

죽엽을 이용한 Yellow Layer Cake의 특성에 관한 연구

송영숙 · 황성연
한경대학교 식품생물공학과

A Study on the Characteristics of Yellow Layer Cake Made with Bamboo Leaf Powder

Young-Suk Song and †Seong-Yun Hwang

Dept. of Food Biotechnology, Hankyong National University, Ansung 456-749, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the properties of yellow layer cake made with bamboo leaf powder. Physical properties of the medium and cake flour with bamboo leaf powder were tested by falling number, farinogram, alveogram and after making yellow layer cake, which were tested by rheometer and water activity etc. We found that falling numbers increased with addition of bamboo leaf powder and adding bamboo leaf powder to the flour decreased peak viscosity, holding strength, final viscosity etc. The p value of the alveogram increased for the flour containing bamboo leaf powder. But the L and G values decreased. For the farinogram, water absorption and the consistency of the flours containing bamboo leaf powder increased, but development time and stability decreased. The water activity of the yellow layer cakes made with bamboo leaf powder decreased during storage, but they did not show significant differences. The results of the sensory test showed that the 3% of addition of bamboo leaf powder had the best scores.

Key words: bamboo leaf powder, yellow layer cake, farinogram, alveogram.

서론

화본과 식물에 속하는 대나무(*Phyllostachys*)는 세계에 약 600여 종이 있고, 주 서식지는 열대 또는 아열대 지방인 동남아시아, 인도, 중국 남부, 중앙아메리카, 남아메리카 등이다¹⁾. 우리나라에는 5속 10종, 4변종이 주로 중부 이남에서 자라고 있으며, 대표적 품종에는 왕대(*Phyllostachys reticulata* Koch), 조릿대(*Sasamorpha purpurascens* Nakai var. *borealis* Nakai) 및 신이대(*Sasa coreana* Nakai) 등이 있다. 대나무는 예로부터 고혈압, 발한, 중풍 등의 치료를 위한 민간약으로 활용되어 왔으며, 방부 효과도 있다고 한다.²⁾ 죽엽에는 페놀 성분, 아미노산, 유기산, 당류 등이 포함되어 있고 포도상구균이나 녹농균의 생육도 억제하는 성분이 있으며, 김치 발효 미생물의 생육 또한 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다³⁾. Oh⁴⁾는 죽엽 분말의 항산화

및 혈전 용해 활성을 조사하였고, 죽엽의 생리 활성을 활용하고자 냉면에 죽엽 분말을 첨가하여 제조한 결과, 죽엽 분말 첨가 냉면의 가공적성은 5%의 죽엽 분말을 첨가하였을 때 색상과 질감이 우수한 기능성이 향상된 냉면을 제조할 수 있다고 하였다. 한편, 여러 가지 기능성 물질 등을 첨가한 케이크의 품질을 연구한 것을 보면 Ahn 등⁵⁾은 미역과 다시마 가루를 이용하여 마블 케이크를 만들어 본 결과, 미역과 다시마 가루의 첨가량이 많을수록 케이크의 보수력이 좋아졌지만 부피는 감소하였다고 하였다. 또 Ahn 등⁶⁾은 빵잎 분말을 첨가하여 케이크를 만들어 본 결과 색, 맛 및 조직감은 2% 첨가군이 가장 양호하였고, 향미는 1% 첨가군에서 선호도가 높게 나타났다고 보고하였다. Kim⁷⁾은 구기자 분말을 첨가하여 엘로우 레이어 케이크를 만들어 본 결과, 제품의 껍질 색상은 첨가량이 증가할수록 갈색이 진해지고 어두운 경향을 나타냈

† Corresponding author: Seong-Yun Hwang, Dept. of Biotechnology, Hankyong National University, Ansung 456-749, Korea. Tel: +82-31-670-5154, Fax: +82-31-673-2704, E-mail: hsy4549@hanmail.net

고, 케이크 및 빵 제조에서 4~8% 정도를 첨가하였을 때 조직의 촉촉함과 부드러움이 가장 양호하였다고 하였다. 우수한 단백질 급원이자 혈청 콜레스테롤 저하 기능을 갖고 있는 분리 대두 단백질이 스폰지 케이크의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Lee⁸⁾는 밀가루의 0~20%를 분리 대두 단백질로 대체하여 물리적 관능적 특성을 비교 분석한 결과, 분리 대두 단백질을 15% 정도 대체하여 사용할 경우 케이크 제조가 가능하다고 하였다. 저열량 케이크를 만들어 보기 위하여 Song 등⁹⁾은 장내에서 흡수되지 않고 거의 배설되는 탄수화물계 지방 대체물인 폴리 텍스트로스를 케이크에 첨가하여 실험해 본 결과, 지방 대체율이 높아질수록 비중은 증가하고 점도는 낮아졌지만, 쇼트닝을 25% 정도 폴리 텍스트로스로 대체하여도 관능적 특성에 문제가 없다고 하였다. 이처럼 여러 가지의 기능성 분말을 사용하거나 유지 사용량을 줄이기 위하여 대체 유지 등을 넣는 등 건강 지향 케이크 및 제빵에서의 품질 특성과 반죽의 리올로지에 대한 많은 연구 결과가 보고되었으나, 죽엽 분말을 첨가한 케이크에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 중력분과 박력분에 죽엽 분말을 각각 첨가하여 farinogram, alveogram, 호화도, falling number, 색도 측정, texture를 측정하였고, yellow layer cake의 품질 특성, 저장 기간에 따른 물성의 변화 등을 통하여 죽엽 분말을 첨가한 yellow layer cake의 상품화 가능 조건을 결정하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용한 죽엽 분말은 2006년 4월에 담양에서 자생하는 숨대잎을 채취하여 흐르는 물에 2회 세척하고 1 cm로 절단한 다음 90°C에서 10분간 증제한 후 NB-500으로 20분간 냉풍 건조하였다. 이것을 다시 85°C에서 15분간 닦은 다음 동결건조기(Freeze dryer, FD, TD-5075R, Seoul, Korea)를 이용하여 -40°C에서 48시간 동결 건조시킨 후 분쇄기(air-flow type mill, Hyun Jun Powtech Co, Ltd, Korea)에 넣고 분쇄하여 80 mesh에 걸러진 가루를 시료로 사용하였다. 기타 재료로는 소맥분 (중력분, 박력분 1등급, 삼양사), 설탕(삼양사), 식염(한주염업), 버터(해태유업), SP(삼립식품), Baking Powder(제니코) 등을 사용하였으며, 달걀은 시중에서 구입하였다.

