

발효 빵의 미생물 부패에 대한 이산화탄소의 보존효과

이기평

공주대학교 자연과학대학 화학과

The Preservative Effect of Carbon Dioxide against Microbial Spoilage of Fermented Bread

Key-Pyoung Lee

Department of Chemistry, College of Natural Sciences, Kongju National University,
Kongju, Chungnam 314-701, Korea

Abstract

This study was aimed at developing an effective anti-microbial preservative applicable to mass-production of fermented bread goods. As a candidate, carbon dioxide was tested for the preservative activity against microbial spoilage of fermented bread. Carbon dioxide showed considerable growth inhibition activity against seven fungal species of *Penicillium* (four species) and *Aspergillus* (three species) genus which were grown dominantly on the spoiled bread. Carbon dioxide, either substituted for air in the inside of the envelope of finished products or injected to the inside of the envelope during the packing process, increased preservation time at least 50% to the control without giving any perceivable change in taste, flavor or shape. With the advantages of low price and high safety, these results suggest that carbon dioxide is highly suitable to mass-production of fermented bread goods as an effective preservative.

Key words: carbon dioxide, fermented bread, microbial spoilage, preservative

서 론

양산체제를 갖춘 전국의 제과 및 제빵 업체들 가운데 대형 식품 업체 몇 곳을 제외한 대다수의 지역 중소기업들은 열악한 시설 조건 때문에 불완전한 위생환경 상태에서 식품의 제조공정을 운영하고 있는 상황이다. 이러한 현실과 더불어 제조과정에 방부제를 전혀 사용하지 못하기 때문에 규정된 유통기한 내에도 부패현상이 발생하여 제품출하 전에 상당량이 폐기되거나 반품되며 유통과정에서 소비자들의 고발에 의해 문제가 제기되어 중소기업에 큰 손실이 발생하고 있다. 또한 이들 중소기업

과 및 제빵 업체들의 제품은 국내 유명 식품업체에 주문생산(OEM) 방식으로 납품되고 있기 때문에 최종 소비자인 일반 국민들의 건강에 위대한 요소로 작용하고 있다. 그러나 동절기에는 이러한 문제가 극히 드물게 나타나지만 특히 하절기에는 유통기한 조차 지키기 어려워 제조 자체를 포기하는 업체가 상당수에 이르고 있는 실정이다.

현재 위생적인 제조시설이 어느 정도 잘 갖추어진 일부 대형 식품 제조업체에서 사용하고 있는 부패 억제 방법에는 살균용 70% 에탄올의 분무처리, 인체에 무해한 미생물 첨가에 의한 유해균의 상대적 증식억제 방법 및 제품 포장 후 미생물의 증식을 막기 위한 수분 제거용 흡습제 침투 방법 등(정동효, 1999)이 있지만 대다수 중소기업에서는 효과의 불확실성, 설비투자의 어려움 및 원가상승의 요인으로 인해 실행이 잘 안 되고 있는 상태이다. 따라서 중소기업의 현실적인 제조

Corresponding author: Key-Pyoung Lee, Department of Chemistry, College of Natural Sciences, Kongju National University, Kongju, Chungnam 314-701, Korea
Phone: (041) 850-8497
E-mail: kplee@kongju.ac.kr

시설에 적용이 가능하고 생산원가에 큰 영향을 주지 않는 새로운 제품 보존기술의 개발이 요구되고 있으며, 이를 통해 제품의 실질적인 보존기간을 연장시킴으로써 생산성과 안전성을 극대화하고 궁극적으로는 하절기에도 제품생산을 용이하게 할 수 있도록 하여야 하는 실정이다.

본 연구에서는 중소 제조업체의 현실적 여건에 적합한 보존기술의 개발을 위해, 값이 매우 저렴하며 공급과 취급이 용이하고, 인체에 무해하면서도 미생물의 성장에 억제효과를 갖고 있는 이산화탄소를 사용하여(정동효, 1999) 대량생산되는 발효 빵 제품에 대한 보존제로서의 적용가능성과 보존효과를 조사하였다.

