 첨가한 커피우유의 냉장저장 중 품질변화

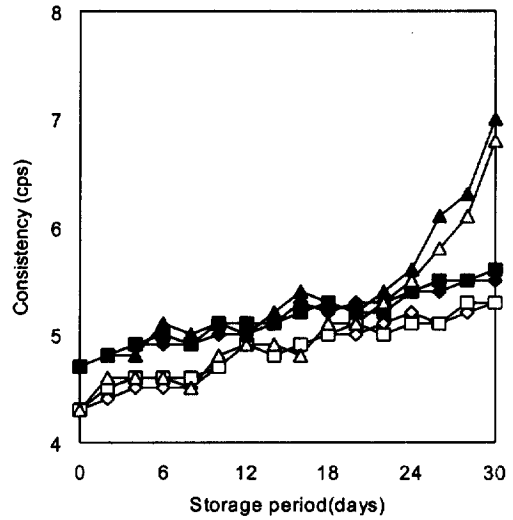


Fig. 6. Changes in consistency of coffee milk with added chitosan during storages at 0°C, 5°C and 10°C.

(◆ : 0°C with chitosan, ◇ : 0°C control, ■ : 5°C with chitosan, □ : 5°C control, ▲ : 10°C with chitosan, △ : 10°C control)

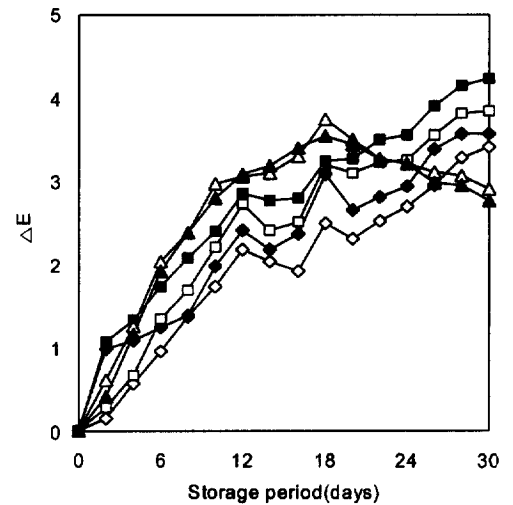


Fig. 7. Changes in ΔE of coffee milk with added chitosan during storages at 0°C, 5°C and 10°C.

(◆ : 0°C with chitosan, ◇ : 0°C control, ■ : 5°C with chitosan, □ : 5°C control, ▲ : 10°C with chitosan, △ : 10°C control)

수용성 chitosan을 첨가한 커피우유의 냉장저장 중 pH와 산도의 변화는 Fig. 4, 5와 같았다. 30일간의 저장 중 0°C와 5°C에서 저장한 시료는 pH와 산도의 변화가 거의 없었지만, 10°C에서 저장한 시료는 16일째 부터 급격한 변화가 나타났으며, chitosan을 첨가하지 않은 시료에서 변화폭이 약간 컸다. 점도의 변화는 Fig.

Table 6. Preference test¹⁾ of coffee milk with added chitosan during storage for 30 days at 0°C, 5°C and 10°C

Storage Days	0°C		5°C		10°C	
	Taste	Flavor	Taste	Flavor	Taste	Flavor
0	8.12 ^a	8.25 ^a	8.12 ^a	8.25 ^a	8.12 ^a	8.25 ^a
2	8.00 ^{ab}	8.00 ^{ab}	7.75 ^{abc}	7.87 ^{ab}	8.00 ^a	7.75 ^a
4	7.87 ^{ab}	7.62 ^{abc}	8.00 ^{ab}	7.62 ^{abc}	7.750	7.62 ^a
6	8.00 ^{ab}	8.00 ^{ab}	7.87 ^{ab}	8.00 ^{ab}	6.87 ^{ab}	8.00 ^a
8	7.87 ^{ab}	7.50 ^{abcd}	7.62 ^{abc}	7.37 ^{abcd}	7.12 ^{ab}	7.00 ^{ab}
10	7.87 ^{ab}	7.62 ^{abc}	7.87 ^{ab}	7.50 ^{abcd}	6.87 ^{ab}	6.87 ^{ab}
12	8.00 ^{ab}	7.50 ^{abcd}	7.62 ^{abc}	7.37 ^{abcd}	5.87 ^b	5.62 ^b
14	7.62 ^{ab}	7.50 ^{abcd}	7.37 ^{abc}	7.25 ^{bcd}	4.37 ^c	3.75 ^c
16	7.87 ^{ab}	7.50 ^{bcde}	7.50 ^{abc}	7.12 ^{bcd}	2.87 ^d	3.25 ^{cd}
18	7.62 ^{ab}	7.250 ^{bcd}	6.87 ^{abcd}	7.12 ^{bcd}	2.00 ^d	2.00 ^d
20	7.50 ^{ab}	6.87 ^{cde}	7.25 ^{abcd}	6.87 ^{cde}	n.d. ²⁾	n.d.
22	7.50 ^{ab}	7.12 ^{cde}	7.25 ^{abcd}	6.62 ^{def}	n.d.	n.d.
24	7.50 ^{ab}	6.75 ^{def}	7.00 ^{abcd}	6.25 ^{ef}	n.d.	n.d.
26	7.00 ^{bc}	6.50 ^{ef}	6.75 ^{bcd}	6.12 ^{ef}	n.d.	n.d.
28	6.37 ^c	6.50 ^{ef}	6.50 ^{cd}	6.00 ^f	n.d.	n.d.
30	6.25 ^c	6.00 ^f	6.00 ^d	5.87 ^f	n.d.	n.d.

