

Bacillus polymyxa No. 26의 생전분 당화형 β -amylase를 이용한 떡의 노화억제효과

손천배 · 이상미

충남대학교 식품영양학과

Effect of Retrograde Restraint of Rice Cake Using Raw Starch Saccharifying β -Amylase from *Bacillus polymyxa* No. 26

Cheon-Bae Sohn and Sang-Mee Lee

Department of Food science & Nutrition, Chungnam National University

Abstract

To improve the quality of rice-cake(*Cholpyon*), raw starch saccharifying β -amylase from *Bacillus polymyxa* No. 26 was used in process of raw rice-cake production. 30g of raw rice flour was incubated with 0~1,200 RS units of the enzyme for 5 hr at 45°C, and then steamed and stored for 40 hr at 4°C. In instrumental analysis, control group, which was incubated without addition of β -amylase, was completely hardened after incubation for 12~24 hr at 4°C. In contrast, enzyme-treated group was not retrograded, and showed a great differences in hardness, cohesiveness and chewiness. On the other hand, in sensory analysis, the effect of the enzyme treatment was higher values of hardness, moistness, and sweetness than these of control group. Therefore, these results clearly suggested that β -amylase was fully active to degrade raw rice starch in process of rice-cake production, resulting in improvement of starch retrogradation, good digestibility, and taste.

Key words: *Bacillus polymyxa* No. 26, β -amylase, retrograde restraint, rice-cake(*Cholpyon*)

서 론

우리나라의 산업이 발달하고 소득이 증가하여 식생활 양식이 크게 변화함에 따라 국민 1인당 년간 쌀소비량은 '90년 119.6 kg, '91년 116.3 kg, '92년 112.9 kg으로 매년 감소 추세에 있으며⁽¹⁾, 정부의 쌀 재고량이 크게 증가하여 이를 저장하는데 많은 비용이 들고 있다. 따라서 정부에서는 재고미를 줄이기 위하여 1990년도부터 쌀 막걸리 제조를 허용하고 라면 등 여러가지 식품제조에 쌀을 이용하도록 권장하고 있다.

쌀의 소비는 주로 주식인 밥으로 이용되고 기타 주류제조, 떡, 과자, 산자 등으로 일부가 이용되고 있어 쌀의 가공식품화는 미미한 수준이다. 일본의 경우에는 쌀 가공식품의 개발로 쌀소비량중 14% 이상이 가공으로 사용되나 우리나라에서는 92년도에 주조용을 합하여 4.66%만이 가공에 이용되었다⁽²⁾.

쌀가공식품중 떡은 시루의 등장시기인 청동기 또는 초기 철기시대에 등장하였으며^(3, 4), 각종 행사나 節食 등에 널리 쓰이는 우리나라 고유의 전통음식으로 일상

생활과 밀접하며 그 종류도 다양하다. 떡에 관한 연구로는 김⁽⁷⁾의 한국고유 떡류의 보존성 연구, 윤과 안⁽⁸⁾의 백설기의 경도에 관한 연구, 이와 김^(9,10)의 감미료 종류에 따른 백설기의 관능적 특성 연구, 이와 이⁽¹¹⁾의 백편 제조시 찹쌀첨가량에 따른 Texture변화 연구, 이 등⁽¹²⁾의 찹쌀떡 저장중의 텍스처 변화 연구, 김⁽¹³⁾의 경단조리법의 표준화 연구 등이 있다.

일반적으로 떡은 만든 직후에는 전분이 호화되어 부드러운 촉감으로 맛이 좋고 소화도 잘되지만 시간이 많이 경과하고 식으면 차츰 굳어져 소화되기 어려운 상태로 노화되어 다시 썰야 먹을 수 있는등 불편과 Energy소비가 따른다. 전분질 식품의 노화를 억제하는 것은 식품의 품질향상은 물론 경제적인 측면에서도 중요하다.

