

## 변형기체포장 처리에 따른 ‘바움쿠헨’ 케이크의 저장 중 품질 특성 변화

이명호 · 김민휘 · 이윤석\*

연세대학교 패키징학과

## Quality Changes of ‘Baumkuchen’ Cake with Modified Atmosphere Packaging during Storage

Myungho Lee, Minhwi Kim, and Youn Suk Lee\*

Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 26493, Korea

**Abstract** Fresh bakery products are widely consumed worldwide and therefore particular requirements for their quality characteristics have been established. The shelf life of bakery products is mainly subjected to microbial spoilage and staling. This study investigated the optimum conditions of modified atmosphere packaging (MAP) application to extend the shelf life of the bakery products. The gas conditions of the headspace in ‘Baumkuchen’ cake were 0, 30, 70, and 100% CO<sub>2</sub> concentrations and stored at 30°C for 5 days. The bakery samples were evaluated weight loss, hardness, color change, pH and total aerobic bacteria, yeast and molds count throughout the storage period. Values of the weight loss and hardness were increased over the storage period, meanwhile pH was significantly decreased. However, no significant color changes were observed during storage. It was also found no significant difference between the different gas treatments. Total aerobic bacteria count of the stored samples after day 5 was increased by 6.94 log CFU/g in the air filled package, compared to 6.20 log CFU/g in the 100% CO<sub>2</sub> filled package and 6.02 log CFU/g in the 70% CO<sub>2</sub> filled package. Yeast and molds count were 3.65 log CFU/g in air filled package, 2.66 log CFU/g in 100% CO<sub>2</sub> filled package, 2.64 log CFU/g in 70% CO<sub>2</sub> filled package, 2.86 log CFU/g in 30% CO<sub>2</sub> filled package and 3.31 log CFU/g in 100% N<sub>2</sub> filled package on day 2. In conclusion, it was shown that 70% and 100% CO<sub>2</sub> treatments in the package were effective to reduce microbial growth.

**Keywords:** Bakery product, Baumkuchen cake, Modified atmosphere packaging (MAP), Shelf-life, quality

### 서 론

최근 소비자들의 소득수준 및 교육 수준의 향상과 1인 가구의 증가, 식생활의 변화 등 라이프 스타일이 변화하면서 식사 대체제로 간편하게 먹을 수 있는 디저트나 베이커리 제품의 수요가 증가되고 있는 추세이다<sup>1,2)</sup>. 베이커리 제품은 주로 주식으로 이용되며, 2021년까지 세계적으로 약 1조 1,726억 달러의 시장으로 성장하였다<sup>3)</sup>. 국내 제과점 시장 규모도 2012년 3조 9,698억 원에서 2016년 5조 9,388억 원으로 증가하였으며, 공장에서 대량으로 생산되어 유통되는 양산빵보다 베이커리 전문점에서 직접 구워서 판매되

고 있는 베이커리 빵 시장 규모가 더 큰 모습을 보여주었다<sup>4)</sup>. 특히, 베이커리 전문점은 최근 빵과 커피 등의 음료를 함께 이용할 수 있는 베이커리 카페 형태로 변화하면서 다양한 메뉴와 고급화된 인테리어를 갖추고 있어, 20~30대 젊은 소비자들에게 식사 대신 간단히 즐길 수 있는 빵이나 조각 케이크, 디저트, 커피, 차 등을 즐기며 휴식을 취할 수 있는 공간으로 자리 잡아가고 있다<sup>5)</sup>. 국내 베이커리 카페 시장이 커지면서 이러한 빵, 조각 케이크, 샌드위치 등 베이커리 제품 수요도 증가하였으며, 소비자들의 선택 기준이 까다로워지면서 이색적인 재료를 활용한 제품과 다양한 국가의 베이커리 제품에 대한 수요도 커지고 있다.

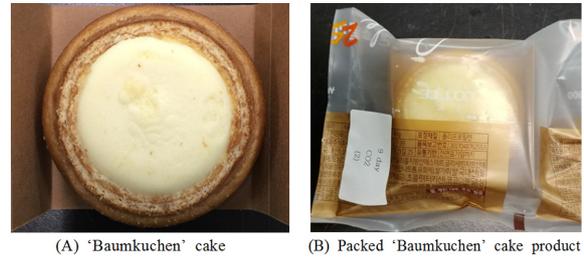
바움쿠헨 (Baumkuchen)은 독일에서 기원한 케이크의 일종으로 예열된 오븐에 붓을 걸고 반죽을 원형봉에 묻혀가며 바르고, 굽기를 반복하면 반죽이 겹겹이 쌓여 가운데가 비어있는 케이크 형태로, 모양이 나무의 나이테 모양과 비

\*Corresponding Author: Youn Suk Lee  
Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 26493, Korea  
Tel: +82-33-760-2395, Fax: +82-33-760-2395  
E-mail: leeyouns@yonsei.ac.kr

슷하여 나이트 케이크로도 불린다<sup>6)</sup>. 이러한 바움쿠헨은 많은 유럽 국가에서 전통과자로 소비되며, 일본에서는 주로 디저트로 이용되고 있다<sup>7)</sup>. 최근 국내에서도 바움쿠헨을 디저트로 판매하는 베이커리 카페가 생기고 소매점에서도 유통되면서 다양한 형태의 바움쿠헨이 제조되어 판매되고 있다.

