

澱粉이 빵의 老化(Bread Staling)에 미치는 影響에 관한 研究

李 明 鎬*

< 목 차 >

I. 서론	IV. 老化에 미치는 澱粉의 役割
II. 研究의 理論的 背景	V. 結論
III. 신선한 빵과 老化된 빵의 比較	參考文獻
	ABSTRACT

I. 序論

곡류의 주성분의 전분이다

곡류의 전분을 이용하는 전분질 식품은 저장 중 전분의 노화(retrogradation)가 일어나게 된다.¹⁾ 이러한 노화현상은 모든 전분질 식품의 공통적인 현상으로 전분질 식품의 품질을 저하시키는 주원인이며 전분의 가공 및 이용에 심각한 문제점을 야기 시키고 있다. 전분의 노화현상에 대하여는 빵을 중심으로 많은 연구가 진행되었으나 아직도 정확한 원인에 대하여 많은 논란이 있다.²⁾ 또한 노화로 인한 제품의 신선도 유지는 많은 학자들의 연구에 의해 여러 가지 방법들이 사용되고 있지만 노화 억제 효과가 크지 않아서 이를 개선하기 위한 연구와 노력이 계속 되고 있다.

* 신홍대학 호텔 조리과 교수

1) 김성곤, 빵의 노화에 미치는 전분의 역할, 식품과학지, 1983. p819.

2) National Academy of Sciences, Food Science in Developing Countries, A Selection of Unsolved Problems 1974.

Betchel과 Meisner³⁾는 빵에 있어서 노화를 “부패 미생물에 의한 변화기에 crumb에서 일어나는 물리 화학적 변화에 의하여 빵에 대한 소비자의 기호성의 감소현상”이라고 정의하였다.

초기 연구자들은 굳기에 변화에 관심을 집중하였고 이 변화를 설명하는데 노력을 기울였다. 오늘날 빵의 노화는 빵이 시간이 경과함에 따라 일어나는 많은 변화를 포함하는 복잡한 현상으로 알려지고 있다.⁴⁾

빵은 노화과정 중 껍질(crust)의 변화, 속(crumb)의 변화 및 풍미의 변화(organoleptic change)등이 나타난다⁵⁾ crust 변화는 굳어지고(firm), 탄력을 잃으며(less elastic), 부스러지기 쉽고(crumbly), 입안에서 건조하며(dry), 거칠게(harsh) 느껴지는 현상이고, 풍미의 변화(organoleptic change)는 신선한 빵의 향기를 잃어버리고 신선하지 않은 향(stale flavor)이 생기는 것이다.⁶⁾

또한 노화현상은 제과 제빵류 제품에서 심각한 문제로 대두되고 있다. 미국에서는 매년 3~5%가 노화로 인해 폐기되며 그 액수는 약 10억 달러에 달한다고 보고되고 있다.⁷⁾

다른 나라에서도 많은 양이 폐기되고 있는 것으로 알려지고 있으며 우리나라도 3%를 넘어 섰으며 이로 인한 손실이 제빵산업에 부담을 더해 주고 있다. 따라서 제빵 산업체에서는 빵의 노화방지법 개발 및 노화 속도 측정 방법 확립에 많은 투자와 노력을 하고 있다.

소비자가 신선한 빵을 요구하고 생산과 마케팅의 관점에서 빵 보존 기간 연장의 뚜렷한 잇점들은 저장하는 동안의 변화들과 이런 변화들을 조절하는 방법에 대한 광범위한 연구를 촉구해 왔다. 그 밖에 과학기술 발달로 포장방법, 포장기계, 위생시설 및 신소재의 개발로 제품의 보존기간은 상당기간 연장 할수 있게 되었다.⁸⁾

그동안 빵의 노화 측정은 X-Ray diffraction법, 경도 측정법 등이 알려지고 있고 poznan과 Rha는 D.S.C를 이용하여 밀가루 노화현상을 측정하였고 KO와 Park등은 D.S.C를 이용하여 전분의 노화현상 측정 및 노화 방지에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다.⁹⁾

따라서 본 연구에서는 노화문제를 해결하기 위해 전분이 노화에 영향을 주는 요인과 주된 노화의 원인 분석 및 노화방지법에 대하여 고찰하였다. 또한 빵의 노화를 신선한 빵과 비교

3) Bechtel, W.G., Meisner, D.F. and Brandley, W.B, Cereal chem, 30,160(1953)

4) 윤대순 외 1명, 베이커리 경영론, 백산출판사 1998. p141

5) 김성곤 외 2명, 제과제빵 과학, (주)비엔씨 월드, 1999. p139

6) Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L., Baker's Digest 51(1), 38, 1977

7) Wilhoft, E.N.A, J. SCI. Food Agr, 22, 176. (1979)

8) 서남석, hysolecithin 첨가에 의한 빵의 노화 방지에 관한 연구, 연세대 산업대학원 석사 학위논문 1990. p1~2.

9) Katz, J.R, in A Comprehensive Survey of starch Chemistry. ed by R.P Walton, Chemical catalog Co., New York 1978

분석을 통하여 빵의 신선도를 유지시키고, 연장시키기 위한 방법을 다루었다. 그중에서도 전분이 빵의 노화에 미치는 영향을 중심으로 본 소고는 접근하였다.

이러한 연구의 문제를 해결하기 위해 본 연구는 문헌 조사를 통한 이론적 고찰을 탐색하여 활용하였다. 또한 빵의 노화과정을 신선한 빵과 노화빵을 실지 제조를 통하여 비교 분석하였으며, 그 밖에 연구논문, 정기 간행물을 이용하여 자료분석을 실시하였다.

II. 研究의 理論的 背景

1. 전분의 호화(Gelatinization)

전분은 amylose와 amylopectin의 분자들이 수소결합에 의해 형성되어 있으며¹⁰⁾ 이들 분자들이 부분적으로 결정과 같이 규칙적으로 배열되어 있는 부분을 micelle이라 한다. 전분에 물을 혼합가열 시키면 micelle 구조 사이에 물분자가 침투되고 더욱 많은 물분자가 흡수되어 팽윤 되면 전분입자가 붕괴되고 micelle 구조가 파괴되어 colloid 용액형태로 된다. 이와 같이 전분입자가 60~70℃에서 급격히 물을 흡수하여 부풀어 오르는 현상을¹¹⁾ 전분의 호화(gelatinization)라 한다.¹²⁾

Gelatinization이 일어나는 중에 전분의 Micellar Structure가 붕괴되면 전분분자내에는 결정과 같은 규칙적인 분자배열이 없어지기 때문에 이 같은 전분은 X-선에 대하여 이미 뚜렷한 X-ray diffraction pattern을 나타내지 않고 불명료하고 희미한 X-ray diffraction pattern인 V-형을 나타낸다.¹³⁾

이 같은 V-형의 X-ray diffraction pattern을 나타내는 전분을 α -starch이라고 한다.¹⁴⁾

1) 전분의 호화과정

전분의 호화과정은 수화현상, 팽윤 현상, 콜로이드 용액 형성의 3과정 변화를 거

10) 신호선 외 1인, 최신식품화학, 신광출판사, 1982. p.146

11) 장현기, 식품화학, 진로연구사, 1996, p.209

12) 김동훈, 식품화학, 탐구당, 1993. p.298.

13) 고영수, 식품화학, 수학사, 1977, p.17.

14) 신호선 외 1인 최신식품화학, 신광출판사, 1982, p.147

친다.

① 제1과정(수화현상)

전분입자를 물에 침지하면 일부 물분자가 쉽게 전분에 흡수되어 수화(hydration)현상이 일어난다. 이 단계에서는 전분입자들은 그 정형적인 형태를 잃지 않으며 현탁액의 점도(viscosity)의 변화도 없다. 이 전분입자들의 현탁액은 온도가 상승함에 따라 25~30%의 물을 흡수하며 이 시기에 흡수된 수분은 가열시키면 용이하게 제거되므로¹⁵⁾ 전분입자의 형태를 잃지 않고 점도의 변화도 없는 가역적(reversible)인 상태의 현탁액을 만든다.

