

소나무잔나비버섯(*Fomitopsis pinicola*) 균사체 배양액을 이용한 반죽의 발효와 빵의 품질특성

이승배 · 오승희¹ · 이에경 · 김순동[†]

¹포항¹대학, 대구가톨릭대학교 식품산업학부 식품공학전공

Characteristics of Dough Fermentation and Quality Characteristics of Bread Using Submerged-Culture Broth of *Fomitopsis pinicola* Mycelium

Seung-Bae Lee, Seung-Hee Oh¹, Ye-Kyung Lee and Soon-Dong Kim[†]

Department of Food Science and Technology, Food Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea

¹Department of Diet and Culinary Art Pohang College, Pohang 791-711, Korea

Abstract

Dough fermentation characteristics and quality characteristics of bread added with different concentration(0, 30, 40 and 50% against water) of submerged-culture broth of *Fomitopsis pinicola* mycelium (CM) were investigated. There were positive correlations between CM concentration and dough pH($r=0.98$), acidity($r=-0.88$), dough thickness ($r=0.95$) and dough strength ($r=0.95$). Baking loss rate was decreased with increasing of CM concentration. There was no significant difference between loaf volume index and CM concentration (30~40%), but the index of CM 50% bread was lower than that of control. L* value of top crust in the CM 50% bread was significantly lower than those of CM 0~40% bread, while the value of internal tissue was increased with increasing of CM concentration. In the CM 30~40% bread, hardness was lower, but there were no significant difference in cohesiveness, springiness, chewiness and brittleness compared with control. Appearance, color, taste, texture and overall acceptability of CM 30~40% bread were similar to those of control. In the results estimated by correlation analysis, the increased pH of the dough by adding CM allowed lowering hardness of the bread. By adding CM in bread, retrogradations were delayed, and growth of mold was decreased during storage. In conclusion, the optimum concentration of CM in bread which showed anti-diabetic effect as well as not dropped quality characteristics were 30~40%.

Key words : *Fomitopsis pinicola*, mycelium, dough, bread, quality characteristics.

서 론

생활수준의 향상 및 경제성장에 따른 의식수준의 변화로 건강에 대한 관심이 크게 높아지고 있는 가운데 식생활의 서구화가 가속되고 있다. 이에 따라 주식인 쌀의 소비는 감소하는 반면 빵류의 소비가 급증하고 있다. 우리나라의 베이커리 총 매장 수는 양산업체, 프랜차이즈업체 및 원도 우베이커리를 합쳐 2만 개소 이상이며, 총매출액은 약 3조 원에 달한다(1). 빵에 관한 국내 연구는 남아도는 쌀을 이용

코자하는 차원에서 많이 이루어졌으나(2), 최근에 와서는 울무(3), 마늘, 생강 및 계피(4), 측백의 hinokitiol 추출물(5), 부추(6), 솔잎 추출물(7), 콩가루(8), 홍화씨(9), 녹차(10), 감 잎(11), 신선초(12), 알로에(13), 명계껍질(14) 등 다양한 기능성 소재들을 첨가한 빵에 대한 연구가 이루어지고 있다.

한편, 버섯류는 약용과 식용으로 다양하게 이용되고 있으며, 최근 알려지고 있는 생리활성으로는 항암(15), 면역 증강(16), 콜레스테롤 및 혈당저하(17), 뇌졸중 및 심장병 예방과 치유(18,19), 감염에 대한 방어(20) 등 다양한 효과가 보고된 바 있다. 이들 효과는 버섯류에 함유된 다당류에 의한 것으로 대표적인 다당류는 표고버섯(*Lentinus edodes*)

[†]Corresponding author. E-mail : kimsd@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3216, Fax : 82-53-850-3216

으로부터 추출된 β -1,3-glucan(21), 운지버섯(*Coriolus versicolor*)의 배양 균사체로부터 추출된 PS-K(22) 등이 보고되고 있다.

소나무잔나비버섯(*Fomitopsis pinicola*)은 우리나라의 자생버섯으로 자루가 없고 갓은 나무줄기에 선반 모양으로 붙어서 반원형을 이루며, 갓의 지름은 30 cm, 두께는 15cm 정도로 큰 버섯이며, 버섯 갓 둘레 부분에 적갈색의 띠가 둘러져 있고 밑면은 황백색으로 미세한 관공이 밀포된 특징을 가지고 있는데 예로부터 다양한 생활습관병의 예방과 치유에 사용되어 왔다(23). 이 버섯 자실체로부터 추출 가능한 다당류의 함량은 73.6~78.4%(24), 배양균사체로부터 추출 가능한 다당류의 함량은 4.56%로 타 버섯류에 비하여 그 함량이 높은 것으로 알려져 있다(24). 본 연구자들은 이 버섯 배양 균사체를 식이에 2% 첨가하여 streptozotocin으로 유발한 당뇨쥐에 급여한 결과 혈당의 감소율이 매우 높음과 동시에 고혈당으로 유발될 수 있는 당뇨합병증 예방 및 치료효과가 매우 높음을 확인한 바 있다(25).

