J Korean Soc Food Sci Nutr
40(9), 1285~1291(2011)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.9.1285

연잎과 연근분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성

김현순[1] · 이치호[2] · 오재욱[2] · 이정훈[3] · 이시경[3†]

[1]건국대학교 농축대학원 바이오 식품공학과
[2]건국대학교 축산식품생물공학과
[3]건국대학교 응용생물화학과

Quality Characteristics of Sponge Cake with Added Lotus Leaf and Lotus Root Powders

Hyun-Sun Kim[1], Chi-Ho Lee[2], Jae-Wook Oh[2], Jeong-Hoon Lee[3], and Si-Kyung Lee[3†]

[1]Dept. of Bio Food Sci. & Technol., Graduate School of Agric. & Ani. Sci.,
[2]Dept. of Food Sci. & Biotechnolgy of Animal Resources, and
[3]Dept. of Applied Biology and Chemistry, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of lotus leaf and lotus root powder on the quality characteristics of sponge cake. Percentages of 4, 8 and 12% of two kinds of lotus powder were added to the batter based on flour content. Baking and cooling loss rate, volume and specific loaf volume, crumb color, texture, scanning electron microscopy (SEM) and sensory evaluation of the products were analyzed. The baking and cooling loss rate of the control was lower than cakes with added lotus leaf and lotus root powder. The volume of the control was the largest, and as the amount of lotus leaf and lotus root powder increased, volume and specific loaf volume became smaller. The lightness and yellowness values of the control were higher than those of the experimental cakes, and the loaves with 12% added lotus root powder showed the lowest value. Redness of the experimental cakes increased. In the textual property evaluation, hardness of the control and sponge cakes containing 4% lotus leaf, and lotus root powder appeared to have the lowest value. As the amount of lotus leaf and lotus root powder increased, hardness increased. Springiness showed the same tendency, but cohesiveness of the control revealed the lowest value. The structure of the cake crumb by SEM, revealed that the crumb cells and grains of the experimental cakes were opened and coarse, as the amount of lotus leaf and lotus root powders increased. In a sensory evaluation, sponge cakes containing lotus root powder were preferred rather than those with lotus leaf powder. As a result, good sponge cakes were prepared by adding 4% lotus leaf powder or 8% lotus root powder.

Key words: lotus leaf and lotus root powder, sponge cake, quality characteristics

서 론

연(*Nelumbo nucifera*)은 수상식물 중 부엽식물에 속하는 쌍떡잎식물로서 아시아 남부, 북 호주가 원산지이며, 주로 연못에서 자라고 논밭에서 재배되기도 한다. 연근은 4~5월에 뿌리를 심어 9월 초에서 이듬해 5월 상순까지 수시로 수확한다. 연잎은 하엽이라 하며 *Nelumbo nucifera* Gaern (Fam. Nymphaeaceae 수련과)의 잎을 말린 것으로, 맛은 쓰나 성질은 유하여 예로부터 출혈성 위궤양이나 위염, 치질, 출혈, 설사, 두통과 어지럼증, 토혈, 산후 어혈치료, 야뇨증, 해독작용 등에 민간치료제로 사용하여 왔다(1). 연잎에는 주요 성분으로 진통작용과 진정작용이 있는 roemerine, nuciferin, armepavine, N-nornuciferine, pronuciferine 등의 alkaloid와 주석산, 구연산, 사과산, 호박산, 탄닌 등이 함유되어 있다(2,3). 유리당 함량은 잎, 뿌리, 종자 순으로 많으며 자당, 포도당, 과당 등의 함량이 높아 식용 시 단맛이 난다.

연근의 일반성분은 수분 80.2%, 단백질 2.1%, 지질 0.1%, 탄수화물 17.5%, 회분 1.2% 등이며(4), 다른 농산물에 비해 철분함량이 높아 철 결핍성 빈혈 환자나 임신, 출산 등으로 철분의 균형을 잃게 될 수 있는 여성에게 좋은 영양식으로 알려져 있다. 간 기능 회복과 숙취제거에 효과가 있는 aspartic acid 함량이 높고, 무기질로는 세포 내액의 산-알칼리 평형에 가장 중요한 역할을 하는 potassium 함량이 매우 높으며 sodium, calcium, magnesium 등이 다량 함유되어 있다(5). 연근에는 레시틴이 많이 함유되어 있어 섭취 시 혈관벽에 콜레스테롤 침착을 예방하고 신경전달물질인 아세틸

