

숯가루가 반죽의 발효와 빵의 품질 특성에 미치는 영향



임영래
대구가톨릭대학교
대학원 식품가공학과

I. 서론

숯은 신선한 힘이란 뜻의 우리말로써 나무를 600~900°C에서 탄화시킨 것으로 주로 땀감으로 사용해 왔으나 탄화 중에 생성되는 다공성을 다양하게 이용하고 있다. 즉, 우리나라에서는 장류 발효시 각종 불순물의 흡착제로 사용해 왔으며 지사제로서도 이용했으나 최근 숯의 이용에 관한 다양한 효과가 검증되고 있다. 즉, 고순도 비타민C 제조에 있어서 촉매작용, 유해금속류 및 유해물질의 제거에도 이용됐다는 연구가 있다.

이와 같이 숯이 생체 내의 각종 독성물질을 흡착하여 반응계로부터 제외시킴으로서 다양한 질병을 예방하거나 치료하는 효과가 알려지면서 식·의약 신소재로서의 이용 가능성이 커지고 있다. 이에 따라 식생활에서의 이용성도 높아지고 있을 뿐만 아니라 우리나라는 물론 일본에서도 숯을 첨가한 식빵의 제조, 시판하고 있다. 미국 FDA에서도 첨가물로서 허가하고 있으나 식품학적 안전성과 이용에 관한 구체적인 연구자료는 아직 미흡한 실정이다. 본 연구는 숯을 식재료로서의 이용에 관한 기초적 연구의 일환으로 숯가루를 첨가한 빵 반죽의 발효와 품질에 미치는 영향을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

밀가루, 생이스트, 설탕, 소금, 제빵개량제, 쇼트닝, 분유, 숯

2. 실험 구분

밀가루에 대한 식용 숯가루의 첨가비율에 따라 0, 0.05, 0.10 및 0.20% 첨가구로 구분하였으며, 분말 상태로 밀가루에 첨가했다.

3. 제빵

- 1) 반죽은 직접반죽법을 실시, 혼합된 재료를 반죽기에 넣어 14분간 반죽해 27°C를 유지했다.
- 2) 1차 발효는 30°C, 습도 75%에서 60분간
- 3) 분할은 495g 기준 1개, 165g×3봉.

4) 둥글리기 한 후 15분 동안 중간 발효.

5) 밀대로 가스를 빼고 성형

6) 식빵팬에 495g 기준 1개와 165g 기준 3개 넣고 35~38°C, 습도 85%를 유지하면서 48분간 2차 발효.

7) 윗불 180°C, 밑불 170°C에서 35분 동안 구운 후 38°C까지 냉각시켜 측정

4. 반죽의 발효시간 측정

100ml 메스실린더에 반죽 20g을 넣어 28°C에서 기준 부피 63ml에 도달할 때까지 소요되는 시간을 측정했다.

5. 반죽의 부피 측정

100ml 메스실린더에 반죽 20g을 넣어 1차 발효는 30°C에서 60분, 2차 발효는 38°C에서 48분 동안 발효시킨 후 부피를 측정했다.

6. 빵의 Loaf volume index

Loaf volume index는 Funk 등의 방법에 따라 빵 한 덩어리를 잘라낸 다음 세로로 절단한 절단면의 높이, 중심점에서 바닥까지의 길이, 중심점에서 윗면까지의 길이, 중심점으로부터 좌측면까지의 길이 및 중심점에서 우측면까지의 길이를 각각 측정치 합계치를 5로 나눈 값으로 했다.

<Table 1> Experimental plots and composition of materials

구분	숯가루의 첨가 비율			
	0	0.05	0.10	0.20
밀가루	1,200	1,200	1,200	1,200
물	744	744	744	744
소금	24	24	24	24
이스트	24	24	24	24
제빵개량제	24	24	24	24
분유	36	36	36	36
쇼트닝	48	48	48	48
설탕	72	72	72	72
숯	0	0.6	1.2	2.4

7. 텍스처

빵의 텍스처는 유량계(Rheometer)를 사용해 측정. 측정조건은 테스트 타입(test type) : 식감(mastication), adaptor type : circle, adaptor area : 0.79cm², sample type : H-angle, sample width : 30mm, sample height : 30mm, 샘플 깊이 : 30mm, sample moves, table speed : 60mm/min, load cell : 2kg

8. 색상 측정

색차계를 이용해 빵의 껍질과 절단면에 대해 L, a, b 및 hue angle을 측정했다. 색차는 $\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$ 의 식에 의해 계산.

