

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 물성과 식빵의 품질 특성

[†]김영호 · 한명륜 · 윤성준
혜전대학교 제과제빵학과 교수

Quality Characteristics and Textural Properties of Dough of White Pan Bread with Added Chlorella Powder

[†]Young Ho Kim, Myung Ryun Han and Seong Jun Yoon

Professor, Dept. of Baking Science & Technology, Hyejeon College, Hongseong 32244, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate the characteristics of bread and the rheology of flour dough containing chlorella powder(0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% and 2.5%). In the farinograph test, the addition of chlorella powder changed water absorption, development time and mixing tolerance index for making bread. As the amount of chlorella powder increased, the water absorption increased, mixing tolerance index and the development time decreased. In the extensograph test, the degree of extension and resistance was decreased with increasing of chlorella powder content. In the amylograph test, the maximum viscosity was slightly decreased with increasing of chlorella powder contents. The colors of L value in bread crumb was significantly decreased as the chlorella powder addition. After fermentation treatment, The dough with 2.5% chlorella powder showed the lowest dough raising power compared to the other doughs. The addition of the chlorella powder had significant effect on bread texture. The bread consisting of 0.5% chlorella powder showed the highest volume of loaf and specific volume. Therefore, high quality of bread can be achieved by adding chlorella powder.

Key words: chlorella powder, farinograph, extensograph, amylograph, texture

서 론

클로렐라는 1890년 네덜란드의 미생물학자 바이엘링(Beijerinck)에 의해 발견되었고 본격적으로 주목을 받은 것은 1951년 이후 일본의 도꾸가와 미생물연구소에서 대량 배양시스템을 구축하고 나서부터이며, 1974년에는 미국항공우주국과 러시아에서 클로렐라를 우주식으로 주목하였는데 이는 우주여행이 가능하게 될 때 우주선 속에 많은 식량을 넣어가기 힘들고, 산소가 부족해지며 이산화탄소가 많아지는 문제까지 해결하기 위해서였다(Kang 등 2004). 광합성 미세조류 중에서 클로렐라(chlorella)는 광합성에 의하여 성장, 증식하는 독립영양성과 유기탄소원을 이용하여 증식하는 종속영양성의 두 가지 생육성질을 갖는 녹조류의 단세포식물로

그 직경은 3~10 μm 이다(Lee MC 2007). 광합성에 의해 증식하는 클로렐라는 다량의 필수아미노산을 가진 단백질이 50~60%, 탄수화물이 15~20%, 지방 10~15% 이 외에 엽록소, 비타민, 미네랄, 식이섬유 등과 같은 영양소가 풍부하여 영양학적으로 우수성을 인정받고 있다(Kim JS 2004). 또한 클로렐라엑기스는 다당체나 핵산 관련물질이 그 주성분이며, 1일 2 g 정도의 클로렐라를 섭취하는 것만으로 단백질의 효율적인 섭취가 가능하다(Kang 등 2004). 클로렐라의 단백질 중에 함유된 핵산은 성장 촉진효과를 가지고 있으며 또한 지질은 30% 정도가 리놀레인산이고, 15% 정도가 팔미틴산이며 세포표면은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스의 세포막으로 구성되어 있다(Agriculture Fisheries and Livestock News 1997). 클로렐라는 엽록소(chlorophyll a, b)를 다량 함유하며 비타민 B

[†] Corresponding author: Young Ho Kim, Professor, Dept. of Baking Science & Technology, Hyejeon College, Hongseong 32244, Korea. Tel: +82-41-630-5239, Fax: +82-41-630-5194, E-mail: kimyh77@hj.ac.kr

군, 베타카로틴 등의 비타민, 미네랄, 핵산 및 불포화지방산 등을 함유하고 있어 녹황색 야채의 대체작용이 있는 건강식품 소재로 연구되고 있다(Park 등 2002). 또한 일반식품, 화장품, 사료 등 이용범위가 확대되고 있는 경향이며 기능성에 대한 연구로는 면역강화기능(Hasegawa 등 1999), 항암효과(Tanaka 등 1998), 성인병 예방(Sato 등 1988), 다이옥신 배출 촉진작용(Morita & Matsueda 1999) 등이 보고되고 있다.

건강지향적 식품에 대한 소비자의 욕구가 증가하고 있는 추세에 따라 기능성 재료를 첨가한 제빵 연구는 propolis의 첨가가 식빵의 저장수명과 노화에 미치는 영향(Kim 등 1997), 키토산첨가에 따른 식빵의 변화(Lee 등 2002), 대추추출액 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 품질특성(Bae 등 2005), 탁주분말을 첨가한 식빵의 품질(Hwang 등 2006)에 미치는 영향에 대해 보고하였고, Kang(1990) 등은 빵·과자에 식이섬유 첨가는 보수력, 노화 지연의 효과가 있는 것으로 보고하였다. 흑삼분말을 첨가한 흑삼현미다식(Kim 등 2009), 프락토올리고당 첨가가 반죽의 물성과 식빵의 품질 특성에 미치는 영향(Kim & Park 2017) 등이 보고되어 있다.

클로렐라 분말은 식빵, 과자, 차분말, 면류 등에 사용되고 있으며 요구르트(Cho 등 2004), 클로렐라 음료(Kim JS 2004), 클로렐라 케이크(Chung & Choi 2005) 등의 식품의 연구도 보고되고 있는 추세이다. 하지만 클로렐라를 이용하여 제조한 베이커리 제품에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 식빵 제조 시 클로렐라를 첨가하여 반죽의 특성과 식빵의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하여 클로렐라를 활용한 베이커리 제품의 상품화 가능성과 식미가 우수하고 기능성을 가진 클로렐라 첨가 빵의 개발에 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵에 사용한 밀가루는 강력분(Daehan Flour Mill Co., Seoul, Korea), 설탕(Samyang Co., Seoul, Korea), 클로렐라(Daesang Wellife, Peongtaek, Korea), 쇼트닝(Wellga Inc, Sungnam, Korea), 생이스트(Ottogi Co., Anyang, Korea), 식염(Daehan salt Co., Youngam, Korea), 탈지분유(Seoul Milk, Seoul Co., Korea)를 사용하였다.

2. 반죽의 배합비

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 배합비는 Table 1과 같다. 실험은 클로렐라 첨가 제빵성을 실험하기 위해 베이커스 퍼센트를 사용하여 재료의 배합비를 정하였다. 예비실험을 통해 클로렐라 첨가비율을 정하였고, 배합량은 밀가루 양 대비 클로렐라 분말 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각

Table 1. Formula of white pan bread added with various levels of chlorella powder by straight dough method

(Unit: g)

Sample ¹⁾	CP0	CP0.5	CP1.0	CP1.5	CP2.0	CP2.5
Bread flour	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Compressed yeast	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Salt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Shortening	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
NFDM ²⁾	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sugar	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Chlorella powder	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Water	61	61	61	61	61	61

¹⁾ CP0, dough with 0 g chlorella powder; CP0.5, dough with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, dough with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, dough with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, dough with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, dough with 2.5 g chlorella powder;

²⁾ Non fat dry milk.

