

화학 팽창제의 가스 발생과 쿠키의 텍스처 비교

양성연 · 김상용 · 장규섭* · 오덕근**

동양제과 (주) 기술개발연구소, *충남대학교 식품공학과,

**우석대학교 식품공학과

Gas Production of Chemical Leavening Agents and Effects on Textures of Cookies

Seong-Yeon Yang, Sang-Yong Kim, Kyu-Seob Jang* and Deok-Kun Oh**

R&D Center, Tong Yang Confectionery Co.

*Department of Food Science and Technology, Chungnam University

**Department of Food Science and Technology, Woosuk University

Abstract

The production rates of leavening gases and textures of cookies were investigated with various chemical leavening agents(baking powders). The chemical leavening agents could be divided into three group of a fast-acting group such as potassium bicarbonate, tartaric acid, aluminium ammonium sulfate, and fumaric acid, a slow-acting group such as ammonium bicarbonate, sodium bicarbonate, glucono- δ -lactone, and ammonium chloride, and a double-acting group such as anhydro monocalcium phosphate, disodium dihydrogenpyrophosphate, and aluminium potassium sulfate according to the different production rate of gases. The leavening rate of ammonium bicarbonate, which was the highest of all leavening agents used in this experiment, was 131.25%. But its after-taste in a cookie was not good due to the residual ammonia. Glucono- δ -lactone only had no after-taste. The higher leavening rate, the more peaks in texture profile graph. Ammonium bicarbonate showed the most peaks in this experiment. It was found that the number of peak had correlation with brittleness of cookies ($r^2=0.8176$) and brittleness of cookies was different as to various chemical leavening agents.

Key words: leavening agents, gas production rate, brittleness, texture analyser

서 론

팽창제를 사용하는 소성 제품들은 반죽 내에 잘게 분할한 수 많은 기포들을 형성, 보유함으로써 과자 조직을 유도한다⁽¹⁾. 팽창제에 의하여 생성된 기포들은 소성 중에 팽창되어, 온도가 상승하면 반죽 내부로부터 방출되어 소성 제품의 독특한 조직을 형성시킨다. 그 결과 소성 제품의 외관을 좋게 할 뿐만 아니라, 내부 조직의 표면적이 증가되어 소화관 내에서의 소화 효소의 작용을 높이는 기능도 지니게 된다⁽²⁾.

소성 제품에서 팽창을 화학적으로 살펴보면 물과 약간의 열 존재하에 산제(leavening acid)와 소다(중탄산나트륨)가 반응하여 탄산가스가 발생되고 이 탄산

가스에 의하여 팽창이 진행된다. 오븐 내에서의 반죽의 온도가 점진적으로 올라가면 반죽 내에 녹아 있던 가스의 용해도가 감소되어 탄산가스가 방출되며, 따라서 반죽 내의 기포 조직 안으로 이동한다. 이때, 반죽 조직의 힘에 의해 기포 조직의 내압이 높아져 기포의 크기가 크게 된다⁽¹⁾. 탄산가스가 발생하는 정도는 산성제의 종류와 입도에 따라 소다와의 반응 속도가 다르기 때문에 잘 선별해서 사용해야 한다. 또한 산제와 소다가 완전히 반응하게 하기 위하여 중화가를 잘 맞추어 산제와 소다의 함량과 비율을 잘 조정해 주어야 한다^(3,4).

팽창제를 사용하면 원료들의 혼합에서부터 반죽이 형성되어 소성, 베이커리 제품으로 완성될 때까지 계속해서 가스는 발생된다. 발생하는 가스의 종류에 따라 탄산가스계와 암모니아계로 분류되기도 하고, 가스 발생 형태에 따라서 속효성, 지효성, 이단 반응성

Corresponding author: Sang-Yong Kim, R&D Center, Tong Yang Confectionery Co., 30-10 Munbai-dong, Yongsan-gu, Seoul 140-715, Korea

(중간형)으로 분류하기도 한다^(6,10). 속효성 산제는 혼합 중에 산, 염기, 물이 서로 접촉하자마자 가스 발생이 급격히 일어나고 이에 비하여 지효성 산제는 소성동안 열에 의해 반응이 활성화될 때까지 서서히 가스가 발생한다. 이단 반응성 산제는 소성 전 과정동안 낮은 속도로 일정하게 가스가 발생한다. 그러므로, 산제의 종류를 조절함으로써 가스 발생의 개시점과 속도조절이 가능하다.

산제의 종류에 따라 소다와 반응하여 생성되는 잔류염들도 다양하다. 이러한 잔류 염에 의한 맛 등도 제품에 미치는 영향이 매우 크므로 팽창제를 선택하여 사용할 때 각별히 고려해야 하는 요소중의 하나이다⁽¹⁰⁾. 또한, 팽창제의 작용은 제품의 형태, 외피의 성질, 용적, 착색, 촉감, 식감, 보존성 등과 같은 많은 특성에 영향을 주기 때문에 사용할 때 여러 가지의 주의가 필요하다.