¹⁾Average of three replications with 8 panelists; Means with the same letter in the same column are not significantly different($p < 0.05$, LSD).

²⁾no determination

6과 같았고, 0°C와 5°C에서 저장한 시료의 점도는 30 일간의 저장 중 1cps 미만의 미미한 증가가 일어났으나 10°C에서 저장한 시료는 30일 이후 약 7 cps 정도로 증가하였으며 미세한 단백질 덩어리가 관찰되었다.

표면색도의 변화는 미미하였으며, 전반적으로 L값은 감소하였으나 a, b값은 증가하는 경향을 보였다. 총 색택차 $\Delta E(\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2})$ 의 변화는 Fig. 7에 나타내었다. ΔE 값은 약간씩 증가하는 경향을 보였으며, 0°C에서 저장한 대조구는 3.41, chitosan을 첨가한 시료는 3.56의 값을 나타내었고, 5°C의 대조구는 3.83, chitosan을 첨가한 시료는 4.23이었다. 10°C에서 저장한 두가지 시료는 모두 저장 20일부터 증가하던 ΔE 값의 감소가 일어났으며 대조구는 2.91, chitosan을 첨가한 시료는 2.76을 보였는데 이는 감소하던 L값이 증가하였기 때문이며 품질의 변화가 일어난 시점 이후이다.

저장 중 chitosan 첨가 coffee milk의 관능적 특성의 변화로 맛과 향미를 검사한 결과는 Table 6과 같았다. 맛은 0°C와 5°C의 경우 26일부터 대조구와 유의적 차이를 보였고, 10°C는 12일부터 차이가 나타났다. 향미는 0°C의 경우 16일부터 대조구와 유의적 차이를 보였고, 5°C는 14일, 10°C는 12일부터 차이가 나타났다.

저장 중 총균수의 변화는 Fig. 8에 나타난바와 같이, 저장 온도가 높을수록 총균수가 많이 측정되었고, chitosan을 첨가하지 않은 커피우유에서 미생물이 더 많이 생육하였다. 30일간의 저장 후 0°C에서의 총균

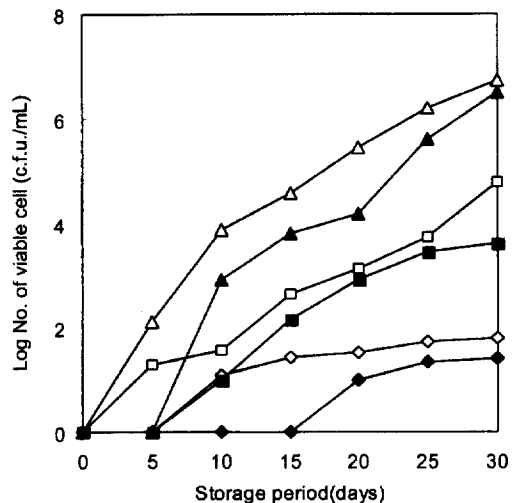


Fig. 8. Changes in bacterial counts of coffee milk with added chitosan during storages at 0°C, 5°C and 10°C.

(◆: 0°C with chitosan, ◇: 0°C control, ■: 5°C with chitosan, □: 5°C control, ▲: 10°C with chitosan, △: 10°C control)

수를 살펴보았을 때 대조구는 6.2×10^4 c.f.u./mL이었고 chitosan을 첨가한 시료는 2.5×10^1 c.f.u./mL이었다. 5°C에서 대조구는 6.0×10^4 c.f.u./mL이었고 chitosan을 첨가한 시료는 4.2×10^3 c.f.u./mL이었으며, 10°C에서 대조구는 5.5×10^5 c.f.u./mL, chitosan을 첨가한 시료는 3.2×10^4 c.f.u./mL의 총균수를 나타내어 chitosan 첨가

가 미생물 생육 억제 효과를 보였다.

이상의 결과 온도가 가장 높은 10°C에서 품질의 변화가 가장 심하였으며, 수용성 chitosan을 첨가한 커피우유의 저장 중 품질의 변화는 대조구와 비교하였을 때 큰 차이가 없었고 미생물의 생육 억제효과를 나타내 저장성이 더 증가하였음을 보여준다.