한편 amylase는 전분을 일부 가수분해함으로써 dextrin류 또는 포도당이나 맥아당과 같은 저급당류를 생성하여 줌으로서 빵류의 staling을 억제하여 준다^(14,15). 이에 저자들은 떡의 노화를 억제하는 한 방법으로 본 연구실에서 분리, 보존하고 있는 *Bacillus polymyxa* No. 26이 생산하는 생전분 당화형 β -Amylase⁽¹⁶⁾를 떡(절편)의 제조시에 작용시키고 만들어진 떡을 4°C에 저온저장할 때의 Texture변화 및 맛을 비교하여 노화 억제 효과를 검토하였다.

Corresponding author: Cheon-Bae Sohn, Department of Food Science & Nutrition, Chungnam National University, 220, Kung-dong, Yuseung-Ku, Taejeon 305-764, Korea

재료 및 방법

재료

충남 부여 지역에서 생산된 멥쌀(품종: 동진)을 구입하여 사용하였다.

조효소액의 조제

연구실에서 보관중인 *Bacillus polymyxa* No. 26을 1l용 Erlenmeyer flask에 Nutrient broth 0.8%, Yeast extract 1.0%, Dextrin 3.0%, NaCl 0.3%, pH 7.0으로 만든 배지 300 ml에 접종하여 30°C 에서 160 rpm으로 5일간 진탕 배양하였다. 이 배양액을 원심분리(12,000 rpm, 20 min.)하여 균체를 제거하고, 상청액을 조효소액으로 사용하였으며, 이 효소액의 역가는 400 Raw starch saccharifying units/ml이었다. 이때 효소활성의 1 RS unit는 옥수수 생전분으로부터 60분 동안에 1mg의 maltose를 생성하는 효소량으로 하였다.

떡(절편)의 제조 및 노화

멥쌀을 3번 세척한 후 상온에서 3시간 침수 후 건져 물기를 빼고 제분하여 Table 1의 조성으로 반죽하였으며, 직경 5.5 cm, 높이 2.5 cm인 원통형의 틀에 넣어 성형하고 45°C 에서 5시간 효소반응을 시킨 후 찜통에 넣어 증기가 나오기 시작하여 15분간 쪄 다음 실온에서 30분간 두어 식힌 후 비닐 랩에 싸서 4°C 저온실에 40시간 동안 보관하면서 5시간 마다 노화정도를 측정하였다.

노화도 측정

떡의 노화정도는 Instron(Model 1000, Instron Engineering Co. Canton)으로 2회의 압력을 가한 후 Textural profile analysis(TPA)curve를 통하여 경도, 응집 성등을

측정하였다. 이때의 측정조건은 Table 2와 같았으며, Fig. 1은 전형적인 TPA curve를 나타낸 것이다.

관능검사

쪄낸 후 실온에서 30분간 식힌 떡을 4°C의 저온실에 0, 15, 25, 40시간 동안 저장하여 단맛, 단단한 정도, 촉촉한 정도에 대해 충남대학교 식품영양학과 학생 18명을 대상으로 채점법을 통해 9명을 선발하였다. 선발된 관능검사 요원은 line scale(10 cm)을 사용하여 각 항목 별로 평가하였다.

통계 처리

효소 첨가 수준을 달리하여 떡을 제조하고 Instron에 의한 텍스처 특성과 관능 특성 검사를 실시하여 분산 분석(ANOVA) 후 DUNCAN의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

기계적 검사에 의한 노화도

효소 첨가 수준을 달리한 떡을 4°C 저온실에서 40시간 동안 저장하면서 정기적으로 5시간 마다 Instron에 의해 기계적 특성을 측정하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 검정한 결과는 Table 3과 같았으며 저장 기간에 따라 노화시에 가장 뚜렷하게 나타나는 떡의 굳어짐의 변화는 Fig. 2와 같았다.