†Corresponding author. E-mail: lesikyung@konkuk.ac.kr
Phone: 82-2-450-3759, Fax: 82-2-450-3726

콜린을 생성하여 기억력 감퇴 억제 효과 및 치매예방 효과도 크다고 알려져 있다. 연근을 자르면 스며 나오는 가는 실과 같은 끈끈한 액체인 뮤신은 당질과 결합된 복합 단백질로 콜레스테롤 저하작용, 위벽보호, 해독작용 등을 한다. 연근은 tannic acid가 풍부하여 섭취 시 혈관을 수축시키는 작용을 하고 출혈에 지혈작용을 하며 또한 강력한 소염작용으로 염증을 없애고 해소, 당뇨, 궤양, 빈혈 치료, 치질, 부인과 출혈 등을 억제하는 효능이 있다.

연근에 대한 연구로는 연근음료의 영양학적 특징 및 흰쥐의 혈관개선에 미치는 기능성 평가(6), 연근분말을 첨가한 된장의 품질 특성(7), 연근분말 첨가 국수의 품질 특성(8), 연근분말 첨가가 식빵 품질에 미치는 영향(9), 에탄올 첨가가 연근 식빵의 적성에 미치는 영향(10) 등이 있다. 최근 소비자들은 각종 건강 정보 등의 영향으로 저 열량 제품이나 기능성을 부여한 제품에 대한 선호가 급증되고 있으며, 이는 일반 식품뿐만 아니라 빵류나 케이크류에서도 예외가 아니다. 따라서 본 연구에서는 기능성식품으로 우수한 가능성이 있는 연잎과 연근분말 일정량을 스펀지케이크에 첨가하여 케이크의 품질 특성에 미치는 영향을 분석하여 기능성 케이크 제조를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

스펀지케이크용 재료는 박력분(대한제분, 인천, 한국), 정백당(삼양사, 울산, 한국), 소금(순도 99% 이상, 한주, 울산, 한국), 베이킹파우더(제니코식품(주), 평택, 한국), 계란 등이며 연잎과 연근은 2007년 경기도 시흥의 연근 농장에서 9월에 수확한 후 열풍건조기로 건조하여 분쇄한 것을 구입하여 사용하였다.

케이크 제조

스펀지케이크 배합비는 Table 1과 같으며 제조는 Yi 등(11)의 방법을 변형하여 공립법으로 제조하였다. 제과용 믹서(K5SS, Kitchen Aid Co. Ltd., St. Joseph, MI, USA)에 전란을 넣고 1단으로 30초간 풀어준 후 설탕과 소금을 넣고 43°C까지 중탕하였다. 6단에서 6분간 믹싱 후 4단에서 2분간 믹싱하여 공기를 포집하였다. 마지막에 가루재료를 체로 쳐 넣고 1단으로 20초간 가볍게 혼합하여 지름 12 cm, 깊이 4.5 cm의 원형팬에 종이를 깔고 120 g씩 패닝 후 윗불 180°C, 아랫불 170°C의 전기 데크 오븐(FAO-7103, DaeYung Co., Ltd., Incheon, Korea)에서 20분간 구웠다.

Table 1. Formulas for sponge cake containing lotus leaf and lotus root powders (unit: g)

Ingredients	Control	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
Flour	200	200	200	200	200	200	200
Egg	300	300	300	300	300	300	300
Sugar	240	240	240	240	240	240	240
Baking powder	1	1	1	1	1	1	1
Salt	4	4	4	4	4	4	4
Lotus leaf powder	–	8	16	24			
Lotus root powder	–				8	16	24

Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.

케이크의 굽기·냉각 손실 측정

연잎과 연근분말을 첨가한 시험구와 첨가하지 않은 대조구의 분할 반죽무게를 측정하고 구운 후 1시간 냉각시켜 무게를 측정하여 굽기·냉각 손실을 아래 공식에 따라 구하였으며 시료별로 4개씩 측정하였다.

$$\text{굽기·냉각 손실률}(\%) = \frac{\text{반죽무게} - \text{케이크무게}}{\text{반죽무게}} \times 100$$

케이크의 부피 및 비체적 측정

연잎과 연근분말을 첨가한 시험구와 첨가하지 않은 대조구의 스펀지케이크 반죽을 분할하여 구운 후 케이크 내부온도를 35°C로 냉각시켜 종자치환법(12)으로 부피를 측정하였다. 비체적은 스펀지케이크의 부피를 냉각한 케이크 무게로 나누어 구하였다. 시료별로 4개씩 측정하였다.