제품 개발 과정 중에 팽창 시스템을 잘 이해한다면 팽창시기와 속도를 예측할 수 있어 원하는 제품을 개발하기가 용이할 것이다. 그러므로, 본 연구에서는 여러 가지 팽창제를 사용하여 온도와 시간에 따른 가스 발생량 및 가스 발생 속도를 살펴보고 이것을 근거로 하여 쿠키 제품에 적용하였을 때 각각 팽창제의 종류 및 특성에 따라 쿠키의 내부 조직이 어떤 영향을 미치는가를 살펴보았다. 가스 발생 측정 장치에 대해서는 여러 가지 고안된 장치가 문헌⁽¹¹⁻¹⁶⁾에 보고되고 있지만, 그 중에서 Sylvan⁽¹⁶⁾이 고안한 가스 발생 측정 장치를 응용하여 측정하였다.

제품의 조직은 팽창제의 영향뿐만 아니라 밀가루, 쇼트닝, 계란, 정백, 반죽의 물성, 비중, 오븐 조건 등의 여러 요인에 의해서도 나타나는 복잡하면서도 복합적인 결과이기 때문에^(10,17), 본 연구에서는 다른 영향 요인들은 가능한 한 배제하고 팽창제에 의한 변화만을 살펴보았다.

재료 및 방법

팽창제

본 실험에 사용된 화학 팽창제의 종류는 Table 1과 같다. 여러 가지 산제와 중탄산암모늄, 중탄산나트륨 등의 팽창제를 조홍화학(주)으로부터 제공받았다. 사용된 팽창제는 밀봉한 후 건조하여 서늘한 곳에 보관하여 신선하게 보존하였다. 이들 팽창제들은 주로 베이킹 파우더용으로 사용되고 있는 팽창제로서, 현재 우리 나라에서 식품첨가물로 공인되어 있는 것들이다. 아직 식품첨가물로 인정되지 않은 sodium alu-

minum phosphate, sodium aluminum sulfate 등은 본 실험에서 제외시켰다. 중탄산암모늄과 중탄산나트륨은 단품을 사용하였고 그 외의 산제는 중화가를 계산하여 팽창제 조성을 맞추었다. 중화가는 적정 실험을 통해 결정하였다⁽⁹⁾.

쿠키의 배합 조성 및 배합 방법

팽창제 종류에 따른 쿠키의 13가지 배합 조성은 Table 2에 나타내었다. 팽창제를 사용하지 않은 No. 1을 대조구로 하여 소성 후의 쿠키 제품의 내부 조직 특성을 비교, 분석하였다. 팽창제 함량은 전체 박력분 대비 0.5%(w/w)로 일정하게 하였다.

배합시 크림 비중은 0.63~0.70으로 하였고 최종 반죽의 물성도 균일하게 하였으며 최종 반죽의 온도는 25~28°C 정도이었다. 팽창제는 박력분이 산제와 중조를 각각 체로 쳐서 혼합하여 서로 배합도중 반응하지 못하도록 하였다. 숙성은 실온에서 30분간 실시하였다. 소성 온도는 윗불 260°C, 아랫불 230°C로 대류오븐을 사용하였고 약 7~8분간 소성하였다. 반죽 중량은 개당 7.5±0.1 g으로 하였고 길이 60.5 mm, 너비 33.3 mm, 깊이 2.7 mm의 일정한 직사각형 모양의 틀로 성형하였고 소성 후 냉각은 실온 냉각 방식을 택하였다.

가스발생량 및 가스발생속도의 측정

중탄산나트륨, 중탄산암모늄의 경우 각각 단독으로 2 g을 취하였고 나머지 경우는 산제와 소다를 2 g으로 하여 오브라이트(oblade)에 싸고 다시 이를 여과지로 쌓은 후 250 mL 삼각플라스크에 넣고 20°C의 증류수 200 mL를 넣었다. 이 삼각 플라스크를 미리 예열한 hot plate (Corning Co.) 위에 놓고 혼합하면서 20°C에서 90°C까지 서서히 가열하여 플라스크내의 물의 온도와 매분당 발생하는 가스발생량을 가스 발생 장치⁽¹⁸⁾를 이용하여 측정하였다. 이때, 90°C가 되는 시점을 종말점으로 하였다⁽¹⁹⁾.