② 제2과정(팽윤현상)

온도의 상승에 따라 물을 흡수하여 점차 부풀어 올라가는 현상을 화학적으로 다음과 같이 설명이 된다. Meyer와 Bernfeld에 의하면, 옥수수 전분은 60℃에서는 자체 중량의 약300%의 물을, 70℃에서는 약 1,000%의 물을 흡수하여 최고의 팽윤 직전에서는 약 2,500%의 물을 흡수한다고 한다. 전분 분자 내에서 특히 Amylose와 Amylopectin분자들은 수소결합(Hydrogen bond)에 의하여 서로 결합되어 Micelle을 만들고 있다.¹⁶⁾

물속의 온도가 상승하면 이들 Amylose나 Amylopectin 분자들의 분자운동도 심해져서 이들 사이의 수소결합이 끊어지고 그대신 Amylose나 Amylopectin 분자들 사이에 물의 분자가 스며들어가서 물분자가 전분분자와 결합하게 된다. 이때 전분의 입자에는 물에 잘 녹는 Amylose는 입자 밖으로 나와 점성이 증가되어 간다. 이와 같은 변화를 비가역적(irreversible)변화라 한다.

③ 제3과정(콜로이드용액현상)

전분분자는 3차원적인 망상구조를 만들고 그 속에 물을 가지고 반고체의 겔을 형성할 수가 있다. 이러한 입체구조는 주로 전분입자의 현탁액이 호화되어 전분입자들이 붕괴되어 Amylose와 Amylopectin 분자들이 분산되어 투명한 교질 colloid 용액이 되어 온도가 내려가면 응고 상태의 Gel이 된다.

Amylopectin이 이러한 Gel을 만드는데 별로 효과가 없다는 것은 Glycogen이 Gel을 만들지 않는 것을 보아도 알 수 있다.¹⁷⁾ 전분의 Gel화는 밀가루나 쌀가루로 풀을 쑤어서 방치 냉각 시켰을 때 묵처럼 반고형체로 되는 현상이 바로 이 전분의 겔화이다. 전분의 겔은 힘을 가해서 저어 주면 다시 액체형 Sol로 된다. 폴란드의 Katz는 micelle구조를 가진 생분자를 β -starch라 하고, micelle이 파괴된 상태

15) 이규한, 식품화학 형설출판사, 1999, p124, p218

16) 신호선 외 1인 최신식품학, 신광출판사, 1982 p147

17) 이규한, 식품화학, 형설출판사, 1999. p224

澱粉이 빵의 老化(Bread Staling)에 미치는 影響에 관한 研究

의 전분을 α -starch라 하였다. 따라서, 전분의 호화과정은 β -starch가 α -starch화 되는 과정으로 볼 수 있다. β -starch는 물분자나 효소와의 친화력이 적기 때문에 소화가 어려우나 α -starch는 효소작용을 받기 쉬우므로 소화가 되기 쉽고 또한 맛도 좋다.

2) 전분의 호화에 영향을 주는 요인

① 전분의 종류

호화는 전분의 종류에 큰 영향을 받는데 그것은 전분입자의 구조가 현저하게 차이가 나기 때문이다. 곡류의 전분 호화 온도는 일반적으로 감자, 고구마와 같은 서류 전분이 호화 되기 쉽다. 니꾸니(二國)등의 연구에 의하면¹⁸⁾ 감자 전분의 경우 56℃에서 호화 되기 시작하며, 64℃에서 완결되나 수수전분은 68℃에서 호화되기 시작하여 76℃에서 완결된다고 한다.

② 수분과 온도의 영향

전분의 호화는 수분과 온도에 의하여 가장 큰 영향을 받는다. 일반적으로 수분 함량이 많으면 전분입자들이 수분을 흡수하여 팽윤 상태에 있기 때문에 호화가 잘 일어나고 온도가 높으면 호화가 빨리 일어난다.

예를 들어 밥을 지을 때 물을 충분히 넣으면 부드러운 밥이 되나 물이 적으면 호화 되기 어렵게 된다. 식빵을 구울 때 고온(약220~230℃)이 필요한 것은 밀가루의 수분함량이 적기 때문이다.¹⁹⁾

각종 전분의 호화온도는 다음과 같다 <표1 참조>

<표1> 각종 전분의 호화 온도

	식 품 의 종 류						
	쌀	감 자	타피오카	고구마	옥수수	밀	
전분의 호화온도(℃)	63.6	64.5	69.6	72.5	86.2	87.3	
전분의 점도(Bu)	680	1028	340	68.3	260	104	
비 율 (%)	아밀로펙틴	81	75	83	81	75	70
	아밀로스	19	25	17	19	25	30
전분립의 크기(직경 μ)	2-8	5-100	4-35	2-40	6-21	5-40	

* Bu : 점도의 강도를 나타내는 단위(이 표에서는 농도6%일 때)

* μ (미크론) : 1밀리의 1/1000

자료 : 제과제빵재료학, 주현규 외 3인, 광문각, 1997, p42.

18) 安本教傳 外 5人: 食品化學, 同文書院(1983)

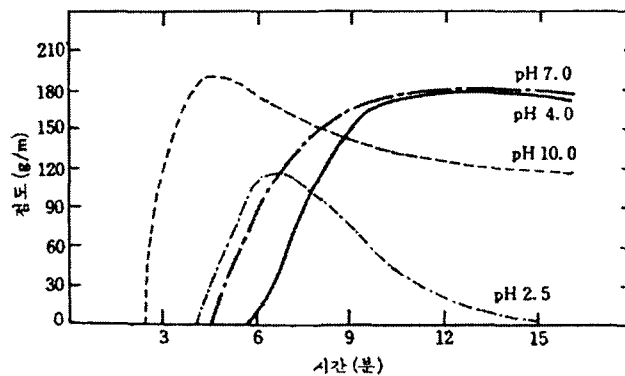
19) 이서래, 최신식품학, 신광출판사, 1985. p147

③ PH의 영향

전분의 팽윤(swelling)과 호화는 PH에 의하여 크게 영향을 받는다. 즉, 알칼리성에는 팽윤과 호화가 촉진된다. NaOH를 전분 현탁액에 가하면 가열하지 않아도 호화가 쉽게 일어날 수 있다.²⁰⁾

온도 90℃, 옥수수전분20 : 물80에서 전분호화에 미치는 PH영향은 아래 <표2>와 같다.

<표2 전분의 호화에 미치는 영향>



자료: 이규한, 식품화학, 형설출판사. 1999. p223

④ 팽윤제(염류)

팽윤을 촉진시켜 주는 물질을 팽윤제(Swelling agent)라고 하는데 이것은 팽윤과 호화를 촉진시킨다. 일반적으로 염류의 음이온(anions)의 팽윤제가 작용이 강하며, 일부 염류와 알칼리들은 전분입자(Starch granules)의 호화온도(gelation temperature)를 내려준다.²¹⁾ 한편 황산염은 호화를 억제한다.

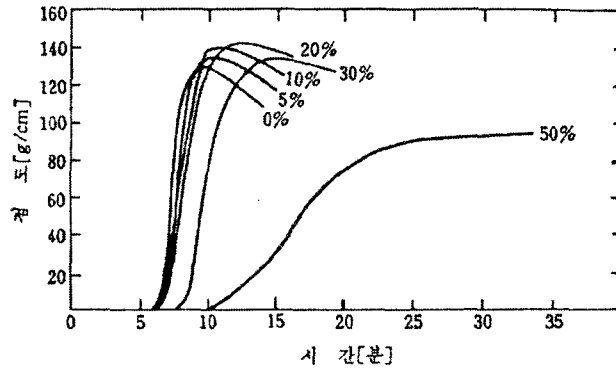
⑤ 당류

일부 당류들이 전분의 Gel형성 능력과 점도를 증가시켜 주고 있다. 다음<표3>에서 보면 5%의 옥수수 전분에 당류를 첨가 할 경우 점도는 약간 증가하지만, 20%이상의 당류를 첨가시키면 혼합물 중에 함유된 물분자와 설탕이 수화되기 때문에 오히려 전분입자의 팽윤을 저지한다.