첨가하여 클로렐라가 제빵성에 미치는 영향을 실험하였다.

3. 제빵 방법

제빵은 Finny KF(1984)의 방법을 수정한 직접반죽법(straight dough method)을 사용하였다. 제조공정은 믹서기(KB-201, KIMHILL, Taichung, Taiwan)를 이용하여 쇼트닝을 제외한 나머지 원료를 첨가하여 크린업 상태까지 혼합하였다. 크린업된 반죽에 쇼트닝을 첨가하여 1단 속도에서 3분간 혼합한 후 2단 속도에서 최적 상태의 반죽이 형성될 때 까지 혼합하였다. 혼합 후 최종 반죽온도는 26℃가 되도록 하였고 1차 발효는 27℃, 상대습도 75~80%의 발효기(BP-40, Dae Young Co., Suwon, Korea)에서 60분간 실시하였다. 1차 발효가 끝난 반죽은 180 g으로 분할하여 둥글리기 한 후 15분간 중간 발효를 시켰다. 중간발효가 끝난 후 밀대를 사용하여 가스배기를 하고 반죽을 원통형으로 성형하여 식빵 팬(21.5×9.7×9.5 cm)에 3개씩(180 g×3) 넣고, 발효실 38±1℃, 상대습도 85~90%에서 2차 발효를 45분간 실시하였다. 2차 발효가 끝난 반죽은 오븐(FDO-7102, Dae Young Co., Anasan, Korea) 온도 윗불 190℃, 아랫불 200℃에서 25분간 구운 후 2시간 동안 실온에서 냉각 후 실험에 사용하였다.

4. 패리노그래프(Farinograph)

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 패리노그래프(Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)는 AACC(1985a)방법에 따라 분석하였다. 패리노그래프 믹싱볼은 30±0.2℃로 유지하도록 하

였다. 시료의 수분함량은 14.0% 기준으로 300 g을 사용하였고, 곡선의 중심선이 500 BU에 도달하도록 증류수를 가하였으며 흡수율(water absorption), 반죽도달시간(arrival time), 반죽발전시간(development time), 안정도(stability), 믹싱저항도(mixing tolerance index) 등을 측정하였다.

5. 익스텐소그래프(Extensograph)

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 익스텐소그래프(Brabender Co., Duisburg, Germany)는 AACC(1985b)방법에 따라 시료 300 g(수분 14% 기준)을 패리노그래프 혼합기에 넣고 패리노그래프의 흡수율보다 2-5%의 적은 양의 증류수에 소금 2%(6 g)를 용해시킨 용액을 사용하였다. 1분간 혼합한 다음 5분간 방치하고 다시 반죽을 시작하여 패리노그래프의 500 BU에 곡선의 중심이 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. 반죽이 끝난 다음 150 g(2개)의 반죽을 성형기에서 20번 정도 둥글리기를 하여 원통형으로 성형하였다. 이를 30±2℃의 발효조에서 45분, 90분, 135분간 발효시킨 후 각 시간마다 반죽의 신장도, 저항도, 전체면적을 측정하였다. 신장도(E)는 시작점으로부터 끝까지의 거리(mm), 저항도(R)는 그래프의 최고높이(BU)로 나타내었다.

6. 아밀로그래프(Amylograph)

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 아밀로그래프(Brabender Co., Duisburg, Germany)는 AACC(1985c)방법으로 분석하였다. 시료 65 g(수분 14%기준)에 증류수 450 mL를 첨가한 후 현탁액으로 만들어 사용하였다. 25℃부터 95℃까지 1.5℃/min로 승온시키면서 점도변화를 측정하였다. 측정개시온도는 25℃부터 시작하여 호화개시온도, 최고점도온도 및 최고 점도의 특성 값을 측정하였다. 호화개시 온도는 초기점도가 10 BU에 도달하는 온도로 나타내었다.

7. 색도

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 속살과 껍질의 색도는 색도계(CM-3500, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고 Hunter system에 의하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 나타내었다. L값은 0(검정색)에서 100(흰색)까지, a값(적색도)은 -80(녹색)에서 100(적색)까지, b값(황색도)은 -70(청색)에서 70(황색)까지 측정하였다. 표준판은 백색판을 사용하였고 백색판이 나타내는 L, a, b는 각각 89.2, 0.923, 0.783이었다.

8. 반죽 발효팽창력

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 발효팽창력은 반죽이 끝난 각각의 반죽 50 g을 채취하여 실험조작이 용이하도록

덧가루를 바르고 500 mL 메스실린더에 넣은 후 온도 27℃, 상대습도 80%의 발효실에서 15분 간격으로 90분간 발효시켜 반죽의 팽창부피를 측정하였다.

9. 식빵의 부피, 무게, 비용적, 굽기손실을

클로렐라 첨가량을 달리한 빵의 무게는 실온에서 2시간 동안 냉각한 후 측정하였고, 부피는 종자 치환법(Pyler EJ 1979)으로 측정하였으며 그 결과로부터 다음 식을 이용하여 비용적(specific volume)을 계산하였다.

$$\text{Specific volume (mL/g)} = \text{Bread volume} / \text{Bread weight}$$

손실률 측정은 굽기 전과 굽기 후의 무게를 측정, 다음의 식에 대입하여 나타내었다.

$$\text{Baking loss rate (\%)} = (\text{Dough weight} - \text{Bread weight}) / \text{Dough weight} \times 100$$

10. 식빵의 외관

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 단면구조를 나타내기 위하여 실온에서 냉각시킨 식빵의 가운데 부분을 자르고 디지털카메라(Lumix DMC-FX38, Panasonic, Nagoya, Japan)를 사용하여 촬영하였다.

11. 식빵의 텍스처 측정

클로렐라 첨가량을 달리한 빵은 구운 후 폴리에틸렌 백에 넣어 실온에서 24시간 방치 후 2×2×2 cm의 동일한 크기로 잘라 Texture Analyzer(TA-XT, express, Stable micro systems, Surrey, UK)를 이용하여 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 얻어지는 force-time curve로부터 시료의 경도(hardness), 탄

Table 2. Operation condition of texture analyzer for white pan bread added with various levels of chlorella powder

Mode	Measure force in compression
Option	TPA
Sample size	2×2×2 cm
Load cell	5 kg
Pre-test	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	3.0 mm/s
Distance	30%
Time	3 sec
Prove and product data	75 mm compression plate

력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 검성(gumminess)을 6회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 분석조건은 Table 2와 같았다.