따라서, 본 연구에서는 소나무 잔나비버섯 균사체 배양액을 이용한 항당뇨 기능성 빵의 제조조건을 확립하고자 첨가에 따른 반죽의 발효특성 및 빵의 품질특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

제빵용 재료는 강력분(Daehan Flour Co. Busan, Korea), 생이스트(Jenico Co. Seoul, Korea), 설탕(CJ Co. Ltd. Busan, Korea), 소금(Hanbando Salt Co. Ulsan, Korea), 분유(Seoul milk Co. Yangju, Korea), 올리브오일(Sevilla, Spain) 및 반죽 개량제인 S-500(Union Co. Gwangju, Ltd. Korea)을 사용하였다. 버섯 배양액 제조용 소나무잔나비버섯은 2년생으로 재생 농장(포항시 소재)에서 제공 받았다.

균사체 배양액의 조제

보존 중인 버섯종균을 YM agar 배지(26)에서 수차 계대 배양하여 활성화 시킨 후 동일 액체배지를 사용하여 10일간 진탕 배양한 starter를 물 16 L, 감자분말 300 g, 설탕 150 g, peptone 0.1 g에 녹여 살균(120°C, 30분), 냉각한 배지에 2%되게 접종, 30°C에서 살균공기를 주입(10 cm³/min)하면서 10일간 배양하였다. 이 배양액은 NaHCO₃로 pH 6.5까지 중화시킨 후 3겹의 cheese cloth로 여과한 여액을 사용하였다. 이때 여액내의 생균사체 함량은 9.89 g/100 mL, 660 nm에서의 탁도는 0.22, 알코올불용성물질의 함량은 0.48 g/100 mL이었다.

식빵의 제조

식빵의 제조는 Table 1의 재료 배합비로 직접반죽법(27)

으로 하였다. 1차 발효(27°C, 습도 80%)를 70분간 행한 후 540 g 씩 분할하여 성형한 다음 2차 발효(38°C, 습도 90%)를 40분간 하여 오븐의 상층온도 180°C, 하층온도 170°C에서 30분간 구웠다.

Table 1. Experimental plots and composition of materials

Materials	CM ¹⁾ (%)			
	0	30	40	50
Hard wheat flour	1000	1000	1000	1000
Yeast	30	30	30	30
S-500	15	15	15	15
Dried whole milk	40	40	40	40
Olive oil	100	100	100	100
Sugar	50	50	50	50
Salt	15	15	15	15
Water	630	441	378	315
CM ¹⁾	-	189	252	315

¹⁾CM: submerged-culture broth of *Fomitopsis pinicola* mycelium.

pH 및 산도

반죽 15 g에 증류수 100 mL을 가하여 잘 혼합한 후 30 mL을 비커에 취하여 pH는 pH meter(Model 720P, Istek, Korea)로, 산도는 pH 8.2에 이르기까지 소비된 0.1 N NaOH mL 수를 구한 후 lactic acid %로 나타내었다.

반죽의 부피

반죽의 부피는 100 mL 실린더에 반죽 20 g을 넣어 1차 발효는 27°C, 습도 80%의 발효실에서 10분 간격으로 70분까지 측정하였으며, 2차 발효는 38°C, 습도 90%에서 10분 간격으로 40분 동안 측정하였다.

굽기 손실률

빵의 굽기 손실률은 Bae 등(28)의 방법에 준하여 빵을 구운 후 실온에서 1시간 방냉 후 계산식[굽기 손실률(%) = (반죽의 무게 - 빵의 무게) x 100 / 반죽무게]로 계산하였다.

Loaf volume index

Funk 등(29)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 측정 한 합계치를 5로 나눈 값을 수치화 하여 나타내었다.

색상

식빵의 절단면과 표면의 색상을 Chromameter(CR-200 Minolta, Japan)를 이용하여 L*, a*, b*값을 측정하였다.

텍스처

Rheometer(EZ test, Shimadzu Co. Ltd. Japan)를 사용하여 반죽에서는 viscosity test로 되기(thickness) 강도(strength) 및 점도(viscosity)를, 빵에서는 mastication test로 경도(hardness), 강도(strength), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness) 및 깨짐성(brittleness)을 측정하였다. 측정조건은 road cell 500 N, speed 60 mm/min, 시료 높이 20 mm, 깊이 10 mm, probe No 14(viscosity test) 및 No. 24(mastication test)로 하였다.

저장성

빵의 저장성은 노화도(30)와 곰팡이 발생률(5)을 측정하였다. 즉, 막 구워 낸 빵을 실온에서 냉각시킨 후 무균실에서 2 x 2 x 2 cm 크기로 잘라 20 x 20 cm, 두께 0.01 mm의 polyethylene film bag에 4개씩 넣어 밀봉한 후 20℃에서 저장하면서 5일간 경도(hardness)와 곰팡이 반점의 발생률을 계수하였다. 노화도는 rheometer로 hardness를 측정하여 계산식[노화도=(24 시간 후의 hardness/막 구웠을 때의 hardness) x 100]에 의하여 산출하였다.