재료 및 방법

시약 및 기기

본 실험에서 사용된 모든 빵 제품시료는 충남 금산군에 소재하는 흥진제과에서 제조된 (주)서울식품

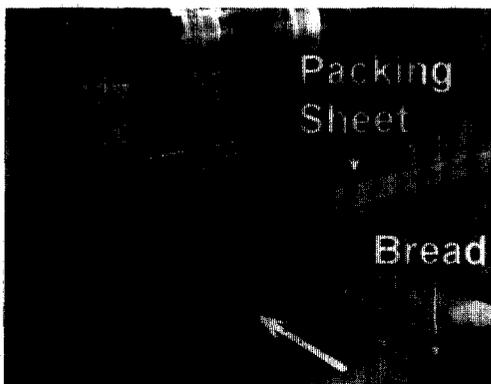
납품용 제품을 사용하였다. 이산화탄소는 (주)롯데리아에서 탄산음료용으로 사용되는 20 kg 용기의 제품을 구입하여 사용하였으며, 제품의 포장재료는 충북 청주시에 소재하는 (주)성일화학에서 제조한 OPP(두께 20 μm , O₂ 투과도: 2,400 cc/25.4 μm^2 /24 hr, CO₂ 투과도: 8,400 cc/25.4 μm^2 /24 hr)를 사용하였다.

미생물 배양 과정에서 Czapek's agar 등 배지의 제조에 사용된 bacto-agar는 Difco 제품, sucrose는 Bio-rad 제품, potassium chloride(KCl), potassium phosphate, dibasic(K₂HPO₄), iron(II) sulfate (FeSO₄·7H₂O)는 동양화학 제품, sodium nitrate(NaNO₃)는 덕산약품 제품, magnesium sulfate(MgSO₄·7H₂O)는 Kanto 제품을 사용하였으며 그 밖의 시약들도 모두 특급 또는 일급시약을 사용하였다. 슬라이드 제작 과정에서 사용된 acetocamine은 acetic acid에 camine을 녹여 직접 제조하였다.

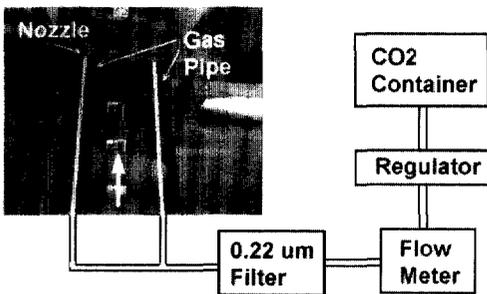
미생물 배양 과정에서 사용된 배양기는 한국엔지니어링 사의 BOD shaking incubator(DI-2265-SI)를 사용하였으며, 무균 조건의 실험에 사용된 clean bench는 대일엔지니어링 사의 제품을 사용하였다. 미생물 동정에 사용된 광학현미경은 일본 Olympus 사의 GK2 제품을 사용하였으며, 영상자료의 기록은 (주)서린과학의 polaroid camera documentation system을 사용하였다. 빵 제품의 포장장비는 흥진제과 내에 장착된 자동포장기(Fig. 1A)를 사용하였으며, 이산화탄소의 포장지 내부 주입장치는 스테인리스 스틸 파이프로 자동포장기의 구조에 맞게 구부리고 고정시키되 포장과정에 지장이 없는 한 가스 분사구의 위치가 포장지의 선단 봉합선에 최대한 가까이 접근할 수 있도록 제작하여 사용하였다(Fig. 1B). 제품 포장의 내부로 분사되는 이산화탄소는 멸균필터(구멍 직경: 0.22 μm , 미국 Micron Separations Inc. 제품)를 거쳐 무균상태가 되도록 하였으며, 파이프의 직경을 변화시킴으로써 분사압력을 조절하였다. 분사량의 조절에 사용된 regulator와 flow meter는 일본 Chiyoda Seiki 사 제품을 사용하였다.

미생물 오염 분석을 위한 시료 채집

제품시료는 하절기가 포함되는 6월과 9월에 걸쳐 흥진제과에서 제조된 호떡샌드를 대상으로 하였으며, 오염 미생물을 확인하고 오염경로를 조사하기 위해 멸균된 기구와 용기를 사용하여 제조 과정 단



(a)



(b)

Fig. 1. An automatic packing machine (A) and a diagram of CO₂-injection system (B).

계별 각 시료에 대해 1회에 15개씩 임의로 채집하였다.

