

효소처리에 의한 백설기의 저장성을 연장하기 위한 방법의 개발

고 봉 경
계명대학교 식품영양학과

Development of the method to extend shelf life of Backsulgie with enzyme treatment

Bong Kyung Koh

Department of Foods and Nutrition, Keimyung University 1000 Sindang dong,
Dal suh gu, Dae gu, 704-701, Korea

Abstract

α -amylase was investigated as an antistaling agent for Backsulgie, a traditional rice cake. Rice powder was mixed with α -amylase, fermented for 2 hr at 37°C, and steamed for 20 min. Rice cake was stored at room temperature or freezer for 4 days, and analyzed to determine the changes of chemical and sensory properties. When α -amylase was added to rice cake, the content of reducing sugars and the yellow color of the cake were increased, and the water activity was decreased. Soft and moist textural properties were apparent in α -amylase-added rice cakes by sensory evaluation. X-ray diffraction showed a V pattern after 4 days of storage which indicated the starch of rice cake was not retrograded. However, there was no significant difference in moisture content between enzyme-treated and non-treated rice cakes. Above results suggest that α -amylase treatment produced dextrans which consequently bound with water and inhibited the retrogradation of rice cake.

Key words: rice-cake, antistaling, α -amylase

I. 서 론

산업사회의 전환과 식품가공 기술의 진보에 따른 생활 패턴이 바뀌어짐에 따라서 빵뿐만 아니라 떡과 같은 우리 전통 곡류식품의 상품화와 인스턴트화의 필요성이 대두되었다. 그러나 곡류 가공 식품은 일정한 기간은 그대로 먹을 수 있는 인스턴트 식품이지만, 전분의 호화 과정을 거쳐 제조하기 때문에 상당한 수분을 함유하고 있으므로 보존함에 따라 건조와 더불어 전분의 노화에 의하여 텍스처가 단단해지며 맛이 떨어지고 소화율이 감소되는 결점이 있다.

대표적인 곡류 가공 식품은 밀을 주성분으로 하는 빵과 제과류 및 면류 등으로 이들은 전분뿐 아니라 밀 단백질인 gluten과 소량의 지질 등에 의한 복합된 현상으로 인하여 제품의 노화가 진행된다. 빵은 노화가 진행됨에 따라서 표면이 건조하고 딱딱해지는 조직감의 변화를 나타내는데 이러한 제품의 변성을 세균의 번식으로 부패한 변질과는 다른 의미로 bread staling 또는 bread firming으로 표현한다^{1,3)}. Bread firming은 전분의 노화

특히 amylopectin의 변화에 의하여 진행되므로 노화 전분의 soluble amylopectin의 양은 전분이 노화됨에 따라서 감소하고 이러한 감소의 정도는 단백질의 함량에 따라 다르다⁴⁾. 즉 starch-protein interaction에 의하여 빵의 조직감 변화가 설명될 수 있는데, 팽윤된 전분 입자와 밀 단백질 조직과의 상호작용은 baking 과정에서 이미 시작되지만 저장기간 중에도 계속되어 빵의 조직감이 변화한다⁵⁾. 따라서 밀을 주원료로 하는 빵의 조직감 변화는 즉 bread firming은 단순한 전분의 노화로서 설명할 수 없다.

그러나 쌀을 주재료로 하는 대다수의 우리의 전통 떡 및 한과류는 주로 전분의 노화로 인하여 제품이 변질되므로 전분의 노화 현상은 그대로 제품의 조직감 변성의 원인이 된다. 따라서 떡의 저장성을 향상시키고자 하는 다수의 연구들은 전분의 노화를 억제하고자 하는 다양한 방법들을 제시하고 있다. 떡류 가운데 가장 많은 연구가 진행되어진 백설기의 품질 특성은 다양한 요인에 의하여 조절될 수 있는데, 특히 물의 첨가량이 증가할수록 백설기의 부드러운 정도와 촉촉한 정도는 증가하며⁶⁾, 가루의

입자가 고우면 전분의 표면적이 커지므로 공기와 접촉하는 비율이 증가하여 노화가 촉진된다. 따라서 입자가 고우면 제품의 조직감은 부드러워서 좋지만, 노화를 방지할 수 있는 방법이 필요하다^{7,9)}. 또한 첨가제에 따라서 정도에 변화를 줄 수 있는데, hydrocolloids들을 첨가하면 냉장저장시 경도가 감소되기도 하며 첨가하는 감미료의 종류와 양에 따라서 조절될 수 있다^{10,11)}.