이러한 베이커리 제품은 외부 환경 조건과 미생물에 취약하여 품질 유지 기간이 상온에서 약 3~5일 정도로 짧아 판매에 어려움이 있다<sup>3)</sup>. 베이커리 제품의 품질 유지를 위해 식품업체에서는 주로 초산칼륨, 초산나트륨, 프로피온산 칼슘, 소르빈산 등과 같은 식품 보존제를 첨가하여 제조하고 있다<sup>8)</sup>. 그러나 식품 보존제는 제품에서 빠르게 전이되어 사라지거나 불활성이 되어 효과가 미비해질 수 있으며, 건강에 대한 관심이 높아진 소비자들에게 식품 보존제가 첨가하지 않은 제품에 대한 수요가 높아 베이커리 제품의 품질 유지하기 위한 다른 기술 연구들이 이루어지고 있다<sup>9,10)</sup>. Balaguer 등<sup>11)</sup>은 Cinnamaldehyde를 농도별로 함유한 향균 필름을 글루텐 빵에 적용하여 품질 평가를 진행하였으며, Thymol, Oregano oil, Carvacrol 등 에센셜 오일 및 Zinc oxide, Silver nanoparticle, Titanium oxide 등과 같은 나노 무기물이 함유된 향균 필름을 적용하여 베이커리 제품의 미생물 성장 억제 효율을 보인 연구들이 많이 이루어졌다<sup>12-16)</sup>. 또한 포장 내부 기체 농도에 변화를 주는 변형기체 포장(MAP, modified atmosphere packaging)을 적용한 베이커리 제품의 품질변화를 확인하기 위하여 Latou 등<sup>17)</sup>은 산소흡착제와 에탄올 방출제를 베이커리 제품에 같이 동봉하여 식빵의 선도유지를 24일까지 연장시키는 모습을 보여주었다. 이러한 변형기체포장은 제품과 산소의 접촉을 감소시켜 산화반응 및 미생물 성장을 억제하고 식품의 선도유지를 확보하는 이점을 가지고 있다. 그러나 대부분의 연구들은 에센셜 오일이나 향균물질을 함유한 필름을 적용한 연구들로 이루어져 있으며, 포장재 내부 기체 농도 조절이나 수분 활성 조절과 같은 연구들은 아직 미비한 실정이다. 또한 에센셜 오일을 함유한 향균 필름의 경우 고유의 향이 있어 식품의 향미에 변화를 초래할 수 있으며, 필름에서 방출이 빨리 되면 향균 효과가 감소하는 단점이 있어 휘발성분이 함유된 향균 포장 적용 외에 선도를 유지할 수 있는 포장에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 ‘바움쿠헨’ 케이크에 농도별 이산



**Fig. 1.** Images of ‘Baumkuchen’ cake (A) and the cake product treated with the gas in the pouch (B).

화탄소를 가진 변형기체포장을 적용하여 저장 기간 동안 제품의 품질 변화를 파악하고 미생물 억제 효과와 품질 안정성을 확인하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서 사용한 ‘바움쿠헨’ 케이크와 무연신 폴리프로필렌(CPP, cast polypropylene) 재질의 포장 필름은 핀컴퍼니(FinCompany Co., Jeollabuk-do, Korea)에서 공급받아 사용하였으며, 실험에 사용된 ‘바움쿠헨’ 케이크는 Fig. 1에 나타난 것과 같이 치즈 크림이 삽입된 제품으로 제조된 제품을 냉동한 후 당일 배송으로 받아 저온  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 12 시간 해동 후 실험에 사용하였다. 농도별 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ) 처리를 위해 혼합가스 제조업체 경원산소(Gangwon-do, Korea)에서 이산화탄소와 질소( $\text{N}_2$ ) 가스로 제조된 혼합가스(100%  $\text{CO}_2$  가스, 70%  $\text{CO}_2 + 30\%$   $\text{N}_2$  혼합가스, 30%  $\text{CO}_2 + 70\%$   $\text{N}_2$  혼합가스, 100%  $\text{N}_2$ )를 구매하여 사용하였다.

### 2. ‘바움쿠헨’ 케이크 포장 처리 조건

‘바움쿠헨’ 케이크의 포장 처리 조건은 Table 1에 나타나 있으며, 농도별 이산화탄소 충전 포장 처리는 노즐식 가스 충전 포장기(EVDH, Gasungpak Co., Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 포장 내부에 이산화탄소 농도가 0%, 30%, 70%, 100%이고 잔여 기체를 질소 가스로 처리된 혼합가스를 충전하여 포장 처리를 진행하였다. 포장 처리를 위해 공급받은 CPP 필름을  $150 \times 120$  mm 크기의 파우치 형태로 제작한 후 실링하여 진행하였다. 대조군으로 대기 조성(78%

**Table 1.** Conditions of the sample treatments

Types of samples	Gas treatments
Control (air)	Ambient air (78.9% $\text{N}_2$ , 21.0% $\text{O}_2$ , 0.1% Etc.)
100% $\text{CO}_2$	100% $\text{CO}_2$ gas
70% $\text{CO}_2 + 30\%$ $\text{N}_2$	70% $\text{CO}_2 / 30\%$ $\text{N}_2$ gas mixture
30% $\text{CO}_2 + 70\%$ $\text{N}_2$	30% $\text{CO}_2 / 70\%$ $\text{N}_2$ gas mixture
100% $\text{N}_2$	100% $\text{N}_2$ gas

$N_2$ , 21%  $O_2$ )으로 포장 처리한 샘플을 사용하였다. 포장 처리 중 '바움쿠헤' 케이크의 손상이 가지 않도록 중지 지지대를 같이 동봉하였으며, 포장 처리된 샘플은 상온  $30 \pm 2^\circ C$ 에서 5일 동안 저장하면서 품질 변화 특성을 확인하였다.

### 3. 저장 중 '바움쿠헤' 케이크의 품질 측정

초기 시료 및 저장 중 '바움쿠헤' 케이크의 품질 평가 항목으로 중량감소율, 경도, 색도, pH, 총균수를 측정하였다. 중량감소율은 디지털 전자 밸런스(MW-II series, CAS scale Co., Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 제품의 저장 초기 중량에서 측정 시 중량을 뺀 저장 중의 감량을 백분율(%)로 표시하였다. 경도(Hardness) 측정은 Texture analyzer (TA1, AMETEK sensor Co., MA, USA)를 이용하여 직경 5 mm의 프로브로 '바움쿠헤' 케이크의 빵 부위를 수직으로 60 mm/min의 속도로 측정하여 얻어지는 최대 힘의 강도를 구하였다. 색도 변화는 색차계(CR-10, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 제품의 빵 부분과 크림 부분을 중심으로 Hunter L\*(Lightness), a\*(+a red, -a green), b\*(+b yellow, -b blue) 값을 5회 이상 반복 측정하였다. 저장 중 제품의 pH 변화는 5g의 시료를 증류수 20 mL에 넣고 분쇄기로 마쇄한 후 이를 5000 rpm으로 15분 원심 분리하여 얻은 상층액을 pH meter(AB15pH, Fisher Scientific Co., NH, USA)를 이용하여 측정하였다. '바움쿠헤' 케이크의 미생물 균수는 일반균과 곰팡이/효모 두 가지를 평가하였으며 빵의 10 g을 stomacher bag에 취하여 0.05% 멸균 펩톤수 90 mL를 첨가하여 균질기(Stomacher 400, Seward