발효 빵의 제조과정을 공정 단계별로 (1) 원재료 배합, 반죽 및 성형, (2) 200°C 오븐 굽기, (3) 선풍기 냉각, (4) 크림 첨가, (5) 자동포장의 5단계로 규정하고, 두 번째 단계인 200°C 오븐 굽기 이후의 각 단계별 처리가 끝나는 지점에서 시료를 채집하여 오염 미생물을 조사하기 위한 시료로 사용하였으며 포장에 사용되는 비닐포장지에 대해서도 미생물 오염 상태를 조사하였다.

미생물 배양

채집한 공정단계별 제품시료에서 오염된 미생물을 분리하여 배양하기 위해서 멸균된 면봉을 증류수로 적시어 시료의 노출된 표면 전체를 골고루 닦아낸 후 Czapek's agar plate 배지(NaNO₃ 3.0 g, K₂HPO₄ 1.0 g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, KCl 0.5 g, FeSO₄ · 7H₂O 0.01 g, sucrose 30.0 g, agar 15.0 g 을 증류수에 녹여 1.0 L로 만든 고체배지)에 접종하였다(Son *et al.*, 1985; 신현성, 1988). 빵 제품에서 발생하는 부패현상은 제품의 노출된 표면에서 가장 먼저 관찰되므로 시료의 표면에 존재하는 오염 미생물을 조사의 대상으로 선택하였다.

오염 미생물이 접종된 고체배지를 30°C에서 14일 동안 배양하면서 증식된 미생물을 콜로니별로 분리한 후 동일한 조건으로 다시 2차 배양하여 매 12 시간마다 성장하는 콜로니들의 양상 및 배지의 변화 상태를 조사하였다.

오염 미생물의 동정

주요 오염 미생물들을 동정하기 위하여 고체배지에서 성장한 미생물 콜로니들에 대한 육안과 현미경 관찰을 수행하였다. 고체배지 상에서 콜로니를 형성한 미생물들의 형태를 확인하기 위하여 각 종류별로 표본 슬라이드를 제작하였다. 슬라이드글라스를 70% 에탄올로 깨끗이 닦은 후 멸균된 핀셋으로 증식된 미생물의 콜로니 일부분을 떼어냈다. 이 콜로니 조각을 슬라이드글라스 위에 넓게 묻혀 놓고 acetocamine 염색액을 1~2 방울 가한 후 알코올 램프로 3~4초간 열을 가한 다음 커버글라스를 덮었다. 커버글라스가 덮힌 가장자리는 깨끗한 매니큐어를 이용하여 밀봉하였다. 육안으로는 미생물 콜로니의 형태, 색깔 등을 관찰하였으며 현미경에서는 앞서 제작된 미생물 슬라이드를 이용하여

100~400배율 조건에서 미생물의 형태를 확인하였다(Lee *et al.*, 1976; Lee와 Park, 1977).

이산화탄소의 미생물 성장 억제효과

선별된 미생물을 고체배지에 접종한 후 30°C 밀폐용기 내에서 이산화탄소, 질소 및 대조군으로서 공기를 포화되게 주입한 후 배양하여 각 각의 콜로니 성장속도를 비교하였다. 완제품 내부 공기의 이산화탄소 치환실험에서는 홍진제과에서 제조된 호떡샌드와 크림빵을 이용하였으며, 이산화탄소 주입장치를 장착한 자동포장기를 이용한 실험은 호떡샌드를 사용하여 자동포장단계에서 포장지 내부에 이산화탄소를 주입한 시료와 정상적으로 공기가 들어 있는 시료를 준비한 후 30°C 배양기에서 콜로니의 생성 속도를 비교하였다. 이산화탄소의 주입량은 기본적으로 대기압 상온에서 포장이 완료된 완제품 부피의 1.2배가 되도록 조절하였으며, 직경 1.5~2.0 mm 크기의 콜로니가 최초로 관찰된 시점을 부패가 일어난 시점으로 하여 보존효과를 판정하였다. 이산화탄소 주입부피 비율은 이산화탄소 주입속도(L/min)를 포장속도(포장제품 수/min)와 포장제품 한 개의 부피(L)를 곱한 값으로 나누어 결정하였다.

