

Chlorella 첨가가 가공치즈 품질에 미치는 영향

전 정 기

해태유업연구소

Effect of Chlorella Addition on the Quality of Processed Cheese

Jeong-Ki Jeon

Research Institute, HaiTai Dairy Co., Ltd., Suwon 440-310, Korea

Abstract

The effect of chlorella addition on the quality characteristics of processed cheese was investigated. Chlorella processed cheese was prepared in the different ratio of chlorella (0.5% (w/w) and 1.0% (w/w)). Chlorella processed cheese was stored at $10 \pm 1^\circ\text{C}$ and evaluated for the quality characteristics including general composition, pH, the number of microorganisms, oiling off, meltability, rheological properties, color, and sensory evaluation. Contents of moisture, protein, fat, fat in dry matter, and pH values were not different from those of control cheese. Microorganisms were not detected. The degree of oiling off showed no significant difference, but meltability decreased significantly ($p < 0.05$). Hardness and springiness gradually increased significantly ($p < 0.05$), while cohesiveness gradually decreased significantly ($p < 0.05$). The L (lightness) values and the a (redness) values decreased with increasing chlorella contents, but the b (yellowness) values increased with increasing chlorella contents, so color expressed yellowish green. Compared to control cheese made by conventional way, QDA scores of color and mouthfeel of chlorella processed cheese were significantly higher ($p < 0.05$) and the most favorite quality characteristics were shown in the processed cheese with 0.5% (w/w) chlorella (CPC1). These results suggested that health-oriented chlorella processed cheese would be made by the addition of the chlorella.

Key words: chlorella, processed cheese, quality characteristics

서 론

Chlorella란 용어는 1890년에 네덜란드의 Beyerink가 2~10 μm 의 구형의 미세 담수 녹조를 그리스어로 녹색을 의미하는 chloros와 라틴어로 작은 것을 의미하는 ella를 조합하여 명명한 것이 기원이다(1). Chlorella 등의 조류식품 시장 규모는 일본이 1994년에 412억엔을, 우리나라는 1996년에 160억원으로 최근 수년 동안 지속적으로 증가하는 경향이다(2). 광합성에 의해 증식하는 chlorella는 다량의 필수아미노산을 가진 단백질 66.6%, 식이섬유 13%, 미네랄 4.5%, 비타민 A·B·C·E 등이 함유되어 있어 영양학적으로 우수성을 인정받고 있어(3), 기능성 식품뿐만 아니라 일반식품, 화장품, 사료 등 이용범위가 확대되고 있는 경향이다. 또한 웰빙 트렌드로 건강지향적 식품에 대한 소비욕구가 증가하는 추세이어서 chlorella 소재를 적용한 유가공품을 개발하고 품질특성을 연구하는 것은 국민건강 증진과 기술력 확보 측면에서 의미가 있다고 볼 수 있다.

Chlorella는 면역기능강화(4), 항암효능(5), 성인병예방(6) 등의 기능성에 대한 연구가 많았다. 최근에는 chlorella 요구

르트(7), chlorella 음료(3), chlorella 케이크(8) 등의 건강지향적 식품에 대한 연구도 활발히 보고되는 추세이나, 국내에서는 단백질과 칼슘의 좋은 공급원인 치즈에 적용된 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

본 연구에서는 미래의 단백질식품이며 균형 잡힌 영양식품으로 인정받는 chlorella를 첨가하여 일반가공치즈의 기호도와 유사한 chlorella 가공치즈를 제조한 후 품질에 미치는 chlorella 영향을 연구하였다.

재료 및 방법

재료

품질규격에 적합한 체다치즈(해태유업, Korea)에 유화염(BK Giulini Chemie GmbH, Germany) 및 유청칼슘(Meito, Japan)·비타민 A·비타민 D₃·비타민 E(Roche AG, Swiss)의 영양성분을 소비자 기호도에 맞게 강화하여 제조한 일반가공치즈인 control cheese(이하 CC)를 대조구로, 이에 chlorella(대상, Korea)를 0.5%(w/w) 및 1.0%(w/w) 각각 첨가하여 제조된 chlorella processed cheese 1(이하 CPC1),

chlorella processed cheese 2(이하 CPC2)를 실험구로 사용하였다.