관능검사

빵의 관능검사는 식품공학을 전공하는 대학원생과 학부생 50명으로 구성된 관능요원에 의하여 외관, 색상, 맛, 냄새, 조직감(경도, 쫄깃한 정도, 달라붙는 정도)에 대한 기호도 및 종합적인 기호도를 9점 scale법(31)으로 아주 싫다(1점), 싫다(2점), 보통 싫다(3점), 약간 싫다(4점), 좋지도 싫지도 않다(5점), 약간 좋다(6점), 보통 좋다(7점), 좋다(8점) 및 아주 좋다(9점)로 평가하였다.

통계처리

관능검사를 제외한 모든 실험은 3반복으로 실험하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 관능검사 결과는 관능요원 50명의 평균치와 표준편차로 나타내었다. 유의성 검증은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용(33)하여 Duncan's multiple range test 및 t-test를 행하였다.

결과 및 고찰

반죽의 pH 및 산도

반죽의 pH와 산도변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. CM의 첨가량이 많아질수록 pH는 높아지고 산도는 낮아지는 경향을 나타내었으며, 30~50%를 첨가하였을 때 5.87~5.94로 대조구 5.80 보다 높았다. 30%첨가는 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았다. 산도는 CM 첨가구에서는 0.14~0.19%로 대조구의 0.21%보다 낮았으며, 30% 첨가구는 대조구와 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 반죽의 pH는 효모의

발효작용과 밀가루 단백질의 용해성과 관련이 되어 반죽의 부피와 빵의 품질에 영향을 미치는데, 제빵시 효모의 발효속도와 반죽 내 가스 보유력이 가장 높은 pH는 5.5부근으로 알려져 있다(30). 그러나 효모의 발효 작용과 단백질의 용해성 등 반죽의 특성변화는 반죽을 구성하는 성분들과 온도, 습도 등 환경조건에 따라 상이하며 일반적으로는 pH가 5.5 보다 높을 때는 낮은 경우에 비하여 가스안정성이 높으며 낮은 경우에는 팽창력은 증가하나 빵의 안정성은 떨어지는 것으로 알려져 있다(11).

Table 2. Effect of CM¹⁾ concentration on pH and acidity of dough

Added % of CM ¹⁾	pH	Acidity(%)
0	5.80±0.03 ^{b2)}	0.21±0.01 ^a
30	5.87±0.02 ^{ab}	0.19±0.01 ^{ab}
40	5.91±0.05 ^a	0.16±0.02 ^{bc}
50	5.94±0.04 ^a	0.14±0.02 ^c

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean± standard deviations of triplicate determinations, different superscripts in a column (a-c) indicates significant difference(p<0.05).

반죽의 부피

CM의 첨가가 1, 2차 발효시 반죽의 부피에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 부피는 1차, 2차 발효 모두 30% 첨가구에서 대조구보다 높은 값을 나타내었으며, 1차 발효 때보다도 2차 발효 때의 부피가 작았다. CM의 첨가로 반죽의 부피가 커지는 현상은 Chung 등(32)이 영지버섯 추출물을 반죽에 첨가하였을 때 반죽의 부피가 대조구보다 증가하였다는 것과 유사하였다. CM의 첨가에 의하여 pH가 높아져(Table 2), 효모의 생육에 불리한 환경이 되었음에도 이같이 반죽의 부피가 증대된 현상은 pH 상승에 따른 밀가루 단백질의 용해성 증대와 관련(34)이 있는 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of CM¹⁾ concentration on the dough volume

Fermentation step	Added % of CM ¹⁾ (cm ³ /100 g)			
	0	30	40	50
1st	302.67±9.73 ^{ba,3)}	322.71±8.06 ^{ab}	304.42±5.13 ^{bb}	295.25±6.52 ^{bb}
2nd	282.67±8.62 ^{ba}	307.34±8.52 ^{aA}	291.32±7.56 ^{abA}	292.68±8.77 ^{abA}

^{1,2)}See Table 1.

³⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts in a row(a-b) and a column(A-B) indicates significant difference(p<0.05).

레올로지 특성

CM의 첨가에 따른 반죽의 되기(thickness), 강도(strength), 점도(viscosity) 등 레올로지 특성에 미치는 영향을 조사한

결과는 Table 4와 같다. CM첨가량이 많아짐에 따라 반죽의 되기와 강도가 증가하는 경향을 나타내었으나, 점도는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 4. Texture of the dough added with different concentration of CM¹⁾

Added % of CM ¹⁾	Thickness ($\times 10^5$ dyne/cm ²)	Strength ($\times 10^5$ dyne/cm ²)	Viscosity ($\times 10^5$ dyneS/cm ²)
0	1.76 \pm 0.08 ^{d,2)}	0.87 \pm 0.06 ^c	0.23 \pm 0.02 ^{NS,3)}
30	2.00 \pm 0.06 ^c	0.98 \pm 0.07 ^{bc}	0.23 \pm 0.01
40	2.21 \pm 0.10 ^b	1.07 \pm 0.04 ^b	0.21 \pm 0.02
50	2.41 \pm 0.08 ^a	1.19 \pm 0.05 ^a	0.22 \pm 0.01

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean \pm standard deviations of triplicate determinations, different superscripts indicates in a column(a-d) significant difference(p<0.05).

³⁾No significant.