케이크 crumb의 색도 측정

구운 후 1시간 냉각한 스펀지케이크의 crumb을 Color Difference Meter(UltraScan PRO, Hunterlab, Reston, NJ, USA)를 사용하여 색도로 명도(L; lightness), 적색도(a; redness), 황색도(b; yellowness) 등을 측정하였으며 총색차(⊿E, overall color difference)는 Rhim 등(13)의 방법에 따라 $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 식으로 산출하였다. Hunter system에 의하여 L, a, b의 값을 나타냈으며 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. 시료별로 crumb을 두께 1 cm, 가로 10 cm, 세로 10 cm 크기로 잘라 10회씩 반복 측정하였다.

케이크의 조직감 측정

스펀지케이크를 1시간 냉각 후 폴리에틸렌으로 포장하여 25°C에서 24시간 저장한 후 측정하였다. 시료별로 케이크의 아래 부분 2 cm를 제거하고 가로 5 cm, 세로 5 cm, 높이 2 cm로 절단하여 Texture analyzer(TAHDi/500, Stable Micro Systems, Haslemere, UK)로 texture profile analysis (T.P.A) mode에서 probe type은 A/TBL, pre test speed는 2.0 mm/sec, test speed는 1.0 mm/sec, post test speed는 1.0 mm/sec, rupture test distance는 1.0%, distance는 50.0%, force는 100.0 g, time은 5.0 sec 등의 조건으로 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness) 등을 10회씩 반복 측정하였다.

미세 구조 관찰

스펀지케이크의 입자와 기공 상태를 관찰하기 위해 동결

건조 한 케이크의 일부를 gold coater로 도금하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, JSM-5410LV, Jeol Co. Ltd., Tokyo, Japan)으로 가속 전압 20 kV에서 500 배율로 관찰하였다.

관능검사

제과·제빵에 지식이 있는 빵 제조업 관련자 20명을 검사요원으로 선별하여 관능검사에 필요한 충분한 훈련과정을 거친 후 실시하였다. 관능검사 시 지켜야 할 주의사항을 인지시키고, 설문지에 표시된 항목 검사방법을 자세히 설명하였으며, 스펀지케이크를 구운 후 35±2°C로 냉각하여 폴리에틸렌으로 포장하여 검사에 사용하였다. 기공의 크기(volume of air cell), 기공의 분포(uniformity of air cell), 부드러움(softness), 탄력성(springiness), 단맛(sweet taste), 고소한 맛(roasted taste), 전체적인 기호도(acceptability)를 7점 척도법으로 평가하여, "매우 좋다"를 7점, "매우 싫다"를 1점으로 평가하였다.

통계학적 분석

모든 분석은 3회 반복 실시하였고 실험결과의 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하였으며 시료들 간의 평균차이 유무는 사후검증(Duncan's multiple range test)을 통하여 $p<0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

케이크의 굽기·냉각 손실

연잎과 연근분말을 첨가한 스펀지케이크의 굽기·냉각 손실을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 대조구가 4.58%로 가장 낮았으나 시험구들 간에는 연잎과 연근분말 4% 첨가한 것에서 5.83%로 가장 낮았고, 8% 이상 첨가한 케이크에서는 손실률이 높았으며 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). Yang(14)은 스펀지케이크 제조 시 첨가 유지의 종류, 비율 및 온도를 달리한 연구에서 버터를 첨가하면 대조구에 비하여 유의한 차이가 없는 반면 대두유를 첨가한 경우는 첨가량이 많을수록, 유지 온도가 높을수록 굽기손실이 적었다고 하였다. 또한 대두유와 버터를 같은 양으로 같은 온도에서 첨가할 경우 대두유의 굽기손실이 버터에 비해 적었다고 하였다. 이는 대두유에 비해 버터의 수분함량이 높아 굽기손실이 증가한 것이라 하였다. 반죽은 굽는 과정 중 높은 열에 의하여 증기압 및 수분증발로 팽창하게 되며, 이때 반죽 내 기공이 열리면서 수분이 기체로 증발해 굽기손실이 발생한다. 본 실험에서 연잎과 연근분말 첨가량이 증가할수록 손실률이 큰 것은 부피 평가에서 첨가량이 많을수록 부피가 작아져 오븐에서 구울 시 상대적으로 수분증발이 많았기 때문으로 생각된다.

