

클로렐라를 첨가한 식빵의 품질특성

정창호 · 조현제 · 심기환[†]

경상대학교 대학원 응용생명과학부 · 농업생명과학연구원

Quality Characteristics of White Bread Added with Chlorella powder

Chang-Ho Jeong, Hyun-Jae Cho and Ki-Hwan Shim[†]

Division of Applied Life Sciences, Graduate School, Institute of Agricultural & Life Sciences,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

The chemical components of chlorella powder and quality characteristics (texture, color and sensory evaluation etc.) of white bread added with chlorella powder in order to use as a new functional food material of chlorella powder were examined. The proximate composition was composed of crude protein 61.45%, crude fiber 13.47%, nitrogen free extract 13.15%, ash 6.35%, moisture 3.27% and crude fat 2.31%, respectively. The components of major minerals were P (1,478.94 mg%), K (250.54 mg%), Ca (147.24 mg%) and Na (107.26 mg%) and free sugar was composed of maltose 0.12%, glucose 0.09% and fructose 0.08%. The major amino acids of chlorella powder were glutamic acid(4,009.20 mg%), aspartic acid(3,017.72 mg%), proline(3,055.24 mg%), methionine(3,064.52 mg%) and histidine(2,951.06 mg%). The major fatty acids in chlorella powder were composed of linoleic acid and the amounts of those showed 34.27%. The volume tended to increase according to the addition of chlorella powder. Substituting chlorella powder with flour also resulted in decreased lightness, redness and yellowness of the white bread crust. The color of white bread crust became darker as the amount of chlorella powder increased. The texture characteristics of white bread containing chlorella powder was no significant difference. The results of sensory evaluation by QDA (quantitative descriptive analysis) showed that overall acceptability of white breads containing 0.2% chlorella powder were higher than that of control without chlorella powder.

Key words : minerals, free sugar, amino acid, fatty acid, volume, color, texture characteristics, sensory evaluation

서 론

클로렐라는 녹조류로 담수 중에 증식하는 단세포 식물로, 분류학상 Chlorophyceae강, Chlorococcum목, Chlorella속으로 종(species)으로는 *C. vulgaris*, *C. pyrenoidosa*와 *C. ellipsoidea*가 널리 알려져 있다. 이들은 보통 연못이나 호수 등 담수에서 생육하며, 직경 2~10 µm의 구형 단세포 조류로 하나의 세포는 현미경으로만 볼 수 있는 정도이다. 생식은 무성생식으로 증식하고 물, 공기, 질소와 인산 등의 식물 성장 요소가 있으면 빛과 이산화탄소를 이용한 독립 영양적 성장 증식을 하는 것으로 엽록소(chlorophyll a, b)를

다량 함유하며, 세포표면은 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 세포막으로 구성되어 있다(1,2). 또한 클로렐라에는 다량의 필수아미노산을 함유하고 있는 고단백질 식품으로 단백질, 지질, 식이섬유, 비타민류와 무기질 등이 많이 함유되어 있어 균형잡힌 영양식품으로 인정받고 있으며, 다른 식물에 비해 증식속도가 매우 빠르기 때문에 미래의 단백질 식품으로 기대되어 일찍부터 식량화에 대한 연구가 이루어지고 있다(3). 특히 클로렐라에는 CGF(chlorella growth factor)라는 생리활성물질이 들어 있어 어린이들의 성장 발육과 환자의 병 회복에도 효과가 큰 것으로 보고되었고(4), 항암효과(5-7), 콜레스테롤 감소효과(8-10), 혈압강하효과(11), 간장보호 기능(12), 변비예방(13), 중금속 해독작용(14-16), 다이옥신의 해독작용(17), 다당체 및 핵산관련 물질을 주성분으로 하여 미생물에 대한 생육촉진효과(18),

[†]Corresponding author. E-mail : khshim@gnu.ac.kr,
Phone : 82-55-751-5479, Fax : 82-55-753-4630

항균력 증강 및 세포부활 효과(19), 혈액 응고 저해 활성(20) 및 골다공증 예방(21) 등 다양한 생리활성기능이 있는 것으로 보고되었다. 이처럼 클로렐라의 뛰어난 기능성이 인정되면서 클로렐라는 꿈의 식품, 완전식품, 미래의 식량으로 불리어지고 있다. 그리고 현재 클로렐라는 어린이 영양제, 기능성 식품 등으로 시판되고 있으며, 건강식품의 소재뿐 아니라 화장품, 사료 등 그 이용범위가 확대되고 있는 추세이다. 또한 클로렐라를 이용하여 떡, 두부, 국수 및 음료와 같은 일반식품제조에도 클로렐라의 이용성이 확대되고 있는 추세이다(22-25).