12. 통계처리

클로렐라 첨가량을 달리한 실험에서 얻어진 모든 측정결과는 statistical analysis system(SAS, ver. 9.1)을 이용하여 일원 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)을 실시하였으며 5%에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 시료간 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 패리노그래프(Farinograph) 특성

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 물성변화를 관찰하기 위해 강력분에 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각 첨가하여 패리노그래프의 흡수율, 반죽도달시간, 반죽형성시간, 안정도 및 믹싱내구력을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 패리노그래프의 반죽흡수율(water absorption)은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가 시 흡수율은 63.17±0.24%, 63.33±0.30%, 63.70±0.29%, 64.50±0.20%, 64.33±0.23% 및 65.16±0.21%로 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 흡수율은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 밀가루 반죽의 설탕 첨가량 증가 시 패리노그래프의 흡수율이 감소하고(Tong 등 2010), 설탕과 프럭토올리고당 첨가량이 증가 할수록 흡수율이 감소한다는 Kim & Park(2017)의 보고와는 반대 경향을 보였다. 본 실험에서 클로렐라 첨가량 증가 시 흡수율이 증가되는 결과는 클로렐라 분말이 단백질과 섬유소로 구성되어 있어 반죽의 흡수율이 증가하는 것으로 생각된다. 반죽이 형

성되는 초기단계의 물 흡수와 관계되는 반죽도달시간(arrival time)은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각 첨가시 2.26±0.21 min, 2.06±0.14 min, 2.10±0.21 min, 2.06±0.09 min, 2.10±0.14 min 및 1.56±0.20 min로 반죽도달시간은 클로렐라 2.0% 까지는 실험군들 간에 유의적 차이를 나타내지 않았으나 클로렐라를 2.5% 첨가했을 때 유의성 있게 감소하였다($p<0.05$).

반죽의 안정도(Stability)는 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각 첨가시 15.33±0.20 min, 14.16±0.21 min, 12.33±0.20 min, 12.16±0.20 min, 12.33±0.21 min 및 11.33±0.20 min로 반죽의 안정도는 클로렐라 첨가량 증가 시 유의적으로 짧아졌다($p<0.05$). Tong 등(2010)은 빵용 밀가루에 설탕을 0%, 5%, 10%, 15% 첨가하여 패리노그래프로 분석한 결과 흡수율과 안정도가 짧아졌다고 하였고, Kim 등(2014a)은 트레할로스가 빵용 반죽의 물성 특성에 미치는 영향에서 트레할로스 첨가에 따라 안정도는 짧아진다는 결과와 같은 경향을 보였다. 이는 클로렐라 첨가로 인해 반죽의 글루텐 형성이 방해되어 물성이 약해져 안정도 역시 감소되는 것으로 생각된다. 믹싱내구력(mixing tolerance index)은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각 첨가 시 20.00±0.39 BU, 33.33±0.43 BU, 46.66±0.48 BU, 50.00±0.42 BU, 50.00±0.40 및 60.00±0.48 BU로 나타나 클로렐라 첨가량 증가에 따라 믹싱내구력이 유의적으로 약화되는 경향을 보였다($p<0.05$). 이상의 실험에서 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 흡수율은 증가하며 반죽 시 글루텐 형성구조가 약화되어 반죽의 안정도와 믹싱내구력은 저하되는 것으로 나타났다.

2. 익스텐소그래프(Extensograph) 특성

클로렐라 첨가량을 달리한 익스텐소그래프의 신장도, 저항

Table 3. Farinogram characteristics of dough added with various levels of chlorella powder

Sample ¹⁾	CP0	CP0.5	CP1.0	CP1.5	CP2.0	CP2.5
Abs. ²⁾ (%)	63.17±0.24 ^{c7)}	63.33±0.30 ^c	63.70±0.29 ^{bc}	64.50±0.20 ^{ab}	64.33±0.23 ^b	65.16±0.21 ^a
A.T. ³⁾ (min)	2.26±0.21 ^a	2.06±0.14 ^a	2.10±0.21 ^a	2.06±0.09 ^a	2.10±0.14 ^a	1.56±0.20 ^b
D.T. ⁴⁾ (min)	16.83±0.24 ^a	16.16±0.22 ^b	14.40±0.22 ^c	14.13±0.24 ^c	14.100.19 ^c	13.16±0.20 ^d
Sta ⁵⁾ (min)	15.33±0.20 ^a	14.16±0.21 ^b	12.33±0.25 ^c	12.16±0.20 ^c	12.33±0.21 ^c	11.33±0.20 ^d
MTI. ⁶⁾	20.00±0.39 ^d	33.33±0.43 ^c	46.66±0.48 ^b	50.00±0.42 ^b	50.00±0.40 ^b	60.00±0.48 ^a

¹⁾ CP0, dough with 0 g chlorella powder; CP0.5, dough with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, dough with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, dough with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, dough with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, dough with 2.5 g chlorella powder.

²⁾ Abs.: Water absorption.

³⁾ A.T.: Arrival time.

⁴⁾ D.T.: Departure time.

⁵⁾ Sta.: Stability.

⁶⁾ MTI.: Mixing tolerance index.

⁷⁾ Different letters (^{a-d}) within a same row differ significantly ($p<0.05$). The values are means±S.D. of three experimental data.

도, 면적 등의 실험결과는 Table 4와 같다. 익스텐소그램의 흡수율은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가 시 $60.17 \pm 0.24\%$, $60.33 \pm 0.28\%$, $60.70 \pm 0.31\%$, $61.50 \pm 0.28\%$, $61.33 \pm 0.25\%$, $62.16 \pm 0.32\%$ 로 클로렐라 첨가량 증가 시 흡수율은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 신장도(extension)는 클로렐라 0% 첨가구 45분, 90분, 135분에서 각각 223.33 ± 2.36 mm, 216.66 ± 2.82 mm, 196.67 ± 0.94 mm로 시간 경과 시 신장도가 감소하는 것으로 나타났고, 클로렐라 2.5% 첨가구의 45분, 90분, 135분에서 각각 218.66 ± 2.34 mm, 228.67 ± 1.35 mm, 220.00 ± 1.98 mm로 클로렐라 첨가량을 증가할 때 발효시간 경과에 따라 신장도는 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 저항도(resistance to extension)는 클로렐라 첨가구 0% 첨가구 45분, 90분, 135분에서 481.66 ± 2.25 BU, 541.66 ± 2.85 BU, 561.66 ± 2.20 BU로 시간 경과 시 저항도는 증가하는 것으로 나타났다. 클로렐라 0%와 2.5% 첨가구에서 시간 경과에 따른 저항도를 비교해보면 45분에서 0%는 481.66 ± 2.25 BU, 2.5%는 391.66 ± 2.95 BU, 90분에서 0%는 541.66 ± 2.85 BU, 2.5%는 441.66 ± 2.85 BU, 135분에서 0%는 561.66 ± 2.20 BU, 2.5%는 501.66 ± 2.45 BU로 클로렐라 첨가량 증가 시 저항도는 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이상의 실험에서 반죽에서 발효시간 45분, 90분, 135분 경과함에 따라 신장도는 감소하고 저항도는 증가하였으며, 클로렐라 첨가함량이 증가할 때 신장도는 증가하고 저항도는 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 일반적으로 발효시간 경과에 따라 반죽의 신장도는 감소하고 탄성과 점성이 증가한다는 Hosoney RC(1986)의 보고와 같은 경향을 보였다.