20) 이규한, 식품화학, 형설출판사, 1999, p223

21) Senti, F.R. and Dillmer, R.J., Baker's Digest,(1960)

<표3> 호화에 미치는 설탕 농도의 영향



자료 : 이규한, 식품화학, 형설출판사. 1999. p225

2. 전분의 노화(Retrogradation)

전분 수용액(Suspension aqueous starch)을 일정한 온도 (gelatinization temperature)이상으로 가열하면 전분입자가 팽윤 되면서 입자는 무질서한 상태로 되어 결정성이 손실된다.

이때 Amylose는 가용화 하며 100℃까지 가열하면, Amylopectin은 기본 골격을 그대로 유지되면서 팽윤되므로 Amylose용액과 Amylopectin이 팽윤된 상태로 현탁 되어 있게 된다.²²⁾

이 용액을 냉각시키면 불투명한 점탄성 Paste나 탄성Gel이 형성되는데 이러한 Gel화 과정과 전분Gel을 저장하는 동안 전분 입자의 결정화가 일어나는데 이 과정을 노화라 한다.

원래 노화(retrogradation)라는 용어는 호화 또는 젤라틴화 된 전분의 현탁액에서 전분분자들이 자연 발생적으로 침전하여 불용성의 덩어리를 형성하는 과정을 말하는데 사용되어 왔다.²³⁾

노화의 원인은 전분의 변화와 습도의 변화를 들 수 있다. 여기서 전분이 변화했다 하면 전분 자체가 수분을 잃어 굳고 속결이 거칠어짐을 뜻한다.

굳은 전분은 1~2℃ 범위에서 온도가 떨어짐에 따라 차츰 굳는다. 그리고 2℃ 이하로 떨어지면 그 속도가 느려진다. 일반적으로 빵류에는 50%의 전분이 있다. 빵의 노화 속도는 전분함량과 관계가 있어 고율 배합빵이 저율 배합빵 보다 노화가 느리다.

22) 서남석, 전개논문, 1990. p1~2.

23) Whistler, R.L., Radley, J.A., 1964

습도의 변화는 빵의 내부로부터 겉질 쪽으로 옮겨 간다. 보통 신선한 빵의 내부 수분 함량은 44~45%, 겉질 12%이다. 그러던 것이 21℃에서 4일간 보관하면 내부의 수분이 3% 표피가 28%로 된다. 이렇게 수분이 겉질로 옮겨가는 것은 빵 속이 노화했음을 뜻한다.

1) 노화과정의 메카니즘(Mechanism)

α -전분을 실온에서 방치할 때 차차 굳어져서 β -전분으로 되돌아가는 현상을 β 화 또는 노화라 하며, 이 현상은 불규칙적인 배열을 하고 있던 전분 분자들이 시간이 경과됨에 따라 부분적으로나마 규칙적인 분자 배열을 한 micelle구조로 되돌아가기 때문이다. 떡이나 빵이 굳어지는 것은 전분의 노화현상 때문이다.²⁴⁾

즉 α 전분의 분자는 많은 물과 수화되어 낱알이 흩어져서 존재하지만, 실온에 두면 가까이에 있는 다른 분자와 일정한 거리에서 수소결합을 일으킨다.

이 수소결합은 근처에 있는 분자의 OH기와 직접 결합되는 수도 있고 두 분자 사이에 물분자를 두고 결합하는 수도 있다. 이와 같이 분자의 회합점이 있으면 이것을 기점으로 하여 점차로 수소결합을 이루어 분자의 회합점이 성장한다.

분자의 회합점이 커지면 용해도가 감소되고 대부분의 수화수(水和水)는 손실되어 침전된다. 성장된 분자 회합 부분은 micelle상태로 분자로 배열되어 β -전분으로 되돌아간다.

2) 전분의 노화에 미치는 영향

① 전분의 종류

전분의 종류에 따라 노화되는 차이가 있다. 이것은 전분분자들의 구조상 차이에 기인되는 것이다.

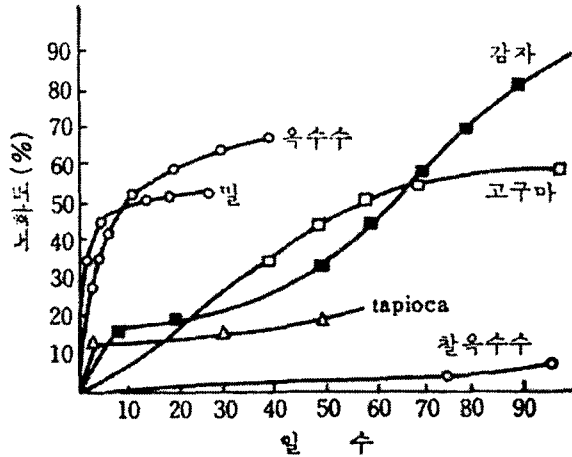
아래 <표4>에서 볼 수 있듯이 옥수수의 전분이 가장 노화되기 쉬우며 감자, 고구마 등의 전분은 노화되지 않는다. 그리고 찰옥수수, 찰밥, 찰수수 등의 전분은 잘 노화되지 않는다.

일반적으로 Amylopectin, Glocogen, Limit Dextrin의 함량이 많은 전분은 노화가 지연된다.²⁵⁾

24) 이서래, 최신식품화학, 신광출판사, 1985. p124.

25) 이규한 전개서, 1999. p227.

<표4> 전분의 노화율



1. 옥수수(corn), 2. 밀(wheat), 3. 감자(white potato), 4. 고구마(sweet potato),
5. 찰기(arrowroot), 6. 타피오카(tapioca), 7. 찰옥수수(waxy corn)

자료 : Radley, J.A. 1954. "Starch and Its Derivatives, " 3rd ed., Vol. 1, p.215, John Wiley and Sons. Inc., New York.

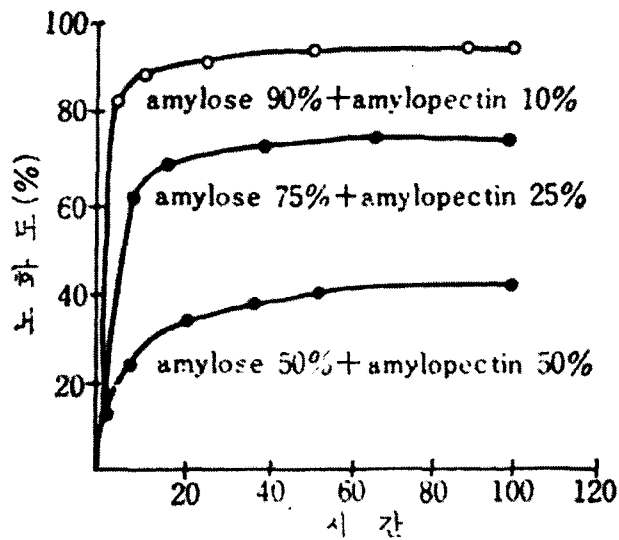
② Amylose와 Amylopectin의 함량

아밀로오스는 직선상 분자구조를 가지고 있기 때문에 물에 분산되어 쉽게 콜로이드 용액(Colloidal dispersion)을 만들 수 있으나 불안정하며 쉽게 침전으로 가라 앉아서 부분적인 결정구조를 갖는 경향이 있다. 즉 노화되기 쉽다. Amylose는 입체적인 장애를 받지 않아 노화가 빠르며, Amylopectin은 입체적인 장애를 받으므로 노화가 어렵다. Amylose가 많을수록 노화가 잘 일어나며, Amylopectin이 클수록 노화되기 어렵다.²⁶⁾

<표5>과 같이 아밀로오스와 아밀로펙틴의 혼합용액에서 아밀로펙틴의 함량이 클수록 노화되기 어려울 뿐 아니라 노화도 완전하지 않음을 보여주고 있다.

26) 신효선 외 1인 최신식품화학, 신광출판사, 1982

<표5> Amylose와 Amylopectin 혼합용액의 노화(0℃, 0.85%)



자료 : Radley, J.A. 1954. "Starch and Its Derivatives," 3rd ed., 1, p223. John Wiley and Sons, Inc, New York.