9. 관능 검사

훈련된 관능요원 6명에 의해 구수한 맛, 숯 맛, 종합적인 맛, 찝찝한 맛, 부작성, 숯 향, 구수한 향, 색상에 대한 기호도 및 종합적인 기호도를 5점 척도법에 준하여 '아주 좋다 또는 아주 강하다(5점)', '좋다 또는 강하다(4점)', '동일하다 또는 보통이다(3점)', '나쁘다 또는 약하다(2점)', '아주 나쁘다 또는 아주 약하다(1점)'로 평가했다.

10. 통계처리

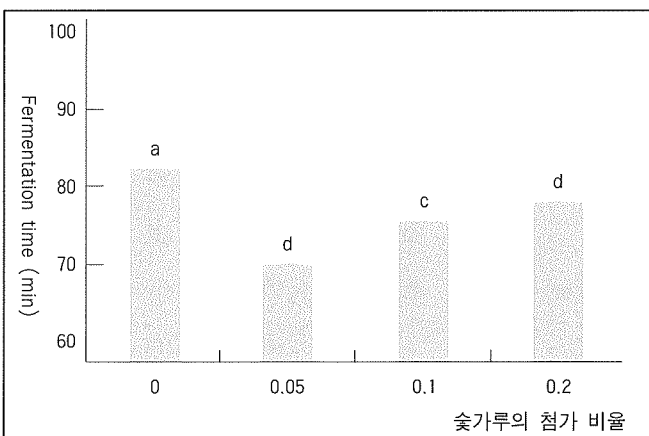
실험은 3반복으로 행하였으며, SAS package program을 이용해 Duncan's multiple range test에 의해 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 발효시간과 부피

반죽 20g이 기준 부피 63ml에 도달하는 시간을 측정했을 때, 무첨가구는 82분, 0.05% 첨가는 70분, 0.10% 첨가구는 75분, 0.20% 첨가구는

<Fig 1> Fermentation time of doughs with the different content of charcoal



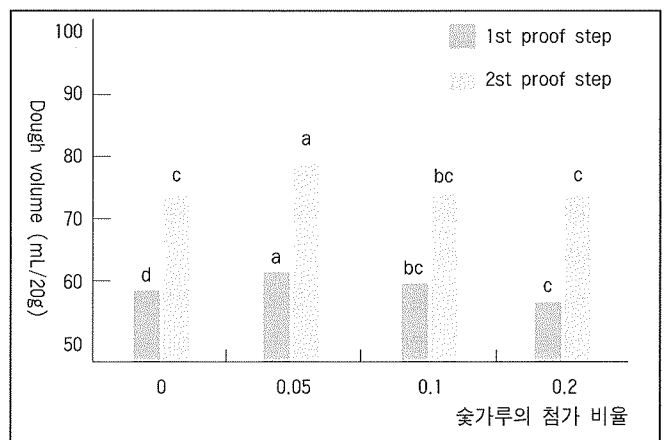
78분으로 나타났다. 0.05%를 첨가한 경우는 무첨가구 경우보다 12분 단축되었으나 그 이상으로 숯을 첨가한 경우는 점차적으로 발효시간이 다시 늘어났으며 첨가구 모두에서 무첨가구보다 발효시간이 짧았다.

반죽 20g을 실제의 반죽조건으로 1, 2차 발효시켰을 때의 부피 변화는 1, 2차 발효에서 모두 숯을 0.05% 첨가한 경우가 대조구 및 0.1~0.2% 첨가구보다 다소 높은 부피 증가율을 나타냈다.

반죽의 부피 팽창은 가스 발생량과 관계가 있으며, 효모의 첨가량과 질, 당의 함량 등에 영향을 미친다고 했으며 또한 온도 및 습도와도 관련이 있는 것으로 생각된다.

실험 결과, 무처리 반죽에 비해 숯 첨가 반죽에서 기준 부피에 도달하는 시간이 단축되는 현상은 숯이 효모의 생육에 직, 간접으로 영향을 미쳤기 때문이라고 본다.