Limited, UK)를 이용하여 균질하였다. 이후 1 mL를 샘플링하여 단계별로 10배씩 희석하였으며, 일반균은 Aerobic Count 페트리필름(AC petrifilm, 3M Science Co., MN, USA)에 접종시켜  $37^\circ C$ 에서 24시간 배양하여 colony 수(colony forming unit, CFU)를 계수하였다. 곰팡이/효모는 Yeast and mold count plate 페트리필름(YM petrifilm, 3M Science Co., Minnesota, USA)에  $27^\circ C$ 에서 72시간 배양하여 colony 수(colony forming unit, CFU)를 계수하였다. Colony 수에 희석배수를 곱하여 log CFU/g 단위로 표시하였다. 모든 실험 결과는 평균값을 구하여 mean $\pm$ SD로 나타내었다.

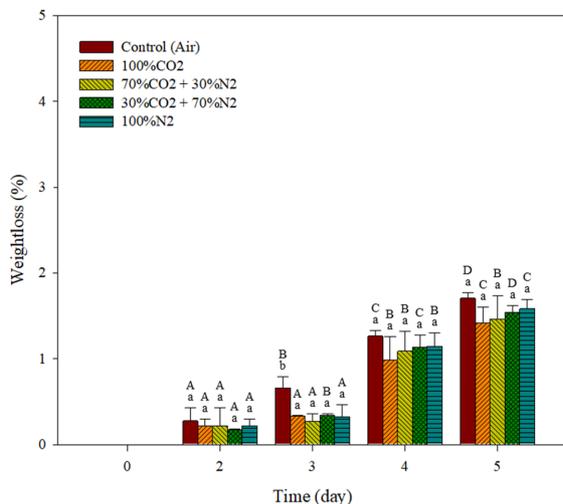
### 4. 통계처리

실험 결과의 통계 분석은 SPSS Version 17.0(SPSS Inc., IL, USA) program에 의해 Duncan's multiple range test로 유의수준  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 중량감소율

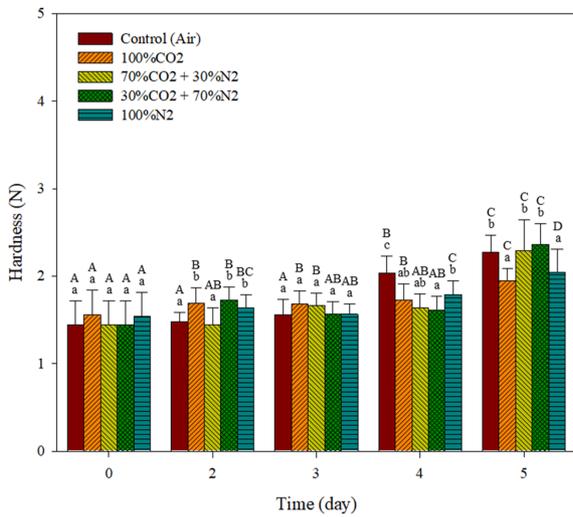
중량감소율은 식품의 중요한 품질 요소로 수분함량이 높은 베이커리 제품은 저장기간 동안 환경조건에 따라 수분함량의 변화는 중량감소율에 영향을 미치며 또한 제품 품질에 영향을 미치는 요소로 작용한다<sup>18)</sup>. 저장기간에 따른 '바움쿠헤'의 중량감소율 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 저장기간 동안 모든 실험군에서 2% 이내의 중량감소율을 보여주었으며, 증가하는 경향을 보여주었다. 대조군은 3일차에서 약 0.66%로 급격한 중량감소율을 보였으며, 5일차에서 평균 1.70%의 중량감소율로 저장기간 동안 가장 높은 감소율을 보여주었다. 100%  $CO_2$ 와 70%  $CO_2$  처리 샘플군의 5일차 중량감소율은 각각 1.42%, 1.47%로 다른 실험군에 비해 낮은 감소율을 보였으나, 포장 처리에 따른 실험군 사이에서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 선행연구에서도 저장기간 동안 제품 내 수분이 증발하여 중량이 감소하였고 보고하였으며, Khoshakhlagh 등의 연구에서는 수분 차단성이 높은 다층 필름을 이용하여 베이커리 제품 MAP 포장 처리를 한 연구에서 상온 21일 동안 중량감소율이 1.5% 이내로 감소하였고, MAP 조건에 따른 영향은 보이지 않아 유의적 차이를 보이지 않은 이번 실험 결과와 유사한 결과 값을 보여주었다<sup>19,20)</sup>.



**Fig. 2.** Changes in weight loss of 'Baumkuchen' cakes according to the different gas treatments during 5 days at  $30^\circ C$ . Different capital letters indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) within each group among different sampling dates and different lowercase indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) for each sampling date among treatments.

### 2. 경도(Hardness)

일반적으로 빵 및 떡과 같은 전분류 식품은 저장 중 제품 내 수분 증발, 부패 미생물의 작용, 전분 노화(retrogradation) 등에 의해 노화(staling)현상이 발생하게 되며 이러한 현상으로 제품의 풍미 손실, 색 변화 및 경도 증가 등



**Fig. 3.** Changes in hardness of ‘Baumkuchen’ cakes according to the different gas treatments during 5 days at 30°C. Different capital letters indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) within each group among different sampling dates and different lowercase indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) for each sampling date among treatments.