전분의 노화를 지연시키는 방법 가운데 효소의 처리는 bread firming 속도를 지연시키는 것으로 알려져 있다¹²⁾. Bacterial α -amylase의 첨가는 bread firming 속도를 지연시키며¹³⁾ α -amylase를 첨가한 빵은 baking 과정에서 저분자의 dextrin이 검출되고 이러한 dextrin은 protein matrix와 starch의 상호결합을 억제함으로써 노화를 지연한다^{5,14)}. 그러나 α -amylase는 열에 매우 민감하여 온도에 따른 첨가량의 조절이 쉽지 않으며 조금이라도 과량 첨가되면 빵이 매우 질서지고 부피가 작아지므로 품질관리가 용이하지 않다. 그밖에 β -amylase나 pullulanase 등의 효소를 혼합하여 첨가한 결과 빵의 조직감이 향상되고 bread firming 속도가 지연되었으며^{15,16)}, 절편에 β -amylase를 첨가하였을 때 노화가 지연되었다¹⁷⁾.

본 연구는 α -amylase를 빵에 첨가하였을 때 bread firming 속도가 저하되는 현상을 떡에 적용하여, 떡이 저장기간에 건조해져서 조직감이 변화하는 현상으로 인한 상품성 저하의 현상을 개선하고자 한다. 현재 백설기는 한국의 떡 가운데 상당히 많은 연구가 진행되었으므로 표준방법에 의하여 제조될 수 있지만 여전히 저장기간의 노화에 의한 경도의 증가로 품질이 저하된다¹⁸⁾. 그러므로 백설기를 model system으로 설정하고, 비용이 비교적 싸고 용이하게 구입할 수 있는 α -amylase를 첨가하여 노화 지연의 효과를 시험하고, 그 화학적 현상에 대하여 설명하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

시료로 사용되어지는 멥쌀(일반미, 98년산, 경북 예천)은 최 등¹⁹⁾의 방법에 따라 물에 4번 씻고 80분간 침수 후 채에 건져서 쌀 무게의 1% 소금(염도 99% 이상, 한주)을 가하여 분쇄기로 60 mesh 크기로 분쇄하였다. AACC method 44-15A²⁰⁾에 따라서 측정된 분쇄된 쌀가루의 수분함량은 33.52%이며 쌀가루는 이중 비닐 백에 넣고 밀봉하여 5°C 냉장고에서 실험에 사용하기 위하여 보관하였다.

2. 실험방법

(1) 백설기의 제조

실험에 이용되는 백설기는 최와 김¹⁹⁾의 방법을 참고하여 제조하였다. 쌀가루 500 g에 물 75 ml(쌀가루 무게의 15%, wet basis)를 혼합하고 두번 체로 친다. 효소를 첨가하는 떡은 동일한 양의 물에 α -amylase(12377-1510, Junsei Chemical Co. Japan)를 쌀가루 무게의 0.005%, 0.01%, 0.02%씩 녹인 후 쌀가루에 혼합하고 두 번 체로 친다. 채친 쌀가루를 그릇에 담고 수분 증발을 막기 위하여 랩을 씌운 뒤 37°C에서 2시간 발효 후 1번 더 체로 쳐서 백설기를 찐다. 찜기 밑에는 2500 CC의 물을 넣고 증기가 통과할 수 있는 구멍이 여러 개 뚫린 pan을 놓은 후 증기가 통할 수 있는 면을 깔고 4부분으로 구획을 지을 수 있도록 틀을 만들어 효소를 넣지 않은 것과 효소의 양이 다른 세 가지 쌀가루의 시료를 각각의 틀에 넣어 20분간 강불(매직쉐프 GR-248BT)로 가열한 후 약한 불에서 20분간 쪄고 뚜껑을 열고 증기가 통할 수 있는 면을 덮은 채 실온에서 30분간 방치하여 식힌 후 가로 1.5 cm, 세로 1.5 cm와 높이 3 cm 크기로 잘라서 랩에 포장하여 각각 실온과 냉동실에서 보관하여 사용하였다.