그러나 아직까지 클로렐라에 대한 식품학적 측면의 연구는 아직 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 미래의 식량자원으로 각광받고 있는 클로렐라를 기능성 식품소재로 활용하기 위한 방안을 모색하고자 클로렐라의 일반성분, 무기성분, 유리당, 아미노산 및 지방산 등의 화학성분 분석과 클로렐라를 첨가하여 제조한 식빵의 색도, texture 및 관능검사 등과 같은 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 클로렐라 분말은 2004년 10월 일본 Yaeyama사(Tokyo)에서 동결, 분무건조된 클로렐라를 구입하여 냉동보관하면서 실험에 사용하였다.

일반성분

수분함량은 105°C 건조 후 항량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였고, 조섬유는 AOAC법으로, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였으며, 그 외 나머지 성분들은 가용성 무질소물로 나타내었다(26).

무기성분

클로렐라 분말에 함유되어 있는 K, Na, Mg, Mn, Fe, Ca, Cu 및 Zn의 무기성분에 대하여 분석하였다. 즉, 각 시료 0.1 g에 분해용액(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O₂ = 9 : 2 : 5) 25 mL를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할때까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과(Whatman No. 2)한 후 ICP(Perkin Elmer Potima 4300DV, U.S.A.)로 분석하였다(27).

유리당

유리당 분석은 각 시료를 마쇄한 후 Choi 등의 방법(28)으로 유리당 획분을 얻은 다음 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 Sep-pak C₁₈로 색소 및 단백질 성분을 제거한 다음 HPLC(Hewlett parkard 1100 series, U.S.A.)로 분석하였다. Column은 Aminex carbohydrate HPX42-A를 사용하였

고, solvent와 flow rate는 80% acetonitrile과 1.0 mL/min, detector는 RI로 하였고, injection volumn은 20 µL였다.

아미노산

클로렐라 분말의 아미노산 분석은 시료를 일정량 취하여 6N HCl 용액 2 mL를 가하고 진공밀봉하여 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 rotary vacuum evaporator를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압농축하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 µm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Pharmacia, Biochrom 20, England)를 이용하여 분석하였다(29).

지방산

클로렐라 분말의 지방산 조성을 분석하기 위하여 시료 2 g을 원통여지(Whatman Cat No. 2800260)에 넣고, diethyl ether를 가하여 Soxhlet추출법으로 약 10시간 정도 연속 추출하여 조지방을 얻고 이를 Metcalf 등의 방법(30)에 준하여 지방산 methyl ester를 조제한 후 GLC(5890 Series II, Hewlett Packard, U.S.A)로 분석하였다. 즉, 지방추출물에 0.5 N NaOH-MeOH를 가하여 80°C에서 환류시키면서 가수분해 시킨 후, 14% BF₃-methanol 및 n-heptane을 가하여 끓이고 식힌 후 증류수와 NaCl 포화용액을 가한 다음 petroleum ether로 추출한 후 Na₂SO₄로 탈수, 여과한 용액 1 µL를 GLC에 주입하였으며, GLC에 의해 분리된 각 지방산의 methyl ester를 peak 면적의 비율로 계산하여 각 지방산의 조성비를 구하였다. GLC 분석조건은 Supelco wax 10(60 m × 0.25 mm i.d) fused silica capillary column을 사용하였고, column온도는 150°C에서 5분간 유지한 후 200°C까지 4°C/min로 승온시켰다. Injection 및 detector온도는 250°C로 하였고, N₂ 유량은 0.6 cc/min(split ratio = 80 : 1)로 하여 분석하였다.

식빵 제조방법

클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 클로렐라 식빵의 재료 배합비는 Table 1과 같다.