반죽의 발효내구력을 나타내는 전체면적(area under curve)에서 클로렐라 0% 첨가구의 45분, 90분 및 135분에서 각각 117.00 ± 1.42 cm², 122.00 ± 1.02 cm² 및 133.66 ± 1.22 cm²로 시간 경과 시 면적은 증가하였다. 또한 2.5% 첨가구의 45분, 90분 및 135분 면적에서도 99.00 ± 1.32 cm², 99.33 ± 1.82 cm² 및 103.33 ± 1.72 cm²로 시간 경과 시 면적은 증가하였다. 클로렐라 함량 0%, 1.5% 및 2.5% 첨가량 증가에 따른 면적의 변화를 비교해 보면 45분에 0%, 1.5%, 2.5%는 117.00 ± 1.42 cm², 99.0 ± 0.89 cm², 99.0 ± 1.32 cm²였고, 90분 경과시는 122.00 ± 1.02 cm², 113.66 ± 1.32 cm², 99.33 ± 1.82 cm², 135분은 133.66 ± 1.22 cm², 118.00 ± 1.42 cm², 103.33 ± 1.72 cm²로 클로렐라 첨가량 증가 시 면적은 1.5% 이상 첨가 시 유의성 있게 감소하는($p < 0.05$) 것으로 나타나, 클로렐라 첨가량 1.5% 이상 증가하는 빵의 부피가 감소됨을 예측할 수 있었다. 반죽 발효시간 경과에 따라 전체면적이 증가하지만 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 전체면적은 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 일반적으로 곡분을 첨가한 혼합분의 경우 전체면적이 감소하는 것과 Jung 등(2002)의 결과와 같은 경향이였다.

3. 아밀로그래프(Amylograph) 특성

클로렐라 첨가량을 달리한 아밀로그래프의 특성값은 Table 5와 같다. 호화개시온도는 클로렐라 0%는 59.50 ± 1.05 °C, 2.5% 첨가는 61.16 ± 1.02 °C로 클로렐라 함량 증가 시 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 최고점온도도 클로렐라 0%가 90.00 ± 1.23 °C, 클로렐라 첨가량 2.5%는 93.03 ± 1.65 °C로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 최

Table 4. Extensogram characteristics of dough added with various levels of chlorella powder after 45, 90 and 135 min rest time

Sample ¹⁾		CP0	CP0.5	CP1.0	CP1.5	CP2.0	CP2.5
Water absorption (%)		60.17 ± 0.24^{e2}	60.33 ± 0.28^b	60.70 ± 0.31^{ab}	61.50 ± 0.28^{ab}	61.33 ± 0.25^a	62.16 ± 0.32^a
Extension (mm)	45 min	223.33 ± 2.36^d	242.66 ± 2.30^a	235.00 ± 2.27^b	230.00 ± 2.32^c	224.66 ± 2.29^d	218.66 ± 2.34^c
	90 min	212.66 ± 2.82^e	212.33 ± 2.30^c	217.66 ± 2.26^{bc}	222.33 ± 2.16^{ab}	225.00 ± 2.26^a	228.67 ± 1.35^a
	135 min	196.00 ± 1.94^d	197.00 ± 2.36^d	202.66 ± 2.36^c	212.66 ± 2.36^b	215.66 ± 2.36^b	220.00 ± 1.98^a
Resistance to extension (B.U)	45 min	481.66 ± 2.25^a	461.66 ± 2.29^b	441.66 ± 2.31^c	441.66 ± 2.20^c	391.66 ± 2.28^d	391.66 ± 2.95^d
	90 min	541.66 ± 2.85^a	531.66 ± 2.75^c	531.66 ± 2.35^b	521.66 ± 2.45^c	491.66 ± 2.35^d	441.66 ± 2.85^c
	135 min	561.66 ± 2.20^e	581.00 ± 2.22^b	580.66 ± 2.29^b	580.66 ± 2.15^a	591.00 ± 2.35^d	501.66 ± 2.45^d
Area under curve (cm ²)	45 min	117.00 ± 1.42^a	113.66 ± 1.23^b	112.66 ± 1.82^b	99.00 ± 0.89^c	99.00 ± 1.82^d	99.00 ± 1.32^c
	90 min	122.00 ± 1.02^a	121.33 ± 1.12^a	116.00 ± 0.92^b	113.66 ± 1.32^b	105.66 ± 1.12^c	99.33 ± 1.82^d
	135 min	133.66 ± 1.22^a	126.01 ± 1.32^b	122.00 ± 1.82^c	118.00 ± 1.42^d	112.00 ± 1.52^e	103.33 ± 1.72^f

¹⁾ CP0, dough with 0 g chlorella powder; CP0.5, dough with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, dough with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, dough with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, dough with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, dough with 2.5 g chlorella powder.

²⁾ Different letters (^{a-f}) within a same row differ significantly ($p < 0.05$). The values are means \pm S.D. of three experimental data.

Table 5. Amylogram characteristics of wheat flour added with various levels of chlorella powder

Sample ¹⁾	CP0	CP0.5	CP1.0	CP1.5	CP2.0	CP2.5
S.T. ²⁾ (°C)	25.0 ^{a6)}	25.0 ^a	25.0 ^a	25.0 ^a	25.0 ^a	25.0 ^a
G.T. ³⁾ (°C)	59.50±1.05 ^c	59.33±1.06 ^c	59.33±0.97 ^c	60.16±1.20 ^b	60.00±1.00 ^b	61.16±1.02 ^a
M.T. ⁴⁾ (°C)	90.00±1.23 ^c	90.00±1.34 ^c	90.00±1.82 ^c	91.05±1.28 ^b	91.02±1.57 ^b	93.03±1.65 ^a
M.V. ⁵⁾ (BU)	586.66±3.52 ^a	581.66±3.43 ^a	561.66±3.77 ^b	560.00±2.90 ^b	536.66±2.74 ^c	536.66±3.22 ^c

¹⁾ CP0, dough with 0 g chlorella powder; CP0.5, dough with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, dough with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, dough with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, dough with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, dough with 2.5 g chlorella powder.

²⁾ S.T.: Starting temperature.