(2) 수분함량 측정

백설기의 수분함량은 떡의 점성으로 수분 증발이 방해받지 않도록 각 시료를 시약스폰으로 잘게 부수어 aluminum dish에 넣고 AACC method 44-15A²⁰⁾에 따라 건조 오븐에서 반복 측정하여 점성이 큰 시료의 정확한 수분 함량을 측정하도록 비교시험하고 5회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(3) 수분활성도 측정

2일간 냉동 보관된 떡을 상온에서 3시간 해동시킨 후 수분활성도 측정기(Rotronic hygromer. U.S.A)를 이용하여 상온(24°C)에서 측정하였다.

(4) 색도 측정

2일간 냉동 보관된 떡을 상온에서 3시간 해동시킨 후 얇게 썰어서 color and color difference meter(TC-3600, Tokyo Denshoku Co., LTD., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 4번 측정 후 평균값으로 나타내었다.

(5) 환원당 정량

2일간 냉동 보관된 각 효소의 함량이 다른 백설기를 상온에서 3시간 해동시킨 후 1g을 취하여 10 ml의 증류수를 가하고 homogenizer(Nissei excel auto homogenizer, Japan)를 이용하여 1분간 30 rpm으로 균질화 시킨다. 50 ml volumetric flask에 균질화된 시료를 넣고 Somogi-Nelson²¹⁾ 방법에 따라서 효소 처리된 백설기의 환원당 생성량을 UV-visible spectroscopy

(Kontron, Italy)를 이용하여 측정하였다. 환원당의 정량은 maltose(Sigma, USA)를 이용하여 작성된 검량선을 이용하여 정량되었다.

(6) X-선 회절분석

전분의 X-선 회절양상은 X-ray diffractometer(PW 3710, Philips, USA)를 사용하여 target; Cu-K α 와 30 kV, 20 mA의 조건으로 회절각도 5~40° 범위에서 분석하였다. 쌀가루와 효소를 첨가하지 않거나 효소를 0.02% 첨가한 밥금 조리되었거나 2일간 상온에서 저장된 떡을 분석 시료로 사용하였다.

(7) 관능검사

관능 검사에 이용되는 모든 떡은 실온의 동일한 온도에서 평가되도록 냉동 저장된 떡은 해동하여 사용하였다. 관능 검사의 순서는 먼저 색을 눈으로 관찰하고 떡을 씹으면서 입안에서의 촉촉한 정도, 씹을 때의 경도, 단맛 등을 평가하도록 하였다. 계명대학교 식품영양학과 학생 12명을 대상으로 불완전 블록실험계획 (incomplete block design)으로 1회기에 8가지 시료를 검사하도록 하여 3회 반복 실시하였으며 평가는 1~9점 사이의 점수로 색, 맛, 촉촉함과 경도가 강할수록 높은 점수를 주도록 하였다. 검사 결과는 SAS program²³⁾을 사용하여 이원 분산 분석을 하였으며 Duncan's multiple range test에 의하여 시료간의 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 떡의 수분 함량과 수분 활성도

백설기의 저장기간 동안 수분함량의 변화는 Table 1에 있는 바와 같이 효소의 첨가량에 의하여 변화되지 않고 저장 온도에 따라서 차이가 나타났다. 실온에 저장할 경우 저장 기간이 경과함에 따라서 수분 함량이 감소하지만 효소의 첨가량은 수분 변화에 영향을 미치지 않았다. 냉동한 떡은 효소 첨가량과 관계없이 수분 함량에 변화가 적어서 이미 여러 연구에서 밝혀진 바와 같이 냉동 저장하였을 때 가장 수분 손실이 적은 것을 본 연구에서도 확인할 수 있었다²³⁾. 따라서 저장기간 동안 떡의 수분 함량의 변화는 효소처리와는 관계없이 저장 온도에 따라서 다른 것을 확인 할 수 있었으며 또한 효소를 첨가한 떡이 촉촉한 느낌을 주는 것은 건조 오븐에서 측정 가능한 자유수 형태의 수분 함량의 차이에 의하여 나타나는 현상이 아님을 알 수 있었다.