크기, 중량, 손실율, 팽창율의 측정

Micrometer를 이용하여 소성된 쿠키를 냉각시킨 후 두께, 너비, 길이를 측정하였다. 측정값은 10개를 측정하여 평균하였다. 손실율, 팽창율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

손실율 (%) =

$$\frac{\text{소성 전후의 쿠키 한개의 중량차 (g)}}{\text{소성 전 반죽 한개의 중량 (g)}} \times 100$$

팽창율 (%) =

$$\frac{\text{소성 전후의 샘플 쿠키의 중량차 (g)}}{\text{소성 전후의 대조구제품인 No. 1의 중량차 (g)}} \times 100$$

쿠키 제품의 Texture 분석

소성하여 냉각시킨 직사각형 모양의 쿠키를 각각 두께, 너비 길이를 측정 한 후 Texture analyser (TAHD, SMS Co., UK)를 이용하여 puncture force와 distance를 구하였다⁽²⁰⁻²⁴⁾. 이 때 Texture analyser는 온도 조절을 할 수 있는 항온기내에 넣고 측정하였다. 온도는 20°C, probe는 P/3, 평판은 puncture plate, 속도는 1 mm/sec, probe 침투 깊이는 8 mm이었다. 제품을 침투할 때 최고 peak의 값을 puncture force로 하였고 그때의 distance를 구하였으며, 이때 얻은 그림을 texture profile graph로 하였다. texture profile graph상에서는 brittleness를 나타내는 peak의 갯수를 측정하였다⁽²⁵⁾. 각각 시료 10개를 측정하여 평균하였으며 시료간의 유의성 검정을 위하여 SAS⁽²⁶⁾를 이용하여 분산분석을 하였다.

관능검사법

패널요원은 본 연구소에 근무하는 건강한 남녀 20명으로서, 2주간의 1차 훈련 과정을 마친 사람들이었다. 예비 패널로부터의 패널선정은 ASTM⁽²⁷⁾이 제시한 패널 선정 방법을 일부 변형하여 실시하였고 기본맛 확인, 기본맛의 농도 순위 정하기를 포함하였다. 관능검

사는 다중비교검사법(multiple comparison test)을 사용하여 질문지에 의해 control을 기준 검사물로 하여 비교하는 방법으로 검사하였다. 조사하려는 특성을 1점에서 9점까지 9등급으로 나누어 점수를 주었으며 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다. 후미측정의 관능검사는 쿠키의 sour, astringent, salty, bitter taste에 대하여 실시하였다. 실험결과는 SAS를 이용하여 시료간의 차이가 있는지 여부를 결정하기 위해 분산분석을 하였다.

쿠키 제품 pH 측정

제조한지 1일된 쿠키 제품 전체 부위(crumb)를 증류수로 1%(w/w) 용액을 만들어 여과한 후 그 여과액을 25°C 에서 pH meter (Orion 900A)로 측정하였다^(3,28).

결과 및 고찰

팽창제 종류에 따른 가스발생량, 가스발생속도 측정

여러 가지 팽창제의 종류 및 분자식, 팽창제에 의한 가스 생성 반응식, 반응잔류물, 후미 등을 여러 문헌⁽¹⁻¹⁶⁾을 참조하여 Table 1에 정리하였다. 반응식에 의하면 대부분의 팽창제의 경우 탄산가스를 발생하였지만 중탄산암모늄과 염화암모늄은 탄산가스이외에 암모니아 가스가 발생하였다. 염화암모늄의 경우는 반응 후 염화나트륨이 잔존하였지만 중탄산암모늄은 암모니아가 잔존하여 이것이 후미로 작용하여 식감을 떨어지게 한

Table 1. Chemical reaction of various leavening acids and sodium bicarbonate

Leavening agents	Molecular formula	Chemical reaction	Salt residue	After-taste
Ammonium bicarbonate	NH ₄ HCO ₃	NH ₄ HCO ₃ → NH ₃ +CO ₂ +H ₂ O	NH ₃	NH ₃ flavor
Sodium bicarbonate	NaHCO ₃	2NaHCO ₃ → Na ₂ CO ₃ +CO ₂ +H ₂ O	Na ₂ CO ₃	Astringent
Anhydrous monocalcium phosphate	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ +2NaHCO ₃ → CaHPO ₄ +Na ₂ HPO ₄ +4CO ₂ +3H ₂ O	CaHPO ₄	A little bitter
Sodium acid pyrophosphate	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	2Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇ +4NaHCO ₃ → NaP ₂ O ₇ +2Na ₂ HPO ₄ +4CO ₂ +3H ₂ O	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	Salty and sour
Potassium bitartrate	KHC ₄ H ₄ O ₆	KHC ₄ H ₄ O ₆ +NaHCO ₃ → KNaC ₄ H ₄ O ₆ +2CO ₂ +H ₂ O	NaC ₄ H ₄ O ₆	Salty
Tartaric acid	C ₄ H ₆ O ₆	C ₄ H ₆ O ₆ +2NaHCO ₃ → Na ₂ C ₄ H ₄ O ₆ +2CO ₂ +2H ₂ O	Na ₂ C ₄ H ₄ O ₆	Salty
Glucono-δ-lactone	C ₆ H ₁₀ O ₆	C ₆ H ₁₀ O ₆ +NaHCO ₃ → NaC ₆ H ₁₁ O ₇ +CO ₂	NaC ₆ H ₁₁ O ₇	None
Aluminium potassium sulfate	K ₂ SO ₄ Al ₂ (SO ₄) ₃	K ₂ SO ₄ Al ₂ (SO ₄) ₃ +6NaHCO ₃ → 2Al(OH) ₃ +H ₂ SO ₄ +3Na ₂ SO ₄ +6CO ₂	Al(OH) ₃ , K ₂ SO ₄ , Na ₂ SO ₄	A little salty, bitter and astringent
Aluminium ammonium sulfate	(NH ₄) ₂ SO ₄ Al ₂ (SO ₄) ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄ Al ₂ (SO ₄) ₃ +6NaHCO ₃ → 2Al(OH) ₃ +(NH ₄) ₂ SO ₄ +3Na ₂ SO ₄ +6CO ₂	Al(OH) ₃ , (NH ₄) ₂ SO ₄ , Na ₂ SO ₄	A little salty, bitter and astringent
Ammonium chloride	NH ₄ Cl	NH ₄ Cl+NaHCO ₃ → NaCl+NH ₃ +CO ₂ +H ₂ O	NaCl	Salty
Fumaric acid	C ₄ H ₄ O ₄	C ₄ H ₄ O ₄ +2NaHCO ₃ → Na ₂ C ₄ H ₂ O ₄ +2CO ₂ +H ₂ O	Na ₂ C ₄ H ₂ O ₄	Salty