Table 3 및 Fig. 2에서 보는 바와 같이 경도(Hardness)는 효소 무 첨가의 경우, 저장 시간이 경과될 수록 경도가

Table 1. Experimental formulars for rice-cake

Rice flour (g)	Added water (ml)	
	Enzyme solution (400 RS units/ml)	Water
30	0	15
30	1	14
30	2	13
30	4	11

Table 2. Conditions for Universal Testing Machine

Measurement	Conditions
Sample height	12 mm
Clearance	3 mm
Chart speed	100 mm/min
Load cell	5 Kg
Cross head speed	100 mm/min
Plunger diameter	12 mm

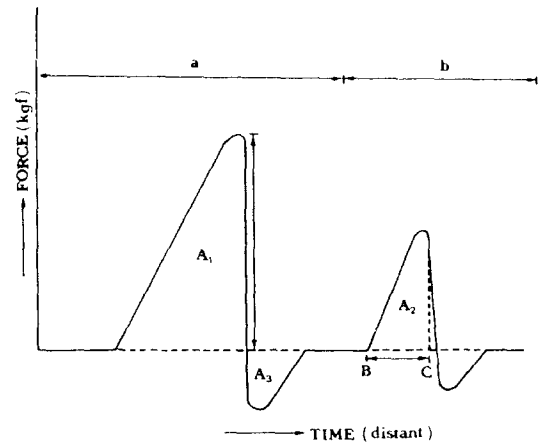


Fig. 1. Textural profile analysis TPA curve

- a: first bite, b: second bite
- Hardness: Height of first peak
- Springiness: BC
- Cohesiveness: Area of A₂/Area of A₁
- Gumminess: Cohesiveness×Hardness
- Chewiness: Gumminess×Springiness

Table 3. Mechanical characteristics of rice-cake affected by various enzyme contents and storage time