케이크의 부피 및 비체적

연잎과 연근분말 첨가량을 달리하여 제조한 스펀지케이크의 부피를 종자치환법으로 측정한 결과는 Table 3과 같으며 케이크의 단면은 Fig. 1과 같다. 대조구의 부피가 675.0 cm^3로 가장 컸으며, 연잎과 연근분말을 첨가한 시험구는 모두 대조구보다 작았고, 첨가량이 증가할수록 부피는 유의적으로($p<0.05$) 작아 연잎 12%를 첨가한 스펀지케이크가 581.0 cm^3로 가장 작았다. 그러나 연잎과 연근분말 4% 첨가시는 대조구와 유사한 결과를 보였으며, 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). Kim 등(9)은 연근분말을 첨가하여 식빵을 제조하였을 때 대조구와 비교해 연근분말 첨가량이 증가할수록 부피가 유의적으로 작아졌다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 또한 Kim(15)은 밀가루의 일부를 식이섬유원이나 다른 곡물가루로 대체한 경우에 부피가 작고 조직이 거칠었다고 하였다. 본 실험에서 연잎과 연근분말의 첨가량이 증가할수록 부피가 작아진 것은 반죽의 비중이 높아졌기 때문으로 생각된다. Lee(16)는 화이트 레이어 케이크 제조 시 조와 수수 첨가량이 증가할수록 부피가 작아졌다고 하여, 본 실험에서 연잎과 연근분말의 첨가량이 많을수록 부피가 작은 것과 유사한 결과였다. 비체적은 대조구가 6.05 cm^3/g으로 가장 높았고 연잎과 연근분말 첨가량이 많을수록 적어져 부피가 작은 것과 같은 경향이었다. 연잎과 연근분말 중에는 연

Table 2. Baking and cooling loss rates of sponge cake containing lotus leaf and lotus root powders

Samples	Loss rate (%)
Control	4.58±0.59[1)b2)]
Ⅰ	5.83±0.45[b]
Ⅱ	6.25±0.59[a]
Ⅲ	6.25±0.51[a]
Ⅳ	5.83±1.36[b]
Ⅴ	6.67±1.18[a]
Ⅵ	6.67±0.70[a]

Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.
1)Mean±SD.
2)Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Table 3. Volumes and specific loaf volumes of sponge cake containing lotus leaf and lotus root powders

Samples	Volume (cm^3)	Specific loaf volume (cm^3/g)
Control	675.00±21.21[1)a2)]	6.05±0.04[a]
Ⅰ	658.50±20.31[a]	5.67±0.35[a]
Ⅱ	617.50±17.68[b]	5.53±0.45[b]
Ⅲ	581.00±10.0[c]	4.75±0.13[c]
Ⅳ	669.50±7.78[a]	5.93±0.08[a]
Ⅴ	654.00±10.41[a]	5.54±0.04[b]
Ⅵ	615.00±15.36[b]	5.31±0.25[b]

Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.
1)Mean±SD.
2)Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Control Ⅰ Ⅱ Ⅲ Ⅳ Ⅴ Ⅵ

Fig. 1. Photos of sponge cake containing lotus leaf and lotus root powders. Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.

Table 4. Crumb colors of sponge cake containing lotus leaf and lotus root powders

Samples	L[3)]	a[3)]	b[3)]	⊿E
Control	78.22±0.85[1)a2)]	0.14±0.07[c]	20.50±0.20[a]	86.83±0.57[a]
Ⅰ	64.70±2.44[a]	2.04±0.15[a]	13.90±0.15[b]	73.29±1.98[b]
Ⅱ	60.62±2.21[b]	2.82±0.07[a]	13.39±0.27[b]	69.73±1.78[b]
Ⅲ	58.28±1.59[b]	3.59±0.16[a]	13.09±0.43[b]	67.68±1.20[b]
Ⅳ	45.56±1.27[c]	1.04±0.20[b]	14.40±0.64[b]	57.87±1.09[c]
Ⅴ	43.43±2.67[c]	1.20±0.07[b]	13.35±0.61[b]	55.35±1.65[c]
Ⅵ	39.67±2.08[c]	1.21±0.09[b]	11.50±0.39[b]	50.62±1.48[c]

Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.
[1)]Mean±SD.
[2)]Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
[3)]L: lightness (100=white, 0=black), a: redness (+ red, - green), b: yellowness (+ yellow, - blue).