<Fig 2> Changes in volume of dough with different content of charcoal during dough fermentation

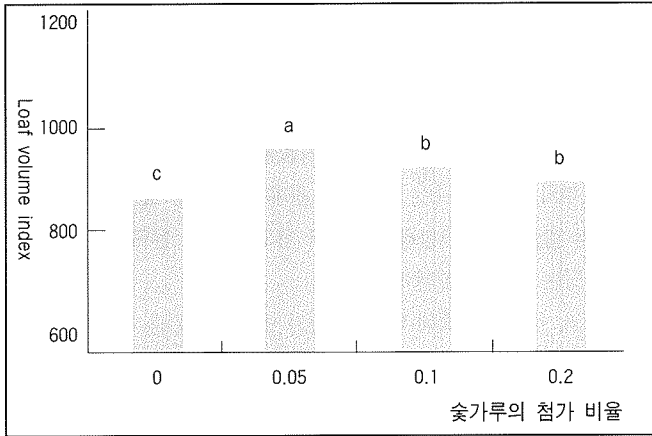


2. Loaf volume index

숯의 첨가량을 달리해 구운 빵의 Loaf volume index는 0 < 0.20 < 0.10 < 0.05 순으로 첨가율 0.05%의 경우가 가장 높은 Loaf volume을 나타냈으나 0.1~0.2% 첨가구는 무첨가 경우와 유의적인 차이를 보이지 않았다.

숯을 첨가함으로써 발효시간이 단축되는 사실은 반죽의 발효를 촉진하는 현상으로 사료되나, 숯이 효모의 생육에 직접적인 영향을 미친 것인지, 또는 간접적으로 영향을 미친 것인지에 대하여는 앞으로의 규명이 필요하다. 숯이 반죽 발효 중 효모의 생육을 저해하는 인자들을 감소 또는 제거시키기 때문으로 사료된다.

<Fig 3> Comparison of loaf volume index of bread with different content of charcoal



3. 숯 첨가 빵의 텍스처

숯을 첨가한 빵의 텍스처를 측정한 결과, 빵의 견고성을 나타내는 Strength는 전반적으로 숯을 첨가한 경우가 무첨가보다 높은 값을 보였으며 0.05% 첨가구에서 가장 높은 값을 나타냈으나 0.1 및 0.2% 첨가구와 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 견고성(hardness) 역시 숯을 첨가한 경우가 전반적으로 높은 결과 보였으며 첨가량 증가와 함께 증가하는 경향을 나타냈다.

점착성(cohesiveness)은 삼키기 쉬운 상태로 분쇄하는데 필요한 에너지로서 숯을 첨가한 빵이 낮았고, 탄력성(Springiness), 껌성(gumminess), 파쇄성(brittleness) 등은 숯을 첨가한 빵이 높았으나 다 같이 첨가량에 따른 뚜렷한 차이가 나타나지는 않았다.

<Table 2> Texture of bread with different concentration of charcoal

구분	숯가루의 첨가 비율			
	0	0.05	0.10	0.20
Strength(dyne/cm)	27458 ^c	53446 ^a	42658 ^b	42129 ^b
Hardness(dyne/cm)	159941 ^c	214322 ^b	214456 ^b	237529 ^a
Cohesiveness(%)	80.82 ^a	78.63 ^{ab}	76.06 ^b	76.20 ^b
Springiness(%)	84.10 ^b	87.60 ^a	88.66 ^a	88.78 ^a
Gumminess(g)	22.44 ^c	37.20 ^a	34.64 ^b	44.21 ^b
Brittleness(g)	18.75 ^b	30.59 ^a	30.79 ^a	30.27 ^a



4. 숯 첨가 빵의 색상

숯을 첨가한 빵의 색상은 top crust와 내부로 나누어 조사했는데 top crust의 L값과 b값은 숯의 첨가량의 증가에 따라 감소했으며 a값은 증가하는 경향을 나타냈다. 또 hue angle은 무첨가시 98.89에서 0.2% 첨가시는 87.88로 첨가량의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 색차도 유의적인 차이를 나타냈다.

그러나 빵 내부의 색상은 껍질의 색상변화와 다소 차이를 보였는데 즉, L값은 숯의 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보이거나 0.05%와 0.1% 첨가시의 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, a값은 top crust의 경우와 반대로 숯의 첨가량이 높아질수록 감소했다. 또 b값의 경우는 0.05% 첨가 경우보다 낮은 값을 나타냈다. hue angle의 경우도 숯의 첨가량이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으나 0.05%와 0.1% 첨가 사이의 색차는 크지 않았다.