2. 일반 성분

소맥분의 수분과 회분은 A.A.C.C법¹⁰⁾에 준하여 실시하였

고, 조단백질은 Kjeldahl법¹¹⁾으로 측정하였다.

3. Falling Number

소맥분의 Falling number는 Perten Instruments(Huddinge, Sweden)의 Falling number 1500을 사용하여 A.A.C.C법¹²⁾에 따라 다음과 같이 측정하였다. 수분 함량 14% 기준으로 소맥분 7.00±0.05 g을 정확하게 계량하고 여기에 죽엽 분말을 각각 3, 5% 씩 혼합한 후 증류수 25 ml(±0.2 ml)를 넣고 고무 마개로 막아 20~30회 균일하게 교반하여 현탁액을 만들었다. 이것을 100°C 비등수에서 60초 동안 호화시킨 다음 falling number 값을 측정하였다.

4. 호화도

호화도는 Rapid Visco Analyzer(Newport Scientific Pty. Ltd, Newport, Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정하였다¹³⁾. 즉, 알루미늄 용기에 소맥분 3.5g을 넣고 죽엽 분말 3, 5%씩 각각 함량별로 첨가하여 증류수 25 ml(±0.1 ml)를 가한 다음 플라 스틱 회전축으로 균일하게 교반하였다. 50°C로 맞춘 신속 점도계에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 1분에 12°C씩 상승시키면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분 유지시킨 후 다시 50°C까지 냉각시키면서 호화 개시온도, 최고점도 등을 측정하였다.

5. Farinogram

Farinogram 특성은 Farinogram-E(M81044, Brabender Co, Ltd, Duisburg, Germany)를 사용하여 A.A.C.C방법¹⁴⁾으로 하였으며, 소맥분 300 g에 죽엽 분말 3, 5%를 각각 첨가한 다음 커브의 중앙이 500±10 FU(Farinogram Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 이때 반죽온도는 30±0.2°C를 유지하도록 하였다.

6. Alveogram

Alveogram 분석에 사용된 기기는 Alveograph(NG, Chopin Co, Ltd, Villeneuve, France)이었고 시험방법은 A.A.C.C법¹⁵⁾을 따랐으며, 이때 Alveolink에 P_{max}(dough의 변형에 필요한 최대 저항력과 관계되는 압력), L(mm)(팽창된 dough가 터질 때까지의 신장성), G(2.22 L, 팽창지표), W(dough의 baking strength) 값을 구하였다.

7. 케이크 제조

케이크 배합비는 Table 1과 같이 하였으며, 반죽은 소금과 설탕을 혼합한 다음 달걀과 유화제를 넣고 고속에서 5분간 믹싱하였다. 소맥분에 죽엽 분말을 넣은 것을 체로 쳐 잘 섞은 것을 볼에 넣고 고속에서 1분 믹싱한 후 저속으로 바꾸고

Table 1. Formula for yellow layer cake (baker's %)

Ingredients	Flour basis
Medium, cake flour	100.0
Egg	64.0
Sugar	8.0
Butter	3.0
Water	3.0
Salt	2.0
SP	2.0
Bamboo leaf powder	3.0, 5.0

여기에 물에 녹인 버터를 천천히 섞어주었다. 믹싱이 끝난 케이크 반죽은 300 g씩 팬에 넣은 다음 윗불 190℃, 밑불 210℃로 예열된 오븐(Dae-Young Machinery Co, Seoul, Korea)에서 20분간 구운 후 꺼내 실온에서 식힌 다음 상온에 보관하면서 시료로 사용하였다.

8. 수분 활성도

수분 활성도는 Rotronic Hygroskop(BT-RS1, Zurich, Swiss)를 사용하였으며, 시료의 crumb 부위를 3 g 정확히 달아 플라 스틱 용기에 넣고 Aw 값에 더 이상 변화가 없을 때의 값을 5회 반복 측정하여 오차 범위가 가장 큰 상하 값을 제외한 다음 평균값과 표준편차를 내었다.

9. 관능검사

죽엽 분말을 첨가한 케이크의 관능적 특성을 알아보기 위하여 식품을 전공한 대학생 20명에게 패널 테스트를 실시하였다. 시료는 제조 후 하루가 지난 케이크를 사용하였으며, 평가 항목은 크림 색상, 향미, 맛, 조직감 그리고 전체적인 기호도 이었으며 7점 평점법을 사용하여 선호도가 좋으면 높은 점수를 얻도록 하였다.

10. 통계 분석

실험결과는 평균치±표준편차(Mean±S.D.)로 나타내었으며, 실험군들 간의 유의성은 SAS(statistical analysis system, ver. 8.1)통계 package의 Duncan's multiple range test로 검증하였다¹⁶⁾.