근분말을 첨가한 스펀지케이크에서 비체적이 높았다. Jeong 등(17)의 파프리카 분말을 첨가한 스펀지케이크와 Jeong과 Shim(18)의 새송이 버섯분말을 첨가한 스펀지케이크에서는 파프리카 분말과 새송이 버섯분말 첨가량이 증가함에 따라 비체적이 적다고 하였는데 본 연구에서 대조구에 비해 연잎과 연근분말을 첨가한 시험구의 비체적이 적은 결과와 일치하였다.

케이크의 crumb 색도

연잎과 연근분말을 첨가한 스펀지케이크의 색도를 측정한 결과는 Table 4와 같다. L값은 대조구가 78.22로 가장 높았고 시험구에서는 시료에 따라 L값이 유의적($p<0.05$) 차이를 보여 연근 12%를 첨가한 스펀지케이크의 L값이 가장 적어 어두운 것으로 나타났다. a값은 대조구가 가장 낮았고 시험구 중에는 연잎분말 12%를 첨가하였을 때 3.59로 가장 높았다. 또한 연근분말보다는 연잎분말을 첨가하였을 때 a값이 높았다. b값은 대조구가 20.50으로 가장 높았으며, 시험구들의 b값은 분말 첨가량이 증가함에 따라 낮아졌다. ⊿E값은 대조구가 86.83으로 가장 높았고 연잎분말을 첨가한 스펀지케이크가 연근 분말을 첨가한 스펀지케이크보다 높았으며, 대조구와 시험구간에 유의적인($p<0.05$) 차이가 있었다.

Son과 Park(19)은 뽕잎과 연잎분말의 첨가량을 달리한 설기의 품질 특성 중 색도 특성에서 연잎분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 낮았고 a값은 높았다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다. Lee 등(20)도 칡을 넣어 만든 국수에서 칡 전분의 첨가량이 많을수록 국수의 L값이 크게 낮아졌다고 하였다. 한편, Seo(10)는 연근분말 첨가가 식빵의 품질에 미치는 영향에서 대조구에 비해 연근분말 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아지고 a값은 유의적으로 증가하였다고 하였다. 이상의 실험에서 연잎과 연근분말을 첨가한 케이크의 명도(L)와 황색도(b)는 감소하였고 적색도(a)는 증가하였다. 이러한 결과는 최근 바나바 분말을 첨가한 스펀지케이크의 색도변화에서 대조구에 비해 시험구의 L값과 b값은 감소하였으나 a값은 증가하였다는 Park 등(21)의 결과와도 일치하였다.

스펀지케이크의 조직감

연잎과 연근분말을 첨가한 스펀지케이크의 조직감을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 경도(hardness)는 노화현상을 가장 쉽게 볼 수 있는 특성으로 대조구와 연잎 및 연근분말 4% 첨가구에서 가장 낮았으나 이는 대조구와 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). 연잎과 연근분말 첨가량이 증가할수록 경도 값은 높아져 12% 첨가 시 180~186 g/cm^{2}를 나타내었다. Jeong 등(17)은 파프리카를 첨가한 스펀지케이크에서 파

Table 5. Textural characteristics of sponge cake containing lotus leaf and lotus root powders

Samples	Hardness (g/cm^2)	Cohesiveness	Springiness
Control	134.68±18.46[1)b2)]	0.31±0.21[d]	0.83±0.10[d]
Ⅰ	142.24±12.10[c]	0.56±0.31[ac]	0.82±0.22[c]
Ⅱ	163.51±20.21[b]	0.59±0.05[ab]	0.87±0.18[b]
Ⅲ	186.39±12.90[a]	0.58±0.01[ab]	0.90±0.14[a]
Ⅳ	138.05±12.44[c]	0.58±0.01[ab]	0.83±0.14[c]
Ⅴ	160.82±12.02[ab]	0.58±0.02[ab]	0.85±0.12[b]
Ⅵ	180.26±14.64[ab]	0.62±0.04[c]	0.92±0.15[a]

Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.
[1)]Mean±SD.
[2)]Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