③ 수분함량

전분의 수분함량은 전분의 노화에 큰 영향을 준다. 일반적으로 30~60%의 수분에서 잘 일어나며 10% 이하에서는 거의 일어나지 않는다. 수분이 많으면 전분의 분자 회합이 어렵고, 건조상태에서는 분자가 고정화 상태가 되어 잘 일어나지 않는다.²⁷⁾

따라서 전분을 호화 시킨 식품은 (pre-gelatinized products), 다시 말해서 속의 전분이 호화 전분으로 된 식품들에 있어서는 노화를 억제하기 위해서 흔히 수분함량을 15% 이하로 급격하게 제거함으로써 노화를 효과적으로 억제할 수 있다.

대부분의 비스킷류, 건빵류 등과 같은 전분질 가공식품 속의 전분은 호화전분의 형태로 존재하나 이들 식품을 장기간 두어도 노화되지 않는 이유 중의 하나는 이들 식품의 수분함량이 극히 낮기 때문인 것으로 생각되고 있다.

27) 장현기 식품화학, 진로연구사, 1996, p212

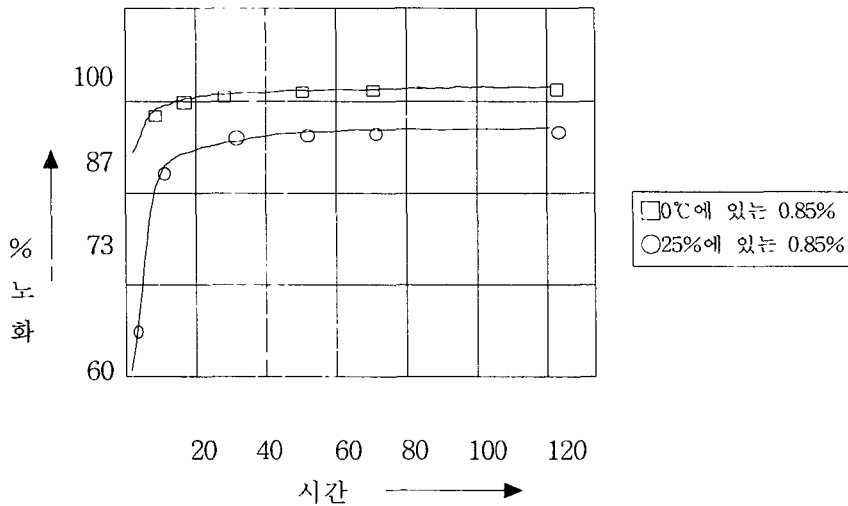
澱粉이 빵의 老化(Bread Staling)에 미치는 影響에 관한 研究

④ 온도의 영향

일반적으로 온도가 낮을수록 노화가 잘 일어난다.

노화가 가장 잘 일어나는 온도는 0°C 근처이다. 아래 <표6>에서 보듯이 0°C 에 있는 아밀로오스 현탁액의 노화는 25% 에서의 같은 농도의 아밀로오스 현탁액보다 더 빨리, 더 완전히 진행됨을 보여 주고 있다. 또한 60°C 이상 높은 온도, -2 0°C 이하에서는 거의 노화가 일어나지 않는다. 이것은 수소 결합이 저온일수록 안정화되기 때문이다.

<표6> 노화에 미치는 온도의 영향



자료 : Radley, J.A. 1954. "Starch and Its Derivatives," 3rd ed., Vol. 1, p.216, John Wiley and Sons, Inc., New York

⑤ PH의 영향

노화는 수소결합에 의한 분자회합에 의해 일어나므로 약산은 노화속도나 노화 정도에 별 영향을 주지 않으나, 황산(H₂SO₄), 염산(HCl), 인산(H₃PO₄) 등 강산 등은 비록 그 농도가 낮은 경우에도 노화 속도를 현저히 증가시킨다.

한편 강산이 존재하는 경우에는 Starch분자의 가수분해가 일어나며, 따라서 노화 속도가 급속도로 증가하고 어떤 최고치에 달한 후 다시 산에 의한 가수 분해에 의해서 노화된 Starch의 양은 서서히 감소하게 된다. Smirnof에 의하면 PH2에서 최대의 노화 속도를 보이고 PH6에서 약 4배나 된다고 한다.

한편, 알카리는 전분의 팽윤(Swelling), 용해(Solubilization), 호화 등을 매우 강하게 촉진시켜 준다. 따라서 알카리의 존재, 또는 PH가 7보다 알카리성인 용액에서는 노화가 전혀 일어나지 않거나 잘 일어나지 않는다.

⑥ 염류 또는 각종 이온의 영향

노화현상도 호화현상과 마찬가지로 전분분자들 사이의 수소결합과 밀접한 관련이 있는 현상이므로, 수소 결합에 영향을 주는 것으로 알려진 물질들은 노화(retrogradation)에도 큰 영향을 준다.

무기염류는 일반적으로 호화를 촉진시켜주며 반대로 노화를 억제하여 준다. 수소결합에 영향을 주는 것으로 황산마그네슘(MgSO₄)과 황산염(Sulfates)들은 노화를 촉진한다.

⑦ 당류의 영향

설탕은 자유수의 탈수와 수소결합의 저하의 역할로 노화를 억제한다. 일반적으로 2% 내지 4% 농도 이상의 당류는 빵제품의 내부(Bread crumb)가 굳어지는 현상을 억제한다고 한다. 대체로 맥아당 시럽>포도당 시럽>데키스트린>설탕>맥아당>포도당>수용성전분(Soluble Starch)의 순서로 진행된다.

⑧ 전분의 농도

일반적으로 전분의 농도가 증가함에 따라 노화 속도가 증가한다. 예로써 옥수수 아밀로오스의 현탁액에서 전분의 함량이 1.0% 인 경우에는 10시간내에 90% 이상이 노화되나, 0.2%에서는 20시간이 경과된 후에 겨우 노화가 일어나며 또 그 노화도 완전하지 않다.

⑨ 저장 시간의 영향

오븐에서 꺼낸 직후부터 노화현상이 시작되며 냉장온도에서 실온 사이에 제품을 두면 최초 1일 동안 앞으로 4일 동안 일어날 노화의 반이 진행된다. 대체로 신선할 때 노화 속도가 빠르다.

3. 노화측정방법

제빵업자의 목적은 소비자가 원하는 좋은 제품을 항상 일정하게 생산하는 것이며 적당한 이윤을 창출하는 것이다. 그러나 제빵업자가 사용하는 원료들은 유기물들이기 때문에 항상 품질이 변화한다. 그리고 동시에 생산조건도 변하기 때문에 좋은 품질의 제품을 일정하게 생산하기 위해서는 최종 제품의 품질을 표준화 할 필요가 있다.

대체로 생산에서 제품의 품질관리를 하기 위한 품질 평가는 제품이 생산된 지 18~24시간 후에 실시하는 것이 보편적이며 샘플의 채취는 제품이 진열되어 있는 장소에서 무작위적으로 하여야 한다. 노화의 신선함을 평가하는 가장 쉬운 방법은 제품의 굳기를 측정하는 것이다. 또한 제품의 품질평가는 기본적으로 시각·촉각·후각·미각에 의하여 주관적인 판단을 하게 되며, 평가에 대한 절대적인 수치는 없다. 따라서 평가를 좀더 객관화 하기 위하여 많은 보조 수단들이 개발되어 왔다.

첫 번째로 평가할 특성들을 열거해 놓은 점수표(Score Sheet)가 있다. 두 번째는 시각적 평가를 돕기 위하여 평가에 적합한 조명과 세 번째는 기계적으로는 한계가 있으나 볼류메터(Volumeter)나 컴프레션 메터(Compression meters)와 같은 측정기계를 사용한다.

볼류메터는 제품의 부피를 cm³단위로 측정하는 기구이며, 컴프레션 메터는 빵속의 굳기를 측정하는 기계이다. 이와 같이 기계를 이용하면 평가자의 주관성을 줄일 수 있고 다른 평가자에 의해서도 이용될 수 있다는 장점이 있으나 대부분의 빵의 특성들이 기계적 측정으로 객관화가 어렵다는 단점이 있다.