품질 변화가 발생한다<sup>21,22</sup>. 이번 MAP 포장 처리별 ‘바움쿠헤’의 경도 변화 또한 저장기간에 따라 모든 실험군에서 증가하는 경향을 보여주었다(Fig. 3). 4일차에서 대조군의 경도가 2.03 N으로 급격한 증가를 하였으며, 5일차에서 2.28 N으로 높은 경도를 보여주었다. 5일차에서 70% CO<sub>2</sub>

처리와 30% CO<sub>2</sub> 처리군은 각각 2.28 N, 2.36 N으로 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 ‘바움쿠헤’의 중량감소를 결과와 마찬가지로 저장기간 동안 제품의 수분함량 감소와 전분 노화로 인해 전분 조직에 결정화가 이루어져 경도가 증가한 것으로 판단된다. Kim의 연구에서도 저장 중 식빵의 수분함량이 감소하여 경도가 증가하는 모습을 관찰하였다<sup>23</sup>). 또한 Moon 등은 이산화탄소 농도별 포장 처리에 따른 떡의 경도 변화에서 저장기간에 따라 경도가 증가하였으나, 실험군 사이에서 유의적 차이가 없어 이산화탄소가 경도에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다<sup>23</sup>). 이번 4일차와 5일차에서 대조군과 실험군의 경도값이 유의적인 차이를 보여주었으나, 이산화탄소 농도 처리에 따른 경향 차이를 보이지 않아 경도의 변화가 이산화탄소 농도에 영향을 받지 않은 것으로 판단된다.

### 3. 색(Color) 변화

식품의 색은 중요한 관능 요소로 소비자들이 제품 구매에 있어 품질 확인을 위해 중요한 역할을 한다<sup>25</sup>). 저장기간에 따른 MAP 포장 처리별 ‘바움쿠헤’의 색 변화는 빵 부분과 크림 부분을 구분하여 측정을 진행하였으며, ‘바움쿠헤’ 빵 부분과 크림 부분의 색 변화 결과 값을 Table 2에 나타내었다. 빵 부분의 색도 변화는 저장기간 동안 대조군과 실험군 모두 큰 변화를 보여주지 않았다. 명도를 나타내는 L\* 값은 모든 실험군에서 3일차에 약간 감소하는 경향을 보였으나 유의적 차이는 보이지 않았으며, 5일차에 다시

**Table 2.** Color changes of ‘Baumkuchen’ cakes according to the different gas treatments during 5 days at 30°C. Different capital letters indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) within each group among different sampling dates and different lowercase indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) for each sampling date among treatments.

Day	Samples	Bread			Cream		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	Control (air)	54.22 ± 0.78 <sup>Aa</sup>	13.73 ± 0.88 <sup>Aa</sup>	20.71 ± 1.12 <sup>Aa</sup>	86.73 ± 0.34 <sup>Ba</sup>	3.41 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	26.16 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
	100%CO <sub>2</sub>	54.22 ± 0.78 <sup>Aa</sup>	13.73 ± 0.88 <sup>Aa</sup>	20.71 ± 1.12 <sup>Aa</sup>	86.73 ± 0.34 <sup>Ba</sup>	3.41 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	26.16 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
	70%CO <sub>2</sub> +30%N <sub>2</sub>	54.22 ± 0.78 <sup>ABa</sup>	13.73 ± 0.88 <sup>Aa</sup>	20.71 ± 1.12 <sup>Aa</sup>	86.73 ± 0.34 <sup>Ba</sup>	3.41 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	26.16 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
	30%CO <sub>2</sub> +70%N <sub>2</sub>	54.22 ± 0.78 <sup>ABa</sup>	13.73 ± 0.88 <sup>Aa</sup>	20.71 ± 1.12 <sup>ABa</sup>	86.73 ± 0.34 <sup>Ca</sup>	3.41 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	26.16 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
	100%N <sub>2</sub>	54.22 ± 0.78 <sup>Ba</sup>	13.73 ± 0.88 <sup>Ba</sup>	20.71 ± 1.12 <sup>Aa</sup>	86.73 ± 0.34 <sup>Ba</sup>	3.41 ± 0.15 <sup>Aa</sup>	26.16 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
3	Control (air)	53.80 ± 1.04 <sup>Ab</sup>	13.21 ± 0.51 <sup>Aa</sup>	20.37 ± 0.81 <sup>Ab</sup>	83.59 ± 1.24 <sup>Ac</sup>	3.72 ± 0.13 <sup>Ba</sup>	26.39 ± 0.94 <sup>ABa</sup>
	100%CO <sub>2</sub>	53.54 ± 1.03 <sup>Aab</sup>	14.84 ± 1.07 <sup>Bc</sup>	22.49 ± 1.18 <sup>Bd</sup>	81.33 ± 0.85 <sup>Aa</sup>	3.68 ± 0.27 <sup>Ba</sup>	26.60 ± 1.24 <sup>Ab</sup>
	70%CO <sub>2</sub> +30%N <sub>2</sub>	53.33 ± 0.91 <sup>Aab</sup>	13.67 ± 1.05 <sup>Aab</sup>	21.98 ± 1.26 <sup>Bcd</sup>	83.06 ± 0.65 <sup>Abc</sup>	3.91 ± 0.22 <sup>Ba</sup>	27.40 ± 1.15 <sup>Bbc</sup>
	30%CO <sub>2</sub> +70%N <sub>2</sub>	53.08 ± 0.91 <sup>Aa</sup>	13.13 ± 0.46 <sup>Aa</sup>	19.81 ± 0.93 <sup>Aa</sup>	82.58 ± 0.76 <sup>Bb</sup>	3.97 ± 0.42 <sup>Ba</sup>	28.96 ± 0.56 <sup>Bd</sup>
	100%N <sub>2</sub>	52.57 ± 1.56 <sup>Aa</sup>	14.39 ± 1.08 <sup>Bbc</sup>	21.16 ± 0.95 <sup>Abc</sup>	82.84 ± 0.37 <sup>Abc</sup>	3.73 ± 0.21 <sup>Ba</sup>	28.18 ± 0.60 <sup>Bcd</sup>
5	Control (air)	54.68 ± 0.96 <sup>Aa</sup>	13.30 ± 0.37 <sup>Ab</sup>	20.99 ± 0.71 <sup>Aa</sup>	82.69 ± 0.96 <sup>Ac</sup>	3.88 ± 0.25 <sup>Ba</sup>	27.32 ± 1.11 <sup>Bab</sup>
	100%CO <sub>2</sub>	56.16 ± 1.12 <sup>Bb</sup>	13.26 ± 0.75 <sup>Ab</sup>	23.63 ± 1.00 <sup>Cb</sup>	80.98 ± 0.44 <sup>Aa</sup>	4.23 ± 0.21 <sup>Cb</sup>	27.78 ± 1.00 <sup>Bb</sup>
	70%CO <sub>2</sub> +30%N <sub>2</sub>	54.72 ± 1.17 <sup>Ba</sup>	13.09 ± 0.45 <sup>Ab</sup>	21.00 ± 0.78 <sup>ABa</sup>	82.57 ± 0.43 <sup>Abc</sup>	4.11 ± 0.23 <sup>Cb</sup>	26.86 ± 0.93 <sup>ABab</sup>
	30%CO <sub>2</sub> +70%N <sub>2</sub>	54.84 ± 1.64 <sup>Bab</sup>	13.11 ± 0.48 <sup>Ab</sup>	21.48 ± 1.64 <sup>Ba</sup>	81.74 ± 0.80 <sup>Ab</sup>	4.23 ± 0.18 <sup>Bb</sup>	26.83 ± 0.94 <sup>Ab</sup>
	100%N <sub>2</sub>	55.47 ± 1.24 <sup>Cab</sup>	12.17 ± 0.45 <sup>Aa</sup>	21.67 ± 0.84 <sup>Aa</sup>	82.19 ± 1.11 <sup>Abc</sup>	4.17 ± 0.24 <sup>Cb</sup>	26.34 ± 0.97 <sup>Aa</sup>