무첨가군은 밀가루(강력부) 300 g, 설탕 30 g, 소금 6 g, 생이스트 10 g, 반죽개량제 1.5 g, 쇼트닝 15 g 및 물 150 g으로 배합하여 제조하였다. 클로렐라 첨가군은 밀가루를 제외한 나머지 재료의 조건은 모두 고정된 후 밀가루 대비 클로렐라를 0.1, 0.2 및 0.3% 비율로 배합하여 직접반죽법에 준하여 제조하였다. 즉, 재료를 계량한 후 가루는 먼저 체에 치고 쇼트닝을 제외한 모든 재료를 믹서기(중앙공업, JAM-2030, Korea)에 넣고 저속으로 2분간 혼합한 후 중속으로 15분 동안 반죽하여 gluten이 형성되도록 하였다. 제조한 dough에 비닐을 씌우고 발효기에서 온도 30±

Table 1. Formula of the white bread added with chlorella powder

Ingredient	Sample ¹⁾			
	Control	CP-0.1	CP-0.2	CP-0.3
Flour	300	299.7	299.4	299.1
Chlorella	0	0.3	0.6	0.9
Sugar	30	30	30	30
Salt	6	6	6	6
Yeast	10	10	10	10
Dough improver	1.5	1.5	1.5	1.5
Shortening	15	15	15	15
Water	150	150	150	150
Total	348.5	347.4	347.3	347.2

¹⁾CP-0.1, CP-0.2 and CP-0.3 : Bread added with chlorella powder at 0.1%, 0.2% and 0.3%, respectively.

1°C, 습도 75%로 약 40분간 1차 발효시켰다. 1차 발효가 끝나면 150 g씩 절단하여 둥글라기 한 후 정형하여 식빵틀에 팬닝하고 온도 30±1°C, 습도 85%조건에서 50분간 2차 발효시켰다. 발효 후 윗불 온도를 170°C, 밑불 온도 200°C로 하는 오븐(Dae Yung Machinery Co., Choice, Korea)에 넣어 35분간 가열하여 빵을 제조하였다(31).

부피 측정

클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 부피는 종자치환법에 의하여 3회 측정하여 그 평균값으로 나타내었다(32).

Texture 측정

클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 texture측정은 texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)를 이용하여 texture profile analysis (TPA)로 측정하였으며, probe는 직경이 50 mm인 알루미늄 원통형 probe P50을 장착하여 측정하였고, 분석조건은 pre test speed 5.0 mm/sec, test speed 1.7 mm/sec, post test speed 10.0 mm/sec, strain 40.0%, trigger force auto 5.0 g, time 5.0 sec였다. 시료의 처리방법은 식빵을 가로 50 mm, 세로 70 mm, 두께 30 mm 크기로 잘라 시료의 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesive-ness), 겹섬성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

색도 측정

클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 crust와 crumb부분을 색차계(Chroma meter, Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 시료를 각각 세로 3×5 cm² 두께로 잘라 중앙 부위를 3회 연속 측정하여 Hunter's 색차계인 L(명도), a(적색도), b(황색도)로 나타내어 통계처리로 유의성을 검정하였다.

관능검사

클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사는 실험실의 남녀 관능검사원 10명을 선정하여 실험의 취지를 충분히 숙지시킨 다음 5점 척도법으로 측정하였다. 즉, 밀가루 대비 클로렐라 분말을 농도별(0~0.3%, w/w)로 첨가하여 제조한 식빵의 색, 냄새, 맛, 부드러움, 씹힘성 및 전체적인 기호도에 대한 관능검사를 실시하여 얻어진 data는 Window용 SAS 6.2 version을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다(33).

결과 및 고찰

일반성분 함량

클로렐라 분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 조단백질 61.45%, 조섬유 13.47%, 가용성 무질소물 13.15%, 회분 6.35%, 수분 3.27% 및 조지방 2.31% 순으로 나타났다. Kang 등(1)은 클로렐라의 일반성분을 조사한 결과 클로렐라 100 g 당 단백질 60.6 g, 섬유소 13.0 g, 지방 1.28 g, 회분 4.5 g 및 탄수화물 3.7 g으로 나타났다고 보고하였으며, Han 등(3)은 클로렐라 추출물(CGF10000)의 일반성분을 분석한 결과 수분 2.28%, 조단백질 66.91%, 조지방 0.92%, 탄수화물 22.73%, 식이섬유 7.29% 및 회분 7.16%로 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

Table 2. Proximate compositions of chlorella powder

	Moisture	Nitrogen free extract	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash
Chlorella	3.27	13.15	61.45	2.31	13.47	6.35

