J. East Asian Soc. Dietary Life
Vol. 10, No. 6(2000)

숯가루 첨가가 빵반죽의 발효와 품질에 미치는 영향

임영래 · 이예경 · 김순동
대구가톨릭대학교 식품공학과

Effect of Charcoal Powder on the Dough Fermentation and Quality of Bread

Young-Lae Lim, Ye-Kyoung Lee and Soon-Dong Kim
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea

Abstract

The effects of charcoal powder on fermentation of dough and quality of bread were investigated. Charcoal powder was added to wheat flour at concentrations of 0, 0.05, 0.10 and 0.20%. The fermentation time of dough with charcoal was reduced by 4~12 min compared with that of dough without charcoal. The loaf volume index of bread with 0.05% charcoal powder slightly increased. Bread with charcoal powder showed higher textural properties (strength, hardness, springness, gumminess, and brittleness) except for cohesiveness than bread without charcoal powder. Color L^* and b^* values and hue angle of the top crust decreased while a^* value increased with increasing charcoal concentrations. L^* and a^* values of the inside of bread decreased while hue angle increased with increasing charcoal concentrations. No significant difference in pleasant taste between bread with and without charcoal powder was observed. However, bread with 0.1% charcoal powder showed the highest scores for pleasant odor, color, and overall acceptability.

Key words : bread, dough fermentation, charcoal powder.

Ⅰ. 서 론

숯은 신선한 힘이란 뜻의 우리말로서 나무를 600~900℃에서 탄화시킨 것으로 주로 땔감으로 사용해 왔으나 탄화 중에 생성되는 다공성을 다양하게 이용하고 있다. 즉, 우리 나라에서는 장류발효시에 각종 불순물의 흡착제로 사용해 왔으며 지사제로서도 이용하였으나[1], 최근 숯의 이용에 관한 다양한 효과가 검증되고 있다. 즉, 고순도 비타민 C 제조에 있어서 촉매작용[2], 포도 protoplast 배양시의 생육저해인자의 제거[3], 미생물 배지내의 superoxide 및 hydrogen peroxide의 제거[4] 및 동결건조 plasma의 저장 중 악취생성 억제[5], 유해금속류의 제거[6], 산류 및 유해물질의 제거[7,8] 및 식품 또는 사료 내 trichothecene mycotoxin의 제거[9] 등의 연구가 있다. 이와 같이 숯이 생체내의 각종 독성물질을 흡착하여 반응계로부터 제외시킴으로써 다양한 질병을 예방하거나 치

료하는 효과가 알려지면서 식·의약 신소재로서의 이용 가능성이 커지고 있다. 이에 따라 식생활에서의 이용성도 높아지고 있을 뿐만 아니라 우리 나라는 물론 일본에서도 숯을 첨가한 식빵을 제조, 시판하고 있다. 미국 FDA에서도 첨가물로서 허가하고 있으나 식품학적 안전성과 이용에 관한 구체적인 연구자료는 아직 미흡한 실정이다. 본 연구는 숯의 식재료로서의 이용에 관한 기초적 연구의 일환으로 숯가루를 첨가한 빵 반죽의 발효와 품질에 미치는 영향을 살펴보았다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재 료

제빵용 일반재료로는 밀가루(강력분, 대한제분), 생이스트(오뚜기 식품), 설탕(삼양사), 소금(천일염), 제빵개량제(베이크 플러스), 쇼트닝(삼립유지), 분유(회창유업)를 사용하였으며, 실험에 사용된 숯은 소나무로 만든 상품명 한농차콜(200mesh, 한농종합식품)을 사용하였다.

2. 실험구분

실험은 Table 1의 비율과 같이 밀가루에 대한 식용 숯가루의 첨가비율에 따라 0, 0.05, 0.10 및 0.20% 첨가구로 구분하였으며, 분말 상태로 밀가루에 첨가를 하였다.