Mechanical Characteristics	Storage Time(hr)	Added enzyme solution(ml)			
		0	1	2	4
Hardness (kg)	0	^x 0.79± 0.03 ^a	^u 0.52± 0.06 ^b	^w 0.46± 0.03 ^b	^u 0.45± 0.02 ^b
	5	^x 1.09± 0.03 ^{cs}	^x 0.80± 0.03 ^a	^y 0.76± 0.02 ^a	^y 0.56± 0.03 ^b
	10	^w 1.82± 0.18 ^a	^w 1.21± 0.09 ^c	^w 1.09± 0.12 ^a	^w 0.74± 0.02 ^b
	15	^y 2.33± 0.20 ^c	^w 1.34± 0.06 ^a	^w 1.04± 0.12 ^a	^w 0.78± 0.04 ^b
	20	^y 3.63± 0.14 ^d	^v 1.78± 0.23 ^c	^v 1.33± 0.10 ^a	^v 1.03± 0.05 ^b
	25	^v 3.92± 0.11 ^c	^v 1.83± 0.06 ^a	^v 1.18± 0.11 ^b	^v 1.01± 0.09 ^b
	30	^z 4.03± 0.10 ^d	^v 2.42± 0.13 ^c	^v 1.87± 0.12 ^a	^v 1.39± 0.04 ^b
	35	^z 4.10± 0.54 ^d	^z 2.70± 0.24 ^c	^v 1.95± 0.18 ^a	^v 1.51± 0.07 ^b
	40	^z 4.25± 0.10 ^d	^z 2.81± 0.14 ^c	^z 2.19± 0.12 ^a	^z 1.91± 0.10 ^b
Cohesiveness	0	^z 0.69± 0.07 ^b	^y 0.58± 0.12 ^b	^y 0.59± 0.04 ^b	^y 0.59± 0.11 ^b
	5	^z 0.58± 0.06 ^b	^y 0.53± 0.02 ^b	^{yy} 0.53± 0.04 ^b	^y 0.56± 0.01 ^b
	10	^{yz} 0.50± 0.09 ^b	^y 0.52± 0.06 ^b	^{yy} 0.54± 0.03 ^b	^{yz} 0.56± 0.04 ^b
	15	^z 0.57± 0.06 ^b	^y 0.51± 0.05 ^b	^{yy} 0.49± 0.02 ^b	^y 0.51± 0.04 ^b
	20	^{yz} 0.54± 0.11 ^b	^{vw} 0.43± 0.04 ^b	^{yy} 0.49± 0.05 ^b	^y 0.51± 0.06 ^b
	25	^{vw} 0.29± 0.24 ^b	^y 0.55± 0.02 ^a	^{yy} 0.47± 0.03 ^{ab}	^y 0.51± 0.00 ^{ab}
	30	^{yy} 0.36± 0.13 ^{ab}	^w 0.22± 0.13 ^b	^{yy} 0.54± 0.05 ^a	^y 0.53± 0.06 ^b
	35	^w 0.11± 0.15 ^b	^{vw} 0.41± 0.12 ^a	^{vw} 0.41± 0.11 ^a	^y 0.55± 0.01 ^c
	40	^w 0.13± 0.01 ^b	^{vw} 0.40± 0.25 ^{ab}	^w 0.29± 0.20 ^{ab}	^y 0.56± 0.06 ^a
Springiness (mm)	0	^y 12.67± 0.58 ^a	^{yy} 12.17± 0.29 ^a	^y 11.83± 0.58 ^a	^y 10.83± 0.29 ^b
	5	^y 12.50± 0.87 ^a	^{yy} 11.17± 0.58 ^{ab}	^y 11.00± 0.50 ^a	^{yy} 11.17± 0.76 ^{ab}
	10	^y 13.00± 0.00 ^a	^y 12.33± 0.76 ^a	^y 11.33± 0.29 ^b	^{yz} 11.33± 0.29 ^b
	15	^y 13.50± 0.87 ^a	^y 12.50± 0.50 ^{ab}	^y 12.17± 0.58 ^b	^{yz} 11.33± 0.29 ^b
	20	^y 12.83± 0.29 ^b	^y 12.67± 0.58 ^b	^y 11.83± 0.29 ^b	^z 12.83± 1.16 ^b
	25	^{yy} 11.83± 3.01 ^b	^y 12.50± 1.32 ^b	^y 12.00± 1.73 ^b	^{yz} 11.17± 0.29 ^b
	30	^y 12.33± 0.58 ^b	^y 10.50± 1.73 ^b	^y 11.67± 0.29 ^b	^{yy} 11.83± 0.29 ^b
	35	^y 9.83± 1.44 ^b	^y 12.50± 0.50 ^a	^y 11.67± 0.58 ^a	^{yz} 11.67± 0.29 ^a
	40	^y 12.17± 0.58 ^b	^{yz} 11.83± 1.16 ^b	^y 11.33± 1.26 ^b	^{yz} 12.17± 0.58 ^b
Gumminess (kg)	0	^y 0.54± 0.05 ^a	^y 0.30± 0.03 ^{ab}	^w 0.27± 0.04 ^b	^u 0.27± 0.04 ^b
	5	^y 0.62± 0.04 ^c	^y 0.43± 0.03 ^a	^{vw} 0.40± 0.02 ^a	^{xu} 0.32± 0.02 ^b
	10	^{yy} 0.90± 0.19 ^c	^{yy} 0.69± 0.10 ^{ac}	^{yy} 0.59± 0.03 ^{ab}	^w 0.41± 0.03 ^b
	15	^{yz} 1.32± 0.13 ^c	^{yy} 0.62± 0.04 ^a	^{vw} 0.51± 0.06 ^{ab}	^w 0.40± 0.03 ^b
	20	^z 1.96± 0.41 ^a	^z 0.79± 0.15 ^a	^y 0.65± 0.05 ^b	^y 0.52± 0.03 ^b
	25	^{yy} 0.91± 0.73 ^b	^{yyz} 0.99± 0.06 ^b	^y 0.56± 0.09 ^b	^y 0.52± 0.05 ^b
	30	^{yz} 1.46± 0.55 ^{ab}	^{yy} 0.55± 0.33 ^b	^z 1.01± 0.09 ^{ab}	^y 0.71± 0.09 ^b
	35	^y 0.38± 0.05 ^b	^{yz} 1.16± 0.38 ^a	^{yz} 0.89± 0.15 ^a	^z 0.84± 0.04 ^a
	40	^y 0.55± 0.05 ^b	^{yz} 1.13± 0.71 ^b	^y 0.56± 0.37 ^b	^{yz} 0.79± 0.08 ^b
Chewiness (kg·mm)	0	^y 6.86± 0.96 ^a	^w 3.61± 0.38 ^b	^w 3.21± 0.59 ^b	^u 2.92± 0.37 ^b
	5	^y 7.81± 0.97 ^c	^w 4.77± 0.36 ^a	^{vw} 4.41± 0.38 ^{ab}	^{xu} 3.54± 0.37 ^b
	10	^y 11.70± 2.51 ^c	^{wyy} 8.56± 1.56 ^a	^{vw} 6.65± 0.42 ^{ab}	^{xw} 4.69± 0.43 ^b
	15	^z 17.92± 2.47 ^c	^{wyy} 7.70± 0.14 ^a	^{vw} 6.18± 0.46 ^{ab}	^{xw} 4.54± 0.39 ^b
	20	^z 25.13± 5.42 ^a	^{wyy} 10.01± 1.70 ^b	^{yz} 7.69± 0.55 ^b	^y 6.73± 0.85 ^b
	25	^{yz} 12.18± 12.17 ^b	^{yz} 12.18± 1.04 ^b	^y 6.65± 0.74 ^b	^{vw} 5.77± 0.53 ^b
	30	^{yz} 18.04± 7.00 ^a	^{vw} 6.12± 4.13 ^b	^z 11.77± 0.87 ^{ab}	^y 8.37± 1.17 ^b
	35	^y 3.72± 0.81 ^b	^y 14.40± 4.51 ^a	^{yz} 10.41± 2.00 ^a	^z 9.77± 0.62 ^a
	40	^y 6.75± 0.90 ^b	^z 13.93± 9.21 ^b	^w 6.62± 4.75 ^b	^{yz} 9.60± 1.36 ^b