2일간 냉동 저장한 백설기의 수분 활성도는 Table 2와 같이 효소의 첨가량이 증가함에 따라서 감소되었다. 일반적으로 식품의 수분 활성도는 설탕이나 소금 등의 수용성 물질의 첨가에 의하여 감소시킬 수 있는데²⁴⁾, 본 실험의 결과에서도 첨가된 효소로 인하여전분이 가수분해되어 생성된 당에 의하여 떡의 수분 활성도가 감소되었

Table 1. Moisture contents (%) of rice cakes with and without enzyme stored at different temperature

Enzyme conc.	Stored Temp.	Storage period		
		immediately	2 days	4 days
0%	Room Temp.	43.67 ± 1.32	42.12 ± 0.89	40.46 ± 1.34
0.005%		42.70 ± 3.24	42.10 ± 1.21	39.42 ± 2.13
0.01%		43.20 ± 2.01	41.72 ± 3.21	40.35 ± 1.35
0.02%		43.34 ± 2.01	41.95 ± 2.34	40.37 ± 3.12
0%		Freezer		42.59 ± 2.67
0.005%			42.35 ± 1.68	42.98 ± 2.25
0.01%			42.47 ± 2.08	42.07 ± 1.78
0.02%			43.14 ± 3.02	42.55 ± 1.59

Table 2. Water activity (AW) of rice cake with and without enzyme stored at freezer for 2 days

Enzyme conc.	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Water activity	0.96 ± 0.011	0.95 ± 0.0125	0.94 ± 0.008	0.93 ± 0.0025

Table 3. Color of rice cake with and without enzyme stored at frozen for 2 days

Enzyme conc.	0%	0.005%	0.01%	0.02%
L	63.30 ± 0.57	54.65 ± 0.15	53.47 ± 0.16	52.26 ± 0.26
a	-29.76 ± 0.54	-37.15 ± 0.50	-38.20 ± 0.46	-40.00 ± 0.39
b	21.30 ± 1.58	27.60 ± 0.43	27.58 ± 0.30	28.75 ± 0.25

Table 4. Reducing sugar contents (mg/g rice cake) of rice cake with and without enzyme stored at frozen for 2 days

Enzyme conc.	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Reducing sugar	2.29 ± 0.05	3.05 ± 0.012	3.25 ± 0.31	3.47 ± 0.001

을 것으로 생각된다.

2. 떡의 색도

효소를 첨가하지 않은 백설기의 색은 Table 3의 결과와 같이 명도를 나타내는 L값이 가장 높았으나 효소의 첨가량이 증가할수록 명도가 낮아지고 황색도의 값이 증가하여 떡의 색이 변화되고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 α -amylase의 작용으로 생성된 환원당이 떡의 제조과정에서 갈변현상을 일으킴으로써 형성된 색소에 의한 현상으로 생각된다.

3. 환원당의 생성

α -amylase의 첨가량이 증가함에 따라서 Table 4의 결과와 같이 백설기의 환원당 함량은 증가하는 것을 알 수 있다. α -amylase는 전분의 α -1,4 결합에 대하여 무작위적으로 가수분해함으로써 소당류, 저분자의 dextrin, maltose 및, glucose 등을 생성시켜 유리되는 OH는 물분자와 결합하는 표면적을 넓힘으로써 결합수 형태의 수분을 많이 보유할 수 있는 것으로 알려져 있다²⁵. 따라서 자유수의 함량을 측정된 Table 1의 결과와는 관계없이, 효소 처리된 떡이 냉동 저장 후 해동하였을 때 효소를 넣지 않은 떡에 비하여 촉촉한 느낌을 주는 것은 가수분해된 소당류^{14,15}에 의하여 보수력이 증가되어 나타나는 현상으로 생각되며 이러한 환원당의 증가는 Table 2 결과의 효소를 첨가한 떡의 수분활성도 감소 결과와도 일치한다.