프리카 분말의 첨가비율이 증가할수록 경도가 점차적으로 상승하는 경향을 나타내어 조직이 더 단단해진다고 하였고, Park 등(21)도 스펀지케이크 제조 시 바나나 분말을 첨가하면 경도가 증가하였다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다. 응집성(cohesiveness)은 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 척도로 대조구가 0.31로 가장 낮았고, 연잎 첨가 시는 4% 첨가구에서 0.56으로 가장 낮았고, 8과 12% 첨가구에서는 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). 연근 첨가 시는 4와 8% 첨가구에서 유의적 차이가 없었으나 12% 첨가구에서 0.62로 높게 나타났다. Jeong과 Shim(18)은 새송이 버섯을 첨가한 스펀지케이크에서 응집성은 대조구보다 버섯분말 첨가 시에 높은 값을 나타냈다고 하여 본 실험의 경향과 유사하였다. 탄력성(springness)은 연잎분말 4% 첨가 시에 0.78로 가장 낮았고 연근분말 12% 첨가 시에 0.92로 가장 높았다.

Crumb의 미세구조 관찰

연잎과 연근분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 crumb 단면을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 그림에서와 같이 대조구와 비교해 연잎과 연근분말 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 내부 기공이 크고 거칠며 불규칙하였다. Beek(22)은 연잎분말과 추출물을 첨가한 국수에서 연잎분말 첨가량이 많을수록 조직의 규칙적 배열이 부족하고 거칠며 작은 입자들로 이루어졌다고 하였는데, 이는 밀가루 단백질이 신장성을 가지는데 비해 연잎분말의 혼합으로 그 신장성이 감소되어 조직이 거칠어진 것에 기인한다고 하였다. 또한 본 실험에서 대조구의 기공은 작은 입자들로 구성되어 있으나 시험구들의 연잎이나 연근 분말 첨가량이 증가할수록 SEM을 이용한 주사현미경적 내부 단면의 결과 기공이 크고 거칠어지는 경향은 Han과 Koo(4) 및 Seo(10)의 보고와 유사하였다.

관능검사

연잎과 연근분말을 첨가한 스펀지케이크의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 대조구와 시험구 중 공기 셀 크기는 대조구와 연잎분말을 4% 첨가한 것에서 가장 미세하였고, 연잎분말 12% 첨가한 것에서 가장 크게 나타났다. 감미는 연근분말 8% 첨가한 케이크가 가장 높았다. 전체적 기호도에서 연근분말 4%와 8%의 것을 가장 선호하였으며 두 시료

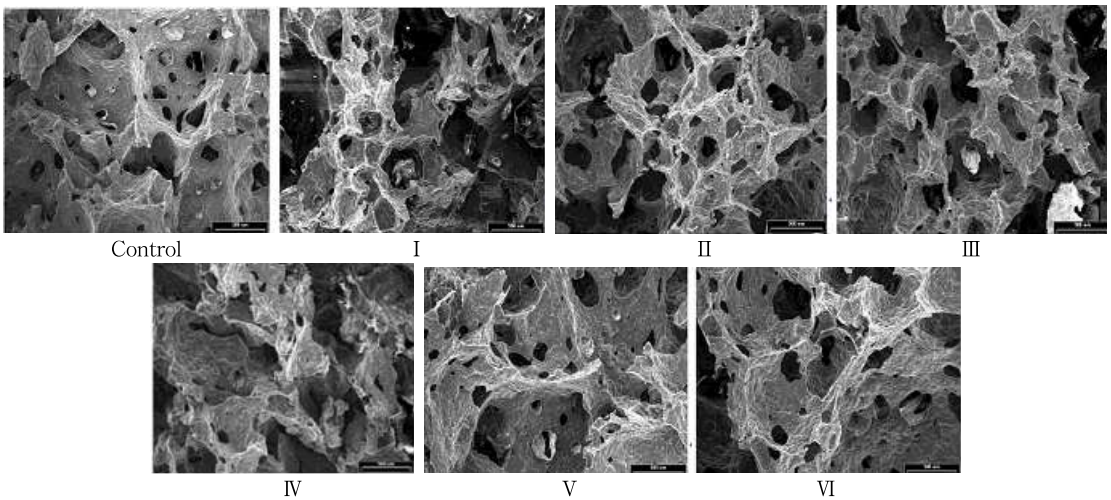

Fig. 2. SEM (scanning electron microscope) photos of sponge cakes containing lotus leaf and lotus root powders. Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.