³⁾ G.T.: Gelatinization temperature.

⁴⁾ M.T.: Temperature at max. viscosity.

⁵⁾ M.V.: Max. viscosity.

⁶⁾ Different letters (^{a-c}) within a same row differ significantly ($p < 0.05$). The values are means±S.D. of three experimental data.

고점도는 클로렐라 0%가 586.66±3.52 BU, 클로렐라 2.5%는 536.66±3.22 BU 감소하였다. 클로렐라 첨가량에 따른 최고점도의 변화 양상에서 클로렐라 첨가량의 증가에 따라 점차적으로 점도가 감소하는 것으로 나타났으며 클로렐라 2.5%는 536.66±3.22 BU로 가장 낮은 점도값을 보였다. 최고점도는 제빵과정 중 α -아밀라아제의 효과를 예측하는 지표로 사용되는 것으로 최고점도 값이 높아지면 α -아밀라아제 활성도가 낮고, 최고점도 값이 낮아지면 α -아밀라아제 활성도가 높은 것을 의미하는 것으로 알려져 있다.

4. 색도

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 속살과 껍질의 색도를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 식빵 속살의 명도를 나타내는 L값은 클로렐라 0%가 79.61±0.32로 가장 높았으며, 클로렐라 0.5%는 65.58±0.30, 1.0%는 57.33±0.29, 2.0%는 50.14±0.19, 2.5%는 48.29±0.30로 클로렐라 함량 증가 시 L값은 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). 식빵의 속살 색상은 크림색을 띤 흰색이 이상적이며 내부 색상은 그림자효과(shadowing effect)라는 현

상에 의해서 영향을 받는데, 기공의 크기가 클수록 그리고 기공의 벽이 두꺼울수록 그림자 효과의 영향이 커져서 내부 색상이 어두워진다. 본 실험에서 클로렐라 2.5% 첨가구는 부피가 작아져서 빵 속살의 기공의 벽이 두꺼워지고, 그림자 효과, 불규칙한 기공으로 인하여 색상이 어두워져서 L값은 낮아진 것으로 생각된다. a값은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가구에서 -1.4 ± 0.06 , -6.60 ± 0.08 , -6.33 ± 0.02 , -6.34 ± 0.09 , -6.11 ± 0.05 및 -6.10 ± 0.06 으로 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 a값은 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). b값은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가구에서 각각 10.66±0.26, 28.25±0.22, 28.25±0.20, 29.37±0.29, 30.57±0.20 및 32.37±0.21로 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 b값은 2.5% 첨가구에서 가장 낮았고 빵속 색상은 녹색으로 나타났으며, 실험군들 간에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$).

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 껍질 색도는 아미노산 화합물과 환원당의 반응에 의해 형성되는 메일라드반응에 기인하는 것으로 식빵의 껍질의 색도 L값은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가구에서 각각 54.32±0.77,

Table 6. Color values of bread crumb and crust added with various levels of chlorella powder

Sample ¹⁾	Crumb			Crust		
	L	a	b	L	a	b
CP0	79.61±0.32 ^{a2)}	-1.4 ± 0.06^a	10.66 ± 0.26^f	54.32 ± 0.77^a	14.53 ± 0.93^a	31.72 ± 0.91^a
CP0.5	65.58 ± 0.30^b	-6.60 ± 0.08^d	28.25 ± 0.20^d	38.38 ± 0.67^b	11.58 ± 0.83^b	23.47 ± 0.88^b
CP1.0	57.33 ± 0.29^c	-6.33 ± 0.02^c	28.25 ± 0.22^d	38.37 ± 0.70^b	9.37 ± 0.90^c	21.58 ± 0.90^c
CP1.5	52.14 ± 0.22^d	-6.34 ± 0.09^c	29.37 ± 0.29^c	36.39 ± 0.67^c	7.53 ± 0.88^d	18.58 ± 0.83^d
CP2.0	50.14 ± 0.19^e	-6.11 ± 0.05^b	30.57 ± 0.20^b	34.36 ± 0.57^d	7.31 ± 0.98^d	17.46 ± 0.97^c
CP2.5	48.29 ± 0.30^f	-6.10 ± 0.06^b	32.37 ± 0.21^a	32.47 ± 0.72^c	6.48 ± 0.90^e	14.53 ± 0.95^f

¹⁾ CP0, dough with 0 g chlorella powder; CP0.5, dough with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, dough with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, dough with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, dough with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, dough with 2.5 g chlorella powder.

²⁾ Different letters (^{a-f}) within a same column differ significantly ($p < 0.05$). The values are means±S.D. of three experimental data.

38.38±0.67, 38.37±0.70, 36.39±0.67, 34.36±0.57 및 32.47±0.72로 클로렐라 함량 증가 시 L값은 유의적으로 낮아졌으며($p < 0.05$), a값은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가구는 각각 14.53±0.93, 11.58±0.83, 9.37±0.90, 7.53±0.88, 7.31±0.98 및 6.48±0.90로 클로렐라 함량 증가 시 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). b값은 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가구에서 각각 31.72±0.91, 23.47±0.88, 21.58±0.90, 18.58±0.83, 17.46±0.97 및 14.53±0.95로 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 b값은 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이상의 실험에서 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 빵 속살의 L값은 감소하고 a값과 b값이 각각 낮아졌는데, 이 결과는 Kim & Park(2017)의 연구에서 설탕과 프럭토올리고당 첨가량이 증가할수록 L값이 감소하고 a값과 b값이 각각 낮아진 결과와 같은 경향을 보였다.

5. 반죽의 발효팽창력

클로렐라 첨가량을 달리한 반죽의 발효팽창력을 알아보기 위해 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각 첨가하여 90분간 발효시키면서 15분 간격으로 반죽의 팽창부피를 측정된 실험결과는 Fig. 1과 같다. 발효시간 15분

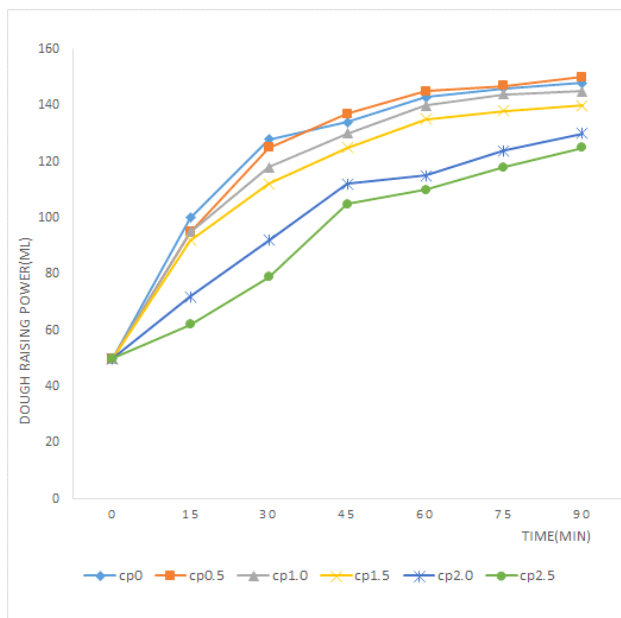


Fig. 1. Dough raising power of the dough added with various levels of chlorella powder. CP0, dough with 0 g chlorella powder; CP0.5, dough with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, dough with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, dough with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, dough with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, dough with 2.5 g chlorella powder.