결과 및 고찰

1. 일반 성분

사용한 소맥분의 일반성분은 중력분의 경우 수분 12.7%, 회분 0.3%, 단백질 10.2% 이었으며, 박력분은 수분 12%, 회분 0.2%, 단백질 8.7%이었다.

2. Falling Number

중력분과 박력분에 죽엽 분말을 각각 3%, 5% 첨가한 후 falling number를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 중력분의 경우 대조구가 412 sec로 나타났으며, 박력분 대조구는 375 sec로 중력분이 박력분보다 높게 나타났다. 일반적으로 제빵용 강력분의 경우 평균 falling number 300~400 sec이며, 건전한 밀로 제분한 밀가루는 400 sec를 넘지 않는 것으로 알려져 있다.¹⁷⁾ Park 등¹⁸⁾의 실험에서도 강력분의 경우 428 sec이었으며 곰팡이 α -amylase와 유화제를 첨가한 경우 그 값이 감소하였다고 하였다. 즉 falling number는 α -amylase의 존재 여부와 상관없이 강력분, 중력분, 박력분의 순으로 낮아지는데, 이는 단백질의 수화능력이 전분보다 크기 때문에 단백질 함량이 높은 소맥분의 점도가 더 높게 되고 결과적으로 falling number 수치가 높아지는 것으로 판단된다. 그러나 빵과는 달리 케이크는 발효 과정을 필요로 하지 않기 때문에 α -amylase가 존재하지 않아도 된다. 죽엽을 중력분에 3% 첨가하였을 때 429 sec로 나타나 모든 시료 가운데 가장 높은 값을 보였으며, 대조구 및 5% 첨가구와 유의적 차이를 보였다. 그러나 중력분 대조구와 죽엽 5% 첨가구 사이에서는 서로 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

박력분의 경우에도 중력분과 마찬가지로 죽엽 3% 첨가구가 대조구, 죽엽 5% 첨가구와 유의적인 차이를 보였으며, 박력분 대조구와 죽엽 5% 사이에서는 서로간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 중력분과 박력분에 상관없이 죽엽 분말을 3% 정도 넣었을 경우에는 falling number가 높아지는 것으로 보아 죽엽 분말 3% 첨가 시 죽엽의 섬유소가 수분을 흡수하여 점도를 높인 것으로 추정되며, 그 이상 넣을 경우 전분을 희석시켜 대조구와 차이가 나지 않는 것으로 추정할 수 있었다.

3. 호화도

중력분과 박력분에 죽엽 분말을 3, 5%를 첨가시킨 후 RVA

Table 2. Falling number on the flour with different quantity of bamboo leaf powder

	Medium flour control	3%	5%	Cake flour control	3%	5%
Falling number	412±7.8 ^{a1)}	429±6.0 ^a	413±9.9 ^{ab}	375±6.8 ^a	394±13.5 ^a	379±18.3 ^a

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5, ^{a-b} Mean with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p<0.05$).

를 이용하여 호화도를 측정 한 값은 Table 3과 같다. 즉, 중력분과 박력분 대조구의 초기 호화온도(Initial pasting temp.)는 각각 68.03, 82.38°C로서 박력분의 초기 호화온도가 중력분보다 높게 나타났다. 이는 Chang¹⁹⁾의 실험에서 연질맥의 초기 호화온도가 72.3°C이었다는 것에 비하여 높게 나타났는데 이는 소맥분의 차이라고 생각된다. 한편, 박력분이 중력분보다 초기 호화온도가 높은 이유는 박력분의 전분 함량이 중력분보다 상대적으로 많기 때문으로 추정되었다. 죽엽 분말을 중력분에 3, 5% 첨가하였을 때 초기 호화 온도에서는 서로 간의 유의차를 보이지 않았다. 그러나 박력분의 경우에는 3% 첨가구와 5% 첨가구 사이에서는 유의차를 보이지 않았지만 대조구와는 약간의 유의차가 나타났다. 이는 Chang¹⁹⁾의 실험에서도 나타나듯이 초기 호화온도는 첨가물질에 따른 영향을 많이 받지 않는다는 결과와 일치하였다. 최고점도(Peak viscosity)의 경우, 중력분과 박력분 대조구의 경우 각각 216, 234 RVU로 박력분의 최고 점도가 중력분보다 높았는데, 이는 박력분의 전분함량이 중력분보다 많기 때문에 일어나는 현상으로 생각된다. 중력분과 박력분에 죽엽 분말을 첨가할 경우, 중력분과 박력분 모두 최고 점도가 낮아지는 경향을 보였으며 각각의 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 그러나 5% 첨가구의 경우에는 중력분과 박력분간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이 같은 결과는 죽엽 분말 첨가가 소맥분의 전분을 희석시킴으로써 수화 정도를 떨어뜨리고 전분의 가교결합을 방해함으로써 결과적으로 최고 점도를 낮추게 된 것으로 추정된다.