Table 1. Experimental plots and composition of materials (g)

Compositions	Addition rate of charcoal (%)			
	0	0.05	0.10	0.20
Wheat flour	1200	1200	1200	1200
Water	744	744	744	744
Salt	24	24	24	24
Yeast	24	24	24	24
Improvor	24	24	24	24
Milk powder	36	36	36	36
Shortening	48	48	48	48
Sugar	72	72	72	72
Active charcoal	0	0.6	1.2	2.4

3. 제 빵

반죽은 직접반죽법[10]으로 행하였다. 즉, 혼합된 재료를 반죽기(우성공업사)에 넣어 14분간 반죽하였으며 27℃를 유지하였다. 1차 발효는 28℃, 습도 75%에서 60분간 발효시켰으며, 분할은 495g짜리 1개, 165g×3봉으로 하여 둥글리기를 한 다음 15분 동안 중간 발효를 행하였다. 다음에 밀대를 사용하여 가스빼기와 성형을 마친 후 식빵 팬에 495g 짜리 1개와 165g 짜리 3개를 각각 넣고 35~38℃, 습도 85%를 유지하면서 48분간 2차 발효를 시킨 다음 오븐온도 170~180℃에서 35분간 구운 후 38℃까지 냉각하여 측정용 시료로 하였다.

4. 반죽의 부피 측정

100ml 메스실린더에 반죽 20g을 넣어 28℃에서 기준부피 63ml에 도달될 때까지 소요되는 시간을 측정하였다.

5. 빵의 loaf volume index

Loaf volume index는 Funk 등[11]의 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 측정한 합계치를 5로 나눈 값으로 하였다.

6. 텍스처

빵의 텍스처는 Rheometer(RE-3305, Tamaden, Mode 21, Japan)를 사용하여 측정하였으며 측정조건은 test type: mastication, adaptor type: circle, adaptor area: 0.79cm^2, sample type: H-angel, sample width: 30mm, sample height: 30mm, sample depth: 30mm, sample moves: 10mm, table speed: 60m/min, load cell: 2kg으로 하였다.

7. 색상 측정

색차계(Minolta CR-2000, Japan)를 이용하여 빵의 껍질과 절단면에 대하여 L, a, b 및 hue angel을 측정하였다. 색차는 $\Delta E = \sqrt{(L-L')^2+(a-a')^2+(b-b')^2}$ 의 식, 이때 L, a, b는 무처리, L', a', b'는 처리

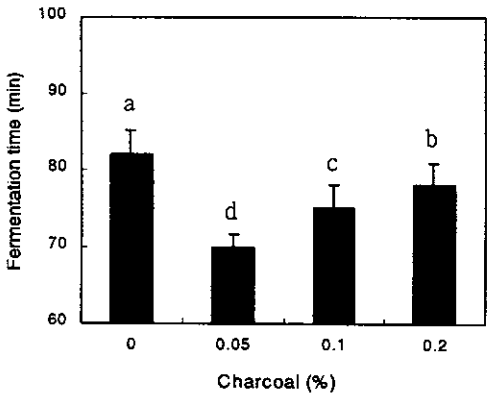

Fig. 1. Fermentation times of dough with charcoal. The fermentation time was culculated the times(min) reached to standard volume(63 mL) of the dough during fermentation at 28℃. Values were represented mean±SD of triplicates, and different letters in same row(a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

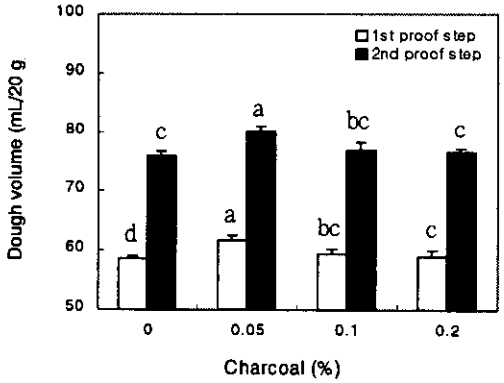

Fig. 2. Changes in volume of dough with different concentration of charcoal during dough fermentation. The 1st proof step was performed for 60 minutes at 30℃ and the 2nd proof step was performed for 48 minutes at 38℃. Values were represented mean±SD of triplicates, and different letters in same row (a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

구에 의하여 계산하였다.