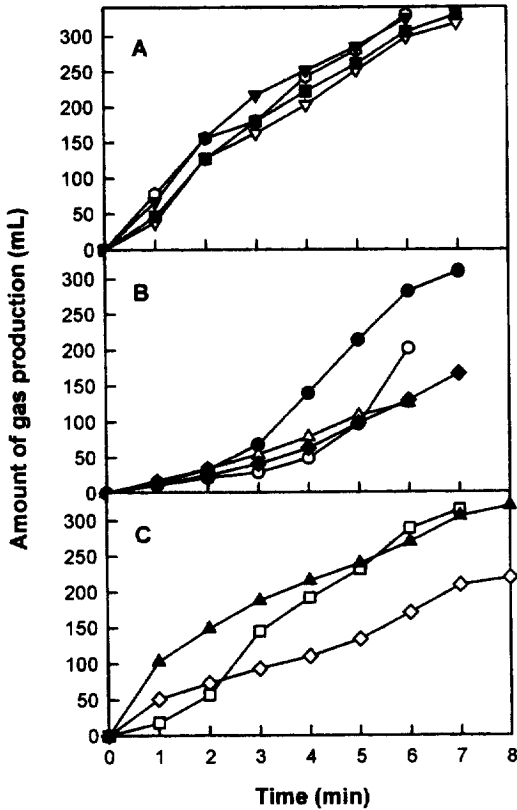


Fig. 1. Amount of gas production with various chemical leavening agents. A) Fast-acting group ∇ — ∇ : $\text{KHC}_2\text{H}_3\text{O}_6$, \circ — \circ : $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$, \blacktriangledown — \blacktriangledown : $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$, \blacksquare — \blacksquare : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, B) Slow-acting group \circ — \circ : NH_4HCO_3 , \triangle — \triangle : NaHCO_3 , \bullet — \bullet : $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$, \blacklozenge — \blacklozenge : NH_4Cl , C) Double-acting group \square — \square : $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, \diamond — \diamond : $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, \blacktriangle — \blacktriangle : $\text{K}_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

다. 글루코노-델타-락톤의 경우에는 다른 팽창제와 달리 후미가 없지만, 가격이 비싸다는 단점이 있다.

20°C에서 90°C까지 서서히 가열하면서 매분마다 발생하는 가스량을 측정하여 90°C를 종말점으로 하여 경과 시간에 따른 가스발생량을 발생속도를 구분하여 Fig. 1에 나타내었다. 각 팽창제 종류에 따라 가스가 발생하는 양과 가스 발생 속도 등이 달랐고 가스 발생 속도에 따라, 속효성(fast-acting type; Fig. 1 A), 지효성(slow-acting type; Fig. 1 B), 이단 반응성(중간형, double-acting type; Fig. 1 C) 팽창제로 분류하였다. 속효성 팽창제로는 주석염($\text{KHC}_2\text{H}_3\text{O}_6$), 주석산($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_6$), 후말산($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$), 소암모늄명반($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)으로 초기부터 가스가 높은 속도로 발생되기 시작하였고 생성속도는 주석산이나 후말산이 주석염과 소암모늄명반에 비하여 약간 높았을 뿐만 아니라 여러 가지

팽창제 중에서 가장 높았다. 지효성 팽창제로는 중탄산암모늄(NH_4HCO_3), 중탄산나트륨(NaHCO_3), 염화암모늄(NH_4Cl), 글루코노-델타-락톤($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$)으로 초기 약 3분까지는 가스 생성량이 70 mL이하로 적게 생성되었고 이 중 글루코노-델타-락톤은 다른 지효성 팽창제와 달리 후기에 가스 생성 속도가 높아 가스 생성량이 300 mL이상 발생되었다. 이단 반응성 팽창제로는 무수모노인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), 산성피로인산나트륨($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$), 소명반($\text{K}_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)으로 다른 팽창제와 달리 가스 생성속도가 전체 반응시간 동안 일정하게 비교적 낮고 오래 지속되었다. 무수모노인산칼슘은 다른 이단 반응성 팽창제보다 낮은 가스 생성 속도를 나타내었다.