무기성분 함량

클로렐라 분말에 함유되어 있는 무기성분을 ICP로 분석한 결과는 Table 3과 같다. 즉, 클로렐라의 주요 무기성분으로는 P, K, Ca 및 Na로 그 함량은 각각 1,478.94 mg%, 250.54 mg%, 147.24 mg% 및 107.26 mg%로 나타났으며, 그 외 Fe(65.47 mg%), Zn(8.51 mg%), Mn(2.09 mg%) 및 Cu(1.36 mg%) 순으로 나타나 P이 다른 성분에 비하여 많이 함유되어 있었다. Han 등(3)은 클로렐라 추출물 2종류 CGF200과 CGF10000의 무기성분을 분석한 결과 K과 P이 각각 107.80과 4,159.00 mg% 및 88.30과 3,747.60 mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 외 칼슘, 철, 마그네슘, 아연, 구리, 크롬, 셀레늄, 나트륨, 망간 및 요오드와 같은 무기성분이 함유되어 있다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 결과인 P과 K이 클로렐라의 주요 무기성분으로 나타났다.

Table 3. Mineral compositions in chlorella powder

(unit : mg%)	
Components	Content
Na	107.26
Mg	98.17
K	250.54
Ca	147.24
Mn	2.09
Zn	8.51
Cu	1.36
Fe	65.47
P	1,478.94
Total	2,159.58

유리당 함량

클로렐라 분말에 함유되어 있는 유리당을 HPLC로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 즉, 클로렐라의 유리당은 총 4종이 분리, 동정되었으며, 그 중 maltose가 0.12%로 가장 많이 함유되어 있었으며, 그 외 glucose 0.09%, fructose 0.08% 및 sucrose가 0.03% 함유되어 있었다.

Table 4. Free sugar content of chlorella powder

(unit : %)					
	Sucrose	Glucose	Fructose	Maltose	Rhamnose
Chlorella	0.03	0.09	0.08	0.12	nd ¹⁾

¹⁾Not detected.

아미노산 함량

클로렐라 분말에 함유되어 있는 아미노산 조성 및 함량을 아미노산 자동분석기로 분석한 결과는 Table 5와 같다. 아미노산의 총 함량은 37,425.11 mg%로 나타났으며, 필수아미노산의 전체함량은 17,109.55 mg%(45.72%)로 glutamic acid, methionine 및 proline의 함량이 비교적 높게 나타났고, 그 함량은 각각 4,009.20 mg%, 3,064.52 mg% 및 3,055.24 mg%였다. Kang 등(1)은 클로렐라의 아미노산을 분석한 결과 필수아미노산인 isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, tyrosine 및 valine이 전체아미노산의 36% 정도 함유되어 있다고 보고하였으며, Han 등(3)은 CGF200 추출물은 proline, glutamic acid 및 leucine이 높게 나타났고, CGF10000 추출물은 glutamic acid, aspartic acid 및 alanine이 높게 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 차이를 나타내었는데 이것은 재배지역과 배양에 관계된 여러 가지 조건에 의한 차이라고 생각된다.

Table 5. Total amino acid composition of chlorella powder

(unit : mg%)	
Components	Content
Aspartic acid	3,017.72
Threonine	1,892.06
Serine	1,650.51
Glutamic acid	4,009.20
Proline	3,055.24
Glycine	2,153.57
Alanine	1,882.36
Cystine	726.08
Valine	1,459.18
Methionine	3,064.52
Isoleucine	1,848.09
Leucine	1,589.16
Tyrosine	1,042.53
Phenylalanine	2,742.47
Histidine	2,951.06
Lysine	1,563.01
Arginine	2,778.35
Total A.A	37,425.11
Total E.A.A ¹⁾	17,109.55

¹⁾E.A.A. ; Essential amino acid.