소폭 증가하는 모습을 보여주었다.  $a^*$  값에서는 처리구 모두 5일차까지 색 변화에 대한 유의적 차이는 없었으며,  $b^*$  값에서는 이산화탄소 처리군에서 저장기간 동안 값이 증가하는 모습을 보여주었으나 육안으로 큰 차이를 확인할 수 없었다. 빵 부분의 색 변화는 MAP 포장 처리별 실험군 사이에서 유의적인 차이가 없어 이산화탄소 농도는 색 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다. Khoshakhlagh 등<sup>19)</sup>의 연구 또한 저장기간 동안  $L^*$  값과  $a^*$  값이 증가하는 모습을 보였으나 이산화탄소 농도 처리별로 유의적인 차이를 보이지 않아 이산화탄소가 색도 변화에 영향을 미치지 않은 유사한 결과를 보여주었다.

크림 부분의 색도 변화는 저장기간 동안  $L^*$  값은 감소하였으며,  $a^*$  값에서 증가하는 경향을 보여주었다.  $L^*$  값은 0일차에 86.73에서 5일차에 평균 82.03으로 감소하였으며, 100% CO<sub>2</sub> 처리구에서 3일차에 81.33, 5일차에 80.98로 가장 낮은 값을 보여주었다. Mahinkheil 등<sup>26)</sup>의 연구에서도 저장기간 동안 포장 재질별 크림치즈의 색도 변화를 측정하였으며 모든 샘플에서  $L^*$  값은 감소하는 결과를 보여 유사한 결과를 보여주었다.  $a^*$  값은 0일차 3.41에서 5일차에 평균 4.14로 증가하는 경향을 보였으며, 대조구는 5일차에 3.88로 다른 실험군에 비해 낮은 증가 폭을 보여주었다. Mileriene 등<sup>27)</sup>은 유럽 치즈에 진공 포장 유무에 따른 색 변화를 측정하고 결과 저장기간 동안 대조구에서  $L^*$  값은 감소하고  $a^*$  값은 증가하였으며, 진공 포장된 치즈는 대조구에 비해 변화 폭이 감소한 모습을 보였다.  $b^*$  값은 저장기간 동안 모든 샘플에서 소폭 증가하는 변화를 보였으나, 5일차에 다시 감소하는 경향을 보여 육안으로도 큰 차이를 확인할 수 없었다. 선행연구와 같이  $L^*$  값과  $a^*$  값의 변화 추세는 보여주었으나 이산화탄소 처리구에서 더 큰 폭으로 변화한 모습을 보인 선행연구가 없어 크림류에 이산화탄소 처리에 따른 색 변화에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

#### 4. pH 변화

저장기간 동안 MAP 포장 처리별 '바움쿠헤'의 pH 변화는 감소하는 경향을 보여주었다(Fig. 4). 0일차 pH는 6.02에서 5일차에 평균 5.11로 감소하였으며, 모든 처리구 사이에서 유의적 차이는 확인할 수 없었다. Choi 등<sup>19)</sup> 연구에서 MAP 포장처리에 따른 전빵의 pH 변화는 대기조건 포장 (대조구)에서 감소하였으며, 이산화탄소가 농도별로 충전된 전빵에서는 pH가 유지되는 모습을 보였다. Mahinkheil 등<sup>26)</sup>은 저장기간 동안 생분해성 필름과 폴리프로필렌 필름으로 각각 포장 처리된 크림치즈의 pH 변화를 관찰하였으며, pH는 저장기간 동안 감소하는 모습을 보여주었다. 이는 저장기간 동안 발생한 미생물학적 영향을 받아 감소하였다고 보고하였다. 이러한 선행연구를 통해 pH