<Table 3> Top crust color of bread added with different concentration of charcoal

구분	숯가루의 첨가 비율			
	0	0.05	0.10	0.20
L	77.54 ^{a1)}	65.33 ^b	56.55 ^c	49.32 ^d
a	-1.23 ^d	-0.42 ^c	-0.20 ^b	0.05 ^a
b	7.79 ^a	3.62 ^b	2.34 ^c	1.35 ^d
Hue angle	98.89 ^a	96.50 ^b	94.81 ^c	87.88 ^d
ΔE		12.98 ^a	21.71 ^b	28.97 ^a

<Table 4> Internal color of bread added with different concentration of charcoal

구분	숯가루의 첨가비율			
	0	0.05	0.10	0.20
L	54.52 ^{a1)}	46.81 ^b	47.29 ^b	42.86 ^c
a	11.14 ^a	9.04 ^b	5.97 ^c	3.03 ^d
b	14.79 ^b	16.07 ^a	13.83 ^c	9.24 ^d
Hue angle	53.10 ^d	60.71 ^c	66.70 ^b	71.89 ^a
ΔE		8.09 ^c	8.94 ^b	15.25 ^a

5. 관능적 품질

숯을 첨가한 빵에 대한 관능검사 결과는 <Table 5>와 같다. 빵의 독특한 맛 지표인 구수한 맛은 숯의 첨가에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 구수한 향은 숯을 0.1~0.2% 첨가한 경우가 강한 것으로 평가됐다. 빵에 나타나는 숯의 맛과 냄새를 평가한 결과 숯의 첨가량이 증가할수록 비례적으로 높았으며 빵의 쫄깃한 맛은 숯의 첨가에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

빵의 색상에 대한 기호도는 숯을 0.1% 첨가한 경우가 가장 높았으며 0.05%와 0.2% 첨가시는 무첨가 경우와 비슷한 값을 나타냈다. 빵의 종합적인 기호도는 숯을 0.1% 첨가한 경우가 가장 양호했다.



<Table 5> Sensory quality of bread with different content of charcoal

구분	숯가루의 첨가비율			
	0	0.05	0.10	0.20
Pleasant taste	3.02 ^{a1)}	2.80 ^a	2.70 ^a	2.79 ^a
Charcoal taste	1.01 ^a	2.41 ^c	3.27 ^b	3.90 ^a
Overall taste	3.04 ^b	3.12 ^b	3.80 ^a	3.10 ^b
Sticky taste	3.02 ^a	3.21 ^a	3.47 ^a	3.58 ^a
Charcoal odor	1.00 ^a	2.32 ^c	3.02 ^b	3.86 ^a
Pleasant odor	3.01 ^{ab}	2.70 ^c	3.42 ^a	3.70 ^a
Color acceptability	3.10 ^b	3.09 ^b	3.39 ^a	3.08 ^b
Overall acceptability	3.03 ^b	3.28 ^{ab}	3.50 ^a	2.49 ^c

IV. 요약

숯을 0.05~0.2% 범위로 첨가한 반죽의 발효와 빵의 품질에 미치는 영향을 조사했다. 반죽의 발효시간은 숯을 첨가한 경우가 무첨가보다 4~12분 정도 단축됐으며, 빵의 loaf volume은 0.05% 첨가구에서 증가되었다. 빵의 견고성을 나타내는 strength와 hardness는 숯을 첨가한 빵이 무첨가 빵보다 높았다. 점착성은 삼키기 쉬운 상태로 분쇄하는데 필요한 에너지로서 무첨가 빵에서, 탄력성은 첨가 빵에서 각각 높았다. 검성과 파쇄성은 첨가구에서 높은 값을 나타냈으며 첨가구 사이에서는 뚜렷한 차이가 없었다.

Top crust의 L값과 b값은 숯 첨가량의 증가에 따라 감소했으나 a값은 증가했으며 hue angle은 감소했다. 빵 내부의 L값과 a값은 숯의 첨가량에 따라 감소했으나 hue angle은 증가했다. 숯의 첨가에 따른 구수한 맛의 차이는 없었으나 구수한 향은 숯 0.1~0.2% 첨가에서 높았다. 쫄깃한 맛은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 색상에 대한 기호도와 종합적 기호도는 숯을 0.1% 첨가한 빵에서 가장 높았다.

<편집자주>

종합적인 수치면에서 0.1% 첨가시의 경우가 가장 실험 목적에 부합한 효과를 얻었으나, 색상이 다소 검게 보일 수 있으므로 상품성을 고려해 적절하게 조절할 필요가 있다.