지방산 조성

클로렐라 분말의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 지방산은 모두 9종이 확인되었으며, 불포화지방산이 전체지방산의 68.87%를 차지하였다. 포화지방산으로는 lauric acid, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, arachidic acid 및 behenic acid가 함유되어 있었고, 그 중 palmitic acid와 myristic acid가 각각 13.31%와 11.24%로 가장 많이 함유되어 있었다. 불포화지방산으로는 oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid가 함유되어 있었고, linoleic

Table 6. Fatty acid compositions of chlorella powder

Fatty acids	Peak area(%)
Lauric acid	1.87
Myristic acid	11.24
Palmitic acid	13.31
Stearic acid	2.02
Oleic acid	24.65
Linoleic acid	34.27
Linolenic acid	9.95
Arachidic acid	1.21
Behenic acid	1.48

acid 34.27%, oleic acid 24.65% 및 linolenic acid가 9.91%로 높게 함유되어 있었다. Kim(34)은 옥외 배양된 클로렐라 중의 중요한 지방산으로는 palmitic acid, tridecyclic acid 및 carpic acid 등과 같은 포화지방산 함량이 전체 지방산 함량의 71%를 차지하며, 이에 비하여 암소 발효조 순수배양에 의해 제조된 유기배양 클로렐라에서는 불포화지방산이 전체 지방산의 67%를 차지한다고 보고하여 본 연구결과와 불포화지방산의 함량이 유사한 경향을 나타내었다.

반죽의 부피

클로렐라 분말의 첨가가 식빵 반죽의 부피 증가에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 즉, 클로렐라를 첨가하지 않은 대조구의 부피는 200 mL로 나타난 반면 발효 90분 경과 후 식빵 반죽의 부피는 각각 606, 612 및 629로 대조구 602 mL와 비교하여 반죽의 부피가 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 클로렐라의 첨가가 효모의 생육을 촉진시켜 알데하이드, 케톤, 유기산 및 이산화탄소와 같은 가스의 생성을 증가시킨 결과로 생각된다. Sung 등(35)은 클로렐라를 첨가한 요구르트 제조에서 클로렐라에 함유되어 있는 단백질, 무기질, 비타민, 클로렐라 생육인자 등이 생균수의 생육을 촉진시킨 것으로 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

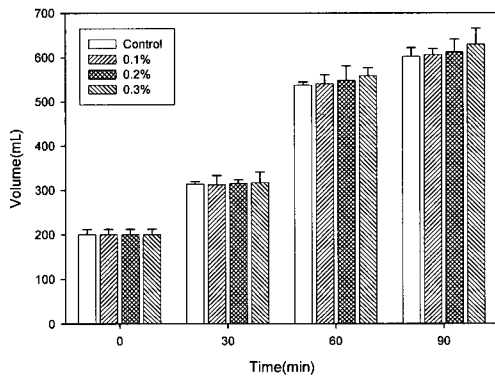


Fig. 1. Changes in volume of the bread dough containing chlorophyll powder during fermentation stage.

식빵의 조직

Texture analyzer로 식빵의 crumb를 3회 압착하여 얻은 클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 조직감을 측정 한 결과는 Table 7과 같다. 대조구의 경도는 615.5 g으로 나타났으며, 클로렐라 분말 첨가구 식빵의 경도는 0.1, 0.2 및 0.3%에서 각각 611.9, 617.1 및 621.9 g으로 클로렐라 분말의 첨가량이 증가할수록 경도가 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성도 클로렐라의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였고, 부착성은 감소하는 것으로 나타났으나 시료간의 큰 유의적인 차이를 나타 내지는 않았다.

Table 7. Texture characteristics of white breads added with different levels of chlorophyll power

	White Bread ¹⁾			
	Control	CP-0.1	CP-0.2	CP-0.3
Hardness	615.5±24.01 ^{2)a3)}	611.3±15.47 ^{ab}	617.1±35.14 ^{ab}	621.9±34.51 ^b
Adhesiveness	-4.003±0.15 ^a	-3.989±2.14 ^a	-3.948±0.85 ^a	-3.971±0.47 ^a
Springiness	0.942±0.07 ^a	0.946±0.19 ^a	0.945±0.23 ^a	0.946±0.21 ^a
Cohesiveness	0.718±0.05 ^a	0.716±0.04 ^a	0.717±0.06 ^a	0.714±0.09 ^a
Gumminess	421.6±14.35 ^a	428.0±11.34 ^{ab}	435.1±21.45 ^b	441.7±19.67 ^{bc}
Chewiness	422.3±24.52 ^a	430.33±32.12 ^b	435.9±16.85 ^b	439.5±20.36 ^{bc}

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Means±SD (n=5).