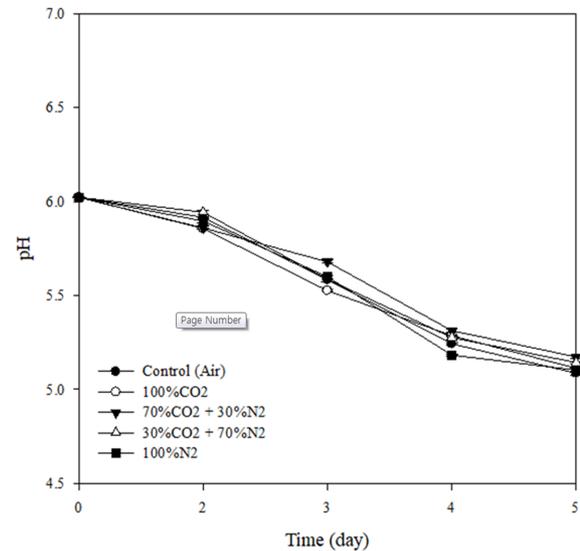


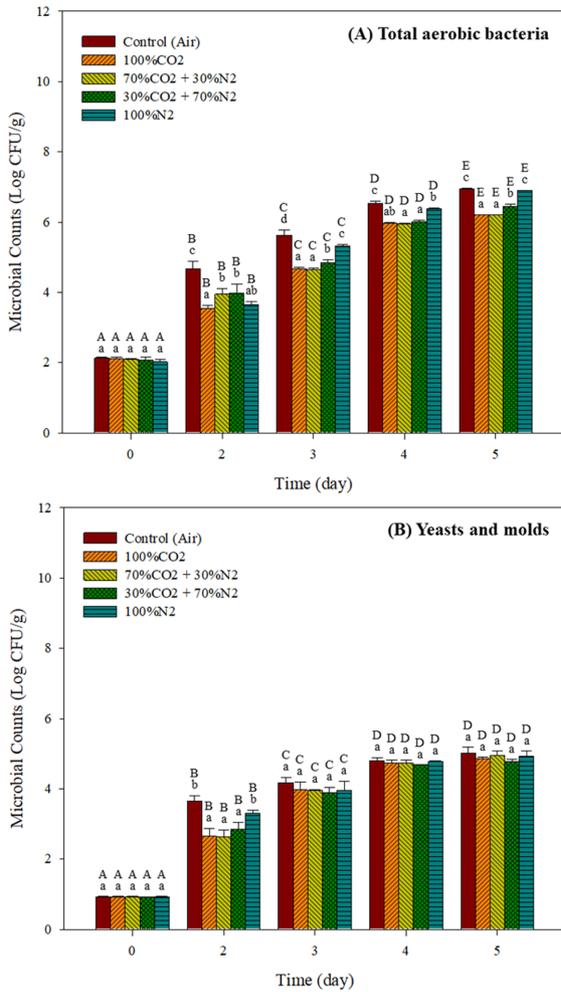
Fig. 4. The pH changes of 'Baumkuchen' cakes according to the different gas treatments during 5 days at 30°C.

감소는 저장기간 중 미생물 활성으로 인해 pH가 감소한 것으로 판단된다.

#### 5. 미생물 군수

저장기간에 따른 MAP 포장 처리별 '바움쿠헤'의 미생물 군수는 일반균과 곰팡이 및 효모 두 가지로 측정을 하였으며 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 일반균의 경우 0일차에서 모든 실험군 평균 2.09 log CFU/g를 보였으며 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보여주었다. 대조구는 2일차에 4.67 log CFU/g로 급격한 군수 증가를 보였으며, 5일차에서 6.94 log CFU/g로 가장 높은 군수를 보여주었다. 100% CO<sub>2</sub> 처리구는 2일차에 3.53 log CFU/g에서 5일차 6.20 log CFU/g로 가장 낮은 군수를 보여주었으며, 70% CO<sub>2</sub> 처리구에서도 5일차에 6.02 log CFU/g로 다른 실험군에 비해 낮은 군수를 보여주었다. 0% CO<sub>2</sub> 처리구는 2일차에 3.65 log CFU/g로 균 성장 억제 효과를 보였으나 5일차에서 6.0 log CFU/g로 이산화탄소 처리구보다 높은 군수를 보여주었다. 이러한 결과는 이산화탄소가 미생물 성장 억제에 영향을 미친 것으로 보이며, 질소 충전으로 저농도의 산소 환경을 만드는 것 또한 미생물의 성장 억제에 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 결과와 동일하게 Jung 등<sup>28)</sup>은 변형기체포장을 통한 떡국 떡의 품질평가 연구를 통해 이산화탄소 처리한 실험군에서 일반균의 성장억제 효과를 확인하였으며, 진공 및 산소흡착제를 적용한 저농도 산소 처리구에서도 저장기간 동안 대조구에 비해 낮은 군수를 보여주었다.

곰팡이 및 효모의 경우 0일차에서 모든 실험군 평균 0.92 log CFU/g를 보였으며 일반균과 동일하게 저장기간



**Fig. 5.** The microbial growth in ‘Baumkuchen’ cakes according to the different gas treatments during 5 days at 30°C. Different capital letters indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) within each group among different sampling dates and lowercase indicated statistical significance ( $p < 0.05$ ) for each sampling date among treatments.

동안 증가하는 경향을 보여주었다. 대조구와 0% CO<sub>2</sub> 처리구에서 2일차에 각각 3.65 log CFU/g와 3.31 log CFU/g로 다른 실험군과 달리 급격한 균수 증가를 보였으며, 이산화탄소 처리구는 평균 2.72 log CFU/g로 낮은 균수를 보여주었다. 이러한 결과는 이산화탄소 처리가 곰팡이 성장 억제에 효과적인 것으로 판단된다. 그러나 3일차부터 모든 처리구에서 평균 3.98 log CFU/g로 유의적인 차이를 보이지 않아 이산화탄소 처리에 의한 곰팡이 성장 억제 효과를 보이지 않았다. Khoshakhlagh 등<sup>20)</sup> 연구에서는 이산화탄소를 처리한 빵에서 대조구에 비해 일반균과 곰팡이 균수 모두 저장기간 동안 낮은 연구결과를 보여주었으며, Degirmencioglu 등<sup>29)</sup> 연구에서도 이산화탄소를 처리한 식빵에서 저장기간 동안 낮은 곰팡이 균수를 보여주었다.