Chlorella 가공치즈 제조과정

실험구(CPC1, CPC2)는 전통적인 가공과정(9)에 따라 치즈분쇄기(H-M1, Blentech, USA)로 분쇄한 체다치즈 70% (w/w)에 유화염 및 조제한 영양성분 2.7%(w/w), chlorella를 순서에 따라 혼합(25°C/5분)하고, 유화(85°C/3분)시킨 후 polypropylene(Printpack Inc, USA)에 자동포장기(GBM 200s Extruder, Schrelber Foods Inc, USA)로 충전하고 급속냉각(5°C)하였다. 반면에 대조구인 CC는 chlorella를 첨가하지 않고 제조하였다. 모든 시료는 항온기(10±1°C)에 7일간 보관하였다.

일반성분 및 pH

일반성분은 AOAC(10) 방법으로 분석하였고, pH는 시료를 7일간 냉장(10±1°C) 보관한 것을 상온에서 1시간 방치 후 pH meter(AR52, Fisher Scientific, Singapore)로 측정하였다.

미생물

AOAC(10) 방법을 응용하여 냉장(10±1°C) 7일간 보관한 모든 시료를 Stomacher(No. 400, Tekman Co., USA)로 전처리하여 접종 후 대장균균은 desoxycholate lactose agar (Difco, USA)를 사용하여 35±1°C에서 24±2시간을, 세균수는 standard plate count agar(Difco, USA)를 사용하여 35±1°C에서 48시간을 각각 배양한 후 배지상에 형성된 집락을 산정하였다.

지방분리

Templeton과 Sommer(11) 방법을 응용하여 원통형 치즈 시료(dia. 30 mm, depth 15 mm)를 Whatman No. 1 여과지(Whatman, England) 위에 올려놓고 37°C에서 12시간 배양기에서 정치 후 꺼내어 상온에서 5시간 방치하고 시료를 제거하여 불빛이 투사되는 colony counter 위에 올려놓고 지방분리로 투명하게 색깔이 변한 부분의 원 면적을 계산하였다.

용융성

Park과 Rosenau(12) 방법을 응용하여 원형 치즈 시료(dia. 40.3 mm, depth 4.8 mm)를 petri dish에 올려놓고 232°C에서 4분 30초 동안 conveyer oven(Impinger 1310, Lincoln Foodservice Products Inc., USA)에서 가열할 때 용해된 시료의 직경에 대한 증가로서 측정하였다.

물성학적 특성

Harvey 등(13)의 방법을 응용하여 원통형 치즈 시료(dia. 20 mm, depth 20 mm)를 만들어서 상온에서 1시간 방치 후 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 TPA(Texture Profile Analysis)를 5회 반복 측정하였다. Full scale force는 10 kgf, crosshead speed는 150 mm/min, 변형률은 40%로 설정하였다.

색도

시료를 38×18×23 mm(width×length×height)로 일정하게 절단하여 상온에서 1시간 방치 후 Colorimeter(JC 801, Color Techno System Co., Japan)로 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness)값을 10회씩 측정하였다. 이때 사용한 standard 백색판의 X, Y, Z 값은 각각 93.82, 95.67 및 113.78이었다.

관능검사

소수의 고도로 훈련된 패널요원에 의한 정량적 묘사분석(14) 방법에 따라 15°C의 모든 시료를 18 g씩 오전 10시경에 따뜻한 물과 함께 동시에 제공하여, 외관, 풍미, 조직감을 관능항목으로 설정하여 평가하였다.

통계분석

대조구와 실험구는 SAS 통계프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 p<0.05 수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test) 방법으로 평균간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

Chlorella 가공치즈의 제조 특성

가공치즈의 중요 품질요소 중 하나인 유화과정은 가열초기에 fat free가 분리되었다가 단백질의 유화특성을 증가시켜 주는 유화염에 의해 pH가 상승하게 되면 단백질을 수용성화하고 지방을 유탁상태로 만들어 부드러운 단백질과 지방이 동일한 덩어리를 형성하여 재유화시키는데, 전통적인 일반가공치즈 가공과정(9)에 의해 제조된 CC와 동량의 유화염을 사용한 CPC1, CPC2는 Shimp(15)의 보고처럼 상온 24시간 내에 가공치즈 표면에 fat free에 의한 지방분리가 발생하지 않아 안정적인 유화복합물이 형성되었다. 첨가된 chlorella는 모든 실험구에 균일하게 분산되어 가열처리에 의한 색 분리 현상 없이 자연스러운 색깔을 나타내었다. 이는 chlorella 첨가시 추가 투자비 없이 기존 가공치즈 생산에 이용되는 설비를 변형시키지 않고 생산할 수 있다는 점에서 장점이 있다 하겠다. 나머지 제조특성은 전통적인 가공공정에 의해 생산된 대조구와 큰 차이가 없어 chlorella가 가공치즈의 제조품질에 미치는 부정적인 영향은 없었다.