후 반죽팽창력은 클로렐라 0%와 1.5%, 2.5%에서 각각 100 mL, 92 mL, 62 mL로 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 반죽 팽창력은 낮게 나타났다. 클로렐라 첨가량이 0%, 0.5% 첨가구에서 128 mL, 125 mL였고, 첨가량이 높은 2.0%, 2.5%는 92 mL, 79 mL로 발효 30분까지는 클로렐라 첨가량의 증가에 따라 반죽팽창력에 많은 차이가 있음을 볼 수 있었다. 발효 팽창력은 제빵 적성을 평가할 수 있는 것으로 그 값이 큰 것이 바람직하다고 할 수 있는데, 이는 반죽의 글루텐 형성력과 가스 보유력에 영향을 받는다(Kim 등 2012). 90분 경과 후 0%, 0.5% 첨가구에서 148 mL, 150 mL였고 2.0%, 2.5%에서는 130 mL, 125 mL로 클로렐라 첨가량의 증가에 따라 발효시간이 많이 경과 할수록 반죽 팽창력은 더 약화되는 현상이 나타났다. 실험결과를 보면 클로렐라 첨가량이 증가하면 발효력은 발효초기에서는 낮고 발효 후반에 팽창력이 서서히 증가되는 경향을 보여 발효팽창력이 약화되는 양상을 나타내었다.

6. 식빵의 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률에 대한 결과는 Table 7과 같다. 식빵의 부피는 클로렐라 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가량에서 1,990.00±4.08 mL, 2,060.66±5.08 mL, 2,049.66±4.45 mL, 1,960.66±4.78 mL, 1,948.66±4.18 mL 및 1,825.66±4.28 mL로 클로렐라 0.5% 첨가구에서 식빵 부피가 가장 크게 나타났고 다음은 0.1% 첨가구였으며, 2.5% 첨가 식빵은 부피가 가장 작았다. 클로렐라 첨가량이 1.5% 이상 증가할 때 식빵의 부피는 유의적으로 감소하는($p < 0.05$) 경향을 보였다. 비용적은 클로렐라 첨가량 0.5% 첨가 시 4.20±0.02로 가장 높았고, 다음으로 1.0% 첨가 시 4.18±0.02로 대조구 4.05±0.02에 비해 높게 나타났으며, 클로렐라 첨가량을 증가한 1.5%, 2.5% 첨가시는 비용적이 3.98±0.02, 3.68±0.01로 비용적이 낮게 나타나는 경향을 보였다($p < 0.05$). 이상의 실험에서 클로렐라 첨가량이 1.5% 이상 증가할 때는 용적비가 낮아졌으며, 0.5%, 1.0% 첨가시는 대조구에 비해 부피가 증가하여 용적비가 높게 나타났다. 이는 클로렐라 성분에서 제빵발효시 반죽의 점탄성에 영향을 주는 산화기작으로 인하여 용적비 증가에 영향을 준 것으로 생각되며, 클로렐라 첨가량이 1.5% 이상 첨가시에는 클로렐라의 많은 분말입자들이 글루텐 구조형성에 방해인자로 더 작용하여 가스보유력을 약화시켜 반죽 팽창력이 낮아지고 빵의 비용적이 감소되는 것으로 생각된다. 비용적은 빵의 밀도를 나타내며 비용적이 높으면 더 가볍고 팽창되어 부드럽고, 낮으면 기공이 조밀하여 딱딱한 빵임을 나타내는 상관관계를 가지고 있다고 보고하였다(Shon 등 2009). 클로렐라 첨가량을 달리한 이상의 실험 결과에서 클로렐라 0.5%와 1.0% 첨

Table 7. Qualities of bread added with various levels of chlorella powder

Sample ¹⁾	Bread					
	CP0	CP0.5	CP1.0	CP1.5	CP2.0	CP2.5
Loaf volume (mL)	1,990.00±4.08 ^{e2)}	2,060.66±5.08 ^a	2,049.66±4.45 ^b	1,960.66±4.78 ^d	1,948.66±4.18 ^c	1,825.66±4.28 ^f
Loaf weight (g)	491.66±2.08 ^a	490.66±3.08 ^a	490.66±2.88	492.00±3.08 ^a	491.00±2.68 ^a	495.66±3.08 ^a
Specific volume (mL/g)	4.05±0.02 ^a	4.20±0.02 ^a	4.18±0.02 ^a	3.98±0.02 ^{ab}	3.95±0.01 ^c	3.68±0.01 ^d
Baking loss rate (%)	8.96±0.78 ^{ab}	9.14±0.78 ^a	9.13±0.38 ^a	8.89±1.08 ^{ab}	9.07±0.88 ^a	8.21±0.98 ^b

¹⁾ CP0, bread with 0 g chlorella powder; CP0.5, bread with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, bread with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, bread with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, bread with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, bread with 2.5 g chlorella powder.

²⁾ Different letters (^{a-f}) within a same row differ significantly ($p < 0.05$). The values are means±S.D. of three experimental data.

가한 빵은 일반적인 식빵인 대조구에 비해 용적비가 높아져 품질이 향상되는 것으로 나타났으며, 클로렐라 1.5% 이상 첨가부터는 빵의 용적비가 대조구 보다 낮아져서 클로렐라 첨가량은 0.5%~1.0% 구간에서 제빵성과 빵의 품질이 향상되는 적절한 첨가량으로 나타났다.

식빵의 굽기 손실률은 클로렐라 첨가량의 증가에 따른 빵의 굽기손실률은 큰 차이는 나타나지 않았으나, 클로렐라 2.5% 첨가구에서는 굽기손실률이 가장 낮게 나타났다. 굽기손실률은 굽기 과정 중 휘발성 물질의 증발과 함께 수분이 증발하는 것으로 보통 10~12%이 손실된다. 손실률이 증가하면 호화와 껍질색이 좋아지며, 손실률이 감소하게 되면 저장 과정에서 수분보유량 또한 증가하여 제품의 노화를 지연시킬 수 있다(Kim 등 2014b). 굽기 손실률은 굽는 온도 및 시간 등의 요인의 영향을 받는데, 클로렐라 첨가량이 증가할수록 클로렐라가 가지고 있는 고형물이 굽기 과정에서 수분증발에 영향을 주어(Kim JW 2009) 손실률이 감소한 것으로 생각된다.