Muizniece 등<sup>30)</sup> 연구에서는 치즈에 변형기체포장을 적용하여 일반균과 곰팡이 균수를 측정하였으며, 일반균에서는 대조군과 실험군 모두 저장기간 동안 동일한 균수를 보였으나 곰팡이 균수에서는 이산화탄소 처리구와 산소흡착제를 적용한 처리구의 균수가 다른 대조구에 비해 저장기간 동안 낮은 균수를 보여주었다. 이번 연구에서는 이산화탄소 처리군이 대조군과 비교하여 5일차까지 낮은 일반균수를 보여주었고 곰팡이 및 효모 균수 평가에서는 2일차까지 유의적인 차이를 보여주었으나 3일 이후부터는 유의적인 차이를 보이지 않아 이산화탄소 처리가 곰팡이의 성장 억제에 크게 영향을 미치지 않은 모습을 보여주었다.

## 요 약

최근 베이커리 시장 규모가 커지면서 케이크나 디저트 등을 개별 포장하여 디저트 카페나 편의점 등과 같은 소매점에 유통 판매되고 있다. 그러나 베이커리 제품은 외부 환경 조건과 미생물에 취약하여 유통 및 저장에 어려움이 있다. 본 연구에서는 독일 베이커리 제품인 '바움쿠헤' 케이크에 치즈 크림이 삽입된 제품에 변형기체포장 처리를 통해 저장기간 동안 미생물 억제와 제품의 품질 유지 효과를 검토하고자 하였다. 일반 대기 조건을 대조구로 하고 100%, 70%, 30%, 0% 농도별로 이산화탄소를 치환한 포장을 처리구로 하여 30°C에 5일간 저장하면서 중량감소율, 경도, 색도, pH, 일반균과 곰팡이/효모의 총균수를 확인하였다. 중량감소율은 대조구에서 5일차에 1.70%로 가장 높은 감소율을 보여주었으며, 저장기간 동안 모든 처리구에서 2% 이내에 중량감소율을 보였다. 이는 제품 내부 수분함량이 감소하면서 발생한 것으로 보인다. 경도 변화 또한 대조구에서 5일차에 2.28 N으로 가장 높은 경도를 보여주었으며, 저장기간 동안 모든 실험구에서 증가하는 중량감소와 유사한 결과를 보여주었다. 이는 저장기간 동안 제품의 수분함량 감소와 전분 노화로 인해 전분 조직에 결정화가 이루어져 경도가 증가한 것으로 판단하였다. 색도 변화는 빵과 크림을 분류하여 확인하였으며, 빵 부분은 저장기간에 따라 b\* 값이 증가하여 황색으로 변하는 모습을 보였으나 육안으로는 큰 차이를 보이지 않았다. 크림 부분은 저장기간 동안 L\* 값은 감소, a\* 값은 증가하는 모습을 확인하였다. pH 변화는 저장기간 동안 감소하였으나 처리구 간의 뚜렷한 차이는 없었다. 대조구에서 일반균 총균수는 초기 2.09 log CFU/g에서 저장 5일차 6.94 log CFU/g로 증가하였고, 100% CO<sub>2</sub>와 70% CO<sub>2</sub> 처리구에서 각각 6.20 log CFU/g, 6.02 log CFU/g로 낮은 총균수 농도를 보였다. 효모 및 곰팡이 총균수는 저장 2일차에 100% CO<sub>2</sub> 처리구에서 2.66 log CFU/g, 70% CO<sub>2</sub> 처리구는 2.64 log CFU/g, 30% CO<sub>2</sub> 처리구 2.86 log CFU/g으로 대조구와 0% CO<sub>2</sub> 처리