일반성분 및 pH

수분 함량은 실험구가 chlorella 첨가로 인한 자연적인 고형분의 소폭 증가로 대조구에 비해 유의적(p<0.05)으로 낮았으나 일반가공치즈의 정상적인 수분 함량 데이터였다(Table 1). 단백질 함량은 대조구와 실험구의 시료 간에 유의차(p<0.05)가 있었는데, 이는 조단백질이 50% 이상을 차지하는 chlorella가 실험구의 단백질 조성변화 요인으로 다소 작용되었음을 나타낸다. 지방 함량은 대조구와 실험구인 CPC1, CPC2가 유의적(p<0.05)인 변화가 없어 품질특성에

Table 1. Comparison of general composition and microbiological qualities between control cheese and chlorella processed cheese

Component	Sample ¹⁾		
	CC	CPC1	CPC2
Moisture (%)	47.30±0.05 ^{2)a3)}	46.80±0.02 ^b	46.40±0.05 ^c
Protein (%)	24.56±0.05 ^c	24.97±0.04 ^b	25.58±0.04 ^a
Fat (%)	25.00±0.01 ^a	25.00±0.03 ^a	25.00±0.01 ^a
Fat in dry matter (%)	47.44±0.05 ^a	46.99±0.02 ^b	46.64±0.05 ^c
pH	5.73±0.00 ^b	5.73±0.01 ^b	5.75±0.01 ^a
Coliform (CFU/mL)	ND ⁴⁾	ND	ND
SPC ⁵⁾ (CFU/mL)	ND	ND	ND

¹⁾CC: control cheese, CPC1: processed cheese with 0.5% (w/w) chlorella, CPC2: processed with 1.0% (w/w) chlorella.

²⁾Data are mean±standard deviation values (n=5).

³⁾Mean with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⁴⁾Not detected (n=5).

⁵⁾Standard plate count.

영향을 받지 않았다. 건물량 중 지방 함량은 건물 중 지방량이 높아질수록 치즈가 연하여지는 성질이 있어 조직감과 맛 선택에 있어 중요한 요인이데, 대조구가 가장 높게 나타났다. pH는 일반가공치즈인 대조구 CC와 CPC2가 유의성(p<0.05)이 있었으나 5.73~5.75 범위로 Wolfgang 등(16)의 연구와 같이 전통적인 가공치즈의 pH 5.3~6.2 범위에 있어 모두 정상적인 측정치였다.

미생물

유단백질을 아미노산까지 분해하는 proteolytic system을 가지고 있는 미생물로 인해 생성된 펩타이드 및 유리 아미노산은 미생물 생육뿐만 아니라 β-casein의 분해로 proline, leucine, tryptophane 등의 소수성 아미노산을 포함하는 펩타이드가 쓴맛을 유발시켜 치즈제조 시 결점요소이다. 그러나 식품오염 지표균인 대장균군은 대조구 및 실험구에서 검출되지 않아(Table 1) 대장균군 0 CFU 이하/mL인 농림부의 법적규격(17)과 일치하였다. 또한 화학분석법으로 변화를 검출할 수 있는 수준이 적어도 10⁶~10⁷ CFU 이상/mL인 저온성세균 및 내열성 효소와 포자들의 활력 유지로 커드화, 쓴맛, 겔화, 이취 등의 원인이 되는 내냉성미생물 등을 포함하는 세균수도 집락이 형성되지 않았는데, 이는 살균공정에서 대부분 사멸된다는 Sorhaug와 Stepaniak(18)의 보고와 관련성이 있었다. 따라서 모든 실험구가 chlorella 첨가로 인해 냉장보관(10±1°C) 7일간 미생물적인 위해요소는 없어 품질적으로 안정하였다.