문헌보고⁽¹¹⁻¹⁶⁾에 의하면 일반적으로 속효성 팽창제로는 주석염, 주석산, 후말산으로, 지효성 팽창제로는 중탄산암모늄, 중탄산나트륨, 염화암모늄, 글루코노-델타-락톤으로, 이단 반응성 팽창제로는 무수모노인산칼슘, 산성피로인산나트륨, 소명반, 소암모늄명반으로 분류하고 있다. 이 분류는 소암모늄명반을 제외하고는 본 실험 결과와 일치한다. 본 실험에서 소암모늄명반은 이단반응성이 아닌 속효성으로 분류되어 문헌의 결과와 차이가 있었다. 이 점을 제외하고는 본 실험에 사용된 가스발생장치로도 팽창제의 가스 발생 속도 측정이 가능함을 확인할 수 있었다.

팽창제 종류에 따른 제품의 손실률과 팽창률의 변화

여러 가지 팽창제 종류에 따른 제품별 팽창된 정도를 나타내기 위하여 쿠키의 크기, 개당 중량, 손실률, 팽창률을 측정하여 Table 3에 나타내었다. 손실률은 반죽중량 7.5 g에 대한 소성과 냉각 후 증발로 인한 손실된 양을 %로 나타내었다. 이는 발생된 탄산가스량과 수분 증발량을 포함한 값이다.

팽창률은 팽창제를 넣지 않은 No. 1을 팽창률 100%로 할 경우 각각의 팽창률을 상대적 수치로 나타내었다. 중탄산암모늄을 넣은 No. 3 제품의 경우 개당 중량도 매우 작았고 팽창률도 131.25%로 가장 높아, 기포를 가장 많이 보유하고 있는 것으로 확인되었다. 두 번째로 높은 것이 글루코노-델타-락톤(No. 9)을 사용한 것인데 123.4%의 팽창률을 나타내었다. 팽창률이 가장 낮은 것은 염화암모늄(No. 12)으로서 104.7%의 팽창률을 나타내었다.

팽창제 종류에 따른 Texture 분석

Texture analyser를 이용하여 측정된 각각의 팽창제 종류에 따른 puncture force 와 distance, peak의 갯수를

Table 2. Formulations of cookies with various chemical leavening agents

Ingredients	Formulation (g)												
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13
Icing sugar	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	10	109	109
Shortening	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5	122.5
Salt	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lecithin	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Water	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Soft flour	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363
NH ₄ HCO ₃	-	0.45	1.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NaHCO ₃	-	0.92	-	1.82	0.73	0.76	0.61	0.99	0.61	0.70	0.81	1.11	1.08
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	-	-	-	-	1.09	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	-	-	-	-	-	1.06	-	-	-	-	-	-	-
KHC ₄ H ₄ O ₆	-	0.45	-	-	-	-	1.21	-	-	-	-	-	-
C ₄ H ₆ O ₆	-	-	-	-	-	-	-	0.83	-	-	-	-	-
C ₆ H ₁₀ O ₆	-	-	-	-	-	-	-	-	1.21	-	-	-	-
K ₂ SO ₄ Al ₂ (SO ₄) ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.12	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ Al ₂ (SO ₄) ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.01	-	-
NH ₄ Cl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.71	-
C ₄ H ₄ O ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74

Table 3. Evaluation of size, weight, loss rate, and leavening rate of cookies with various chemical leavening agents

No.	Size of a cookie (L×W×H) (mm)	Weight of a cookie (g)	Loss rate (%)	Leavening rate (%)
1	61.80×35.00×6.13	6.86	-8.53	100.00
2	61.30×34.40×6.36	6.77	-9.73	114.06
3	61.06×34.40×6.22	6.66	-11.20	131.25
4	61.60×34.00×5.69	6.76	-9.87	115.60
5	60.50×34.30×5.89	6.79	-9.47	110.90
6	61.10×34.10×5.89	6.75	-10.00	117.20
7	61.10×34.50×5.65	6.74	-10.10	119.00
8	60.60×34.00×5.74	6.76	-9.90	115.60
9	61.00×34.50×5.83	6.71	-10.50	123.40
10	60.70×34.20×6.28	6.76	-9.87	115.60
11	60.60×34.00×6.31	6.79	-9.47	110.90
12	60.80×34.20×6.18	6.83	-8.93	104.70
13	61.08×34.20×6.10	6.78	-9.60	112.50

Table 4에 나타내었다. puncture force는 팽창제의 종류에 따라 1800~2800 gf 정도였다. 중탄산나트륨을 사용한 No. 4의 값이 가장 컸고 글루코노-델타-락톤(No. 9)과 소암노늄염반(No. 11)일 경우 가장 값이 작았으며 유의적인 차이를 보였다(p<0.05).