결과 및 고찰

오염된 부패성 미생물의 동정

하절기에 생산된 발효 빵 제품인 호떡샌드에 대하여 각 제조공정 단계별 시료를 무균상태로 채집하고 표면에 오염된 미생물을 추출하여 배지에 접종한 후 30°C 조건에서 14일간 배양한 결과 주된

Table 1. Comparison of the relative amounts of microbial contaminants on the surface of respective step samples

| Sample | Percentage of total colonial area per a media plate (%) | |
|----------------|---|-------------------|
| | At June 28th | At September 15th |
| Baked at 200°C | 0 | 0 |
| Air cooled | 50 | 4 |
| Creamed | 90 | 15 |
| Packed | 80 | 15 |
| Packing sheet | 4 | 5 |

Microbial contaminants on the same surface area of respective samples were extracted with distilled water and inoculated on solid media plates. After incubation at 30°C for 14 day, percentages of respective colonial areas per a plate area were compared.

분포양상을 나타낸 것은 7종의 곰팡이로 확인되었다. 이들 7종의 곰팡이를 동정하기 위하여 새로운 고체배지에 종류별로 개별 접종하여 2차 배양한 후 육안으로 고체배지에서 성장한 곰팡이 집락의 형태, 색깔 등을 관찰하고 구체적인 곰팡이의 분생자 형태를 확인하기 위해서 acetocamine으로 염색시킨 슬라이드를 제작하여 동정한 결과 *Penicillium* 속(4종)과 *Aspergillus* 속(3종)에 해당됨을 확인하였다(Fig. 2). 이들 *Penicillium* 속과 *Aspergillus* 속은 모두 병원성 진균류에 속하며 독소(mycotoxin)를 갖고 있는 종들이 상당수 알려져 있어서(박 등, 1995) 식품위생상 상당한 주의가 필요한 대상들이다.

또한 각 단계별 시료의 미생물 오염정도를 비교하기 위해 각 시료의 동일한 표면적으로부터 추출

된 미생물들이 배지 위에 형성한 콜로니의 면적을 분석하여 비교한 결과로부터 이들이 선풍기 냉각과정과 크림 첨가과정에서 가장 심각하게 오염이 진행되었음을 확인하였으며 비닐포장재료 역시 오염원으로 작용하였음을 확인하였다(Table 1). 반면에 200°C 오븐을 20분간 거친 시료에서는 채집 직후의 시료 내부온도가 90°C 이상을 유지하였으며 표피 오염 미생물의 배양 실험에서도 미생물이 전혀 검출되지 않았다. 9월 15일에 채집한 시료에 비해 6월 28일 채집한 시료에서 상대적으로 미생물의 오염이 월등히 높게 나타난 것은 6월에서 8월 사이의 습한 대기에 기인하는 것으로 보이며 이는 이 기간에 제조한 제품에서 부패가 가장 심각하다는 현실과 일치하는 결과이다.

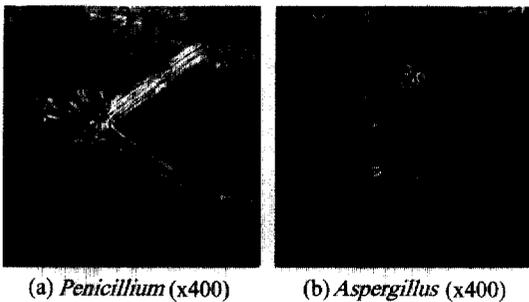


Fig. 2. Representative fungi grown dominantly on the spoiled fermented bread.

Among the seven fungal species which were the major microbial contaminants on the spoiled bread, four were identified as *Penicillium* genus and three as *Aspergillus* genus. Two representative images of *Penicillium* (a) and *Aspergillus* (b) were obtained under the inverted microscope at 400 fold magnification.