Holding strength도 최고 점도와 동일한 경향을 보여 박력분 대조구가 159 RVU로 가장 높게 나왔고 다음으로 중력분 대조구가 145 RVU 이었다. 중력분, 박력분 모두 죽엽 첨가량이 증가함에 따라 상대적으로 전분 함량이 감소되면서 holding strength도 감소하였으며 시료간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 최종 점도는 박력분 대조구가 287 RVU로 나타났

고, 중력분 대조구는 248 RVU로 그 다음이었으며, 죽엽 첨가량이 증가함에 따라 최종 점도는 감소하는 경향을 나타내었다. 점도의 감소 또는 전단력의 약화 정도를 나타내는 breakdown은 박력분 대조구가 75 RVU로 가장 높았다. 그러나 중력분 대조구, 그리고 죽엽 분말 첨가구들은 서로 간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가교 결합을 형성하고 있는 전분은 breakdown 값이 쉽게 떨어지지 않는데, 이는 호화된 전분이 가교 결합에 의하여 쉽게 파괴되지 않기 때문으로 보고된 바 있다²⁰⁾. 본 실험의 결과 중력분은 거의 변화가 없을 뿐만 아니라 5% 첨가구는 오히려 breakdown 값이 증가하여 죽엽 분말 첨가가 점도 파괴에 영향을 크게 미치지 않음을 알 수 있었다. 노화 정도를 간접적으로 추정할 수 있는 setback 값은 박력분 대조구가 129 RVU로 가장 높았으며, 중력분 대조구가 104 RVU 이었다. 중력분의 경우에는 죽엽 분말을 첨가하여도 setback 값의 변화가 거의 없었으며, 박력분의 경우에는 죽엽 분말 첨가가 setback 값을 낮추어 주는 효과를 볼 수 있었다. 이는 죽엽 분말 첨가 시 소맥분에 함유된 전분을 희석시키고 결과적으로 이는 노화를 억제하는 효과를 가져 올 것으로 추정된다.

4. Farinogram 특성

중력분과 박력분에 죽엽 분말 3, 5%를 첨가한 farinogram 특성 값은 Table 4와 같다. 이 때 흡수율은 반죽의 graph band 가 중앙 500 FU 기준선과 일치하였을 때 사용된 물의 양으로 표시하였다²¹⁾. Farinogram는 일정한 온도에서 반죽할 때 생기는 가소성(plasticity)과 흐름성(mobility)을 측정하여, 흡수율, 반죽 형성 시간, 반죽 강도, 반죽 안정성 등을 결정하는데 사용된다²²⁾. Consistency의 경우 중력분과 박력분의 대조구가 각각 521.5, 514.3 FU로 나타났고, 죽엽 분말 3, 5% 를 첨가하였을 때는 각각 507.0, 528.0, 546.0, 555.0 FU로 박력분의 경우에는 죽엽 분말 첨가량이 많아지면 consistency도 증가하였

Table 3. RVA data on the flour with different quantity of bamboo leaf powder

(unit: RVU)

Samples		Initial pasting temp.	Peak viscosity		Holding strength			Break down	Final viscosity	Set back
		(°C)	RVU	Time(min)	RVU	Time(min)	Temp.(°C)	RVU	RVU	RVU
Medium flour	Control	68.03±0.0 ^a	216±0.8 ^a	6.20±0.0 ^a	145±0.7 ^a	8.20±0.0 ^a	83.30±0.1 ^a	71±1.5 ^a	248±1.4 ^a	104±0.8 ^a
	3%	69.53±1.7 ^a	200±0.6 ^b	6.10±0.0 ^b	129±0.5 ^b	8.13±0.0 ^a	84.35±0.1 ^a	72±1.1 ^a	228±0.5 ^b	100±1.1 ^b
	5%	68.43±0.0 ^a	193±0.7 ^c	5.93±0.0 ^c	119±0.0 ^c	8.14±0.1 ^a	84.13±1.3 ^a	73±0.7 ^a	221±0.6 ^c	02±0.6 ^{ab}
Cake flour	Control	82.38±0.1 ^a	234±0.5 ^a	6.11±0.0 ^a	159±0.2 ^a	8.15±0.0 ^a	83.88±0.5 ^b	75±0.7 ^a	287±0.7 ^a	129±0.8 ^a
	3%	77.45±5.6 ^a	207±0.8 ^b	6.04±0.0 ^a	134±0.5 ^b	8.10±0.0 ^a	84.55±0.6 ^b	72±0.3 ^b	275±0.1 ^b	121±0.4 ^b
	5%	75.00±9.4 ^a	193±1.2 ^c	5.93±0.0 ^b	125±0.8 ^c	7.97±0.0 ^b	86.20±0.4 ^a	69±0.5 ^c	243±0.5 ^c	118±1.2 ^c

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5, ^{a-c} Mean with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p < 0.05$).

Table 4. Farinogram parameters for the flour with different quantity of Bamboo leaf powder

Samples		Farinogram parameters					
		Consistency (FU)	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Time breakdown (sec)	Farinograph quality number
Medium flour	Control	521.5± 3.5 ^{c1)}	54.6±0.1 ^b	1.7±0.0 ^{ab}	6.4±0.2 ^a	342.0± 22.6 ^a	57.0± 4.2 ^a
	3%	507.0± 4.2 ^c	55.7±0.1 ^a	1.8±0.1 ^a	5.3±0.0 ^b	289.0±128.7 ^a	48.0±21.2 ^a
	5%	528.0± 7.1 ^{bc}	56.5±0.5 ^a	1.6±0.1 ^{ab}	5.3±0.1 ^b	397.0± 1.0 ^a	63.0± 1.4 ^a
Cake flour	Control	514.3± 8.5 ^c	50.7±0.4 ^d	1.8±0.1 ^a	2.3±0.5 ^c	158.7± 4.2 ^b	26.7± 0.6 ^b
	3%	546.0± 5.7 ^{ab}	51.6±0.2 ^c	1.2±0.3 ^c	1.3±0.4 ^d	102.0± 2.8 ^b	27.0± 0.0 ^b
	5%	555.0±19.8 ^a	52.1±0.5 ^c	1.4±0.0 ^{bc}	1.6±0.4 ^d	115.0± 18.4 ^b	19.0± 2.8 ^b

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5, ^{a-c} Mean with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p<0.05$).

으나 중력분에서는 일관성을 보이지 않았다.