Texture profile graph에서는(Fig. 2) 팽창제 종류에 따라 multi-peak를 나타내었는데, 쿠키는 팽창함에 따라 얇은 피막사이에 공격(porous structure)을 형성하므로 이들 공격이 외부로부터 힘을 받아 한 켜씩 부서질 때마다 brittleness를 느끼게 되며 이것에 의해서 texture profile graph 상에 날카로운 multi-peak가 나타나게 된다⁽²⁵⁾. 따라서 이들 brittleness를 peak의 갯수로 나

Table 4. Average puncture force, distance, and number of peak of cookies with various chemical leavening agents

No.	Puncture force (gf)	Distance (mm)	Number of peak
1	2017.7±209.2 ^{bc}	0.54±0.09 ^{cd}	2.17±0.75 ^{cd}
2	2496.4±716.2 ^{ab}	0.88±0.29 ^{ab}	2.83±0.98 ^{cd}
3	2007.8±554.8 ^{bc}	0.52±0.24 ^{cd}	9.00±3.90 ^a
4	2791.6±475.7 ^a	0.73±0.18 ^{bc}	3.17±2.40 ^{cd}
5	2364.3±833.4 ^{abc}	0.61±0.26 ^{bc,cd}	2.17±0.75 ^{cd}
6	2138.9±246.1 ^{bc}	0.86±0.18 ^{ab}	3.33±1.21 ^{cd}
7	2230.1±413.6 ^{abc}	1.14±0.29 ^a	2.83±1.60 ^{cd}
8	2131.4±362.4 ^{bc}	0.54±0.16 ^{cd}	3.83±0.98 ^{cd}
9	1844.0±392.2 ^c	0.48±0.14 ^{cd}	6.50±3.51 ^b
10	1918.4±227.2 ^{bc}	0.40±0.07 ^d	4.50±1.38 ^{bc}
11	1818.0±268.6 ^c	0.63±0.37 ^{bc,cd}	1.67±0.82 ^d
12	2004.7±520.9 ^{bc}	0.72±0.42 ^{bc}	2.83±0.98 ^{cd}
13	2265.9±234.5 ^{abc}	0.65±0.09 ^{bc,cd}	2.17±0.98 ^{cd}

^{a-d}Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

타내었다. brittleness는 쿠키를 씹었을 때 바스러지는 느낌을 대표하는 값으로 peak수가 많을수록 이 제품의 brittleness는 뛰어나며 씹을 때 잘 바스러지리라고 추정해 볼 수 있다. 날카로운 peak가 나타나는 No. 4의 texture profile과는 달리 나머지 그래프들은 최고 peak이후 그래프의 끝부분이 끌리는 넓은 그래프 양상을 나타내는 것으로 보아, 본 실험에 사용된 쿠키 제품은 쿠키 내부 조직에 의해 저항을 갖는다고 볼 수 있다⁽²⁵⁾.

팽창률과 brittleness의 관계에서는, 대체적으로 texture profile graph에서의 peak의 갯수가 많을수록 즉,

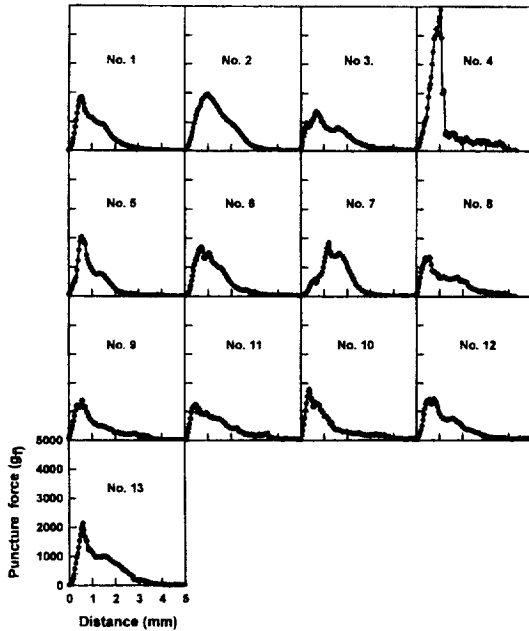


Fig. 2. Texture profile graphs of cookies with various leavening agents. No. 1: control, No. 2: $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{NH}_4\text{HCO}_3$, No. 3: NH_4HCO_3 , No. 4: NaHCO_3 , No. 5: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, No. 6: $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, No. 7: $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, No. 8: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_6$, No. 9: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$, No. 10: $\text{K}_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, No. 11: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, No. 12: NH_4Cl , No. 13: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$.

brittleness가 뛰어들수록 팽창률은 높은 것으로 나타났다. 최소제곱법을 이용하여 단순회귀분석을 한 결과 $r^2=0.8176$ 이라는 높은 상관지수를 얻을 수 있었다. Puncture force와 brittleness의 관계에서는 낮은 상관지수를 보였고($r^2=0.2951$) 팽창률과 puncture force와의 관계에서도 낮은 상관지수를 보였다($r^2=0.0379$).