8. Total bread score

Total bread score는 Kilborn 등[12]의 방법에 준하여 구수한 맛, 종합적인 맛, 쫄깃한 정도, 구수한 향, 종합적 기호도, 색상에 대한 기호도 및 loaf volume index의 값을 모두 곱해서 100,000으로 나눈 값으로 하였다.

9. 관능검사

훈련된 관능요원 6명에 의하여 구수한 맛, 숯 맛, 종합적인 맛, 쫄깃한 맛, 부착성, 숯 향, 구수한 향, 색상에 대한 기호도 및 종합적인 기호도를 5점 측도법[13]에 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

모든 실험은 실험일자를 달리하여 2반복으로 행하였으며, SAS package program[14]을 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 반죽의 발효시간과 빵의 loaf volume index

숯의 첨가비율에 따른 반죽의 발효시간을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 반죽 20g이 기준부피(63ml)에 도달하는 시간은 무첨가는 82분이 소요되었으나 0.05% 첨가는 70분, 0.10% 첨가는 75분, 0.20% 첨가는 78분으로 0.05%를 첨가한 경우는 무첨가 경우보다 12분이 단축되었으나 그 이상으로 숯을 첨가한 경우는 점차적으로 발효시간이 다시 늘어났으며 첨가구 모두에서 무첨가보다 발효시간이 짧았다. 반죽 20g을 실제의 반죽조건으로 1, 2차 발효시켰을 때의 부피를 조사한 결과(Fig. 2)에서는 1차 발효에서는 0.05% 첨가구가 대조구보다 다소 높은 부피 증가율을 나타내었으나 0.1~0.2% 첨가구에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 2차 발효에서는 0.0~0.1% 첨가구에서 다소 높은 부피증가를 나타내었다. 숯의 첨가량을 달리하여 구운빵의 loaf volume(Fig. 3, 4)은

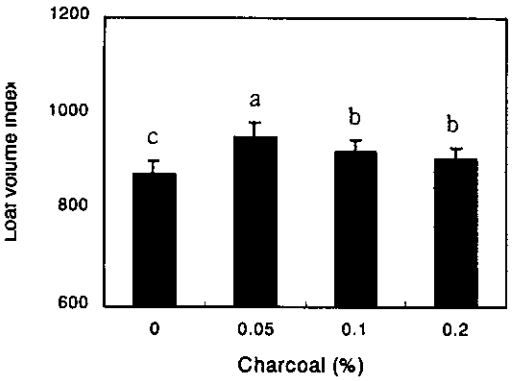

Fig. 3. Comparison of loaf volume index of bread with different concentration of charcoal. Values were represented mean±SD of triplicates, and different letters in same row(a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

0 < 0.20 < 0.10 < 0.05% 순으로 첨가율 0.05%의 경우가 가장 높은 loaf volume을 나타내었으나 0.1~0.2% 첨가구는 무첨가 경우와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와 같이 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. 숯을 첨가한 배지에서 식물 또는 미생물세포의 증식이 촉진되는 Hoffman 등[4] 및 Sheldrake 등[6]의 연구결과를 미루어 볼 때 숯이 반죽발효 중 효모의 생육을 저해하는 인자들을 감소 또는 제거시키기 때문이 아닌가 추측된다.

Fig. 4. Vertical sections of bread added with different concentration of charcoal.

2. 텍스처

숯을 첨가한 빵의 텍스처를 측정한 결과(Table 2), Strength는 전반적으로 숯을 첨가한 경우가 무첨가보다 높은 값을 보였으며 0.05% 첨가구에서 가장 높은 값을 나타내었으나 0.1 및 0.2% 첨가구와 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Hardness 역시 숯을 첨가한 경우가 전반적으로 높은 값을 보였으며, 첨가량의 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내었다. Cohesiveness는 숯 첨가 빵에서 낮았고, springiness는 숯 첨가 빵에서 높았으나 다같이 첨가량에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. Gumminess와 brittleness는 첨가구에서 높은 값을 나타내었는데 첨가구 사이에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