Values are mean± standard error.

*a: Any two means in the same row superscripts are not significantly different (p<0.05)

†x: Any two means in the same column superscripts are not significantly different (p<0.05)

크게 증가하였으나 효소 첨가의 경우에는 별로 증가되지 않았으며 노화가 크게 억제됨을 알 수 있었다. 이러한 경향은 효소 첨가량이 많을 수록 그 효과가 크게 나타

났다. 그러나, 효소 무 첨가의 경우 25시간 이후에는 저장시간 증가에 비해 경도의 증가가 완만했는데 이는 2~35℃ 에서는 빵의 노화속도가 빠르며, 대개 25시간

이내에 노화가 완결된다는 보고와 유사하였다¹⁷⁾.

점착성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)에서도 효소 첨가에 따른 노화 억제 효과가 크게 나타났다. 응집성(cohesiveness)은 저장 25시간 이후에 효소 첨가군과 효소 무 첨가군 사이에 약간의 차이가 있는 정도였다. 탄력성(springiness)은 떡 자체가 탄력이 적어 시험구간에 별 차이가 나타나지 않았다.

이때 35, 40시간 저온실에 저장한 시료중 노화정도가 심한 것은 너무 단단하여 Instron을 이용하여 측정할 때 한번 눌러 주면 시료가 조각 날기 때문에 경도를 제외한

다른 성질은 정확한 결과를 얻기 어려웠다.

관능 검사

앞에서의 시료떡중에서 0, 15, 25, 40시간 동안 저온실에 저장한 떡의 관능검사 결과는 Table 4와 같았다.

단맛(sweetness)은 효소 첨가량에 따라 비례적으로 증가하였으며 저장시간별로 볼 때 효소 첨가의 경우에는 별차이가 없었으나 효소 무 첨가의 경우에는 시간이 지남에 따라 단맛을 느낄 수 없었다. 이는 시간 경과에 따라 너무 단단해져서 단맛을 감지하지 못했기 때문이라고 생각된다.

경도(hardness)는 기계적 측정과 마찬가지로 효소 첨가량의 증가에 따라 떡이 물렁물렁해졌으며, 효소 무 첨가군은 시간 경과에 따라 급격히 단단해졌으나 효소 첨가군은 단단해지는 정도가 적었으며 완만한 증가를 보였다.

촉촉함성(moistness)은 경도와는 대조적으로 효소 첨가량에 비례하여 증가했고, 시간경과에 따라 효소 무 첨가군은 급격히 감소 했으나 효소 첨가군은 어느정도의 수분을 보유하고 있으며 완만하게 감소하였다.