주요 부패성 미생물인 7종의 곰팡이에 대한 이산화탄소와 질소 가스의 효과

본 연구에서 주요 오염 미생물로 확인된 *Aspergillus* 속과 *Penicillium* 속 곰팡이들은 편성 호기성균(strict aerobes)으로 분류되는 미생물로서 호흡 또는 산화를 통해 에너지를 생성하기 때문에 생육과정에 유리산소가 필요하며 따라서 식품의 표면 또는 상층부에서만 생육이 일어나는 특성을 갖고 있다(정동효, 1999). 이러한 호기적인 성질을 이용하면 이들 오염된 곰팡이들의 증식을 효과적으로 억제할 수 있으며 따라서 인체에 대한 무해성이 확인된 물질 가운데 이들 오염 미생물의 성장이 억제될 수 있도록 혐기조건을 조성할 수 있고 원가가 저렴하고 적용 및 취급 방법이 용이한 재료로서 가장 적합한 소재인 이산화탄소와 질소를 이용하였다.

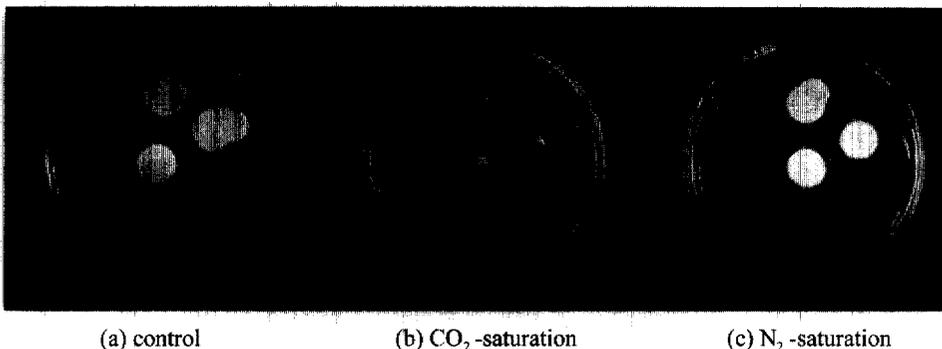


Fig. 3. The inhibitory effects of carbon dioxide against the growth of fungi.

The seven fungal species, the major microbial contaminants on the spoiled bread, were inoculated aseptically on a medium plate and incubated at 30°C for 67 hr under the circumstance of CO₂ (b), N₂ (c) or air(a) saturated condition. Four *Penicillium* (1, 2, 3 and 4) and three *Aspergillus* (5, 6 and 7) species were inoculated at the same positions on each plate, respectively. Only CO₂-saturated plate (b) showed evident growth inhibition of all the seven fungal species. Quintuplicate experiments showed almost the same results.

부패의 주된 원인으로 확인된 7종의 곰팡이를 무균상태의 고체배지에 접종한 후 제품의 하절기 유통온도에 해당하는 30°C에서 배양한 결과 대조군은 25시간 후에 직경 1.5~2.0 mm 크기의 콜로니가 최초로 관찰된 반면, 이산화탄소가 처리된 군에서는 61시간 후에 동일한 크기의 콜로니가 관찰되었다. 그러나 질소 가스가 처리된 군에서는 대조군과 큰 차이가 없는 결과를 나타냈다(Fig. 3). 이러한 결과는 5회의 실험에서 거의 동일하게 나타난 결과로서 이산화탄소를 포화시킨 조건에서는 이들 미생물의 성장속도가 적어도 2.4배 이상 명확히 억제됨을 보여주는 것이며 뿐만 아니라 3종의 곰팡이에 대해서는 증식이 완전히 억제되는 효과를 보여주었다. 그러나 질소 처리군에서는 뚜렷한 효과가 나타나지 않았는데 그 이유는 이산화탄소와 같은 정균효과가(정동호, 1999) 없는 데다 밀도가 공기보다 낮아 배양기 내로 주입될 때 질소 가스의 농도가 부분적으로 희석된 데 원인이 있는 것으로 추정된다.

완성된 제품에 대한 이산화탄소의 보존효과

이미 완제품으로 생산된 두 종류의 생산품에 대해 제품포장 내부의 공기를 멸균된 주사기를 이용하여 제거하고 이산화탄소 가스를 원래의 포장상태 수준으로 주입한 후 미생물 부패로부터의 보존효과를 측정된 결과 각 30개의 시료에 대하여 크림빵은 평균 20.7일, 호떡샌드는 평균 13.5일에 직경 1.5~2.0 mm의 콜로니가 최초로 확인된 반면 대조군인 정상 제품에서는 각각 평균 18.0일과 8.3일에 콜로니가 확인되었다. 이러한 결과는 제품포장 내부에 공기 대신 이산화탄소를 주입함으로써 크림빵에 대하여는 53%, 호떡샌드에 대하여는 117%의 보존기간 연

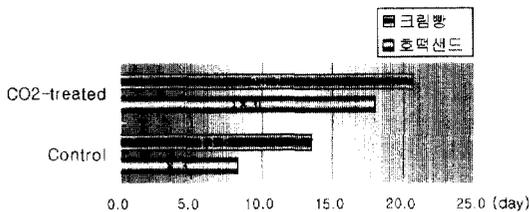


Fig. 4. The preservative effect of carbon dioxide substituted for air in finished products.