지방분리

Oiling off 또는 fat leakage는 오븐의 열처리에 의해 치즈 용융시 생성된 free oil이 불안정한 casein의 망상구조가 일부 깨지면서 치즈 표면에 액상의 지방으로 분리되거나 oil pockets이 축적되는 현상으로(19) 유화염의 종류 및 첨가량 등에 따라 지방분리 정도가 나타난다. 여과지의 투명한 부분을 원 면적으로 계산한 지방분리는 대조구가 7.3 cm²로 가장 크게 나타났으며 모든 실험구와 유의적(p<0.05) 차이가

Table 2. Oiling off and meltability of control cheese and chlorella processed cheese

Sample ¹⁾	Oiling off (cm ²)	Meltability (mm)
CC	7.30±0.05 ^{2)a3)}	16.38±0.05 ^d
CPC1	7.07±0.04 ^b	8.38±0.04 ^b
CPC2	7.07±0.04 ^b	5.50±0.05 ^c

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Data are mean±standard deviation values (n=5).

³⁾Mean with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

있었는데(Table 2), 이는 Templeton과 Sommer(11) 연구와 연관성이 있었다. 주원료인 자연치즈는 유단백질인 casein이 지방 및 수분과 결합하여 수분, 단백질, 지방, 미네랄 등이 콜로이드 상태로 안정성을 유지하나 매우 불안정한 상태이므로 상온에서도 쉽게 지방분리 현상이 나타나는데, 대조구 및 실험구 모두 유화염 종류의 적합한 선택과 적절한 첨가량으로 지방분리 현상이 크게 발생하지 않아 가공치즈의 품질 규격을 만족하였다.

용융성

가공치즈의 용융특성은 숙성치즈의 미세입자이며 친수성이 큰 Ca-paracaseinate가 유화염의 작용으로 유지방과 함께 균일한 colloid 분산을 이루는 것으로 수분 및 지방 함량 차이 등으로 용융성 차이가 발생되는데, 모든 실험구가 수분 함량이 높은 대조구보다 melting size가 유의적(p<0.05)으로 작아서 Marshall(20)의 연구와 관련성이 있었다(Table 2). 이러한 불용성물질인 Ca-paracaseinate은 단백질의 용융성, 조직감 등에 중요한 요인이며, 입안에서 taste receptor와 상호작용이 불가하기 때문에 taste를 지니지도 않는다(15). 또한 용융성은 물성학적 특성인 cohesiveness와도 밀접한 상관관계를 보인다는 Harvey 등(13)의 보고와 같이 시료 간의 melting size가 감소할수록 cohesiveness가 유의적(p<0.05)으로 감소하는 경향도 보여주었다.

물성학적 특성

Hardness는 모든 실험구가 chlorella 첨가율이 높아질수록

Table 3. Rheological properties of control cheese and chlorella processed cheese

Sample ¹⁾	Hardness (N)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)
CC	19.08 ± 2.36 ^{2)c3)}	89.47 ± 2.09 ^c	62.46 ± 3.46 ^a
CPC1	27.14 ± 3.65 ^b	89.59 ± 1.80 ^b	61.48 ± 3.80 ^b
CPC2	28.18 ± 3.13 ^a	90.03 ± 1.54 ^a	60.45 ± 1.86 ^c

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Data are mean ± standard deviation values (n=5).

³⁾Mean with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

록 대조구보다 유의적(p<0.05)으로 증가하는 경향을 나타냈는데(Table 3), 이는 단백질 함량 등이 높으면 hardness가 증가하고 수분·지방·염화나트륨 함량이 높으면 hardness가 감소한다는 Chen 등(21)의 연구와 일치하였다. Springiness도 Nakao 등(22)의 보고와 같이 chlorella를 첨가하지 않은 대조구보다 chlorella를 첨가한 모든 실험구가 유의적(p<0.05)으로 증가하는 성향을 나타내었다. Cohesiveness는 Tunick 등(23)의 연구와 같이 hardness가 증가할수록 점진적으로 감소하는(p<0.05) 경향을 나타내었는데, 이는 주원료인 자연치즈가 α_{s1}-casein 분해 후 β-casein로 분해되었고 자유수의 감소 등으로 치즈조직의 내부결합력이 약해졌음을 의미한다.