수분 흡수율은 제품에 축적한 느낌을 줄 뿐만 아니라 수율에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 본 실험에서는 대조구의 경우 중력분의 흡수율이 54.6%로 박력분 대조구의 50.7%보다 높게 나왔다. 흡수율은 소맥분에 함유된 단백질의 양과 질, 펜토산 함량 등에 따라 달라지는데, 일반적으로 단백질 함량이 높을수록 수화능력이 높아지며, 그 밖에도 소맥분의 입도, 손상 전분의 함량 및 첨가물 등에 많은 영향을 받는다²³⁾. 따라서 중력분의 흡수율이 박력분보다 높게 나타난 것은 소맥분에 함유된 단백질의 양이 많기 때문이며, 한편 중력분과 박력분에 죽엽 분말을 3, 5% 첨가한 다음 수분 흡수율을 본 결과 각각 55.7, 56.5, 51.6, 52.1% 로 나타나 대조구보다 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 쌀, 옥수수 및 전분 등을 첨가한 제빵의 경우 소맥분에 함유된 단백질의 회석 효과로 흡수율이 낮아지고²⁴⁾, 식이섬유가 함유된 곡분을 첨가하면 흡수율이 증가된다는 보고²⁵⁾에서처럼 죽엽 분말에 함유된 섬유소에 의하여 수분 흡수율이 증가되었음을 알 수 있었다. 반죽 형성 시간(development time)은 소맥분을 반죽하기 시작하여 최고 점도에 도달하는 시간을 분으로 나타낸 수치로 중력분과 박력분 대조구의 반죽 형성 시간은 각각 1.7분과 1.8분으로 박력분의 반죽 형성 시간이 중력분보다 더 걸렸다. 죽엽 분말을 3, 5%씩 첨가하였을 때 각각 1.8분, 1.6분, 1.2분, 1.4분으로 박력분의 경우 죽엽 분말 첨가에 따라 반죽 형성 시간이 유의적으로 낮아졌다. 그러나 중력분의 경우에는 죽엽 분말 첨가에 따른 반죽 형성 시간에 일관성이 없었으며, 중력분 대조구와 5% 첨가구는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. Bae 등²⁶⁾은 양파 분말을 첨가하여 제조한 빵 반죽의 farinogram 특성 값에서 반죽 형성 시간(development time)이 대조구의 10.6분에 비해 양파 분말 2, 4, 6, 8% 첨가구에서 각각 7.3, 7.3, 7.1, 6.7분으로 짧게 나타나 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 첨가량이 증가할수록 반죽 형성 시간이 짧았던 이유로 반죽이 시작되면서 글루텐은 연속적인 망상 구조를 형

성하는데, 양파 분말 첨가가 글루텐 구조 형성을 약하게 한 것이 원인이라고 할 수 있다. 일반적으로 반죽의 발전시간은 물이 흡수되는 속도를 나타내며, 빵의 경우에는 발전시간이 길수록 제품성이 좋은데, 그 이유는 반죽하는 동안 글루텐이 망상 구조를 형성하는데 충분한 시간 걸리기 때문이라고 한다²⁷⁾. 그러나 본 케이크 실험에서는 글루텐 형성이 바람직 한 것이 아니기 때문에 발전시간이 짧은 것이 케이크에는 오히려 좋은 것으로 판단된다. 반죽의 안정도(stability)는 그래프가 500 FU에 도달하는 시간부터 떠날 때까지 걸리는 시간으로 글루텐의 반죽의 힘이나 강도를 알 수 있다. 중력분과 박력분의 대조구가 각각 6.4분, 2.3분이었다. 죽엽 분말 3, 5% 첨가군은 각각 5.3분, 5.3분, 1.3분, 1.6분으로 소맥분의 구분 없이 죽엽 분말을 첨가할수록 대조구에 비해 안정도가 감소하였으나, 5% 첨가 시 3% 첨가구에 비하여 안정도가 약간 증가하는 추세를 보였다. Lindborg 등²⁸⁾은 반죽의 힘이 강하면 안정도가 길어지고 믹싱 및 발효 내구력이 좋아지지만, 반대로 힘이 약한 밀가루는 안정도가 짧아져서 제빵 시 빵의 부피가 감소한다고 하였다.

5. Alveogram 특성

중력분과 박력분에 죽엽 분말 3, 5% 첨가에 따른 반죽 특성을 알아보기 위해 alveogram을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 즉, 반죽의 변형에 필요한 최대 압력을 나타내는 P_{max} 값은 중력분과 박력분의 대조구가 각각 94 mm, 55 mm이었다. 3%, 5% 첨가구들은 각각 100, 100, 65, 74 mm로 중력분에 죽엽 분말 3, 5% 첨가구는 서로 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 박력분에 죽엽 분말 3, 5% 첨가구간에는 유의적인 차이가 나타났다. 또한, 모든 첨가구에서 대조구보다 P_{max} 값이 높게 나타났다. 이는 죽엽 분말 첨가가 반죽의 강인성을 높이는 것으로 생각된다. P_{max} 는 반죽 내에서 gas를 보유하는 능력을 의미하는 것이지만²⁹⁾, 죽엽의 첨가가 P_{max} 값을 높이는 것은 gas 보유 능력을 증가시키는 것이라기보다는 반죽이 죽엽 첨가에

Table 5. Alveogram parameters for the flour with different quantity of bamboo leaf powder

Samples		Overpressure P(mm)	Extensibility L(mm)	Swelling index, G(mm)	Deformation energy, W(10 ⁻⁴ J)
Medium flour	Control	94±1.4 ^{b1)}	43± 0.7 ^a	14.5±0.1 ^a	159± 0.0 ^a
	3%	100±0.7 ^a	26± 0.0 ^b	11.3±0.0 ^b	113± 0.7 ^b
	5%	100±1.4 ^a	27± 1.4 ^b	11.5±0.3 ^b	114± 5.7 ^b
Cake flour	Control	55±0.7 ^c	50± 0.0 ^a	15.7±0.0 ^a	92± 1.4 ^a
	3%	65±0.7 ^b	30± 0.7 ^a	12.0±0.1 ^a	74± 0.0 ^a
	5%	74±0.0 ^a	55±43.1 ^a	15.8±6.9 ^a	88±19.1 ^a

1) a~c Mean with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p<0.05$).