4. X-ray 회절 양상과 결정도

쌀가루와 조리된 직후의 떡 및 일정기간 저장된 떡 전분의 결정화 양상을 통하여 시료 떡의 노화를 판단하기 위하여 측정된 X선 회절 양상은 Fig. 1과 같다. 쌀가루는 회절각도(2 θ) 15.0, 16.8, 18.1과 23.0에서 강한 피크를 나타내어 전형적인 A형의 결정성을 나타내고 있으나²⁶ 떡을 만들었을 때는 전분의 호화로 결정성이 줄어들어 무정형의 V형에 가까운 형태를 나타내며, 효소를 넣고 만든 떡의 결정은 더욱 감소되어 있음을 볼 수 있었다. 그러나 저장기간에 따른 결정화 양상은 효소를 첨가한 것과 하지 않은 것 간에 뚜렷한 차이가 나타난다. 효소를 넣지 않고 상온에서 2일간 저장한 시료는 회절각도(2 θ) 14.8, 17.0, 19.8, 22.3과 24.0에서 새로운 양상의 피크를 나타내고 있

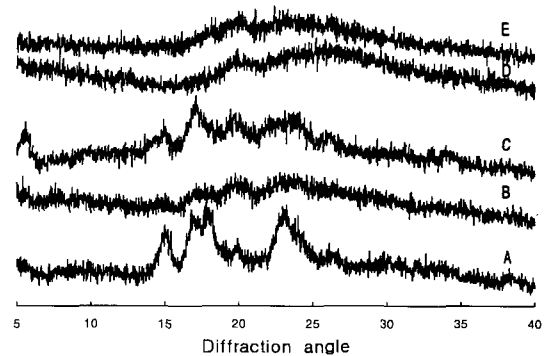


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of rice powder (A), fresh rice cake (B) without enzyme, rice cake (C) without enzyme stored at room temp. for 2 days, fresh rice cake (D) with 0.02% enzyme, and rice cake (E) with 0.02% enzyme stored at room temp. for 2 days.

것으로 보아 저장 기간 중 전분의 노화로 인하여 결정이 생성되었음을 알 수 있다²⁴⁻²⁶. 반면 효소를 첨가하고 2일간 저장된 떡의 결정화양상은 여전히 호화 전분과 같은 회절 양상을 나타내어 노화로 인한 새로운 결정이 형성되지 않았음을 알 수 있다. 따라서 이상과 같은 떡의 X선 회절 양상을 통하여 효소가 첨가된 떡의 노화가 지연되고 있음을 확인 할 수 있었다.

5. 관능검사

α -amylase를 첨가하지 않은 백설기와 α -amylase를 각각 0.005%, 0.01, 0.02% 첨가한 백설기의 관능검사를 실시한 결과 Table 5에 나타난 결과와 같이 모든 평가 항목에서 시료들간에 유의차($p < 0.001$)를 나타내지는 않았다. 즉 효소를 첨가한 떡의 맛은 효소를 첨가하지 않은 것에 비하여 약간의 단맛을 나타내지만 시료간에 유의적으로 차이는 없었다. 그러나 떡의 색, 경도 및 촉촉한 정도는 효소의 첨가량에 따라서 유의적으로 변화되었음을 볼 수 있다.