Koh (34)는 반죽 시에는 글루텐의 흡수력과 유화성에 의하여 글루텐 양에 대하여 1.5~2.5배의 수분을 흡수함으로써 빵의 망상조직을 이루는 근원이 되며, 이는 pH에 따라 상당한 영향을 받는데 특히 pH 5.8~6.2에서 가장 안정한 점탄성을 나타낸다고 하였다. 본 실험에서 CM의 첨가로 pH가 5.80에서 5.94로 높아짐으로서 반죽의 레올로지에 영향을 미친 것으로 생각된다.

첨가량과 반죽의 물리화학적 특성과의 상관관계

CM의 첨가가 반죽의 물리화학적 품질지표(반죽의 pH, 산도, 반죽의 부피, 반죽의 되기, 강도 및 점도) 간에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 상관분석을 행한 결과는 Table 5와 같다. CM의 첨가량과의 상관관계(r)는 pH(0.98), 산도(-0.88), 되기(0.95), 강도(0.95)에서 상관성을 나타내었으며(p<0.01), 반죽부피와 점도와는 상관성이 없었다. 반죽의 pH는 산도(-0.92), 되기(0.97) 및 강도(0.97)와 높은 상관성이 있었다(p<0.01). 또, 반죽의 되기와 강도 간에는 상관계수가 0.99로 상관성을 나타내었다.

Table 5. Correlation analysis between CM¹⁾ concentration and each quality index of dough

Attributes	pH	Acidity	Dough volume ²⁾	Thickness	Strength	Viscosity
Added amounts	0.98 ^{**3)}	-0.88 ^{**}	-0.14	0.95 ^{**}	0.95 ^{**}	-0.43
pH	-	-0.92 ^{**}	-0.22	0.97 ^{**}	0.97 ^{**}	-0.58 [*]
Acidity	-	-	0.52	-0.93 ^{**}	-0.95 ^{**}	0.52
Dough volume ²⁾	-	-	-	-0.38	-0.39	0.26
Thickness	-	-	-	-	0.99 ^{**}	-0.44
Strength	-	-	-	-	-	-0.39

¹⁾See Table 1.

²⁾The volume was measured after 1st fermentation.

³⁾*p<0.05, **p<0.01.

이상의 결과 CM은 반죽의 pH를 높이고 산도를 떨어뜨림으로서 반죽의 부피에 영향을 주며 반죽의 되기와 강도 및 점도에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

굽기 손실률과 loaf volume index

굽기 손실률을 측정한 결과는 Fig 1과 같다. CM의 첨가량이 높아질수록 굽기 손실률은 감소하는 경향을 나타내었으나 첨가량이 30~40%일 때는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim 등(35)은 빵을 구울 때 나타나는 증량감소는 반죽내의 수분과 발효 중에 생성되는 휘발성 물질의 증발에 의한 것이라 하였으나, 본 실험에서는 CM에 함유된 고형물에 의한 영향으로 사료된다.

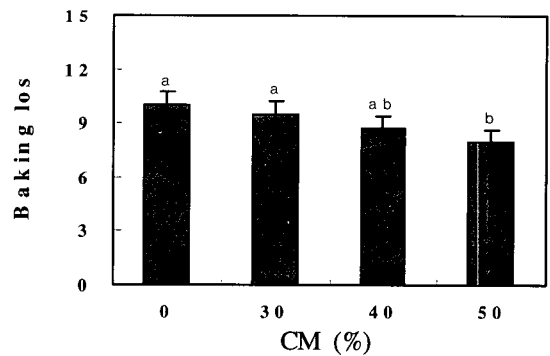


Fig. 1. Effect of CM¹⁾ concentration on the baking loss rate of the bread.

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean \pm standard deviations of triplicate determinations, different superscripts in a column(a-b) indicates significant difference(p<0.05).

빵의 loaf volume index를 측정한 결과는 Fig 2와 같다. CM의 첨가량별로 대조구와 비교했을 때 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(Fig. 1). 이러한 결과는 CM 첨가시 반죽의 부피가 대조구보다 증가한 결과(Table 3)와 상반되는 것으로

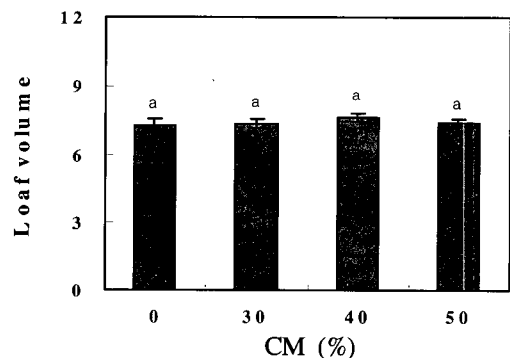


Fig. 2. Loaf volume index of the bread added with different CM¹⁾ concentration.

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean \pm standard deviations of triplicate determinations, different superscripts in a row(a) indicates significant difference(p<0.05).

로 첨가에 따라 pH가 높아져(Table 2), 효모의 생육에 영향을 미침과 동시에 CM에 함유된 다당체의 비율이 높아져 그물구조가 약화된 것에 따른 영향(36)으로 판단된다.