의하여 단단하게 된 것으로 생각된다. 반죽의 신장성을 나타내는 L값은 중력분의 경우 죽엽 분말을 3%, 5% 첨가하였을 경우 L값이 각각 26, 27, 30, 55 mm으로 나타나 대조구에 비해 신장성이 떨어졌으나, 박력분은 일관성을 나타내지 않았다. Shin 등³⁰⁾은 질경이 분말을 소맥분에 첨가하여 그 물리적 특성과 제빵 적성을 조사한 결과, 질경이 분말 첨가량이 증가할수록 반죽의 신장도가 떨어졌다고 하였는데, 이는 질경이에 함유된 섬유소 등이 글루텐 형성을 방해하였기 때문으로 여겨진다고 하였다. Hwang 등³¹⁾도 신장성을 나타내는 L값이 녹차 분말 첨가량이 많아질수록 낮은 수치를 보여, 녹차 분말 첨가가 글루텐을 약화시켜 신장성을 떨어뜨린 것으로 보고 하였다. 이는 죽엽 분말을 첨가한 본 실험의 결과와 일치하는 것으로 죽엽 분말이 글루텐 형성을 저해하고 글루텐 회석 효과를 가져옴으로서 반죽의 신장성이 낮아지는 것으로 판단되었다. G값은 중력분과 박력분의 대조구가 각각 14.5 mm, 15.7 mm로 박력분의 G값이 더 높게 나왔다. 죽엽 분말을 3%, 5% 첨가하였을 때 각각의 G값은 11.3 mm, 11.5 mm, 12.0 mm, 10.8 mm이었다. G값은 팽창지표를 나타내며 간접적으로 케이크의 부피를 확인할 수 있는데, 죽엽 분말을 첨가할 경우 그 부피는 점차 감소되리라는 것을 예측할 수 있었다. W(반죽의 탄력에 대한 저항성)값은 중력분과 박력분의 대조구가 각각 $159 \times 10^{-4} \text{J}$, $92 \times 10^{-4} \text{J}$ 이었다. 죽엽 분말 3, 5% 첨가하였을 때는 각각 $113 \times 10^{-4} \text{J}$, $114 \times 10^{-4} \text{J}$, $74 \times 10^{-4} \text{J}$, $88 \times 10^{-4} \text{J}$ 로 대조구에 비해 낮은 값을 보였고, 중력분보다 박력분 쪽이 더 낮은 값을 보여 죽엽 분말을 첨가할 경우 반죽의 탄력성이 감소됨을 알 수 있었다. 이는 죽엽 분말이 글루텐의 망상 구조 형성을 어렵게 한 것으로 추정할 수 있으나, 또 한편으로는 글루텐의 회석 효과로도 생각해 볼 수 있다. 케이크 반죽에서는 반죽 형성 시간이 매우 짧기 때문에 실제 반죽의 탄력성은 거의 없는 것으로 판단된다.

6. 수분 활성도

빵의 노화에는 crust 및 crumb staling이 있으며, 이들이 단

단해지는 것은 물론이고 crumb 에 함유된 수분의 이동에 의해 crust가 부드럽게 되는 현상도 해당된다³²⁾. Crumb staling은 복잡한 물리, 화학적 변화에 의해서 발생되며, 그 결과 crumb firming이 발생하고, aroma, texture 특성, crust crispness 등을 잃어버린다. 이러한 빵의 노화에는 전분이 중요한 역할을 한다고 한다³³⁾.

즉, 제빵 과정 중에 전분의 호화가 일어나며, 빵을 냉각하는 과정에서 호화된 전분은 저 에너지 결정 상태로 되돌아가게 된다. 이 결정 상태는 전분의 약 15%에 지나지 않지만 분자량이 큰 amylose가 관여하므로 전체 전분 겔의 rigidity에 영향을 미치게 된다. 다시 말하면 amylose의 retrogradation이 crumb firmness에 영향을 미치게 되는 것이다. 빵의 staling 동안 수분은 crumb에서 crust로 이동하고, 이 같은 전이에 따라 수분활성도의 변화도 일어난다³⁴⁾. 본 실험에서 케이크를 7일간 실온에 저장하면서 수분활성도 변화를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 즉, 제조 1일 후 중력분과 박력분을 사용하여 만든 대조구 케이크는 0.941, 0.942로 유의적인 차이가 나지 않았다. 죽엽 분말을 3%, 5% 각각 첨가하여 만든 케이크의 저장 1일 후 수분활성도는 0.941~0.945로 대조구와 유의적인 차이는 없었지만 죽엽 분말을 첨가한 케이크가 그렇지 않은 것에 비하여 수분활성도가 약간 증가하는 경향을 나타냈다. 중력분 대조구의 경우 저장기간에 따라 1일차의 0.941부터 7일차의 0.928로 수분활성도가 감소함을 알 수 있었으며 박력분의 경우 중력분보다 그 감소 폭이 약간 크게 나타났지만, 저장기간이 길어짐에 따라 수분활성도가 낮아지는 것은 동일한 모습이었다. 죽엽 분말을 첨가한 경우에도 저장기간이 길어짐에 따라 수분활성도가 낮아진 것으로 보아 죽엽 분말의 수분 보습 효과는 없는 것으로 추정되었다. Puhr 등³⁵⁾의 경우 3종류의 경질 적춘소맥으로 제분한 밀가루를 사용하여 직접법으로 제조한 빵을 2시간, 2일, 4일간 저장하면서 수분활성도를 측정된 결과 2일 후부터 변화가 나타났으며, 수분활성도의 변화는 4일 동안 저장하는 동안에 0.995~