여러 가지 팽창제에 따른 제품의 후미 및 pH 측정

팽창제의 종류에 따라 반응 후 남은 잔류 염의 종류가 다르므로 이 염들이 제품의 맛에 영향을 줄 수가 있다. 각 제품에 대한 후미 측정 결과와 제품 pH를 Table 5에 나타내었다. 중탄산암모늄(No. 3)의 경우 pH는 6.54를 나타내었지만 잔존하는 암모니아 취를 느껴 불만적 요소가 되었다. 글루코노-델타-락톤(No. 9)의 경우를 제외하고는 모두 후미를 갖고 있어 제품의 풍미에 영향을 주었다. 이 잔류 염에 의한 맛등은 Table 2와도 일치하였다. 글루코노-델타-락톤만이 후미가 없어 제품에 미치는 영향이 적었다. 소명반, 소암모늄명반은 sour, astringent, salty, bitter taste 등이 모두 5점 이상이어서 가장 복잡한 후미를 나타냈으며, 무수모노인산칼슘, 산성피로인산나트륨, 주석산은 신

Table 5. Evaluation of after-taste and pH of cookies with various chemical leavening agents

No.	Sour	Astringent	Salty	Bitter	pH
1	5.67 ^{d,e}	1.33 ^{e,f}	4.00 ^d	2.67 ^{c,f}	5.97±0.06
2	5.00 ^{c,f}	1.67 ^{e,f}	5.33 ^c	3.67 ^{d,e}	7.11±0.02
3	2.33 ^g	2.67 ^{d,e}	2.33 ^e	3.67 ^{d,e}	6.54±0.01
4	2.33 ^g	3.00 ^{c,d}	5.67 ^{b,c}	5.67 ^c	8.07±0.02
5	8.33 ^{a,b}	2.33 ^{d,e,f}	6.67 ^{a,b,c}	6.00 ^c	6.29±0.00
6	8.33 ^{a,b}	2.33 ^{d,e,f}	6.67 ^{a,b,c}	3.00 ^{d,e,f}	6.45±0.03
7	7.33 ^{b,c}	3.00 ^{c,d}	7.67 ^a	3.67 ^{d,e}	5.97±0.02
8	8.67 ^a	4.00 ^c	7.67 ^a	2.33 ^{f,g}	6.36±0.05
9	1.00 ^h	1.00 ^g	2.33 ^f	1.33 ^g	6.12±0.01
10	7.33 ^{b,c}	6.67 ^a	6.67 ^{a,b,c}	7.33 ^b	6.25±0.03
11	7.00 ^c	7.33 ^a	7.00 ^{a,b}	8.67 ^a	7.16±0.02
12	4.33 ^f	5.33 ^b	6.67 ^{a,b,c}	4.00 ^d	6.23±0.01
13	6.67 ^{c,d}	6.67 ^a	5.67 ^{b,c}	7.67 ^{a,b}	5.97±0.04

¹⁾Means of 20 panel tests by 9-point hedonic scale, the higher score being the stronger after-taste. ^{a-g}Any means bearing different superscripts are significantly different by Duncan's Multiple Range Test ($p<0.05$).

맛이 강하게 나타났다. 또한 salty taste가 가장 강한 것은 주석염과 주석산이었으며 소암모늄명반은 bitter taste가 가장 강하였다.

요 약

팽창제 종류에 따른 시간별 가스 발생 속도 및 쿠키 텍스처에 대하여 살펴보았다. 본 실험에 사용된 가스 발생 장치에 의해서도 가스 발생 속도에 따라 크게 3 타입으로 구분할 수 있었으며 이는 소암모늄명반을 제외하고는 문헌의 결과와 일치하였다. 속효성 팽창제로는 주석산, 주석염, 후발산, 소암모늄명반이었고 이단 반응성 팽창제로는 산성피로인산나트륨, 무수모노인산칼슘, 소명반이었으며, 지효성 팽창제로는 중탄산암모늄, 중탄산나트륨, 글루코노-델타-락톤, 염화암모늄 등이었다. 제품 팽창률이 가장 높았던 것은 중탄산암모늄이었고 후미 면에서 가장 깨끗한 것은 글루코노-델타-락톤이었다. 팽창률이 높을수록 texture profile graph상에서 multi-peak를 나타내어 brittleness가 뛰어들었으며 단순회귀분석에 의해, 팽창률과 brittleness간에 상관관계가 있음을 입증하였다($r^2=0.8176$). 중탄산암모늄을 사용한 쿠키 제품의 brittleness가 가장 높았다.