떡의 색은 저장 기간과는 관계없이 효소를 첨가하지 않은 떡은 관능 검사 결과 백색도에 가장 높은 값을 주지만 효소를 첨가한 떡의 백색도의 값은 첨가량이 증가할수록 낮아지는 것으로 보아 효소 첨가에 의하여 떡의 색이 변화되었음을 확인할 수 있으며, 이러한 결과는 색도계에 의하여 측정된 Table 3의 결과와도 일치하고 있

Table 5. Sensory evaluation of rice cake with different enzyme contents stored at different temperature

Storage period	Temp ¹⁾	Enzyme (%)	Color	Sweetness	Moistness	Hardness
imm-edia-tely	room	0	5.75 ± 1.02 ^a	2.42 ± 0.25	2.86 ± 1.21 ^{fe}	5.14 ± 2.12 ^a
		0.005	3.37 ± 0.34 ^{cdef}	2.87 ± 1.32	4.62 ± 1.45 ^{bcd}	3.25 ± 0.69 ^{cd}
		0.01	3.42 ± 0.22 ^{cdef}	2.57 ± 1.78	4.71 ± 2.11 ^{abcd}	2.14 ± 0.98 ^{de}
		0.02	2.38 ± 0.24 ^{efg}	2.12 ± 1.33	6.00 ± 2.59 ^{ab}	1.37 ± 1.03 ^e
2 days	room	0	5.38 ± 1.75 ^a	1.87 ± 1.20	1.88 ± 1.02 ^f	4.50 ± 1.21 ^{ab}
		0.005	4.87 ± 0.35 ^{ab}	1.75 ± 0.98	1.88 ± 1.56 ^f	3.82 ± 0.56 ^{bc}
		0.01	4.63 ± 1.63 ^{abc}	2.12 ± 0.79	5.00 ± 1.38 ^{abcd}	2.80 ± 1.07 ^{cd}
		0.02	2.38 ± 0.27 ^{efg}	2.37 ± 1.21	4.87 ± 2.01 ^{abcd}	1.43 ± 0.78 ^e
	frozen	0	5.75 ± 2.31 ^a	2.50 ± 0.96	4.13 ± 1.22 ^{de}	3.01 ± 1.89 ^{cd}
		0.005	3.85 ± 0.54 ^{bcd}	1.57 ± 0.34	3.57 ± 1.09 ^{de}	2.57 ± 1.20 ^{de}
		0.01	3.25 ± 0.28 ^{defg}	2.25 ± 0.23	5.87 ± 1.29 ^{abc}	2.00 ± 1.45 ^{de}
		0.02	1.88 ± 0.21 ^e	2.75 ± 0.67	6.25 ± 2.01 ^a	1.37 ± 0.98 ^e
4 days	frozen	0	5.66 ± 1.73 ^a	1.83 ± 0.55	4.33 ± 0.98 ^{cde}	2.67 ± 0.89 ^{cde}
		0.005	3.66 ± 0.21 ^{bcd}	2.16 ± 0.10	4.33 ± 0.88 ^{cde}	2.50 ± 0.78 ^{de}
		0.01	3.17 ± 0.23 ^{defg}	2.67 ± 0.67	4.33 ± 2.13 ^{cde}	2.51 ± 0.87 ^{de}
		0.02	2.17 ± 0.12 ^{fg}	3.50 ± 0.43	6.00 ± 2.11 ^{ab}	1.33 ± 0.56 ^e

1)Storage-temperature.

2)Values with same letter are not significantly different (p<0.001).

다. 떡의 경도는 효소 첨가량이 많을수록 무르는 경향이 있으며, 효소를 첨가하지 않은 백설기는 이들 동안 실온에 저장한 것뿐 아니라 4일간 냉동저장 하였을 때도 굳어졌으나 효소를 0.02% 첨가한 떡은 2일간 실온에서 저장하거나 4일간 냉동 저장하였을 때 효소를 첨가하지 않은 것에 비하여 무른 느낌을 나타내었다. 특히 0.02% 효소를 첨가한 냉동 저장된 떡은 무른 정도가 떡을 만들어 즉시 검사한 시료와 거의 같아서 시간이 지나도 굳어지는 경향은 그다지 보이지 않는 것을 확인 할 수 있다.