한편 빵의 평가는 객관화하기 위하여 사진, 칼라 차트 및 포름산 알데히드를 이용하여 빵을 보관하는 방법들이 개발되고 있다. 가장 많이 쓰이는 평가법으로 관능적 평가법이 있다.

관능적 평가법은 제품의 겉질을 묘사하는 외부적 특성(External Characteristics)와 내부조직을 묘사하는 내부적 특성(internal Characteristics)이 있다. 그밖에 식감(Eating Qualities)등을 조사하는 것이다.

여기서 외부적 특성으로는 부피(Volume), 대칭성(Symmetry), 겉질색상(Crust color), 구워진 정도(evenness of Bake), 겉질의 특성(Character of crust), 브레이크와 슈레트(break and shred)²⁸⁾등을 평가하는 것이다. 내부적 특성으로는 조직감을 평가하는 텍스터(texture), 기공의 결(grain), 속살색상(crumb color)등을 체크하는 것이고 냄새(aroma), 맛(taste), 감촉(mouth feel)등을 평가하는 식감(Eating Qualities)등이 있다.

그 밖에 객관적 평가법으로 경도에 의한 측정법과 전분의 노화 정도에 의한 측

28) 브레이크와 슈레트(Break and Shred) 식빵의 브레이크란 겉질과 로프의 양옆면 사이의 갈라지는 부분을 말한다. 또한 갈라진 부분은 슈레드(Shread)라 불리는 얇은 색깔의 부분으로 연결되어 있다. 브레이크가 너무 크면 체적과 대칭성에 결함을 나타낸다. 브레이크와 슈레드가 없는 로프는 블라인드(blind)하다고 묘사한다. 캡핑(Capping)은 겉겉질 부분이 빵 몸체로부터 완전히 분리되는 현상을 말한다.

정법이 있다.

경도에 의한 측정기구로는 Baker's Compressimeter²⁹⁾, instron universal³⁰⁾, Rheometer³¹⁾등이 있다. 전분의 노화정도에 의한 측정 방법은 아밀로 그래프에 의한 측정, 빵 속살의 흡수성, 가용성 또는 불용성 전분함량의 측정, 아밀라제에 대한 전분의 감수성, 빵의 불투명, X-선 회절, DSC³²⁾등의 측정법이 있다.

29) Baker's Compressimeter: 측정방법이 간단하고 AAcc에서 공인된 방법으로 가장 많이 사용되고 있다.

30) instron universal : 최근에 개발된 경도 측정장치로 슬라이스한 빵을 시료대에 놓고 플립저를 빵 표면에서 25% 압축하도록 하고 그 값을 빵의 경도로 간주한다.

31) Rheometer

레오메터는 식품을 구성하는 조직의 성상을 역학적으로 해석하기 위한 기기로 빵의 경도 측정에 사용된다.

32) DSC(시차주사 열량계)

빵이 노화됨에 따라 고온영역에서 피크가 존재하는 것으로 빵의 노화정도, 즉 전분의 노화정도는 엔탈피로 표시되며 노화가 진행됨에 따라 엔탈피는 증가한다. 특히 DSC측정의 결과로 수분함량이 적은 빵은 빨리 노화된다.

III. 신선한 빵과 노화된 빵의 비교

1. 빵의 노화진행

빵의 품질을 측정검사 하는 방법은 여러 가지가 있으나 그 중에서 쉽게 판단할 수 있는 것이 외관상의 신선도일 것이다. 신선한 빵과 노화된 빵은 어떻게 다르며 그 차이는 어디에서 비롯됐는지 신선한 빵과 노화된 빵을 서로 비교 분석하여 노화과정을 살펴 본다.

일반적으로 신선한 빵은 건조하고 단단하며 속이 부드럽고 신선한 향을 가지고 있으나 이것이 노화하면 부드러워지고 속은 단단해져 굳고 향의 손실이 생겨 좋지 않은 방향으로 변하게 된다.³³⁾

그 밖에 신선한 빵과 오래된 빵은 맛을 보면 이들의 차이점을 알 수가 있다. 신선한 빵과 노화된 빵을 비교하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

신선한 빵(Fresh Bread)	오래된 빵(Old Bread)
<ul style="list-style-type: none"> · 껍질이 바삭거린다. · 부드럽고 탄력 있는 빵 속을 갖는다. · 향과 냄새가 신선하다. · 정상적인 무게를 갖는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 껍질이 부드럽고 질기고 딱딱하다. · 단단하고 건조한 빵 속을 지닌다. · 맛과 향이 부족하다 · 정상에 비교해서 무게가 가볍다.

1) 빵의 스테일링(Bread staling)

베히텔들(Bechtel)에 의하면³⁴⁾ 스테일링이란 빵제품(Bakery Products)등에 있어서 미생물에 의한 부패 이외의 원인에 기인되는 식품가치를 감소시켜 주는 변화들이라고 말하고 있다. 빵이나 기타 밀가루로 만든 제품을 방치해 두면 껍질 부분(Bread crust)은 내부에서의 수분의 확산에 의해서 질겨지며 빵속 부분(Bread crumb)은 조직(Texture)이 점차로 딱딱해지며, 또 오랫동안 방치할 때는 전반적인 탈수 또는 건조현상, 유지의 산패(rancidity), 단백질의 변질, 빵조직의 탄력성의 상실 등의 여러 변화가 일어나며 풍미는 급속도로 저하된다.³⁵⁾

33) 배중호 외 6인, 제과제빵학, 형설출판사, 1999. p141~142

34) Bechtel, W.G. et al, 1953.

빵제품에 다음과 같은 변화를 가져 오는 현상 등을 포함한 종합적인 변화라고 할 수 있다. 빵의 속부분(crumb)이 계속 딱딱해지는 현상, 빵의 속부분이 계속 불투명하게 보이게 되는 현상, 빵의 속부분이 부서지기 쉬워지는(crumbliness)현상, 빵의 속부분의 호화전분의 결정화(crystalization)가 계속 진행되는 과정, 빵의 속부분의 흡수성 감소, 빵의 속부분에 대한 β -아밀레이스의 가수분해 작용의 계속되는 억제, 수용성 전분함량의 감소 등이다.

한편, 빵제품의 스테일링과 관련된 전분의 노화는 주로 빵제품 중의 아밀로오스 성분의 노화로 생각되어 왔다. 실제로 아밀로오스의 노화는 빵의 속부분(crumb)이 딱딱해지는데 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그러나 일부 학자들은 빵제품의 전분 속의 아밀로오스는 빵을 굽고 난 직후 곧 노화되어 노화된 상태로 존재하며 빵의 스테일링은 빵속의 전분 중 아밀로펙틴의 변화에 기인한다고 생각하고 있다.

2) 빵의 노화진행 비교

빵이 구워진 직 후 빵겉질은 5~10%, 빵내부는 40~50%의 수분을 함유하고 있다. 그러나 시간이 지남에 따라 빵겉질과 내부 사이에 평형이 이뤄져 수분량은 거의 같아진다. 이때 빵겉질은 바삭거리는 맛을 잃게 되면서 부드러워진다. 이보다 좀더 시간이 지나면 딱딱해지고 건조해진다. 또한 굽는 동안 전분이 호화 되어 부드럽고 촉촉하며 탄력 있는 내부구조를 갖게 된다. 그러나 시간이 지남에 따라 전분은 수분을 내주기 시작하고 이 수분은 증발하게 된다. 그러므로써 노화가 진행되기 시작하면 스스로 호화상태를 유지하지 못하게 된다. 빵의 노화의 진행 및 영향을 살펴보면 다음과 같이 정리 할 수 있다.

진행과정	영 향
<ul style="list-style-type: none"> · 수분이 빵의 내부에서 빵겉질 쪽으로 이동한다. · 밀가루 전분의 노화가 나타난다. · 냄새와 향의 증발 · 수분의 증발 	<ul style="list-style-type: none"> · 빵겉질의 바삭함이 사라지고 부드러워진다. · 과립상태, 단단한 전분으로 변해 감 · 풍미가 없어진다. · 빵의 무게가 가볍고 단단해진다.

35) Herz, K.O., 1965; Ponte, J.G., Jr., 1974.