구에 비해 낮은 총균수를 보여주었다. 그러나 3일차부터 처리구 모두 비슷한 값을 보여주어 일반균에 비해 곰팡이 성장 억제효과는 낮은 모습을 보여주었다. 또한 이산화탄소 처리 포장은 이산화탄소가 시료 내부로 용해되어 포장 부피가 감소하는 모습을 보였으며 이로 인해 제품의 형태가 무너지는 모습을 보여주었다. '바움쿠헤' 케이크에 이산화탄소 포장 처리 후 저장기간에 따른 품질변화를 평가한 결과 일반균의 성장 억제에 효과를 보여주었으나 다른 품질 변화에는 크게 영향을 미치지 않은 것을 보여주었다. 이러한 연구 결과는 크림을 포함하는 베이커리 제품에서는 복합적인 영향으로 인해 선행연구와 다른 결과를 보여준 것으로 판단되며, 이러한 크림을 포함하는 베이커리 제품에 대한 연구가 아직 미비하여 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 이산화탄소 처리는 포장재의 부피가 감소하는 문제가 있어 이를 보완하기 위해 부피 감소를 방지할 수 있는 이산화탄소 농도 조절 또는 포장 지지대 적용이 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 결과물은 국가식품클러스터지원센터의 2018년 용역과제 지원을 받아 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Park, J.Y. and Cho, S.G. 2019. The effects of franchise bakery employees protean career on job satisfaction and turnover intention. *Culi Sci & Hos Res.* 25(3): 164-172.
- Chang, H.G. 2004. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(6): 952-958.
- Qian, M., Liu, D., Zhang, X., Yin, Z., Ismail, B.B., Ye, X., and Guo, M. 2021. A review of active packaging in bakery products: Applications and future trends. *Trends Food Sci Technol*, 114(1): 459-471.
- Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corp. (aT). 2018. Proceed food subdivision market status survey (bakery).
- Lee, J.H. 2021. A study on market segmentation by consumption value of female consumer used bakery cafe. *Culi Sci and Hos Res.* 27(10): 111-119.
- Cauvain, S.P. and Young, L. 2001. *Baking problems solved.* Woodhead Pub Ltd. pp. 261.
- Sheraton, M. 2009. Spitz Cake. *The New Yorker.* 85(4): 54-59.
- Melini, V. and Melini, F. 2018. Strategies to extend bread and GF bread shelf-life: From sourdough to antimicrobial active packaging and nanotechnology. *Fermentation.* 4(1): 9.
- Noshirvani, N., Ghanbarzadeh, B., Gardrat, C., Rezaei, M. R., Hashemi, M., Le Coz, C. and Coma, V. 2017. Cinnamon and ginger essential oils to improve antifungal, physical and mechanical properties of chitosan-carboxymethyl cellulose films. *Food Hydrocoll.* 70(1): 36-45.
- Axel, C., Zannini, E. and Arendt, E.K. 2017. Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 57(16): 3528-3542.
- Balaguer, M.P., Lopez-Carballo, G., Catala, R., Gavara, R. and Hernandez-Munoz, P. 2013. Antifungal properties of gliadin films incorporating cinnamaldehyde and application in active food packaging of bread and cheese spread foodstuffs. *Int J Food Microbiol.* 166(1): 369-377.
- Passarinho, A.T.P., Dias, N.F., Camilloto, G.P., Cruz, R.S., Otoni, C.G., Moraes, A.R.F. and Soares, N.D.F.F. 2014. Sliced bread preservation through oregano essential oil-containing sachet. *J Food Process Eng.* 37(1): 53-62.
- Fonseca, L.M., Souza, E.J.D., Radünz, M., Gandra, E.A., da Rosa Zavareze, E. and Dias, A.R.G. 2021. Suitability of starch/carvacrol nanofibers as biopreservatives for minimizing the fungal spoilage of bread. *Carbohydr Polym.* 252(1): 117-166.
- Suwanamornlert, P., Kerddonfag, N., Sane, A., Chinsirikul, W., Zhou, W. and Chonhenchob, V. 2020. Poly (lactic acid)/poly (butylene-succinate-co-adipate)(PLA/PBSA) blend films containing thymol as alternative to synthetic preservatives for active packaging of bread. *Food Packag Shelf Life.* 25(1): 100-115.
- Mihaly Cozmuta, A., Peter, A., Mihaly Cozmuta, L., Nicula, C., Crisan, L., Baia, L. and Turila, A. 2015. Active packaging system based on Ag/TiO<sub>2</sub> nanocomposite used for extending the shelf life of bread. *Chemical and microbiological investigations. Packag. Technol. Sci.* 28(4): 271-284.
- Sahraee, S., Milani, J.M., Ghanbarzadeh, B. and Hamishehkar, H. 2020. Development of emulsion films based on bovine gelatin-nano chitin-nano ZnO for cake packaging. *Food Sci. Nutr.* 8(2): 1303-1312.
- Latou, E., Mexis, S.F., Badeka, A. V. and Kontominas, M.G. 2010. Shelf life extension of sliced wheat bread using either an ethanol emitter or an ethanol emitter combined with an oxygen absorber as alternatives to chemical preservatives. *J. Cereal Sci.* 52(3): 457-465.
- Giannou, V., Lebesi, D. and Tzia, C. 2014. Packaging and shelf-life prediction of bakery products. In: *Bakery Products Science and Technology.* Zhou W., Hui Y.H., De L.I., Pagani M.A., Rosell C.M., Selman J.D. and Therdthai N. (eds.), John Wiley & Sons, pp. 355-371.
- Choi, D.M., Kim, N.Y., Chung, S.K., Kwon, H.R. and Lee, D.S. 2012. Effect of modified atmosphere packaging on preservation of the steamed bread added with black rice. *Korean J. Packag. Sci. Tech.* 18(1): 33-38.
- Khoshakhlagh, K., Hamdami, N., Shahedi, M. and Le-Bail, A. 2014. Quality and microbial characteristics of part-baked Sangak bread packaged in modified atmosphere during storage. *J. Cereal Sci.* 60(1): 42-47.
- Smith, J.P., Daifas, D.P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J. and El-Khoury, A. 2004. Shelf life and safety concerns of bakery products-a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 44(1): 19-55.
- Kim, S.K. 1976. On bread staling with emphasis on the role

- of starch. *J. Food Sci. Technol.* 8(3): 185-190.
23. Kim, M.R. 2005. Antimicrobial activity of PHB/chitosan films and quality of white bread packaged with the films. *Korean J. Hum. Ecol.* 14(2): 321-330.
  24. Moon, K.B., Kim, H.K., An, D.S. and Lee, D.S. 2010. Effect of modified atmosphere packaging on preservation of pumpkin rice cake. *Korean J. Food Preserv.* 17(1): 908-913.
  25. Drake, M.A. and Delahunty, C.M. 2017. Sensory character of cheese and its evaluation. In: *Cheese*. 4th Ed. Paul L.H. McSweeney, Patrick F.F., Paul D.C. and David W.E. (eds.), Academic Press, pp. 517-545.
  26. Mahinkheil, K., Tabari, M. and Rahebi, R. 2020. The effect of biodegradable PLA packaging on the quality of cream cheese during modified atmospheric storage. *Arch Pharm Pract.* 1(1): 148.
  27. Mileriene, J., Serniene, L., Henriques, M., Gomes, D., Pereira, C., Kondrotiene, K., ... and Malakauskas, M. 2021. Effect of liquid whey protein concentrate-based edible coating enriched with cinnamon carbon dioxide extract on the quality and shelf life of Eastern European curd cheese. *J Dairy Sci.* 104(2): 1504-1517.
  28. Jung, S.Y. and An, D.S. 2022. Effect of modified atmosphere packaging on quality preservation of rice cake (*Dduk*). *Korean J. Packag. Sci. Tech.* 28(1): 9-14.
  29. Degirmencioglu, N., Göcmen, D., Inkaya, A.N., Aydin, E., Guldaz, M. and Gonenc, S. 2011. Influence of modified atmosphere packaging and potassium sorbate on microbiological characteristics of sliced bread. *J. Food Sci. Technol.* 48(2): 236-241.
  30. Muizniece, B.S., Dukalska, L., Murniece, I., Sarvi, S., Dabina, B.I. and Kozlinskis, E. 2011. Influence of active packaging on the shelf life of soft cheese Kleo. *Proceeding of 6th Baltic Conference on Food Science and Technology (Innovations for Food Science and Production)*, Jelgava, Latvia, pp. 187-192.

투고: 2023.01.09 / 심사완료: 2023.02.02 / 게재확정: 2023.04.16