문 헌

1. Glenn, D.L.: Chemical leavening agents and their use in bakery product. *Baker's Dig.*, **56**(1), 16 (1982)
2. Plyer, E.J.: *Baking Science & Technology*. 3rd ed., Sos-

- land Publishing Co., Kansas, Vol. II, p.740 (1913)
3. Lajoie, M.S. and Thomas, M.C.: Versatility of bicarbonate leavening bases. *Cereal Foods World*, **36**(5), 420 (1991)
 4. Kichline, T.P. and Conn T.F.: Some fundamental aspects of leavening agents. *Baker's Dig.*, **44**, 36 (1970)
 5. 김재욱, 조성환 : 농산식품가공, 문운당, 서울, p.104 (1993)
 6. Parkes, J.R., Handleman, A.R., Barnett, J.C. and Wright, F.H.: Methods for measuring reactivity of chemical leavening systems. I. Dough rate of reaction. *Cereal Chem.*, **37**, 503 (1960)
 7. Hart, R.W.: *Leavening Agents*. Chem. Pub. Co., Easton, Pa., (Literature cited p.51-74) (1914)
 8. Barrackman, R.A.: Chemical leavening agents and their characteristics action in doughs. *Cereal Chem.*, **8**, 423 (1931)
 9. Malloch, J.G.: A convenient apparatus for gas production determinations by the Blish method. *Cereal Chem.*, **16**, 178 (1939)
 10. Smith, F.C. and Bailey, C.H.: The effect of chemical leavening agents on the properties of bread. *J. Am. Assoc. of Cer. Chem.*, **8**, 183 (1923)
 11. Parkes, J.R., Handleman, A.R., Barnett, J.C. and Wright, F.H.: Methods for measuring reactivity of chemical leavening systems. I. Dough rate of reaction., *Cereal Chem.*, **37**, 503 (1960)
 12. Barrackman, R.A.: Chemical leavening agents and their characteristics action in doughs., *Cereal Chem.*, **8**, 423 (1931)
 13. Malloch, J.G.: A convenient apparatus for gas production determinations by the Blish method., *Cereal Chem.*, **16**, 178 (1939)
 14. Chittick, J.R., Dunlap, F.L. and Richards, G.D.: The AOAC gasometric method for the determination of carbon dioxide in baking powder., *Cereal Chem.*, **7**, 473 (1930)
 15. Irvin, R.: An improved apparatus for measuring gas production and expansion in doughs., *Cereal Chem.*, **12**, 146 (1935)
 16. Sylvan Eisenberg: Gas production in yeast fermentation and its applications. I. Volumetric vs manometric methods for the determination of gas production., *Cereal Chem.*, **17**(4), 417 (1940)
 17. Joslin, R.P. and Ziemba, J.V.: New leavener triggered by heat., *J. Food Eng.*, **27**(9), 59 (1955)
 18. 한국식품공업협회 : 식품첨가물공전. 문영사, 서울, Vol. II, p.1327 (1997)
 19. Moore, W.R. and Hosney, R.C.: The leavening of bread dough. *Cereal Foods World*, **30**(11), 791 (1985)
 20. Szczesniak, A.S. and Hall, B.J.: Application of the general foods texturometer to specific food products. *J. Tex. Stud.*, **6**, 117 (1975)
 21. Brandt, M.A., Skinner, E.Z. and Coleman, J.A.: Texture profile method. *J. Food Sci.*, **28**, 404 (1963)
 22. Szczesniak, A.S., Brandt, M.A. and Friedman, H.H.: Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *J. Food Sci.*, **28**, 397 (1963)
 23. Friedman, H.H., Whitney, J.E. and Szczesniak, A.S.: The texturometer-a new instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, **28**, 390 (1963)
 24. Brennan, J.G., Jowitt, R. and Williams, A.: An analysis of the general foods texturometer. *J. Tex. Stud.*, **6**, 83 (1975)
 25. 이영화, 이관영, 이서래 : Texturometer에 의한 정상별 식품군의 Texture 특성, 한국식품과학회지, **6**, 42 (1974)
 26. SAS Institute: SAS/Stat User's Guide, release 6.03 ed., Cary, NC, SAS Institute Inc. (1988)
 27. American Society of Testing and Materials. Guidelines for the selection and training of sensory panel members. *ASTM Special Technical Publication 758*(1981)
 28. 한국식품공업협회 : 식품첨가물공전, 문영사, 서울, Vol. II, p.1368 (1997)

(1997년 7월 2일 접수)