3) 빵의 종류에 따른 신선도 유지기간

어느 정도기간까지는 신선한 맛을 느낄수 있는가 하는 것은 제품의 종류에 따라 차이가 나게 된다. 이것은 거친 호밀빵과 밀가루 100% 빵을 비교해보면 분명히 다르게 나타난다. 거친 호밀빵은 장시간 동안 신선도가 어느 정도 유지되지만, 밀가루빵은 빠르게 노화된다.

신선도가 유지되는 기간들은 원도우 베이커리 경우는 당일 제품을 제조하여 당일 로 판매함을 그렇게 심각한 문제는 되지 않으나, 여름철 습도와 온도가 높을 때에는 문제가 되며 특히 유통과정에 소요되는 기간이 평균 4~5일이 요하는 도매업을 하는 양산공장의 경우 제품의 노화로 인하여 기업에 미치는 영향을 중요한 문제라고 생각된다.

빵의 종류에 따른 신선도 유지기간은 다음과 같다.

빵의 종류	최소 신선도 유지기간
단과자빵	1~3일
밀/호밀혼합빵(70/30)	2~5일
호밀/밀호밀빵(30/70)	5~7일
호밀빵	6~10일
건강빵	7일
거친 호밀빵	8~12일

2. 빵의 신선도를 연장시키는 법(How to prolog the Freshness of Bread)

빵의 신선도는 전분의 노화와 밀접한 관계를 가지고 있다고 할 수 있다. 떡이나 빵이 굳어지는 것은 전분의 노화현상 때문이다. 즉 전분의 노화를 지연시키면 빵의 신선도를 더욱 오래 유지 시킬 수 있다. 유화제와 유지는 전분의 노화를 방지해 빵의 신선도를 높여준다.³⁶⁾ 빵의 신선도에 영향을 미치는 요인들과 빵을 만드는 각 공정에서의 신선도를 연장시키는 방법들에 대하여 알아본다.

36) 장상원, 월간제과제빵, (주)비엔씨 월드, 1998. 5월.

1) 빵의 신선도를 연장시키는 법(How to prolog the Freshness of Bread)

신선도에 영향을 미치는 요인은 재료의 영향, 유지 및 유화제 사용유무, 빵제법의 영향, 포장 등 여러 가지 원인이 있다.

2) 반죽 성형단계 동안 신선도를 연장시키는 법(Preventive Measures During Dough Make up)

밀가루를 많이 사용하는 빵일수록 신선도가 유지되는 기간이 짧고, 섬유질을 많이 함유한 검은색 계통의 가루와 거친 곡물들은 반죽의 부풀림을 개선한다. 이런 재료들은 전분의 호화에 도움을 주며 빵제품의 신선도를 오래 유지하게 된다. 또한 전분의 호화를 돕기 위해 첨가제를 사용하거나 반죽의 성형공정에 변화를 줌으로써 신선도를 개선시킬 수 있다.

그 밖에 호화된 전분은 빵 내부에 수분이 오래 머물게 하는 기능을 한다. 유지 또한 전분의 노화를 지연시킨다. 이런 방법들은 지난 몇 년 동안 밀가루가 너무 건조 할 때 사용되어 온 중요한 방법들이다. 노화 방지제는 양산업체에서 사용하는데 밀가루의 종류와 양에 따라 조절해 사용하지 않으면 빵 속이 너무 질거나 질긴 맛을 내게 된다. 여기서 신선도를 높이는 재료와 방부제는 구별되어야 한다. 즉 신선도를 증가시키는 재료는 전분의 노화를 지연시켜 주는 것이고 방부제는 곰팡이가 피는 것을 지연시키는 재료이다.

짧 다	길 어 진 다
<ul style="list-style-type: none"> · 밝은 색의 밀가루 반죽 · 밝은 색의 호밀가루 반죽 · 직접법 반죽 · 반죽의 점도가 높아 된 반죽 · 포장을 하지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> · 어두운 색의 밀가루 · 수분흡수를 증대시키는 재료를 추가로 사용 · 거친 호밀반죽 · 스펀지법과 같은 간접제법을 통한 반죽 · 반죽의 점도가 낮은 진 반죽이나 온도가 낮은 반죽 · 샤워 밀크 첨가 제품 · 유지, 유화제 등 신선도를 높이는 첨가물이 반죽에 들어 있을 때 · 포장을 할 경우

澱粉이 빵의 老化(Bread Staling)에 미치는 影響에 관한 研究

신선도를 증가시키는 재료는 반죽중 수분 흡수를 증대시키는 재료(호화전분, guar gum flour), 밀가루에 잘 용해되는 물질, 전분과 잘 혼합되어 호화할 수 있는 재료로서 전분의 퇴화를 지연시키는 재료 등이다.

잘 혼합된 첨가제는 반죽을 하는 동안 수분 흡수를 증대시키고, 식물성으로 된 점성을 증가시키는 재료, 유지, 유화제 등은 빵에 좋은 영향을 준다. 위의 재료들은 수분 흡수율을 3%까지 끌어 올려 반죽의 부풀림을 증대시킨다. 이렇게 늘어난 수분은 유화제의 도움을 받아 굽는 동안 전분의 아밀로스와 결합하여 안정된다. 그러나 풍미를 잃는 것까지 지연시키지는 못한다.

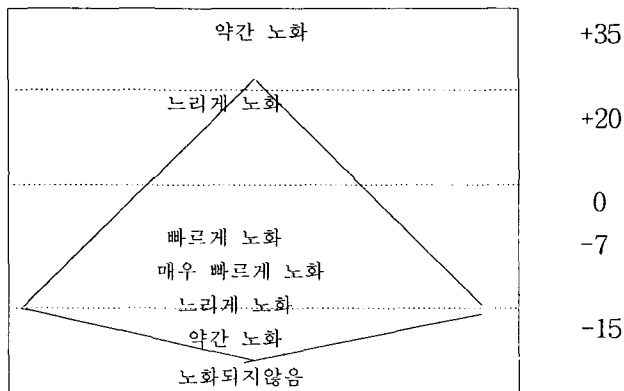
3) 빵을 굽는 과정에서 유용한 요인(Measures Used During the Baking of Bread)

빵의 조건은 부풀고 잘 구워져야 하며 신선도를 유지하는데 영향이 있어야 한다.

빵의 노화를 지연시키기 위해 굽기과정 중 지켜야 할 사항은 첫째, 이스트를 많이 넣어 빠른 시간에 빵을 제조하지 않는다. 둘째, 빵을 구울 때 적당히 높은 온도에서 굽다가 온도를 낮춰 굽는다. 셋째, 굽는 시간을 준수한다. 넷째 저장을 위한 빵은 굽는 시간을 단축한다.

온도변화에 따른 빵의 노화과정을 보면 아래 <표7>와 같다.

<표7> 온도 변화에 따른 빵의 노화



위의 표에서 보듯이 -7℃에서 보관을 하면 빵의 노화가 지연되고 빵겉질과 빵속의 수분이동을 차단하여 신선도를 유지할 수 있다.

빵을 급속 냉동하기 위해 필요한 사항은 첫째, 오븐에서 나온 빵의 내부온도가 7

0℃ 일 때 냉동시킨다. 둘째, 급속 냉동고를 이용하여 빵 내부 온도가 -7℃로 떨어질 때까지 냉동한다. 셋째, -15℃~-8℃ 사이의 온도에서 1주일까지 보관 가능하다. 넷째, 보관하는 동안 온도가 올라가 해동되지 않고 같은 저장고에 다른 제품이 들어가지 않도록 주의한다. 넷째, 220℃~240℃ 오븐에서 스팀을 사용해 해동한다.

4) 따뜻한 보관상태에서 신선도 유지(Keeping Bread Fresh Through)

빵의 신선도는 섭씨 50℃에 습도 80%에서 2일 동안 그대로 유지될 수 있다.

이런 환경에서는 전분이 노화되지 않고 호화 상태를 유지하기 때문이다. 흰 밀빵을 50℃이상에서 보관하면 빵 내부가 갈색으로 변한다.