Table 6. Changes of water activity in the yellow cake with different bamboo leaf powder during storage

Samples		1 day		3 days		5 days		7 days	
		Temp.	Aw	Temp.	Aw	Temp.	Aw	Temp.	Aw
Medium flour	Control	24.2	0.941 ^{a1)}	25.5	0.931 ^b	24.3	0.929 ^{ab}	24.1	0.928 ^{ab}
	3%	24.4	0.941 ^a	25.4	0.935 ^a	24.7	0.934 ^a	24.4	0.931 ^a
	5%	24.3	0.943 ^a	25.4	0.931 ^b	25.0	0.921 ^{bc}	24.4	0.920 ^{bc}
Cake flour	Control	23.6	0.942 ^a	24.9	0.923 ^c	23.5	0.919 ^c	24.7	0.916 ^c
	3%	23.9	0.945 ^a	25.3	0.930 ^b	23.8	0.928 ^{ab}	24.8	0.925 ^{abc}
	5%	24.1	0.937 ^a	25.4	0.933 ^{ab}	24.1	0.924 ^{bc}	25.2	0.921 ^{abc}

1) ^{a-c} Mean with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p<0.05$).

0.975 범위로 매우 미세하였다고 하였는데, 본 연구 결과도 미세한 변화를 보여주어 이와 유사하였다. 또한, 만약 저장 전 crust가 제거된다면 수분활성도의 변화가 일어나지 않는다는 연구 결과도 발표되었다³⁶⁾. 통상적으로 케이크의 상미 기간을 냉장 보관 상태에서 5일로 볼 때 죽엽 분말의 첨가량에 따른 수분활성도 변화가 미생물의 생육을 억제하는 정도는 아닌 것으로 판단되었다.

7. 관능평가

죽엽 분말을 첨가한 케이크의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 즉, 케이크의 색상은 박력분을 사용한 것과 여기에 3% 죽엽 분말을 첨가한 것이 가장 좋았고, 그 다음은 중력분과 중력분에 3% 죽엽 분말을 첨가한 것으로 나타나 죽엽 분말을 3% 사용할 경우 소비자의 선호도가 높은 것으로 판명되었다. 그러나 5% 넣을 경우에는 선호도가 떨어졌는데 이는 색상이 너무 진하게 느껴지기 때문으로 생각된다. 향미는 죽엽 분말 3%를 사용할 경우 가장 좋은 평점을 받았으며, 5% 사용할 경우에는 소맥분의 종류에 관계없이 선호도가 감소되었다. 이는 맛에서도 비슷한 결과를 가져왔는데 이는 죽엽의 독특한 향과 맛이 강할 경우 소비자가 싫어할 수 있다는 것을 의미하였다. 조직감은 죽엽 분말을 5% 넣었

을 때 낮은 평점을 받았으며, 전체적인 기호도는 박력분을 사용하여 만든 케이크와 박력분에 3% 죽엽 분말을 첨가한 케이크가 가장 높은 점수를 받아 3% 정도의 죽엽 분말을 사용하여 케이크를 만들 경우 좋은 결과를 낼 수 있음을 알 수 있었다.

요약 및 결론

죽엽 분말을 엘로우 레이어 케이크에 이용하기 위하여 죽엽 분말 첨가가 소맥분의 물성에 미치는 영향을 알아보았다. 소맥분에 죽엽 분말 첨가량이 증가함에 따라 Falling number는 증가하였다. 호화 특성을 살펴 본 결과 죽엽 분말을 첨가하면 소맥분의 최고 점도, holding strength, 최종점도 등을 낮추었다. Alveogram의 P_{max} 값은 죽엽 분말 첨가량 증가에 따라 증가하였으나, L값과 G값은 감소하는 경향을 보였다. Farinograph에서는 consistency, 흡수율은 증가하였고, 반죽의 발진 시간과 안정도는 감소하였다. 죽엽 분말 첨가량이 증가하면 수분활성도는 약간 높아졌으나 큰 차이는 없었으며, 저장기간 중 수분활성도의 변화도 감소하였지만 역시 큰 변화는 나타나지 않았다. 관능 검사 결과 죽엽 분말을 3% 사용하여 케이크를 만들 경우 색상, 향미는 물론 전체적인 면에서도 높은 평가를 받았다.

Table 7. Sensory evaluation of the yellow layer cakes with bamboo leaf powder

Samples		Crumb color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Medium flour	Control	6.78±1.2 ^{a1)}	6.47±2.4 ^b	6.77±1.4 ^a	6.56±1.2 ^b	6.54±1.3 ^b
	3%	6.76±0.3 ^a	6.52±2.4 ^b	6.38±0.7 ^b	6.48±2.3 ^b	6.48±1.4 ^b
	5%	6.15±0.5 ^b	5.35±1.3 ^c	5.14±1.2 ^c	6.23±1.3 ^c	5.64±1.4 ^c
Cake flour	Control	6.89±0.2 ^a	6.51±2.4 ^b	6.78±1.4 ^a	6.93±1.4 ^a	6.85±1.4 ^a
	3%	6.90±0.4 ^a	6.78±1.0 ^a	6.77±2.1 ^a	6.93±1.8 ^a	6.86±1.2 ^a
	5%	6.05±0.8 ^b	5.12±2.5 ^c	5.13±1.6 ^c	6.18±3.1 ^c	5.47±0.4 ^c

1) Values are Mean±S.D., n=5, ^{a-c} Mean with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p<0.05$).