색도

시료 간 L*(lightness)값은 18.54~31.48, a*(redness)값은 3.89~12.37, b*(yellowness)값은 2.95~5.16의 범위를 나타냈다(Table 4). 색깔의 밝고 어둠을 나타내는 L*값은 전통적인 국산 가공치즈 색상인 유백색을 나타낸 대조구 CC가 가장 높았다. 반면에 chlorella가 첨가된 모든 실험구는 대조구보다 색상이 밝지 않음을(p<0.05) 보여주었다. 적색도인 a*값도 L*값과 같이 실험구가 대조구보다 녹색도 값으로 감소하는(p<0.05) 경향이 관찰되었다. 황색도를 나타내는 b*값은 모든 실험구가 chlorella 첨가량이 증가할수록 전통적 가공치즈인 대조구보다 유의하게(p<0.05) 증가하였다. 이는 가열공정 등으로 chlorella에 함유된 엽록소가 분해될 때 마그네슘이 탈락되어 녹색을 잃고 엽록소분해물인 pheophorbide가 생성되어 엽록소는 감소하지만 실험구의 전통적인 가공공정(9)에서는 큰 영향을 받지 않았음을 나타낸다. 이렇

Table 4. Color properties of control cheese and chlorella processed cheese

Sample ¹⁾	Color		
	L*	a*	b*
CC	31.48 ± 0.34 ^{2)c3)}	12.37 ± 1.26 ^a	2.95 ± 0.14 ^c
CPC1	22.88 ± 0.06 ^b	6.78 ± 0.11 ^b	4.50 ± 0.08 ^b
CPC2	18.54 ± 0.15 ^c	3.89 ± 0.50 ^c	5.16 ± 0.28 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Color data are mean ± standard deviation values (n=10).

³⁾Mean with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

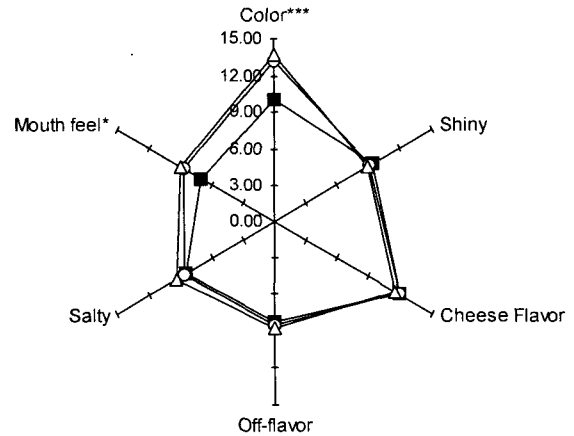


Fig. 1. QDA profiles for sensory characteristics of cheese. —■— CC, —○— CPC1, —△— CPC2. Rating scale: 0 (weak) to 15 (strong). *p<0.05, ***p<0.001.

듯 모든 실험구가 Park 등(24)의 보고와 같이 chlorella 첨가량이 증가할수록 L*값과 a*값은 감소하였고 b*값은 증가하는 경향이 나타나 황녹색의 chlorella 첨가량 차이가 색깔의 품질요소로 작용을 하였다.

관능검사

Shiny, cheese flavor, off-flavor, salty는 모든 시료 간에 유의차(p<0.05)는 없었다. 특히 모든 실험구가 chlorella 첨가로 인한 불쾌취 등의 off-flavor가 생성되지 않아 풍미품질에 나쁜 영향을 미치지 않았다. 이러한 결과는 정량적 묘사분석의 방사형그래프에서 잘 나타난다(Fig. 1). 그러나 식품을 섭취할 때 입 속 피부감각에서 유래되는 복합적 경험인 mouth feel은 대조구와 실험구인 CPC1, CPC2가 입 촉감의 품질적 차이가(p<0.05) 발생하여 chlorella 첨가로 식품의 식감이 개량된다는 Nakao 등(22)의 연구와 연관성이 있었다. Color도 엽록소로 인한 chlorella 고유의 색깔인 짙은 황녹색으로 인해 대조구와 실험구간에 극히 유의하였다(p<0.05).

요 약

구형 단세포 녹조류이며 건강식품인 chlorella를 첨가하여 일반가공치즈의 기호도와 유사한 chlorella 가공치즈를 제조한 후 품질특성을 살펴보았다. 일반성분 및 pH는 전통적인 일반가공치즈의 정상적인 데이터로 안정성이 있는 품질특성을 나타내었다. 미생물은 모든 실험구에서 검출되지 않아 건강에 유해한 영향을 유발하지 않았다. 지방분리는 실험구 간 품질차이가 발생하지 않았고 용융성은 chlorella 첨가량이 증가할수록 점진적으로 감소하였으나(p<0.05) 모두 품질에 큰 영향을 미치지 않았다. 물성학적 특성은 hardness와 springiness가 유의적인(p<0.05) 증가로 조직감 개선의 효과가 나타났다. 색도는 chlorella 고유의 색상인 녹색으로

인해 모든 실험구가 대조구와 극히 유의하였다($p < 0.05$). 관능검사 중 color 및 mouth feel은 대조구와 모든 실험구가 유의성($p < 0.05$)이 있었으나 상품성 측면에서 CPC1이 적합하였다. 결과적으로 본 연구는 실험구 중 CPC1이 전통적인 일반가공치즈의 품질특성을 유지하며 기호성·상품성·시장성이 우수한 건강지향적인 chlorella 가공치즈의 개발 가능성을 제시하였다.