빵의 색상

빵 껍질 및 내부조직의 색상을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 빵 껍질의 경우, 밝기를 나타내는 L*값은 CM을 첨가하였을 때는 감소하는 경향을 보였으며 50% 첨가구에서 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 그러나 내부조직의 경우, 첨가량의 증가에 따라 높아져 밝은 색상을 나타내었다. 껍질의 a*값과 b*값은 대조구와 유의성이 없었다.

반면에 내부조직의 a*값은 대조구와 유의성이 없었으나 b*값은 첨가량의 증가에 따라 높아지는 경향을 나타내었다. 빵의 색상은 재료에 함유된 색소와 당류, 아미노산류가 반응하여 생성된 색소에 의한 것으로 Chung 등(32)은 영지버섯 추출물을 첨가한 빵의 L*값이 첨가농도의 증가에 따라 감소한다고 하였으며, 감잎(37)이나 마(38)를 첨가한 경우도 동일한 결과가 보고되었다.

Table 6. Color of the top crust and internal of bread added with different CM¹⁾ concentration

	Added % of CM ¹⁾	L*	a*	b*
Top crust	0	41.32±1.10 ^{a,2)}	12.34±0.33 ^{NS,3)}	16.04±0.54 ^{NS}
	30	40.76±1.41 ^{ab}	12.59±0.35	16.86±0.70
	40	39.19±1.00 ^{ab}	12.53±0.46	16.16±0.49
	50	37.97±1.93 ^b	12.92±0.51	15.40±0.67
Internal	0	68.98±1.59 ^b	-1.66±0.18 ^{NS}	8.18±0.31 ^b
	30	69.86±2.26 ^{ab}	-1.64±0.13	8.57±0.13 ^b
	40	71.34±2.37 ^{ab}	-1.48±0.15	8.71±0.33 ^b
	50	71.99±1.35 ^a	-1.44±0.12	9.49±0.21 ^a

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts indicates in a column(a-b) significant difference(p<0.05).

³⁾No significant.

텍스처

빵의 텍스처를 조사한 결과는 Table 7과 같다. CM의 첨가량이 높아짐에 따라 경도(hardness)는 감소하는 경향을 나타내었으나 30~40% 첨가는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness) 및 깨짐성(brittleness)은 감소하는 경향을 나타내었으나, 강도(strength)와 응집성(cohesiveness)은 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이 같이 CM의 첨가에 의하여 빵의 경도, 강도, 응집성, 탄력성, 씹힘성 및 깨짐성 등이 감소하는 경향을 보인 것은 CM의 주성분이 식이성 섬유(24)인 점을 감안 할 때 이들 성분의 영향이라기보다는 이의 첨가로 반죽의 pH가 높아지는 것과 관련이 있는 것으로 추측된다.

Pomeranz 등(39)은 식이섬유를 첨가한 빵에서 빵의 부피가 감소한다고 하였으며 이는 글루텐의 회석에 의한 효과라 하였다. 또, Chen 등(40)도 사과로부터 추출한 식이섬유와 셀룰로스를 첨가한 빵에서 동일한 결과를 얻었는데 이들은 글루텐과 식이섬유 간의 상호작용에 의하여 "weak dough"를 형성하기 때문이라 하였다.

관능검사

CM을 첨가한 빵의 관능적 품질을 평가한 결과는 Table 8과 같다. 빵의 부피, 형태 등 외관적 모양에 대한 기호도는 CM에서는 40% 첨가구가 대조구 및 타 첨가구가보다 높게 평가되었다. 색상에 대한 기호도는 첨가량이 높아짐에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 30~40% 첨가는 대조구와 유의성이 없었다. 냄새와 조직감에 대한 기호도 역시 30~40% 첨가구는 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았으며, 종합적인 기호도와 맛에 대한 기호도는 CM의 첨가에 따른 유의적인 차이가 없었다.

이상의 결과, 향당뇨 실험에서 효능을 보이는 CM의 최저 농도 30%(25) 이상인 30~40%를 첨가한 경우, 빵의 관능적 품질이 대조구와 대등하여 이의 산업적 활용이 기대된다.

Table 7. Texture of the bread added with different concentration of CM¹⁾

Added % of CM ¹⁾	Hardness (×10 ⁵ dyne/cm ²)	Strength (×10 ⁵ dyne/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Chewiness (g)	Brittleness (g)
0	1.29±0.05 ^{a,2)}	0.81±0.04 ^{NS,3)}	68.02±2.23 ^{NS}	79.82±2.79 ^a	44.43±2.38 ^a	32.95±1.46 ^a
30	1.22±0.08 ^{ab}	0.77±0.05	65.69±2.45	75.43±2.72 ^{ab}	41.39±2.19 ^{ab}	29.92±1.19 ^b
40	1.21±0.06 ^{ab}	0.76±0.02	64.43±2.29	72.52±2.54 ^b	40.47±2.53 ^{ab}	28.90±1.91 ^b
50	1.17±0.04 ^b	0.75±0.03	68.14±2.70	71.45±2.84 ^b	39.10±2.48 ^b	28.85±1.40 ^b

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts indicates in a column(a-b) significant difference(p<0.05).

³⁾No significant.