7. 식빵의 텍스처

클로렐라 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 텍스처 결과는 Table 8과 같다. 클로렐라 첨가량에 따른 경도(hardness)는 실험군들 간에 유의적인 차이를 보였으며($p < 0.05$), 클로렐라

0.5% 첨가빵의 경도는 대조구보다 낮았고, 2.5% 첨가구에서 경도가 가장 높아 빵의 용적비와 부피변화가 경도변화에 영향을 준 것으로 용적비가 가장 높은 클로렐라 0.5% 첨가빵이 경도가 낮게 나타난 것으로 생각된다. 빵의 물성은 제품의 기준을 정하는 요소 중 하나로 제품의 부피가 증가할수록 식감은 폭신하고, 촉촉함이 커질수록 경도 및 씹힘성은 낮아져 부드러워지게 된다(Kim JW 2009). 경도의 차이는 첨가 부재료의 양이 증가할수록 달라진 수분함량이 글루텐의 형성과 부피형성에 영향을 주어 나타난다(Choi SE 2014). 탄력성(springiness)은 클로렐라 0%, 1.5% 및 2.5% 첨가빵은 각각 2.45±0.06, 2.10±0.05 및 1.61±0.05로 클로렐라 첨가량 증가에 따라 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). 이는 고추장을 첨가한 식빵 품질특성 연구(Kim & Yoo 2016)에서 고추장 첨가함량이 증가할수록 탄력성(springiness)은 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.01$)는 연구의 결과와 유사하였다. 탄력성은 외부에서 가해지는 힘에 의해 모양이 변형되고, 힘이 제거된 후 원래의 크기와 모양으로 돌아가려는 성질을 말하는데(Kim 등 1995), 본 실험의 결과는 클로렐라 첨가량 차이로 인해 빵의 부피와 비용적의 차이가 나타났기 때문인 것으로 생각된다. 응집성(cohesiveness)은 클로렐라 함량이 증가할수록 응집성이 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 응집성은 시료가 입 안에서 깨져 변형이 되는 정도를 뜻하는 것으로

Table 8. Texture characteristics of the bread added with various levels of chlorella powder

Sample ¹⁾	CP0	CP0.5	CP1.0	CP1.5	CP2.0	CP2.5
Hardness (gf/cm ²)	130.89±0.43 ^{d2)}	126.49±0.53 ^c	131.38±0.46 ^d	160.33±0.54 ^e	175.53±0.49 ^b	196.93±0.50 ^a
Springiness (%)	2.45±0.06 ^{ab}	2.67±0.05 ^a	2.43±0.04 ^{ab}	2.10±0.05 ^c	2.16±0.04	1.61±0.05 ^d
Cohesiveness (%)	0.35±0.01 ^c	0.32±0.02 ^c	0.42±0.01 ^b	0.52±0.01 ^a	0.53±0.02 ^a	0.53±0.01 ^a
Gumminess (g)	53.30±0.63 ^e	54.33±0.65 ^e	68.00±0.68 ^d	71.86±0.64 ^e	80.43±0.61 ^b	100.33±0.60 ^a

¹⁾ CP0, bread with 0 g chlorella powder; CP0.5, bread with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, bread with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, bread with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, bread with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, bread with 2.5 g chlorella powder.

²⁾ Different letters (^{a-e}) within a same row differ significantly ($p < 0.05$). The values are means±S.D. of three experimental data.



Fig. 2. Appearances of white pan bread added with various levels of chlorella powder. CP0, bread with 0 g chlorella powder; CP0.5, bread with 0.5 g chlorella powder; CP1.0, bread with 1.0 g chlorella powder; CP1.5, bread with 1.5 g chlorella powder; CP2.0, bread with 2.0 g chlorella powder; CP2.5, bread with 2.5 g chlorella powder.

(Kim 등 1995), 감잎첨가 빵(Bae JH 2000)에서 경도가 낮아질수록 응집성도 함께 낮아지는 경향을 보여 본 연구와는 반대의 경향을 나타내었다. 검성(gumminess)은 클로렐라 함량 0%, 1.5% 및 2.5%는 첨가 시 검성이 53.30 ± 0.63 , 71.86 ± 0.64 , 100.33 ± 0.60 로 클로렐라 함량이 증가함에 따라 빵의 검성은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Sarah 등(2005)은 식빵의 조직감은 첨가되는 부재료의 특성과 첨가되는 양에 따라 달라지고 경도는 부피, 기공의 조밀도, 수분함량 및 이스트의 양과 성형에 따라 영향을 받는다고 하였다. 이상의 텍스처 측정 결과에서 클로렐라 첨가량 증가로 인해 경도, 탄력성, 응집성, 검성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

8. 식빵의 외관

클로렐라 첨가량을 달리한 식빵의 단면 구조는 Fig. 2와 같다. 클로렐라 첨가빵의 색상은 클로렐라의 고유색인 연한 녹색을 나타내었다. 빵의 부피는 클로렐라 0.5%, 1.0% 첨가 시 빵의 부피가 증가하여 정상적인 기공과 부피를 볼 수 있었으며 클로렐라 0% 첨가인 대조구빵에 비해 보다 부피가 증가하였다. 클로렐라 첨가량 1.5% 이상부터는 부피가 작아지고 조밀한 기공을 보여 클로렐라 첨가량 증가시는 빵의 부피가 감소하는 것으로 나타났다.