Table 6. Sensory evaluations of sponge cakes containing lotus leaf and lotus root powders

Samples	Volume of air cell	Uniformity of air cell	Softness	Springiness	Sweetness	Roasted taste	Acceptability
Control	$3.2\pm1.23^{1)b2)}$	3.3 ± 1.42^{b}	4.0 ± 1.25^{a}	3.8 ± 1.14^{a}	4.0 ± 1.20^{a}	3.5 ± 1.35^{a}	4.2 ± 0.79^{b}
Ⅰ	3.1 ± 1.73^{b}	3.2 ± 1.14^{b}	4.2 ± 1.03^{a}	3.8 ± 1.14^{a}	4.1 ± 0.88^{a}	3.7 ± 0.67^{a}	4.5 ± 0.71^{b}
Ⅱ	4.2 ± 1.75^{a}	4.2 ± 1.55^{a}	4.2 ± 1.58^{a}	3.9 ± 1.52^{a}	4.0 ± 1.29^{a}	3.9 ± 0.88^{a}	4.0 ± 1.05^{c}
Ⅲ	4.7 ± 1.83^{a}	4.6 ± 2.01^{a}	4.3 ± 1.77^{a}	3.9 ± 1.66^{a}	3.9 ± 1.57^{a}	3.7 ± 0.82^{a}	3.8 ± 1.40^{c}
Ⅳ	4.0 ± 1.49^{a}	3.7 ± 1.49^{a}	3.1 ± 1.20^{b}	3.4 ± 1.26^{a}	3.9 ± 1.16^{a}	4.1 ± 0.74^{a}	5.1 ± 1.29^{a}
Ⅴ	4.4 ± 1.96^{a}	4.4 ± 1.78^{a}	3.5 ± 1.43^{a}	3.3 ± 1.49^{a}	4.2 ± 1.48^{a}	4.7 ± 0.48^{a}	5.1 ± 1.10^{a}
Ⅵ	4.3 ± 1.94^{a}	3.9 ± 1.85^{a}	4.1 ± 1.73^{a}	3.1 ± 1.20^{a}	4.2 ± 1.29^{a}	4.4 ± 1.26^{a}	4.9 ± 1.10^{a}

Ⅰ: 4% of lotus leaf powder, Ⅱ: 8% of lotus leaf powder, Ⅲ: 12% of lotus leaf powder, Ⅳ: 4% of lotus root powder, Ⅴ: 8% of lotus root powder, Ⅵ: 12% of lotus root powder.

1) Mean±SD.

2) Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

간에는 유의적 차이가 없었고($p<0.05$) 연잎분말 8%와 12% 첨가 시 가장 낮았는데, 이는 연잎 분말의 쓴맛에 기인하는 것으로 생각된다. Yoon(23)은 연잎분말을 2% 첨가하여 만든 설기 떡의 기호도가 가장 높아 기능성식품으로 보급될 가능성을 보고하였고, Son과 Park(19)은 설기 떡에는 뽕잎가루와 연잎가루 3%를, Shin(24)은 어묵에는 연잎분말 0.5%가 가장 적합하다고 보고하였다. 본 실험에서는 연잎분말 첨가량이 증가할수록 전반적인 기호도는 연잎 4% 첨가 시에 다소 증가된 것을 제외하고 모두 낮았다. 이는 씁쓸한 풀 맛이 강하여 기호도가 낮아지는 것에 기인하는 것으로 생각된다. Bae(25)는 연근을 첨가한 국수에서 연근분말 15%를 첨가하여 제조한 경우 기호도가 가장 높았고, Kim 등(9)은 연근분말 3%를 첨가하여 만든 식빵의 기호도가 가장 높다고 하였다. 이상의 실험결과 전반적인 기호도에서 연근분말 4%와 8%가 가장 높은 기호도를 나타내, 스펀지케이크의 관능적 품질특성을 유지하면서 연근분말 특유의 색과 맛을 가미한 제품을 제조할 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