Carbon dioxide was substituted for air in the inside of the envelope of finished products by purging and filling with the gas through a syringe. The preservative effect of carbon dioxide was determined by comparing the time when the first colony with a diameter of 1.5~2.0 mm was observed during incubation at 30°C with that measured for the control. Values shown were means of data derived from thirty experiments.

장효과를 얻었음을 나타낸 것이며(Fig. 4), 제품의 미생물 부패에 대한 보존제로서 이산화탄소가 갖고 있는 효능을 명확히 보여준 결과이다.

이산화탄소 주입장치를 장착한 제품 포장공정에서 생산된 완제품의 보존효과

기존 제품 생산공정의 최종 단계인 자동포장공정에 포장 내부로 이산화탄소를 분사하여 주입할 수 있는 장치를 제작하여 부착한 후 이산화탄소가 주입된 상태로 생산된 시제품의 보존효과를 조사하였다. 기존의 생산제품 가운데 비교적 보존기간이 짧은 호떡샌드를 시제품 대상으로 하여 보존효과를 조사한 결과 30개의 시제품에 대하여 평균 10.3일에 직경 1.5~2.0 mm의 콜로니가 최초로 확인된 반면 대조군인 정상 제품에서는 평균 6.8일에 콜로니가 확인되었다. 이러한 결과는 51%의 보존기간 연장효과를 보여준 것으로 앞의 제품포장 내부 공기의 이산화탄소 치환실험에서 나타난 결과와 일관성이 있는 보존기간 연장효과를 얻었음을 나타낸 것

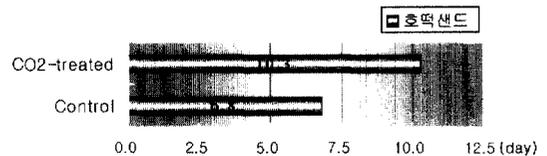


Fig. 5. The preservative effect of carbon dioxide injected into finished products during the packing process.

Carbon dioxide was injected to the inside of the envelope of finished products through a properly mounted stainless pipe during the packing process. The preservative effect of carbon dioxide was determined by the method mentioned above. Values shown were means of data derived from thirty experiments.

Table 2. Effect of injection volume ratio of CO₂ on the preservative effect

| Injection volume ratio of CO ₂ (vol. of CO ₂ injected/ vol. of a finished product) | Detection time of the first colony(day) | Preservative effect(%) |
|--|---|------------------------|
| Control (no injection) | 6.8 | 100 |
| 0.33 | 8.7 | 127 |
| 0.66 | 9.0 | 132 |
| 0.99 | 10.3 | 151 |
| 1.32 | 10.2 | 150 |

Injection volume ratio of CO₂ was determined by dividing the injection rate of CO₂(L/min) by the packing rate(number of finished products/min) and the volume of a finished product(L). Values shown were means of data derived from fifteen experiments.

이다(Fig. 5).

이러한 효과는 대기압 상태에서 이산화탄소의 주입량이 제품의 포장내부 공간 부피와 일치할 때 가장 큰 것으로 나타났으며 주입량이 감소함에 따라 보존효과도 감소하는 것으로 확인되었다(Table 2). 또한 분사장치의 말단에서 포장되는 제품 내부로 분사되는 동일한 양의 이산화탄소에 대해 분사 속도를 조절하기 위하여 분사에 사용되는 스테인리스 파이프의 내부 직경을 변화시킨 결과 파이프의 직경이 클수록, 즉 분사압력이 낮을수록 약간의 향상된 보존효과를 볼 수 있었다.