이는 알부민과 설탕의 메일라드 반응 때문인데 그 대표적인 예로 펌퍼니켈빵 속의 갈색을 들 수 있다.

빵을 알맞게 보관하기 위해 가장 주의해야 할 사항은 빵껍질이 눅눅해지는 것과 곰팡이균의 접촉, 먼지, 이물질의 냄새 등을 피하는 것이다.

5) 빵을 저장하는 동안 유용한 요인(Measures Used During Storage of Bread)

빵이 베이커리에서 구워진 후 바로 판매되기까지의 짧은 기간동안에는 청결이 가장 중요하다. 그러나 장기 보관할 때는 보관온도와 습도가 더 중요한 요소일 수 있다.

전분이 퇴화되어 신선도가 변하는 것은 맛으로 느낄 수 있다. 빵의 노화는 전분의 노화과정을 지연시키면 보다 천천히 진행될 수 있다. 전분의 노화는 -7℃이하, +55℃ 이상에서 더 이상 노화가 진행되지 않는 것을 알 수 있다.

6) 굽기의 차단 및 부분적으로 굽는 제품으로 신선도 유지

(Interrupted Making Method & Partially Baked Products)

빵을 구울 때 평상시 굽는 시간의 약 4/5정도 시간이 경과하면 오븐에서 꺼내 그대로 저장한다. 저장한 후 약 2/5 시간 정도를 다시 구워야 한다. 이미 처음 구웠을 때부터 전분의 노화가 진행되기 시작하므로 두 번째 구운 후에는 신선도가 유지되는 시간이 짧아진다.

또한 부피가 큰 빵, 작은 빵, 바케트 같은 빵들을 굽는 과정 중간에 꺼내어 부분적으로 구워진 상태로 판매를 하기도 한다. 이렇게 갈색만 띤 상태로 판매되는 제품들은 보통 굽는 시간의 2/3시간 정도 굽기를 한다.

IV. 노화에 미치는 전분의 역할

1. 전분의 역할

전분의 변화가 빵의 노화에 중요한 역할을 한다는 것은 X-선 회절방법에 의하여 오래 전 부터 알려져 있으며³⁷⁾ 그 후 많은 연구에 의하여 사실이 증명되고 있다.

전분의 노화과정은 고분자의 결정화 속도를 결정하는데 적용되는 아브라미(Avrami)식에 의하여 분석될 수 있다. 즉, 빵 속살의 탄성 계수의 증가는 전분의 결정도의 증가에 비례한다는 가정 아래 탄성계수(elastic modulus), 저장 시간 및 온도와의 관계를 조사한 결과 빵의 굳기 속도를 아브라미식(Avrami)에 의하여 나타낼 수 있음을 증명하였다.³⁸⁾

아브라미식은 다음과 같이 표시된다.

$$\theta = \frac{E_t - E_0}{E_t - E_0} = \exp(-kt^n)$$

θ 는 어느 시간(t)후의 결정화 되지 않는 전분의 분획, n은 아브라미지수(전분화 결정 양 상에 따라 1~4의 값을 가지게 된다.)이고, K는 결정화 속도를 나타낸다.

E_0 및 E_t 는 0시간과 t시간에서의 탄성계수로써 빵의 탄성계수는 빵의 압축 정도로부터 직접 구하게 된다. E_t 은 이론적인 무한대 시간 후 탄성계수를 나타낸다.

구운 지 얼마 안 되는 신선한 빵류의 X-선 회절도형(X-ray diffraction pattern)은 호화 전분의 경우의 V도형을 주나 스테일링이 일어나면서 B도형으로 바뀌지며, 또한 스테일링이 일어남과 동시에 아밀레이스들의 가수분해(hydrolysis by amylolytic enzymes)은 급격하게 억제되는 사실이다.³⁹⁾

빵의 노화에 미치는 전분의 결정화의 역할은 빵을 오븐에서 굽는 동안 전분의 호화가 일어나게 되며 빵을 식히는 과정에서 호화된 전분은 에너지가 낮은 결정 상태로 되돌아 가게 된다.

이 결정상태는 전분의 약 15%에 지나지 않지만 분자량이 큰 전분 분자가 관여하므로 전체 겔(Gel)의 굳기에 영향을 미치게 된다.⁴⁰⁾

37) Katz, J.R., in A Comprehensive Survey of starch Chemistry, ed. by R.P. Walton, Chemical catalog Co, New York(1958)

38) 김성근 외 2인, 제과제빵과학, (주)비엔씨 월드, 1999. p140

39) Radley, J.A., 1954

40) Senti, F.R. and Dilmer, R.J., Baker's Digest, 34(1) 28(1960)

전분의 두 성분 즉, 아밀로오스와 아밀로펙틴 중 노화에 보다 큰 영향을 미치는 성분은 아밀로펙틴으로 알려지고 있다. 빵 중의 가용성 전분인 아밀로오스와 아밀로펙틴의 시간에 따른 변화를 보면 굽기 직후에는 아밀로오스의 영향이 크나 시간이 지나면서 전분의 80%를 점유하고 있는 아밀로펙틴에 의해서 노화가 진행된다.

빵의 노화를 억제하기 위하여 흔히 유화제가 사용되는데 유화제가 빵의 노화에 미치는 영향은 <표8>와 같다.⁴¹⁾

<표8>유화제가 빵의 노화에 미치는 영향

Bread No	Description of Additives	Compression Data(3 days)	Intensity of Diffraction Lines(6 days)			Complexing Index
			Structure	B	V	
1	Control					
2	Hydrated mono-diglycerides, 20% a	13.8	B>V	10	7	-
6	Succinylated monoglyceride	12.1	V>B	6	10	28
4	60% Mono-야, 40% ethoxylated monoglycerides	11.8	V>B	6	9	63
3	60% Mono-야, 40% ethoxylated monoglycerides	11.6	V>B	5	9	30
5	Sodium stearoyl-2 lactylate	10.6	V>B	4	10	72
	75% Hydrated mono-diglycerides, 25% Polyoxethylene sorbitan 20	10.5	V>B	4	10	29

자료: Zobel, H.F., Baker's Digest. 1973.

2. 밀가루 성분의 역할

빵은 단백질(1), 전분(6), 물(5)의 비율로 구성되어 있다.⁴²⁾

또한 밀가루에는 지질(1.4~2.0%) 및 펜토산 (2~3%)이 존재하는데 이중 0.5~0.8%는 수용성이다. 이와 같은 물질 이 외에도 당단백질, 당지질, 인지질 등의 중간 화합물들이 존재하여 빵의 주성분을 이루면서 빵의 노화에 관련된다.

따라서 궁극적으로 빵의 주성분을 이루게 되는 이들 밀가루의 각 성분들이 각 성분들이 빵의 노화에 중요한 역할을 하리라는 것을 쉽게 짐작할 수 있다.

대체로 빵에 수분의 함량이 많을수록 노화가 지연된다는 것을 실험 결과인 것이다. 미국빵

41) Zobel, H.F., Baker's Digest, 47(5), 52(1973).

42) Willhoft, E.M.A., Baker's Digest, 47(6), 14(1973).

의 규격은 표준 빵제품의 수분량을 최고 38%로 제한하고 있다. 따라서 친수성 콜로이드의 첨가 시험을 할 때는 빵이 이 수분 수준을 초과하지 않도록 해야 한다. 베이커리 제품은 각 제품의 표준 수분 범위내에 높은 수분함량으로 생산되어야 한다.

그 다음 단백질이 빵의 노화에 관여한다는 것은 여러 연구자에 의해 주장되었다. 일반적으로 빵의 단백질 함량과 빵의 노화 속도는 부의 상관관계를 보인다.

실험에 의하면 이 효과는 더 많은 단백질의 직접적인 효과보다는 전분의 회석 때문이다.⁴³⁾

일부 단백질을 많이 함유하는 재료들은 노화를 지연시키는 것으로 믿어지고 있다. 이것은 탈지분유, 콩가루와 계란의 알부민 등과 같은 기타 단백질 재료 등이다. 그 밖에 밀가루는 약 3.0%의 펜토산을 함유하며 그 중 반은 물에 녹고 나머지 반은 물에 부른다. 이 화합물은 광범위하게 노화억제 물질로서 실험되어 있다. 특히 물에 잘 녹지 않는 부분이 노화를 지연시키는데 효과적이라고 주장되고 있다.