요 약

수용성 chitosan의 응용범위 확대 및 기능성 강화식품 개발을 위하여 시유에 수용성 chitosan을 첨가하여 이화학적 및 관능적 특성을 조사하였다. 수용성 chitosan을 첨가한 시유의 pH와 산도는 ethyl alcohol로 세척한 chitosan을 사용하면 신선유에 적합한 품질을 나타내었다. 점도와 표면색도는 chitosan의 분자량이 작을수록 좋은 품질을 보였으며, 분자량이 커질수록 점도의 증가와 갈변현상이 일어났다. 살균 온도는 73°C, 15초간 살균하는 것이 88°C, 1초간 살균하는 것보다 단백질의 응고 및 점도의 증가를 방지할 수 있었고, 수용성 chitosan의 첨가 농도는 1.0% 이내가 안정적이었다. 저분자 chitosan(MW 0.2~3 kDa)은 *B. bifibum*의 생육을 촉진하는 기능성을 보였으며 배양 32시간 이후에는 약 10배 이상의 생육 촉진 기능성을 나타내었다. Chitosan을 첨가한 시유의 관능적 특성을 조사한 결과 색깔과 화학적 이취가 강하게 느껴졌다. 커피우유에 수용성 chitosan을 첨가한 경우 삼점검사 결과 관능적으로 대조구와 차이가 없었다. 수용성 chitosan을 첨가한 커피우유를 0°C, 5°C, 10°C에서 냉장저장한 결과 30일간의 저장 중 0°C와 5°C에서 저장한 시료는 pH, 산도 및 점도의 변화가 거의 없었지만, 10°C에서 저장한 시료는 16일 이후 품질의 변화를 보였다. 표면색도의 변화는 적었으며, 전반적으로 L값은 감소하였으나 a, b값은 증가하는 경향을 보였다. 관능적 특성의 변화는 향미에서 먼저 느껴졌으며, 10°C에서 저장한 경우 12일 이후부터 변화를 보였다. 총균수의 변화는 저장 온도가 높을수록 크게 증가하였고, chitosan을 첨가한 커피우유에서는 미생물의 생육이 억제되는 효과를 보였다.

문 헌

- Weiner, M.L. An overview of the regulation status and of the safety of chitin and chitosan as food and pharmaceutical ingredients. p.663-670. In: Advances in chitin and chitosan, Elsevier Applied Science, London (1992)
- Knorr, D. Use of chitinous polymers in food-A challenge for food research and development. Food Technol. 38: 85-97 (1984)
- Austin, P.R. Lactose-rich animal feed formulations and method of feeding animals. U.S. Patent 4: 320, 150 (1982)
- Sanford, P.A. Chitosan, commercial uses and potential applications. Proc. the 4th Inter. Conf. on Chitin/chitosan held in Trondheim, Norway, pp. 51-69 (1988)
- Fang, S.W., Li, C.F. and Shih, Y.C. Antifungal activity of chitosan and its preservative effect on low-sugar candied *Kumquat*. J. Food Prot. 57(2): 136-140 (1994).
- Kim, S.K. Methods of milk products. Nutrition and Dietetics 6: 24-28 (1997)
- Gur-Yoo Kim. Functionality and nutrition of milk. Korea Soybean Digest 14(1): 113-117 (1997)
- Moon, J.W. Production technology of functional products in recent dairy industry. Korean J. Animal Sci. 40(1): 120-133 (1998)
- György, P., R.E. Norris and C.S. Rose. Bifidus factor I. A variant of *Lactobacillus bifidus* requiring a special growth factors. Arch. Biochem. Biophys. 48: 193-201 (1954)
- Austin, P.R., Brine, C.J., Castle, J.E. and Zkakis, J.P. New facets of research. Science 212: 749 (1981)
- Hirano, S. and Matsumura, T. N-Acyl derivatives of chitosan and their hydrolysis by chitinase. Carbohydr. Res. 165: 120 (1987)
- Defaye, J., Gabelle, A. and Pedersen, C. Chitin and chitosan oligosaccharides. Proc. 4th Inter. Conf. on Chitin/Chitosan held in Trondheim, Norway, p. 415 (1988)
- Kim, D.H., Lee, C., Kim, K.O. and Lee, Y.C. The physicochemical and sensory properties of water soluble chitosan. Korean J. Food Sci. Tech. 31(1): 83-90 (1999)
- Shin, S.S. The production of water soluble chitosan hydrolysate by enzymes. M.S. Thesis, Chung Ang Univ., Korea (1997)
- Robert, T.M. Pathogens in milk and milk products. p.113-115. In: For the examination of dairy products, 16th. ed., American Public Health Association, Washington, DC, USA (1992)
- Lim, K.S., Huh, C.S. and Baek, Y.J. Studies on the growth of *Bifidobacterium bifidum* HY-8108 in milk. Korean J. Dairy Sci. 12(2): 172-180 (1990)
- Kim, K.O., Kim, S.S., Sung, N.K. and Lee, Y.C. Sensory evaluation methods and their applications. Shinguang Publ. Co. Seoul, p. 347 (1993)
- SAS. SAS User's Guide: Statistics, 6th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A. (1987)
- A.O.A.C. Official methods of analysis, 13th. ed., Association of Official Analytical Chemists., Washington, D.C., 63(2), p. 240 (1980)
- Food code. Ministry of Health and Welfare, Korea, Seoul, p. 158 (1995)