이상의 기계적 특성 검사와 관능 검사의 결과로 보아 본 *Bacillus polymyxa* No. 26이 생산하는 생전분 당화형 β -amylase의 사용은 떡의 노화 억제에 크게 효과가 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 이 효소에 의하여 생전분이 부분적으로 가수분해되므로서 호화된 떡을 저온에 장시간 저장하여도 전분 분획들이 다시 회합하여 쉽게 결정화되는 것을 방지하여 노화가 억제 된다고 사료된다. 또한 maltose가 생성되므로 설탕첨가를 생략할 수 있고 부드러우며 소화성과 맛이 좋은 제품을 생산할 수 있으며, 떡 이외에도 빵 등의 전분질 가공식품의 품질향상에도 응용이 가능하다고 생각된다. Schultz 등¹⁴⁾은 bacterial α -amylase의 작용에 의하여 저분자량의 dex-

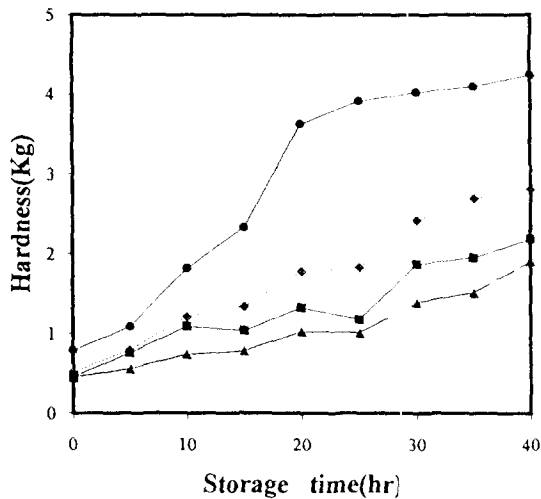


Fig. 2. Changes in hardness of rice-cake determined by Instron during storage time

●—●; without enzyme solution, +—+; 1 ml enzyme solution, ■—■; 2 ml enzyme solution, ▲—▲; 4 ml enzyme solution

Table 4. Sensory characteristics of rice-cake affected by various enzyme contents and storage time

Sensory Characteristics	Storage Time(hr)	Added enzyme solution(ml)			
		0	1	2	4
Sweetness	0	^x 5.00 ± 0.00 ^{a*}	^{xy} 5.43 ± 0.33 ^a	^{xy} 6.93 ± 0.39 ^{ab}	^y 7.88 ± 0.54 ^b
	15	^y 3.16 ± 0.44 ^a	^{xy} 5.52 ± 0.33 ^a	^{xy} 6.91 ± 0.35 ^c	^y 7.94 ± 0.39 ^c
	25	^y 3.29 ± 0.51 ^a	^{xy} 5.08 ± 0.56 ^b	^{xy} 6.62 ± 0.30 ^c	^y 7.61 ± 0.31 ^c
	40	^y 2.43 ± 0.45 ^a	^y 4.07 ± 0.51 ^b	^y 5.66 ± 0.43 ^c	^y 7.38 ± 0.38 ^d
Hardness	0	^y 5.00 ± 0.00 ^b	^y 3.82 ± 0.45 ^b	^y 1.86 ± 0.39 ^a	^y 1.68 ± 0.31 ^a
	15	^y 6.71 ± 0.45 ^c	^{xy} 4.32 ± 0.64 ^a	^y 3.96 ± 0.68 ^{ab}	^x 2.85 ± 0.51 ^a
	25	^y 8.61 ± 0.18 ^c	^y 5.46 ± 0.58 ^b	^y 4.18 ± 0.65 ^a	^x 3.17 ± 0.47 ^a
	40	^y 8.56 ± 0.39 ^c	^y 5.75 ± 0.43 ^{bc}	^y 4.67 ± 0.38 ^{ab}	^x 3.93 ± 0.67 ^a
Moistness	0	^y 5.00 ± 0.00 ^a	^{xz} 6.02 ± 0.35 ^{ab}	^z 7.51 ± 0.32 ^{ab}	^y 6.62 ± 0.40 ^b
	15	^y 4.29 ± 0.58 ^a	^z 6.43 ± 0.41 ^b	^y 6.97 ± 0.41 ^b	^y 7.36 ± 0.43 ^b
	25	^y 4.18 ± 0.81 ^a	^y 5.03 ± 0.36 ^a	^y 6.31 ± 0.49 ^b	^y 6.90 ± 0.57 ^b
	40	^y 2.88 ± 0.67 ^a	^y 3.61 ± 0.74 ^a	^y 3.96 ± 0.64 ^{ab}	^y 4.86 ± 0.38 ^{ab}

Values are mean standard error.