미생물 증식 억제물질로 사용된 이산화탄소의 처리에 따른 제품의 질적 변형

본 연구에서 가장 중요한 문제 가운데 하나인 억제물질 처리에 따른 상품의 질적 변화를 조사하기 위하여 완제품에 대하여 수행된 보존효과 실험과 동일한 조건에서 이산화탄소가 처리된 제품 시료에 대해 대조군이 부패하기 시작한 다음날부터 부패 여부를 정확히 확인한 후 하루 간격으로 맛, 향 및 질감을 10명의 자원봉사자에게 확인시킨 결과 10명 모두에게서 특별한 이상이 없음을 확인하였다. 이러한 결과는 보존물질로 사용된 이산화탄소의 특성이 거의 불활성이며 인체에 무해한 것으로 알려져 있는 점으로 볼 때 당연한 결과인 것으로 판단된다.

본 연구에서 확인된 결과들은 특정지역의 특정제품들을 대상으로 수행되었다는 점에서 한계를 갖고 있다. 그러나 그 대상이 미생물 부패에 가장 취약한 발효 빵 제품이며, 시료 부패의 주요 원인으로 확인된 미생물들이 빵 제품에 가장 보편적으로 발생하는 *Aspergillus* 속과 *Penicillium* 속 곰팡이들(정동효, 1999)이라는 점에서 이산화탄소의 빵 제품 보존제로서의 효과는 일반적으로 적용될 수 있는 가능성을 갖고 있다고 판단된다. 또한 이산화탄소의 저렴한 가격과 생산공정에 대한 적용 및 취급의 용이함은 인체에 대한 안전성과 함께 대량생산체제의 빵 제조공정에 효과적으로 적용할 수 있는 보존제로서의 적합성을 갖고 있는 것으로 판단된다.

요 약

충남 금산의 한 중소기업에서 대량생산하는 발효

빵의 미생물 부패 원인으로 확인된 *Penicillium* 속과 *Aspergillus* 속 곰팡이 7종에 대한 이산화탄소의 억제효과를 조사하였다. 고체배지 상에서 1.5~2.0 mm 크기의 콜로니를 최초로 형성하는 속도는 대조군에 비해 이산화탄소 처리군에서 적어도 2.4배 이상 지연되는 것으로 관찰되었다. 이를 제품의 보존제로서 포장단계에 적용한 결과, 제품포장 내부에 공기대신 이산화탄소를 주입함으로써 53~117%의 보존기간 연장효과, 이산화탄소가 주입된 상태로 생산된 시제품에 대하여는 51%의 보존기간 연장효과가 맛, 향, 질감 및 모양에 아무런 변화 없이 확인되었다. 본 연구의 결과는 이산화탄소의 인체에 대한 안전성, 낮은 가격 및 취급의 용이함과 함께 대량생산체제의 빵 제조공정에 적합한 효과적인 보존제로서의 가능성을 제시하였다.

감사의 글

이 연구는 1999년도 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄사업(공주대학교 주관, 중소기업청 및 충청남도 지원) 연구비에 의한 결과이며, 이에 감사드립니다. 또한 본 연구에 적극적으로 협조하여 주신 홍진제과(충남 금산군 소재)에도 감사드립니다.

문 헌

- 박석기, 김관천, 김영성, 김윤기, 김중배, 최한영. 1995. 최신 미생물학. 신판문화사, 서울. pp. 271-189.
- 신현성. 1988. 최신 일반미생물학실습. Korea Medical Publishing Co., 서울.
- 정동효. 1999. 신판 식품미생물학. 선진문화사, 서울.
- Lee, Y.N., N.J. Kim and H.W. Suh. 1976. Cellulase activity of *Aspergilli* distributed in South Korea (1): isolation and identification of *Aspergilli*. *Kor. J. Microbiol.* **14**: 105-116.
- Lee, Y.N. and Y.K. Park. 1977. Cellulase activities of *Aspergilli* distributed in South Korea (2): avicelase, CMCase and salicinase activities of the strains surveyed in taxonomical viewpoint. *Kor. J. Microbiol.* **15**: 113-121.
- Son, B.H., T.M. Jeong, Y.G. Kim and S.O. Chai. 1985. Effect of cultural conditions on the lipid production by moulds. *Kor. J. Microbiol.* **23**: 252-258.