³⁾Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

색 도

클로렐라 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 crust와 crumb의 색도를 측정 한 결과는 Table 8과 같다. Crust의 색도를 측정 한 결과 대조구의 경우 L값이 56.09로 나타난 반면 클로렐라 분말의 첨가구에서는 클로렐라 분말의 첨가량이 증가함에 따라 점차적으로 L, a 및 b값이 모두 감소하는 경향을 나타내었으며, crumb의 색도를 측정 한 결과 대조구의 경우 L값이 69.48로 crust의 L값보다는 높게 나타났으나 클로렐라 분말의 첨가구에서는 클로렐라 분말의 첨가량이 증가함에 따라 점차적으로 L과 a값은 감소하는 경향을 나타내었으며, b값은 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. Park은(36) chlorophyll growth factor(CGF) 첨가 식빵의 Hunter color system을 이용하여 내부 색상의 측정 한 결과 명도를 나타내는 L값은 CGF 무첨가 식빵이 79.96으로 CGF의 첨가량이 증가함에 따라 명도가 감소하였고, 적색도를 나타내는 a값은 CGF 무첨가 식빵이 3.39로 CGF첨가량이 증가할

Table 8. Crust and crumb color of white bread added with different levels of chlorophyll power

White bread ¹⁾	Crust color		
	L value	a value	b value
Control	56.09±0.42 ^{2)a3)}	15.91±0.14 ^a	36.04±0.36 ^a
CP-0.1	55.63±1.92 ^a	13.36±0.67 ^{ab}	34.57±0.29 ^{ab}
CP-0.2	53.02±0.23 ^{ab}	11.51±0.21 ^b	32.31±0.19 ^b
CP-0.3	51.75±1.57 ^b	8.69±1.36 ^{bc}	30.88±0.31 ^{bc}
White bread ¹⁾	Crumb color		
	L value	a value	b value
Control	69.48±1.24 ^a	-2.43±0.24 ^a	13.33±0.24 ^a
CP-0.1	66.47±0.61 ^{ab}	-4.45±1.03 ^b	21.03±0.34 ^b
CP-0.2	62.73±1.52 ^b	-5.10±0.71 ^{bc}	23.02±0.52 ^{bc}
CP-0.3	60.72±3.02 ^{bc}	-5.22±0.23 ^c	24.78±0.39 ^c

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Means±SD (n=5).

³⁾Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

수축 감소하였다고 보고하였으며, 황색도를 나타내는 b값은 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

관능검사

클로렐라 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵을 이용하여 색(color), 냄새(flavor), 맛(taste), 부드러움(softness), 씹힘성 및 전체적인 기호도(overall acceptability) 등의 관능검사를 실시한 결과는 Table 9와 같다. 식빵의 색에 대한 기호도는 클로렐라 분말 0.2% 첨가구에서 대조구와 비교하여 좋은 관능검사결과를 나타내었으며, 냄새, 맛, 부드러움 및 씹힘성과 같은 다른 항목에서는 클로렐라 분말 첨가구와 대조구와의 큰 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 전체적인 기호도는 클로렐라 분말 0.2% 첨가구가 가장 좋은 것으로 나타났으며, 이는 클로렐라 분말의 첨가로 인하여 기존의 식빵 색을 탈피하여 새로운 색을 가진 식빵에 대한 호기심과 건강에 대한 관심의 증가로 인하여 기호도가 증가된 것으로 생각되며, 반면 클로렐라 분말 0.1% 첨가구에서는 대조구와 비교하여 오히려 낮은 기호도를 나타내었다.

Table 9. Sensory evaluation of white breads added with different levels of chlorella powder

Variable	White bread ¹⁾			
	Control	CP-0.1%	CP-0.2	CP-0.3
Color	3.5±0.13 ^{2)ab3)}	3.4±0.25 ^a	3.7±0.24 ^a	3.6±0.35 ^{ab}
Flavor	3.6±0.54 ^a	3.5±0.18 ^a	3.8±0.25 ^a	3.7±0.49 ^{ab}
Taste	3.5±0.46 ^a	3.6±0.04 ^a	3.8±0.57 ^a	3.5±0.18 ^{ab}
Softness	3.7±0.24 ^a	3.6±0.52 ^a	3.8±0.19 ^a	3.7±0.71 ^{ab}
Chewiness	3.5±0.03 ^a	3.4±0.75 ^a	3.6±0.38 ^a	3.6±0.48 ^{ab}
Overall acceptability	3.6±0.21 ^a	3.5±0.36 ^a	3.8±0.31 ^a	3.7±0.15 ^{ab}

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Means±SD (n=10).