요약 및 결론

클로렐라를 첨가한 식빵의 반죽물성과 품질특성을 관찰

하기 클로렐라를 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5%를 각각 첨가하여 클로렐라가 제빵성에 미치는 영향을 실험하였다. 패리노그램의 반죽흡수율은 클로렐라 첨가량이 증가할수록 흡수율은 증가하는 경향을 보였다. 반죽도달시간은 2.0% 첨가군까지는 실험군들 간에 차이를 나타내지 않았으나, 클로렐라를 2.5% 첨가했을 때에는 유의성 있게 감소하였다. 반죽의 안정도는 클로렐라 첨가량이 영향을 주고 있었으며 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 익스텐소그램의 흡수율은 클로렐라 첨가량 증가 시 흡수율이 유의성 있게 증가하는 것으로 나타났으며, 신장도는 클로렐라 첨가량이 증가할 때 시간 경과에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 저장도는 클로렐라 첨가량 증가에 따라 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다. 반죽에서 발효내구력을 나타내는 면적에서 클로렐라 증가 시 면적은 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다. 식빵의 속살색상 L값에서 클로렐라 첨가량 증가에 따라 L값은 감소하였다. a값에서 클로렐라 첨가량 증가할 때 감소하였으며, b값도 클로렐라 함량이 증가할 때 낮아졌다. 빵의 껍질색은 클로렐라 함량이 증가했을 때 L, a, b값은 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 반죽의 발효팽창력은 클로렐라 2.5%의 반죽팽창력은 클로렐라 0.1%, 2.0% 첨가구 보다 발효시간이 지날수록 반죽 팽창력은 감소하였다. 클로렐라 첨가량을 달리했을 때 경도(hardness)는 실험군들 간에 유의적인 차이를 보였으며($p < 0.05$), 클로렐라 0.5% 첨가구는 0% 첨가 대조구 보다 경도가 낮게 나타났고 클로렐라 2.5% 첨가구에서는 가장 높았다. 탄력성(springiness)은 클로렐라 함량이 증가함에 따라 낮아졌고, 응집성(cohesiveness)은 클로렐라 함량이 증가할수록 응집성이 증가하는 경향을 보였으며($p < 0.05$), 검성(gumminess)은 클로렐라 함량이 증가함에 따라 빵의 검성은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 클로렐라 첨가량을 달리한 이상의 실험 결과에서 클로렐라 0.5%와 1.0% 첨가한 빵은 일반적인 식빵인 대조구에 비해 부피가 증가하고 용적비가 높아져 품질이 향상되는 것으로 나타났으며, 클로렐라 1.5% 이상 첨가부터는 빵의 용적비가 대조구 보다 낮아져 클로렐라 첨가량은 0.5%~1.0% 구간에서 제빵성과 빵의 품질이 향상되는 적절한 첨가량으로 나타났다.

본 실험을 통하여 클로렐라를 첨가한 빵을 제조할 수 있었으며 앞으로 클로렐라를 이용한 다양한 빵을 제조하는 자료로 사용될 것으로 생각된다.

References

- AACC. 1985a. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. sec. 54-21. American Association of Cereal Chemists

- AACC. 1985b. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. sec. 54-10. American Association of Cereal Chemists
- AACC. 1985c. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. sec. 22-10. American Association of Cereal Chemists
- Agriculture Fisheries and Livestock News. 1997. Korea Food Yearbook. pp.630-641. Agriculture Fisheries and Livestock News
- Bae JH. 2001. Development of health bread with persimmon leaf powder. *Ind-Univ Coop Casebook* 2:85-103
- Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the white bread by addition of Jujube extracts. *Kor J Food Sci Technol* 37:603-610
- Cho EJ, Nam ES, Park SI. 2004. Effect of chlorella extract on quality characteristics of yoghurt. *Korean J Food Nutr* 17:1-7
- Choi SE. 2014. Quality characteristics of bread with calcium added. Master's Thesis, Dankuk Univ. Yongin. Korea
- Chung NY, Choi SN. 2005. Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21:669-676
- Finny KF. 1984. An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem* 61:20-27
- 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
- Hoseney RC. 1986. Principles of Cereal Science and Technology. pp.94-95. The American Association of Cereal Chemists
- Hwang YH, Lee WJ, Kim YS. 2006. Effects of deoxynivalenol reduced barley flours on breadmaking properties. *Korean J Food Sci Technol* 38:222-231
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34:232-237
- Kang KC, Baek SB, Rhee KS. 1990. Effect of the addition of dietary fiber on staling of cakes. *Korean J Food Sci Technol* 22:19-25
- Kang MS, Sim SJ, Chae HJ. 2004. Chlorella as a functional biomaterial. *Korean J Biotechnol Bioeng* 19:1-11
- Kim AJ, Han MR, Joung KH, Kang SJ. 2009. Quality characteristics of brown rice dasik addition of white, red and black ginseng powder. *Korean J Food Nutr* 22:63-68
- Kim CT, Lee SJ, Hwang JK, Kim CJ, Ahn BH. 1997. Effect of propolis addition on the shelf-life and staling of white bread. *Korean J Food Sci Technol* 29:982-986
- Kim DY, Yoo SS. 2016. Quality characteristics of bread added with gochujang. *J East Asian Soc Diet Life* 26:99-108
- Kim HY, Lee MG, Jang KA, Kim KO. 1995. Development of definition of parameters and reference scales for texture profiling of Frankfurter sausages. *Korean J Food Sci Technol* 27:1-5
- Kim JS. 2004. Preparation of chlorella drinks and its quality characteristics. *Korean J Food Nutr* 17:382-387
- Kim JW. 2009. Bread-making quality and properties of rice bread added soybean water extract. Master's Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Kim WM, Kim MK, Byun MW, Lee GH. 2012. Physical and sensory characteristics of bread prepared by substituting sugar with yacon concentrate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1288-1293
- Kim YH, Park JY. 2017. Effects of fructooligosaccharide on textural properties of dough and quality characteristics of white pan bread. *Korean J Food Nutr* 6:1310-1318
- Kim YJ, Lee JH, Chung KC, Lee SK. 2014a. Effect of trehalose on rheological properties of bread flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 46:341-346
- Kim YJ, Lee JH, Chung KC, Lee SK. 2014b. Effects of trehalose on quality characteristics of white pan bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:712-719
- Lee HY, Kim, SM, Kim JY, Youn SK, Choi JS, Park SM, Ahn DH. 2002. Changes of quality characteristics on the bread added chitosan. *Korean J Food Sci Technol* 34:449-453
- Lee MC. 2007. The effects of chlorella supplements for human. *Int J Coach Sci* 9:31-40
- Morita K, Matsueda T. 1999. Chlorella accelerates dioxin excretion in rats. *J Nutr* 129:1731-1736
- 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
- P Tyler EJ. 1979. Physical and chemistry test methods. In *Baking Science and Technology*. pp.891-895. Sosland Publishing
- Sarah RL, Priscilla M, van Damme E, Tenbergen K. 2005. On *Baking: A Textbook of Baking and Pastry Fundamentals*. pp.50-52. Pearson-Prentice Hall
- Sato T, Kumamoto Y, Kamiya N, Okuda M, Tanaka Y. 1988.

- Effect of lipophilic extract of *Chlorella vulgaris* on alimentary hyperlipidemia in cholesterol-fed rats. *Artery* 15:217-224
- Shon JH, Jeung JI, Jung DS, Lee HY, Eun JB. 2009. Quality attributes of bread made of frozen dough added with milk protein-polysaccharide mixtures. *Korean J Food Sci Technol* 41:265-271
- Tanaka K, Yamada A, Noda K, Hasegawa T, Okuda M, Shoyama Y, Nomoto K. 1998. A novel glycoprotein obtained from *Chlorella vulgaris* strain CK22 shows anti-metastatic immunopotential. *Cancer Immunol Immunother* 45:313-320
- Tong Q, Zhang X, Wu F, Tong J, Zhang P, Zhang J. 2010. Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Res Int* 43:2284-2288
-
- Received 07 October, 2020
Revised 17 November, 2020
Accepted 30 November, 2020