Table 8. Sensory quality¹⁾ of bread added with different concentration of CM²⁾

Added % of CM ²⁾	Appearance	Color	Taste	Flavor	Texture	OA ³⁾
0	6.08±0.24 ^{b,4)}	6.53±0.34 ^a	6.25±0.29 ^{NS,5)}	5.98±0.35 ^a	6.21±0.38 ^a	6.22±0.26 ^{NS}
30	5.75±0.31 ^b	6.43±0.24 ^a	6.20±0.36	5.85±0.33 ^a	6.15±0.30 ^{ab}	6.17±0.29
40	6.73±0.35 ^a	6.27±0.34 ^{ab}	6.11±0.31	5.67±0.29 ^a	6.12±0.28 ^{ab}	6.15±0.30
50	5.74±0.39 ^b	5.83±0.29 ^b	6.02±0.28	5.11±0.32 ^b	5.91±0.33 ^b	6.02±0.36

¹⁾Sensory scores were evaluated from dislike extremely(1 point) to like extremely(9 points).

²⁾See Table 1. OA; overall acceptability.

⁴⁾Values are mean±standard deviations of 50 panels, different superscripts in a column(a-b) indicates significant difference(p<0.05).

⁵⁾No significant.

반죽과 빵 품질지표간의 상관관계

CM의 첨가량 및 반죽의 품질지표(pH 및 부피)와 빵의 품질지표(loaf volume index, 빵겉질의 L*값, 경도 및 종합적인 기호도)간의 상관성을 분석한 결과는 Table 9와 같다. CM의 첨가량은 빵의 loaf volume index(LVI)와는 상관성이 낮았으나 경도(-0.88), 종합적인 품질(-0.85) 및 빵 겉질의 L*값(-0.62)은 높은 상관성을 나타내었다(p<0.05).

Table 9. Correlation analysis between CM¹⁾ concentration and each quality index of dough

Attributes	LVI ²⁾	L* ⁴⁾	Hardness ⁵⁾	OA ⁶⁾
Added amounts	0.50	-0.62 ^{*,7)}	-0.88 [*]	-0.85 [*]
pH of dough	0.58 [*]	-0.65 [*]	-0.85 [*]	-0.86 [*]
Dough volume ²⁾	-0.08	0.37	0.06	0.44
LVI	-	-0.37	-0.20	-0.20
L*	-	-	0.64 [*]	0.63 [*]
Hardness	-	-	-	0.81 [*]

¹⁾See Table 1.

²⁾The volume was measured after 1st fermentation.

³⁾LVI; loaf volume index, L*; top crust, Hardness; bread, OA; overall acceptability (See Table 8).

⁷⁾p<0.05.

반죽의 pH는 LVI(0.58), L*값(-0.65), 빵의 경도(-0.85) 및 종합적인 기호도(-0.86)와 유의성 있는 상관성을 나타내었다.

빵 겉질의 L*값은 경도(0.64) 및 종합적 기호도(0.63)와, 빵의 경도는 종합적 기호도와 양의 상관(0.81)을 나타내었다.

빵의 저장성

CM을 농도별로 첨가한 빵의 저장성을 알아보기 위하여 20℃에서 저장하면서 노화도의 변화를 조사한 결과는 Table 10과 같다. 저장 2일째 까지 첨가농도별에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 저장 3일째부터 대조구보다 30% 첨가구에서 낮은 노화도를 유지하였으며 30%와 40% 첨가구 사이에는 차이가 없었다. 이러한 결과는 Lee 등(36)이 송이버섯(*Lentinus tuber-regium*) 분말을 첨가한 빵에서

Table 10. Changes in retrogradations degree of the bread added with different concentration CM¹⁾ during storage

Added % of CM ¹⁾	Storage days at 20℃				
	1	2	3	4	5
0	123.26±5.81 ^{NS,2)}	182.71±8.18 ^{NS}	225.92±5.36 ^{a,3)}	253.20±7.08 ^a	304.32±9.15 ^a
30	118.27±9.22	182.35±7.79	222.53±9.96 ^{ab}	237.91±6.10 ^b	277.02±8.92 ^b
40	114.46±7.20	177.13±8.31	220.49±8.95 ^{ab}	228.89±9.97 ^b	269.07±9.97 ^b
50	111.35±7.43	173.49±9.00	211.38±8.38 ^b	225.31±8.47 ^b	262.30±7.00 ^b

¹⁾See Table 1.

²⁾No significant.

³⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts in a row(a-b) indicates significant difference(p<0.05).

첨가량이 증가할수록 노화가 촉진되는 현상과 상이하였다. 노화는 호화된 전분입자로부터 물분자가 이탈됨으로서 나타나는 분자구조의 변화에서 오는 현상으로 수분함량, pH, 전분의 종류, 분자구조 등에 따라서 달라지는 것으로 알려져 있으며(34), 본 실험에서 CM의 첨가로 노화가 지연되는 현상은 pH 상승과 관련이 있는 것으로 추측된다.