*a: Any two means in the same row superscripts are not significantly different (p<0.05)

^x: Any two means in the same column superscripts are not significantly different (p<0.05)

trin이 생성되어 노화 속도를 지연시킨다고 보고하였으며, 또한 Zobel과 Senti⁽¹⁵⁾은 전분의 가수분해에 의해 dextrin이 생성되어 starch network이 파괴되어 전분의 rigidity를 저하시킨다고 보고한 바 있다.

요 약

Bacillus polymyxa No. 26이 생산하는 생전분 당화형 β -amylase를 쌀가루 반죽시 첨가하여 45°C 에 5시간 둔 후 증자하여 제조한 절편을 4°C 저온실에 40시간 동안 저장하면서 기계적 검사와 관능검사에 의하여 물성과 맛을 측정하고 효소 무 첨가의 경우와 비교하여 노화억제 효과를 조사하였다. 기계적 검사시 효소 무 첨가구의 경우는 40시간까지도 굳지 않아 노화되지 않았으며, 경도, 점착성, 씹힘성에서도 큰 차이를 보였다. 관능검사 시에도 경도, 촉촉함성, 단맛에 있어서 효소 첨가효과가 크게 나타났으며 떡의 제조시 효소의 이용으로 설탕첨가를 생략할 수 있고 소화성과 맛을 좋게하므로서 품질을 향상시킬 수 있었다.

감사의 말

본 연구는 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 농림수산부 : 농림수산물통계연보, p.192(1993)
2. 농림수산부 : 농림수산물통계연보, p.186(1993)

3. 윤서석 : 한국식품사연구. 신광출판사, p.46(1987)
4. 이성우 : 고려이전 한국식생활사 연구. 향문사, p.176(1978)
5. 강인희 : 한국식생활사연구. 삼영사, p.67(1983)
6. 이철호, 맹영선 : 한국 떡에 관한 문헌적 고찰. 한국식문화학회지, 2(2), 639(1987)
7. 김종근 : 한국고유 떡류의 보존성에 관한 연구. 대한가정학회지, 14(1) 149(1976)
8. 윤서석, 안명수 : 백설기의 경도에 관한 연구(I). 대한가정학회지, 13(3) 65(1975)
9. 이숙영, 김광옥 : 감미료의 종류에 따른 백설기의 관능적 특성. 한국식품과학회지, 18(4), 325(1986)
10. 이숙영, 김광옥 : 혼합 감미료를 사용한 백설기의 관능적 특성. 한국식품과학회지, 18(2), 45(1986)
11. 이운경, 이효지 : 찹쌀첨가량에 따른 백편의 조직감 특성변화. 한국조리과학회지, 2(2), 43(1986)
12. 이인의, 이해수, 김성곤 : 찹쌀떡 저장중 텍스처 변화. 한국식품과학회지, 15(4), 379(1983)
13. 김기숙 : 경단조리법의 표준화를 위한 조리과학적 연구(I). 한국조리과학회지, 3(1), 20(1987)
14. Schultz, A.S., Schoonover, F.D., Fisher, R.A. and Jakel, S.S.: Retrogradation of crumb starch staling commercial bread by bacterial α -amylase. *Cereal Chem.*, 29, 200(1952)
15. Zobel, H.F. and Senti, F.R.: The bread staling problem. X-ray diffraction studies on breads containing a cross-linked starch and heat-stable amylase. *Cereal Chem.*, 36, 441(1951)
16. Sohn, C.B., Kim, M.H., Bae, J.S. and Kim, C.H.: β -Amylase system capable of hydrolyzing raw starch granules from *Bacillus polymyxa* no. 26 and bacterial identification. *J. Microbiol. & Biotechnol.* 2, 183(1992)
17. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, p233(1993)

(1994년 5월 23일 접수)