³⁾Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

요 약

클로렐라를 새로운 기능성 식품의 재료로 사용하기 위하여 클로렐라 분말의 화학성분 분석 및 클로렐라 분말을 첨가한 식빵을 제조하여 품질특성을 조사하였다. 클로렐라의 화학성분을 분석한 결과 단백질이 61.45%로 가장 많은 함량을 나타내었으며, 조섬유, 가용성 무질소물 및 회분 순으로 나타났다. 무기성분을 분석한 결과 주된 무기성분은 P, K, Ca 및 Na로 나타났으며, 그 중 P이 1,478.94 mg%로 가장 많은 함량을 나타냈다. 유리당을 분석한 결과 클로렐라에는 sucrose, glucose, fructose 및 maltose 등 총 4종류의

유리당이 함유되어 있었으며, 그 중 maltose가 0.12%로 가장 높게 나타났다. 아미노산을 분석한 결과 총 17종의 아미노산이 분리, 동정되었으며, 총 아미노산은 37,425.11 mg%로 나타났고, 그 중 aspartic acid, glutamic acid, proline, methionine 및 histidine이 주요 아미노산으로 나타났으며, glutamic acid가 4,009.20 mg%로 가장 높게 나타났다. 지방산 조성을 분석한 결과 불포화지방산이 전체지방산의 68.87%를 차지하였으며, 그 중 linoleic acid가 34.27%로 가장 높게 나타났다. 클로렐라를 첨가하여 제조한 반죽을 발효시간 경과에 따른 부피 변화를 측정하고 발효시간이 경과함에 따라 반죽의 부피가 증가하는 경향을 나타내었으나 대조구와 비교하여 클로렐라 분말의 첨가량이 증가함에 따라 부피가 증가하는 경향을 나타내었다. 식빵의 crust와 crumb의 색도는 클로렐라의 첨가량이 증가함에 따라 밝기를 나타내는 L값과 적색도를 나타내는 a값은 crust와 crumb 모두 감소하는 경향을 나타내었으며, 황색도를 나타내는 b값의 경우 crust는 감소하였고, crumb는 증가하는 것으로 나타났다. 클로렐라 분말을 첨가한 식빵의 조직감은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 관능검사를 실시한 결과 전체적인 기호도에서 클로렐라 분말을 0.2% 첨가한 시료에서 가장 좋은 기호도를 나타내었다.

참고문헌

- Kang, M.S., Sim, S.J. and Chae, H.J. (2004) Chlorella as a functional biomaterial. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 19, 1-11
- 村上千秋, 高橋次郎, 新保國弘, 丸山武紀. (1997) クロレラの脂質成分と脂肪酸組成. 日本油化学會誌. 46, 423-427
- 한재갑, 강기권, 김진국, 김상환. (2002) 클로렐라 추출물 현황 및 전망. 식품과학과 산업, 35, 64-69
- 이유경, 이홍금. (2002) 조류의 산업적 이용. 생물산업, 15, 19-24.
- Umezawa, I., Komiyama, K., Shinbukawa, N., Mori, M. and Kojima, Y. (1982) An acidic polysaccharide, chlon A, from Chlorella pyrenoidosa. Chemotherapy, 30, 1041-1045
- Kobayashi, S. (1978) Influence of chlorella extract on reticuloendothelial of rats. Health and industry Newsletter, Agriculture Chemical Convention.
- Morita, K. and Matsueda, T. (1999) Chlorella accelerates dioxin excretion in rats. J. Nutr., 129, 1731-1736
- Tanaka, K., Konishi, F. and Himeno, K. (1984) Augmentation of antitumor resistance by a strain of unicellular green algae *Chlorella vulgaris*. Cancer Immunol. Immunother, 17, 90-94