CM 첨가 빵의 저장 중 곰팡이 반점의 발생정도를 조사한 결과는 Table 11과 같다. 농도가 증가함에 따라 곰팡이 반점의 발생수가 현저하게 감소하였으며, 대조구와 30~40% 첨가구는 저장 3일째부터 곰팡이가 발생하였으나, 40% 이상 첨가구에서 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 이 같

Table 11. Changes in number of mold spots of the bread added with different concentration CM¹⁾

Added % of CM ¹⁾	(Numbers /1 package: 30 g)				
	1	2	3	4	5
0	-	-	0.75±0.09 ^{a,2)}	5.57±0.20 ^a	10.20±0.48 ^a
30	-	-	0.71±0.07 ^a	5.37±0.15 ^a	9.42±0.35 ^{ab}
40	-	-	0.15±0.11 ^b	4.21±0.13 ^b	6.35±0.24 ^b
50	-	-	-	2.13±0.11 ^c	3.23±0.37 ^c

¹⁾See Table 1.

²⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts in a column(a-c) indicates significant difference(p<0.05).

은 현상은 빵의 pH차이에서 온 결과이기 보다는 CM에 미지의 항균성 물질에 의한 결과라 사료되나 이 부분에 대하여는 차후의 연구가 요망된다.

요 약

소나무 잔나비버섯 균사체 배양액(CM)을 이용한 빵 제조를 위하여 첨가량(30~50%)에 따른 반죽의 발효 및 빵의 품질특성에 미치는 영향을 조사하였다. CM의 첨가량과 반죽의 품질지표(pH, 산도, 반죽부피, 되기, 강도 및 점도) 상호간의 상관분석을 행한 결과 CM은 반죽의 pH를 높임으로서 반죽의 되기 및 강도를 높이는 반면 점도를 감소시켰다. 첨가에 따라 굽기 손실률은 첨가에 따라 감소하였으나, loaf volume index는 첨가량에 따른 대조구와의 유의성은 없었다. 빵 겉질의 L*값은 30~40%에서는 대조구와 유의차가 없었다. CM을 30~40% 첨가한 빵은 대조구보다 낮은 경도(hardness)를 보였다. 그러나 50% 첨가구에서는 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness) 및 깨짐성(brittleness)이 대조구보다 낮았다. 빵의 외관, 색상 및 조직감은 30~40% 범위까지 첨가한 경우는 대조구와 대등한 값을 보였으나 50% 첨가구에서는 낮은 기호도를 나타내었다. CM을 첨가한 빵은 첨가농도에 비례하여 낮은 노화도를 나타내었으며, 곰팡이 발생도가 낮았다. 이상에서와 전보의 결과를 종합할 때 CM을 40%수준으로 첨가할 경우 빵의 전반적인 품질에 큰 영향을 미치지 않으면서 항당뇨 기능성의 빵 제조가 가능할 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Korean National Statistical Office (2001) Cakes and Bread. Summary of wholesale & retail trade and hotels & restaurants. DT_1K71001
2. Kum, J.S. (1998) Effects of amylose content on quality of rice bread. J. Korean Food Sci. Technol., 30, 590-595
3. Park, G.S. and Lee, S.J. (1999) Effect of job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 244-250
4. Kim, M.L., Park, G.S., Park, C.S. and An, S.H. (2000) Effects of spice powder on the characteristics of quality of bread. J. Korean Food Sci. Technol., 16, 245-254
5. Kang, K.J. and Kim, J.S. (2000) Effects of hinokitiol extract of *Tunja orientalis* on shelf-life of bread. J. Korean Soc. Food Sci., Nutr., 29, 624-628
6. Jung, H.S., Noh, K.H., Go, M.K. and Song, Y.S. (1999) Effect of leek(*Allium tuberosum*) powder on physicochemical

- and sensory characteristics of bread. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 113-117
7. Kim, E.J. and Kim, S.M. (1998) Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. J. Korean Food Sci. Technol., 32, 542-547
8. Jung, H.O., Lim, S.S. and Jung, B.M. (1997) A study on the sensory and texture characteristics of bread with roasted soybean powder. J. Korean Soc. Food Sci., 13, 266-271
9. Kim, J.H., Choi, M.S. and Moon, K.D. (2000) Quality characteristics of bread prepared with the addition of roasted safflower seed powder. The Korean Soc. Post-harvest Sci. Technol., 7, 80-83
10. Im, J.G. and Kim, Y.H. (1999) Effect of green tea addition on the quality of white bread. J. Korean Soc. Food Sci., 15, 395-400
11. Bae, J.H., Woo, H.S., Choi, H.J. and Choi, C. (2001) Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kski* L. Folium) leaf powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 882-887
12. Choi, O.J., Jung, H.S., Ko, M.S., Kim, Y.D., Kang, S.K. and Lee, H.C. (1999) Variation of retrogradation and preference of bread with added flour of *Angelica keiskei* Koidz during the storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 126-131
13. Kim, J.S. (1998) Effect of aloe powder on the moisture and pH of fermented pan bread. J. Indust Technol., 6, 205-208
14. Yook, H.S., Kim, Y.H., Ahn, H.J., Kim, D.H., Kim, J.O. and Byun, M.W. (2000) Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian(*Halocynthia roretzi*) tunic. J. Korean Food Sci. Technol., 32, 387-395
15. Hamuro, J., Hadding, U. and Bitter, S.D. (1978) Solid phase activation of alternative pathway of complement by β -1,3-glucans and its possible role for tumor regressing activity. Immunol., 34, 695-705
16. Suzuki, S., Iiyama, K., Yoshida, O., Yamazaki, S., Yamamoto, N. and Toda, S. (1990) Structural characterization of the immuno-active and antiviral water solubilized lignin in an extract of the culture medium of *Lentinus edodes* mycelia(LEM). Agric. Biol. Chem., 54, 479-487
17. Koh, J.B. (2003) Effects of liquid culture of *Agaricus blazeimurill* on growth, lipid and protein levels, and enzyme activities in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 887-892