연잎과 연근분말을 박력분 양의 4, 8, 12% 대체 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 품질 특성으로 제품의 굽기·냉각 손실, 부피 및 비체적, crumb 색도, 조직감, 미세구조, 관능검사 등을 분석한 결과, 굽기·냉각 손실은 연잎과 연근분말을 첨가한 시험구들이 대조구보다 높았다. 케이크의 부피는 대조구가 가장 컸고, 대체분의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 작아졌으며 비체적도 같은 경향이었다. 색도는 대조구가 시험구들보다 명도(L)와 황색도(b)는 높았고, 시험구 중에는 연근 12% 첨가구의 L값이 가장 낮아 어두운 것으로 나타났다. 적색도(a)는 대조구에 비하여 연잎과 연근분말 첨가로 증가하였다. 조직감 중 경도는 대조구와 연잎 및 연근분말 4% 첨가구에서 가장 낮았고, 대체분의 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 응집성은 대조구에서 가장 낮았으나 탄력성은 대조구가 시험구에 비해 높은 경향을 나타냈다. 케이크의 crumb 구조는 대조구에 비해 연잎과 연근 분말 첨가량이 증가할수록 기공이 거칠고 열려있었다. 관능검사에서 연잎분말을 첨가한 제품보다는 연근분말을 첨가한 케이크를 더 선호하는 것으로 나타났다. 따라서 연잎분말은 4%, 연근분말은 8%까지 첨가하면 관능적 품질 특성을 유지하면서 기능성 스펀지케이크를 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

문 헌

1. Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2006. Antioxidative activity of ethanol extract from lotus leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 182-186.
2. Byun BH, Moon KS, Song YS. 2005. *Chinese nutritional food*. Shinil Sangsa Co., Ltd., Seoul, Korea. p 98-99.
3. Yook CS. 1989. *A pictorial book for Korean curative herb*. Academy Co., Ltd., Seoul, Korea. p 219-230.
4. Han SJ, Koo SJ. 1993. Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock-free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents. *Korean J Soc Food Sci* 9: 82-87.
5. Yang HC, Heo NC, Choi KC, Ahn YJ. 2007. Nutritional composition of white-flowered and pink-flowered lotus in different parts. *Korean J Food Sci Technol* 39: 14-19.
6. Kim WJ, Chae HS. 2006. Nutritional contents of beverage from lotus root and evaluation of its physiological function in aorta relation. *J Hum Ecol* 10: 171-180.
7. Park IB, Park JW, Kim JM, Jung ST, Kang SG. 2005. Quality of soybean paste (Doenjang) prepared with lotus root powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 519-523.
8. Kim SJ. 2006. Processing of noodle added with lotus root powder and its quality characteristics. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
9. Kim YS, Jeon SS, Jung ST. 2002. Effect of louts root powder on the baking quality of white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 413-425.
10. Seo EO. 2008. Effect of ethanol on the characteristics of white bread containing lotus root powder. *MS Thesis*. Chonbuk National University, Jeonbuk, Korea.
11. Yi SY, Kim CS, Song YS, Park JH. 2001. Studies on the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 48-55.
12. Ronald HZ. 1993. *Bread lecture book*. American Institute of Baking, Kansas City, MO, USA. p 1311.
13. Rhim JW, Numes RV, Jones VA. 1989. Kinetics of color changes of graph juice generates using linearly increasing temperature. *J Food Sci* 54: 776-777.
14. Yang HY. 2001. Effects of type, ratio and temperature of fat and oil on the quality of sponge cake. *MS Thesis*. Chungang University, Seoul, Korea.
15. Kim YA. 2003. Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cakes. *Korean J Food Sci Technol* 35: 871-876.
16. Lee MH. 2003. Effects of the millet and sorghum added on making and storage properties of the white layer cake. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea.
17. Jeong CH, Kim JH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2007. Quality characteristics of sponge cake upon addition of paprika powder. *Korean J Food Preserv* 14: 281-287.
18. Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cake with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 716-722.
19. Son KH, Park DY. 2007. Quality characteristics of Sulgi prepared using different amounts of mulberry leaf powder and lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 977-986.
20. Lee YS, Lim HY, Lee KH. 2000. A study on the preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flour utilizing arrowroot starch. *Korean J Soc Food Sci* 16: 681-688.
21. Park JS, Lee YJ, Chun SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1509-1515.
22. Beek WH. 2008. Physicochemical and quality characteristics of noodles prepared with different concentrate of lotus leaf powder and extract. *MS Thesis*. Catholic University, Kyunggi, Korea.
23. Yoon SJ. 2007. Quality characteristics of Sulgitteok added with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 433-442.

24. Shin YJ. 2007. Quality characteristics of fish paste containing lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 947-953.

25. Bae KY. 2007. Quality characteristics of dried noodle made with lotus root flour. *MS Thesis*. Mokpo National University, Jeonnam, Korea.

(2011년 2월 11일 접수; 2011년 4월 14일 채택)