9. Lin, J.K. (1981) Effect of chlorella on serum cholesterol of rats. *Taiwan Medical Science Journal*.
10. 백승화. (1989) *Chlorella ellipsoidea* 첨가식이 쥐의 혈청지질 성분 및 효소활성도에 미치는 효과. 명지대학교 박사학위논문.
11. Wang, C.J., Shiow, S.J. and Lin, J.K. (1981) Effect of chlorella on the level of serum cholesterol in rats. *J. Formosan Med. Assoc.*, 80, 929-933
12. Shimizu, M., Yamada, N., Hisada, M., Suzuki, J. and Inata, I. (1985) Effect of chlorella on human pulse wave velocity. Kanazawa Medical University, Dept. of Serology.
13. Want, L.F., Lin, J.K. and Tung, Y.C. (1980) Effect of chlorella on the levels of glycogen, triglyceride and cholesterol in ethionine treated rats. *J. Formosan Medical Assoc.*, 79, 1-10
14. Young, R.W. and Beregi, J.S. (1980) Use of chlorophyllin in the care of Geriatric patients. *J. Am. Geriatrics Soc.*, 28, 46-47
15. Nagano, T., Watanabe, Y., Homma, T., Suketa, Y. and Yamamoto, T. (1978) Absorption and excretion of cadmium by the rat administered cadmium containing chlorella. *Eisei Kagaku*, 24, 182-186
16. Hagino, Y. (1975) Effect of chlorella on urinary cadmium excretion in 'Itai-itai'. *J. Hyg.*, 30, 77-79
17. Nakamura, M. (1978) Promotion of reticuloendothelial function by chlorella components. *Health and industry Newsletter, Agricultural Chemical Convention*.
18. 菅野敏博, 新保國弘, 政田正弘, 田村五郎, (1996) *クロレラ熱水抽出物由来の酵母に対する生育促進物質*. *生物工學會誌*, 74, 159-162
19. 김동호. (1998) 클로렐라. *식품저널*, 1, 64-69
20. Kang, M.S., Sim, S.J. and Chae, H.J. (2004) Partial purification of anticancer and anticoagulant proteins from chlorella hydrolysate. *Food Engineering Progress*, 8, 98-104
21. Kim, Y.H., Hwang, Y.K., Hwang, J.M., Seoung, H.K. and Kim, D.U. (2003) Effects of chlorella dietary supplementation on bone biochemical markers of turnover in postmenopausal women. *J. Biomed. Lab. Sci.*, 9, 9-13
22. Park, M.K., Lee, J.M., Park, C.H. and In, M.J. (2002) Quality characteristics of *Sulgidduk* containing chlorella powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31, 225-229.
23. Kim, S.S., Park, M.K., Oh, N.S., Kim, D.C., Han, M.S. and In, M.J. (2003) Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd (Tofu). *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 46, 12-15.
24. Park, S.I. and Cho, E.J. (2004) Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J. Food & Nutr.*, 17, 120-127
25. Kim, J.S. (2004) Preparation of chlorella drinks and its quality characteristics. *Korean J. Food & Nutr.*, 17, 382-387
26. AOAC. (1990) *Official methods of Analysis*. 15 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
27. Jeong, C.H., Bae, Y.I., Lee, H.J. and Shim, K.H. (2003) Chemical components of propolis and its ethanolic extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 501-505
28. Choi, J.H., Jang, J.G., Park, K.D., Park, M.H. and Oh, S.K. (1981) High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. *Korean J Food Sci. Technol.*, 13, 107-113
29. Jeong, C.H. and Shim, K.H. (2004) Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 716-722
30. Metcalf, L.D., Schmits, A.A. and Pelka, J.R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem.*, 38, 514-515
31. Lee, S.Y. and Kim, C.S. (2001) Effects of added yam powders on the quality characteristics of yeast leavened pan breads made from imported wheat flour and Korean wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 56-63
32. Chun, S.S., Park, J.R., Cho, Y.S., Kim, M.Y., Kim, R.Y. and Kim, K.O. (2001) Effect of onion powder addition on the quality of white bread. *Korean J. Food & Nutr.*, 14, 346-354
33. Lee, S.H., Park, H.C. and Her E.S. (1998) *Statistics and Date Analysis Method*. Hyoil press, Seoul. p. 253-296
34. Kim, Y.H. (1999) The effect on bioactivities of *Chlorella*. *Food Ind.*, 10, 122-128
35. Sung, Y.M., Cho, J.R., Oh, N.S., Kim, D.C. and In, M.J. (2005) Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 48, 60-64
36. Park, S.I. (2003) Effect of chlorella growth factor on quality of bread. *Korean J. Food Culture*, 18, 356-364