18. Ma, S.J. (1983) Effects of the substances extracted from dried mushroom by several organic solvents on the stability of fat. *J. Food Sci.*, 15, 150-154
19. Kim, G.J., Kim, H.S. and Chung, S.Y. (1992) Effects of varied mushroom on lipid compositions in dietary hypercholesterolemic rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21, 131-135
20. Ebihara, K. and Minamishima, Y. (1984) Protective effect of biological response modifiers on murine cytomegalovirus infection. *J. Virology.*, 51, 117-121
21. Chihara, G., Hamuro, J.M., Arai, Y. and Fuokuoka, F. (1970) Fractionation and purification of polysaccharides with marked antitumor activity, especially lentinan from *Lentinus edodes* sing. *Cancer Res.*, 30, 2776-2781
22. Tsukagoshi, S. and Ohashi, F. (1974) Protein-bound polysaccharide preparation PS-K, effective against mouse sarcoma180 and rat ascites hepatoma ah-3 by oral use. *Gann.*, 65, 577-585
23. Shin, C.S., Lee, H.K., Koh, C.S., Kim, Y.I., Shin, Y.S., Yoo, K.Y., Park, H.Y., Park, Y.S. and Yang, B.G. (1997) Risk factors for the development of NIDDM in Yonchon County, Korea. *Diabetes Care.*, 20, 1842-1846
24. Chang, K.H., Shin, J.G., Lee, M.Y., Lee, S.I., Kim, J.S., Oh, S.H. and Kim, S.D. (2005) Extraction characteristics of polysaccharide from *Fomitopsis pinicola* Jeseng mushroom. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 15, 100-105
25. Lee, S.I., Kim, J.S., Oh, S.H., Shin, J.G., Chang, K.H. and Kim, S.D. (2005) Antidiabetic effect of *Fomitopsis pinicola*. Symposium Abstract of The East Asian Soc. Dietary Life, Guhmok Publishing Co., Seoul, p. 102
26. Yu, T.S., Park, E.K. and Park, J.M. (1996) The effects of cadmium on the enzyme activities in cadmium-tolerant yeast cells. *J. Korean Appl. Microbial. Biotechnol.*, 24, 268-273
27. Finny K.F. (1984) An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal. Chem.*, 61, 20-27
28. Bae, J.H., Woo, H.S., Choi, H.J. and Choi, C. (2003) Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *J. Korean Food Sci. Technol.*, 35, 1124-1128
29. Funk, K., Zaik, M.E. and Elgedaily, D.A. (1969) Objective measure for baked products. *J. Home Econom.*, 61, 117-121
30. Lee, Y.K., Lee, M.Y., Kim, M.J. and Kim, S.D. (2004) Effect of chungkukjang water extracts on the dough fermentation and quality characteristics of bread. *J. East Asian Soc. Dietary Life.*, 14, 487-494
31. Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. (1987) *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, p. 39-112
32. Chung, H.C., Lee, J.T. and Kwon, O.J. (2004) Bread properties utilizing extracts of *Ganoderma lucidum*(GL). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 1201-1205
33. Chae, S.I. and Kim, B.J. (1995) *Statistical Analysis for SPSS/PC*. Bubmoon Publishing Co., Seoul, Korea., p. 66-75
34. Koh, J.S. (1987) *Food Processing*. Academi. Press., Seoul, Korea., p. 14-17, 44-45
35. Kim, S.K., Cheigh, H.S., Kwon, T.W. and Marston, P.E. (1978) Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. *J. Korean Food Sci. Technol.*, 10, 247-251
36. Lee, M.J., Kyung, K.H. and Chang, H.G. (2004) Effect of mushroom(*Lentinus tuber-regium*) powder on the bread making properties of wheat flour. *J. Korea Food Sci. Technol.*, 36, 32-37
37. Kang, W.W., Kim, G.V., Kim, J.K. and Oh, S.L. (2000) Quality characteristics of bread added persimmon leaves powder. *J. Korean Soc. Food Sci.*, 16, 336-341
38. Yi, S.Y. and Kim, C.S. (2001) The effect of added yam powder on the quality characteristics of yeast leavened pan bread made from imported wheat flour and Korean wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 56-63
39. Pomeranz, T., Shogren, M.D., Finney, K.F. and Bechtel, D.B. (1977) Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal, Chem.*, 54, 25
40. Chen, H., Rubenthaler, G.L. and Schanus, E.G. (1988) Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. Food Sci.*, 53, 304-305

(접수 2005년 9월 2일, 채택 2005년 11월 29일)