3. 색 상

숯을 첨가한 빵의 색상은 top crust와 내부로 나누어 조사하였다(Table 3, 4). Top crust의 L값과

Table 2. Texture of bread with different concentration of charcoal

	Addition rate of charcoal (%)			
	0	0.05	0.10	0.20
Strength (dyne/cm^2)	27458^c	53446^a	42658^b	42129^b
Hardness (dyne/cm^2)	159941^c	214322^b	214456^b	237529^a
Cohesiveness (%)	80.82^a	78.63a^b	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	34.21^b
Brittleness (g)	18.75^b	30.59^a	30.79^a	30.27^a

Values were represented mean of triplicates, and different letters in same row(a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

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

Color	Addition rate of charcoal(%)			
	0	0.05	0.10	0.20
L	77.54[a]	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[c]	21.71[b]	28.97[a]

Values were represented mean of triplicates, and different letters in same row(a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

Table 4. Internal color of bread added with different concentration of charcoal

Color	Addition rate of charcoal(%)			
	0	0.05	0.10	0.20
L	54.52[a]	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]

Values were represented mean of triplicates, and different letters in same row(a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

*b*값은 숯의 첨가량의 증가에 따라 감소하였으며 *a*값은 증가하는 경향을 나타내었다. 또 hue angle은 무첨가시 98.89에서 0.2% 첨가시는 87.88로 첨가량의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 색차도 유의적인 차이를 나타내었다. 그러나 빵 내부의 색상은 껍질의 색상변화와 다소 차이를 보였는데 즉, L값은 숯의 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보이나 0.05%와 0.1%첨가시의 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, a값은 top crust의 경우와 반대로 숯의 첨가량이 높아질수록 감소하였다. 또 b값의 경우는 0.05% 첨가 경우가 가장 높은 값을 나타내었으며, 0.1~0.2%첨가 경우는 무첨가 경우보다 낮은 값을 나타내었다. Hue angle의 경우도 숯의 첨가량이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으나 0.05%와 0.1% 첨가 사이의 색차는 크지 않았다.

4. 관능적 품질

숯을 첨가한 빵에 대한 관능검사 결과는 Table 5와 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 평가되었다. 빵에 나타나는 숯의 맛과 냄새를 평가한 결과 숯의 첨가량이 증가할수록 비례적으로 높았다. 빵의 adhesiveness는 숯의 첨가량이 높을수록 높아지는 경향을 보였으며, stickiness는 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 나타내었다. 빵의 종합적인 기호도는 숯을 0.1% 첨가한 경우가 가장 양호하였다.

Ⅳ. 요 약

숯을 0.05~0.2% 범위로 첨가한 반죽의 발효와 빵의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 반죽의 발효시간은 숯을 첨가한 경우가 무첨가보다 4~12분 정도 단축되었으며, 빵의 loaf volume은 숯 0.05% 첨가구에서 증가되었다. 빵의 strength와 hardness는 숯을 첨가한 빵이 무첨가 빵보다 높았다. Cohesiveness는 무첨가 빵에서 그리고 springiness는 첨가 빵에서 각

Table 5. Sensory quality of bread added with different concentration of charcoal

Attributes	Addition rate of charcoal(%)			
	0	0.05	0.10	0.20
Pleasant taste[1)]	3.02[a]	2.80[a]	2.70[a]	2.79[a]
Charcoal taste[1)]	1.01[d]	2.41[c]	3.27[b]	3.90[a]
Overall taste[2)]	3.04[b]	3.12[b]	3.80[a]	3.10[b]
Stickiness[1)]	3.02[a]	3.21[a]	3.47[a]	3.58[a]
Adhesiveness[1)]	3.04[c]	3.30[ab]	3.61[a]	3.77[a]
Charcoal odor[1)]	1.00[d]	2.32[c]	3.02[b]	3.86[a]
Pleasant odor[1)]	3.01[ah]	2.70[c]	3.42[a]	3.70[a]
Color acceptability[2)]	3.10[b]	3.09[b]	3.39[a]	3.08[b]
Overall acceptability[2)]	3.03[b]	3.28[ab]	3.50[a]	2.49[c]

[1)]The attributes were evaluated by the intensity from very low(1 point) to very strong (5 points). [2)]The attributes were evaluated by the acceptability from very poor(1 point) to very good(5 points). Values were represented mean of triplicates, and different letters in same row(a-d) indicates significantly difference at $p<0.05$.