문헌

1. Atsushi M. 1999. What is chlorella. *Food Ind* 9: 122-138.
2. Agriculture Fisheries and Livestock News. 1997. *Korea Food Yearbook*. Korea Herald, Seoul, Korea. p 630-641.
3. Kim JS. 2004. Preparation of chlorella drinks and its quality characteristics. *Korean J Food & Nutr* 17: 382-387.
4. Hasegawa T, Ito K, Kumamoto S, Ando Y, Yamada A, Nomoto K, Yasunobu Y. 1999. Oral administration of a hot water extracts of chlorella vulgaris reduces IgE production against milk casein in mice. *Int J Immunopharmacol* 21: 311-323.
5. Tanaka K, Yamada A, Noda K. 1998. A novel glycoprotein obtained from chlorella vulgaris strain CK22 shows anti-metastatic immunopotential. *Cancer Immunol Immunother* 45: 313-320.
6. Sato T, Kumamoto Y, Kamiya N. 1998. Effect of lipophilic extract of chlorella vulgaris on alimentary hyperlipidemia in cholesterol-fed rats. *Artery* 15: 217-224.
7. Cho EJ, Nam ES, Park SI. 2004. Effect of chlorella extract on quality characteristics of yoghurt. *Korean J Food & Nutr* 17: 1-7.
8. Chung NY, Choi SN. 2005. Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 669-676.
9. Kosikowski FV. 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*. 2nd ed. Edwards Brothers Inc, Michigan, USA. p 228-260.
10. AOAC. 1995. *Official Method of Analysis*. 16th ed. Association of official analytic chemists, Washington DC, USA.
11. Templeton HL, Sommer HH. 1936. Studies on the emulsifying salt used in processed cheese. *J Dairy Sci* 19: 561-569.
12. Park JY, Rosenau JR. 1984. Melting characteristics of cheese. *Korean J Food Sci Technol* 16: 153-158.
13. Harvey CD, Morris HA, Jenness R. 1982. Relation between melting and textural properties of process Cheddar cheese. *J Dairy Sci* 65: 2291-2295.
14. Stone H, Sidel J. 1985. *Evaluation Practices*. Academic Press, Florida, USA. p 215.
15. Shimp LA. 1985. Process cheese principles. *Food Technol* 63: 63-138.
16. Wolfgang B, Henning K, Karl M, Gerd U. 2002. *Processed Cheese Manufacture*. BK Giulini Chemie GmbH, Ladenburg, Germany. p 84-89.
17. Ministry of Agriculture and Forestry. 2005. *Process Standard and Composition Specification of Stock Farm Products*. National Veterinary Research & Quarantine Service, Anyang, Korea. p 27.
18. Sorhaug T, Stepaniak L. 1997. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products. *Trend in Food Sci & Tech* 8: 35-42.
19. Tunick MH. 1994. Effect of homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. *J Dairy Sci* 77: 2487-2493.
20. Marshall RJ. 1990. Composition, structure, rheological properties of process cheese analogues. *J Sci Food Agric* 50: 237-252.
21. Chen AH, Larkin JW, Clark CJ, Irwin WE. 1979. Textural analysis of cheese. *J Dairy Sci* 62: 901-907.
22. Nakao H, Maeda T, Kuwatsuka S. 1996. Effect of hot water extract and its residues of chlorella cells on the growth of radish seedlings and the changes in soil microflora. *Jpn J Soil Plant Nutr* 67: 17-23.
23. Tunick MH, Mackey KL, Smith PW, Holsinger VH. 1991. Effects of composition and storage on the texture of Mozzarella cheese. *Neth Milk Dairy J* 45: 117-125.
24. Park MK, Lee JM, Park CH, In MJ. 2002. Quality characteristics of Sulgidduk containing chlorella powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 225-229.

(2006년 1월 12일 접수; 2006년 3월 3일 채택)