감사의 글

본 연구는 한경대학교 2006년도 학술 연구 조성비의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Hak-Won World Encyclopedia, Hak-Won Co, 7:262-263. 1998
- Kim, JR, The Quality Properties of Seolgiddeok Added with Bamboo Leaf Powder, Sunchon National University, p3. 2005
- Chung, DK and Yu, R. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to *Kimchi* fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27:1035-1038. 1995
- Oh, HS. Biological activities of bamboo leaf and quality characteristics of buckwheat cold noodle using bamboo leaf powder as functional ingredient. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 20:498. 2004
- Ahn, JM and Song, YS. Physico-chemical and sensory characteristics of cakes added sea mustard and sea tangle powder, *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28:534-541. 1999
- Ahn, CS and Yuh, CS. Sensory evaluations of the muffins with mulberry leaf powder and their chemical characteristics. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 14:576-580. 2004
- Kim, YA. Effects of *Lycium chinense* powder on the quality characteristics of yellow layer cake. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 403-407. 2005
- Lee, KA. Effect of isolated soy protein on sponge cake quality. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 13:299-303. 1997
- Song, ES, Kim, SJ and Kang, MH. Characteristics of low calories layer cake by adding different levels of polydextrose. *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci.* 17:367-372. 2001
- A.A.C.C. Official Methods of Analysis, 10th ed, American Association of Cereal Chemistry, Method 44-15A, 08-01. 2000
- A.A.C.C. Official Methods of Analysis, 10th ed, American Association of Cereal Chemistry, Method 46-10. 2000
- A.A.C.C. Official Methods of Analysis, 10th ed, American Association of Cereal Chemistry, Method 56-81B. 2000
- Operation Manual for the Series 3 Rapid Visco Analyser: Issued July. Newport Scientific Pty. Ltd, pp.10-18. 1995
- A.A.C.C. Official Methods of Analysis, 10th ed, American Association of Cereal Chemistry, Method pp.54-21. 2000
- A.A.C.C. Official Methods of Analysis, 10th ed, American Association of Cereal Chemistry, Method pp.54-30A. 2000
- Sas Institute, SAS/STAT User Guide, Statistical Analysis System Institute, Cary. NC. A. 1998
- Pyler, EJ. Baking Science & Technology. 3rd ed, pp 153-756. Sosland Publishin Co, Merriam. Kansas. USA. 1998
- Park, BJ, Hwang, SY and Park, CS. Effect of amylase and emulsifier on the characteristics of the bread dough. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37:763-767. 2005
- Chang, HG. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:952-958. 2004
- Operation Manual for the Series 3 Rapid Visco Analyser: Issued July. Newport Scientific Pty. Ltd. p24. 1995
- Bennet, RE. Baking Science Laboratory, 2ed, p459, III. Am. Assoc. of Cereal Chemists, St. Paul. MN. USA. 1985
- Song, JC and Park, HJ. Food Texture and Rheology, pp.681-682. University of Ulsan Press, Ulsan. Korea. 1996
- Ki, MR, Kim, RY and Chun, SS. Effect of *Kimchi* powder on the quality of white bread dough. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 15:334-339. 2005
- Kang, MY, Choi, YH and Choi, HC. Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 26:886-891. 1997
- Bae, SH and Rhee, C. Effect of soybean protein isolate on the baking qualities of bread. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 30:1295-1300. 1998
- Bae, JH, Woo, HS, Choi, HJ and Choi, C. Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 35:436-441. 2003
- Rasper, VF. Dough rheology and physical testing of dough. pp.107-110. In: Advances in Baking Technology. MN. USA. 1992
- Lindborg, KM, Tragardh, C, Eliasson, AC and Dejmek, P. Time-resolved shear viscosity of wheat flour doughs- effect of mixing, shear, rate, and resting on the viscosity of doughs of different flours. *Cereal Chem.* 74:49-55. 1997
- Rosell, CM, Rojas, JA and Benedito de Barber, C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids.* 15:75-81. 2001
- Shin, GM and Hwang, SY. Influence of plantago powder on the physical properties of the flour and dough rheology of

- white pan bread, *Kor. J. Food & Nutr.* 14:585-590. 2001
31. Hwang, SY, Choi, OK and Lee, HJ. Influence of green tea powder on the physical properties of the bread flour and dough rheology of white pan bread. *Kor. J. Food & Nutr.* 14:34-39. 2001
32. Sahlstro, MS and Brathen, E. Effect of enzyme preparations for baking, mixing time and reating time on bread queality and bread staling. *Food Chem.* 58:75-80. 1997
33. Eliasson, AC and Larsson, K. *Cereals in Breadmaking: A Molecular Colloidal Approach*, p75, Marcel Dekker. New York. 1993
34. Bechtel, WG. A review of bread staling research. *Transact. A.A.C.C.* 13:108-121. 1995
35. Puhr, DP and D'Appolonia, BL. Effect of baking absorption on bread yield, crumb moisture, and crumb water activity. *Cereal Chem.* 69:582-586. 1992
36. Baik, MY and Chinachoti, P. Moisture redistribrtion and phase transitions during bread staling. *Cereal Chem.* 77:484-488. 2000
-
- (2007년 4월 30일 접수; 2007년 5월 30일 채택)