각 높았다. Gumminess와 brittleness는 첨가구에서 높은 값을 나타내었으나 첨가구 사이에서는 뚜렷한 차이가 없었다. Top crust의 *L*값과 *b*값은 숯 첨가량의 증가에 따라 감소하였으나 *a*값은 증가하였으며 hue angle은 감소하였다. 빵 내부의 *L*값과 *a*값은 숯의 첨가량에 따라 감소하였으나 hue angle은 증가하였다. 숯의 첨가에 따른 구수한 맛의 차이는 없었으나 구수한 향은 숯 0.1~0.2% 첨가에서 높았다. Adhesiveness는 숯의 첨가량이 높을수록 높아지는 경향을 보였으나 stickiness는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 색상에 대한 기호도와 종합적 기호도는 숯을 0.1% 첨가한 빵에서 가장 높았다.

V. 참고문헌

1. Lee, J. L.: Remedy by charcoal powder. Kukil Media, Seoul, 55-73, 1999.
2. Ohmori, M., Higashioka, H. and Takagi, M.: Pure dehdro-L-ascorbic acid prepared by O_2-oxidation of L-ascorbic acid with active charcoal as catalyst. Agric. Biol. Chem., 47(3): 607, 1983.
3. Ui, S., Suzuki, M., Kubota, S., Masuda, H., Muraki, H. and Yamakawa, Y.: Cooperative effect of activated charcoal and gellan gum on grape protoplast culture. Agric. Biol. Chem., 54(1):207, 1990.
4. Hoffman, P. S., Pine, L. and Bell, S.: Production of superoxide and hydrogen peroxide in medium used to culture *Legionella pneumophila* : Catalytic decomposition by charcoal. Applied and Environ. Microbiol. Mar.: 784, 1983.
5. Hayakawa, S, Hirai, R., Akita, H., Nakamura, R. and Sato, Y.: Suppression of off-flavor development in freeze-dried plasma during storage by charcoal treatment at low pH. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 6(7):531, 1989.
6. Sheldrake, R., Doss, G. E., St. John, Jr. L. E. and Donald, J.: Lime and charcoal amendment reduce fluoride absorption by plant culture in a perlite-peat medium 1. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103(2):268, 1978.
7. Kakano, K., Kataoka, H. and Matsumura, M.: High density culture of *Propioni-bactrium freudenreichii* coupled with propionic acid removal system with activated charcoal. J. Ferment. and Bioeng., 81(1):37, 1996.
8. Sands, D. C., McIntyre, J. L. and Walton G.

S.: Use of activated charcoal for the removal of patulin form cider. Applied and Environ. Microbiol. Sept.: 388, 1976.

9. Romer, T. R. : Use of small charcoal/alumina clean up columns in determination of trichothecene mycotoxins in food and feeds. A.O.A.C., 69, No. 4-6:699, 1986.
10. Finny, K. F.: An optimized straight dough bread making method after 44 years. Cereal Chem., 61:20, 1984.
11. Funk, K., Zabik, M. E. and Elgedaily, D. A.: Objective measure for baked products. J. Home Econom., 61:117, 1969.
12. Kilborn, R. H., Nomura, S., and Preston, K. R.: Sponge and dough bread. 1. Reduction of fermentation time and bromate requirement by the incorporation of salt in the sponge. Cereal Chem., 58(6):508, 1981.
13. Herbert, A. and Juel, L. S.: Sensory evaluation practices. 2nd ed., Academic Press, 66-94, 1993.
14. SAS: SAS/STAT guide for personal computers. Version 6th ed., SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, 60-75, 1987.