3. 저장온도 및 저장 시간의 영향

빵의 노화 중에 전분의 결정화가 crumb firmness에 결정적인 역할을 한다는 것은 잘 알려져 있으며 고온에서(30℃ 이상) 전분 외에 단백질의 변화 및 수분의 재분배는 빵의 굳기에 영향을 준다.⁴⁴⁾

전분의 결정화 부(-)의 온도 계수를 갖는데 비하여 단백질의 변화 및 수분의 재분배는 정(+)의 온도계수를 갖는다. 또 한가지 중요한 것은 전분 겔(Gel) 및 빵 전분의 결정화는 가열에 의한 가역적 반응이라는 사실이다. 그러나 단백질 변화 및 수분재분배는 비가역적이다.

빵을 30℃ 이상의 고온에서 저장하는 경우 전분의 결정화는 실온(21℃)에서 저장하는 경우보다 약 2~4배 느린 것으로 이는 고온에서는 전분의 역할이 크게 감소되기 때문에 전분이 외의 다른 요인 즉 단백질의 변화, 또는 수분의 재분배 등이 빵의 노화에 관여함을 가르킨다.⁴⁵⁾

그밖에 빵의 노화는 저장시간의 영향을 받는다.

대체로 빵은 오븐에서 꺼내어 냉각하면서부터 시작된다. 노화는 빵이 신선할 때 가장 빠르고 4.4~21℃의 온도 사이에 4일 동안 일어 나는 노화의 약 50%가 빠르게 진행된다.

43) Bechtel, W.G. and Meisner, D.F., Cereal 초드., 31, 182(1971)

44) Robertson, G.H. and Emami, S.H., J. Food Sci., 39, 1247(1974)

45) 김성곤 외 2인, 제과제빵과학, (주)비엔씨 월드, 1999. p142.

V. 결론

우리나라에서는 아직 전분의 노화가 제빵 산업에 미치는 영향에 대한 확실한 자료가 없는 실정이다. 제과제빵 산업에서 제품의 노화로 인하여 야기되는 손실은 대단한 것이다.

빵의 노화는 빵의 상업적 수명을 좌우하는 경제적 문제이다.

이제까지 빵의 노화에 대하여 알아 본 바와 같이 빵의 노화는 제품의 보존성과 소비자의 만족 차원에서 매우 중요한 자리를 차지하고 있다.

이 말은 제빵산업에 있어서 경영 및 원가 절감에 많은 영향을 미친다고 할 수 있겠다.

그래서 본 소고에서 전분의 변화가 빵의 노화에 중요한 역할을 한다는 것과 구운 지 얼마 안되는 신선한 빵류의 X-선 회절도형은 호화 전분의 경우 V도형을 주나 스테일링이 일어나면서 B도형으로 바뀌지며, 또한 스테일링이 일어남과 동시에 아밀레이스들의 가수분해는 급격히 억제된다는 사실을 알게 되었다. 전분의 역할, 밀가루의 성분, 재료 및 부재료 역할 등은 결국 노화를 억제하기 위한 방법이라 할 수 있겠다.

빵의 노화를 억제하기 위한 방법으로 여러 가지 방법이 있으나 그 중에서 가장 크게 대두되는 몇가지 방법을 본 논제의 연구 결과로 도출하였다.

첫째, 수분함량의 조절 전술한 바와 같이 전분의 노화는 30~60%에서 가장 잘 일어나므로 그 이상 또는 그 이하로 수분 함량을 조절하면 노화를 어느 정도 억제할 수 있다.

둘째, 당류의 첨가 : 당류는 식품 속에서 그 속의 수분과 수소결합을 통하여 수화(hydration)되어 있다. 따라서 당류는 식품 중의 유효 자유수의 양을 감소시켜 주며 일종의 탈수제로써 작용한다.

셋째, 유화제의 사용 : 유화제는 전분 콜로이드 용액의 안정도를 증가시켜 주므로 전분 분자의 침전이나, 결정 영역의 형성을 억제하여 주므로 노화를 방지한다.

넷째, 냉동에 의한 방법 : 전분의 노화는 0℃보다 낮은 -20℃~-30℃에 이르면 거의 노화가 일어 나지 않는다. 그리하여 α 화된 식품을 그 노화를 억제하기 위하여 빙점 이하에서 냉동 건조 시키는 방법이 채택되고 있으며 이러한 방법을 이용한 식품으로는 냉동 건조미 등이 있다.

그밖에 간접제법을 통한 반죽, 부재료 첨가, 밀가루 성분의 역할, PH, 무기염류 사용유무 등에 따라 노화 진행을 억제하고 신선도를 연장할 수 있을 것으로 본다.

앞으로 노화문제의 해결은 제빵을 연구하는 사람 뿐만 아니라 일반 화학자에게도 좋은 과제라고 생각되며 앞으로 많은 연구가 이루어지길 바란다.

參考 文獻

- 고영수, 최신영양학, 수학사, 1977.
- 김동훈, 식품과학, 탐구당, 1993.
- 김성곤 외 2인, 제과제빵과학, (주)비앤씨월드, 1999.
- 김성곤, 빵의 노화에 미치는 역할, 식품과학지, 1983.
- 배종호 외 6인, 제과제빵학, 형설출판사, 1999.
- 서남석, hysolecithin첨가에 의한 빵의 노화 방지에 관한 연구, 연세대 산업대학원 석사학위논문, 1990.
- 신효선 외 1인, 최신식품화학, 신광출판사, 1982.
- 윤대순 외 1명, 베이커리경영론, 백산출판사, 1998.
- 이규환, 식품화학, 형설출판사, 1999.
- 이서래, 최신식품학, 신광출판사, 1985.
- 장상원, 월간제과제빵, (주)비앤씨월드, 1998. 4~5월
- 장현기, 식품화학, 진로연구사, 1996.
- 주현규 외 3인, 제과제빵재료학, 광문각, 1997.
- 安本教傳 外 5人, 食品化學, 同交書院, 1983.
- Bechtel, W.G., Meisner, D.F. and Brandley, W.B., cereal 초드, 1953.
- Herz, K.O., 1965 : Ponte, J.G., 1974.
- Katz, J.R., in A Comprehensive Survey of starch chemistry ed by R.P Walton, chemical Catalog Co., New York 1978.
- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L., Baker's Digest 1977.
- National Academy of Sciences, Food Science in Developing Countries, A Selection of Unsolved problems 1974.
- Robertson, G.H. and Em ami, S.H., J. Food Sci., 1974.
- Senti, F.R. and Dilmer, R.J., Baker's Digest 1960.
- Whistler, R.L., Radley, J.A., 1964.
- Willhoft, E.M.A., Baker's Digest, 1973.
- Zobel, H.F., Baker's Digest, 1973.

ABSTRACT

**A study of the starch's effect on the aging of
Bread**

Lee Myung Ho

There are no reliable data about the effect on the baking industry in Korea yet. The damage caused by the product's aging is so much in the confectionary and baking industries. Therefore, the aging of bread is an economical problem which determines its commercial lifespan. In order to solve out this aging problem, this article dealt with the factors which give rise to the effect of starch on the aging and its inhibitory methods.

1. Control of the moisture content : Because the aging of starch occurs at 30~60% of moisture most frequently, controlling the moisture content above or below the above percentage can help restrain the aging to a certain degree.
2. Addition of sugars : The sugars become hydrated through hydrogenation with the moisture in the food. Thus, the sugars suppress the phenomenon of crumbling inside the food acting as a kind of dehydrator.
3. Use of an emulsifying agent : The emulsifying agent increases the stability of starch colloid liquid and suppresses the precipitation of starch molecules and the formation of crystallized range to prevent aging.
4. Method by freezing : The aging of starch does hardly occur reaching -20°C ~ -30°C below zero.
5. Maintenance of warm condition : The freshness of bread is maintained at the 80% of humidity at 50°C.

3인 익명 심사 필

1999년 12월 5 일

논문 접수

1999년 12월 27일

최종심사