효소를 첨가하지 않은 떡은 시간이 지날수록 촉촉함(moistness)이 감소하였고, 효소를 첨가한 백설기는 저장기간이 길어져도 촉촉한 정도가 유지되어 효소 첨가량에 따라서 촉촉한 정도에 유의적인 차이가 있음을 확인 할 수 있었다. 또한 떡의 촉촉한 정도는 특히 냉동 저장하였을 때 효소 첨가량에 관계없이 잘 유지되고 있으며 이러한 결과는 다른 연구 문헌들의 결과와 마찬가지로 떡의 저장 방법 가운데 냉동저장이 떡의 촉촉한 정도를 유지시켜 주는 것을 확인 할 수 있었다. α-amylase를 빵에 첨가하면 첨가량과 공정에 따라서 진득한(sticky) 조직감을 나타내는 결함이 있으므로 첨가량과 제조 공정을 조절하기가 매우 까다로워서 아직까지 효소를 사용하는데 가장 큰 단점이 되고 있다. 그러나 떡에 대한 조직감의 기호도는 빵과 달라서 오히려 진득한 조직감을 선호하기 때문에 빵보다는 효소 처리하는데 있어서 어려움이 적을 것으로 생각된다.

IV. 요약

떡의 노화를 지연하여 상품성을 개량할 수 있는 방법을 개발하고자, α-amylase를 첨가하여 백설기를 제조하였다. α-amylase는 전분을 가수 분해하여 환원당의 함량을 증가시킴으로써 떡의 수분활성도를 낮추고, 백색도를 감소시키며 이러한 결과 전분의 노화가 지연되는 것을 X-ray 회절 양상의 변화를 통하여 확인하였다. 또한 떡의 관능검사 결과 α-amylase를 첨가한 떡은 상온과 냉동 저장 모든 경우에서 더욱 촉촉하고 부드러운 조직감을 나타내어 전분의 노화가 억제됨을 관찰할 수 있었다. 그러나 떡의 수분 함량은 효소를 첨가한 것과 하지 않은 것간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으므로 이러한 촉촉한 느낌은 자유수 형태의 수분 함량보다는 환원당의 함량이 증가되어 나타나는 현상임을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본연구는 1998년도 계명대학교 비사연구비의 지원으로 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Knightly, W.H.: The staling of bread. *Bakers digest*, **51**(5): 52(1977).

2. He, H. and Hosney, R.C.: Change in bread firmness and moisture during long-term storage. *Cereal Chem.* **67**(6): 603(1990).
3. Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S., and Hosney, R. C.: Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chem.* **65**: 398 (1988).
4. Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L.: Bread staling studies. *Cereal Chem.* **66**: 90(1977).
5. Martin, M.L. and Hosney, R.C.: A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem.* **68**: 503(1991).
6. 김기숙: 백설기 조리법의 표준화를 위한 조리과학적 연구 (1). 대한가정학회지, **25**(2): 79(1987).
7. 송정순, 오명숙: 압력솥 사용 및 쌀가루의 입자크기가 백설기의 품질특성에 미치는 영향, 한국조리과학회지, **8**(3): 233(1992).
8. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인: 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **25**(5): 541(1993).
9. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인: 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **25**(5): 546(1993).
10. 김광옥, 윤경희: 하이드로콜로이드의 첨가에 따른 백설기의 특성. 한국식품과학회지, **16**(2): 159(1984).
11. 이숙영, 김광옥: 감미료의 종류에 따른 백설기의 관능적 특성. 한국식품과학회지, **18**(4): 325(1986).
12. Schultz, A.S., Schoonover, F.D., Fisher, R.A. and Jackel, S.S.: Retardation of crumb starch staling in commercial bread by bacterial α -amylase. *Cereal Chem.* **29**: 200(1952).
13. Dragsdorf, R.D. and Varriano-Marston, E.: Bread staling: X-ray diffraction studies on bread supplemented with α -amylases from different sources. *Cereal Chem.* **57**: 310(1980).
14. Akers, A.A. and Hosney, R.C.: Water-soluble dextrans from α -amylase treated bread and their relationship to bread firming. *Cereal Chem.* **71**: 223(1994).
15. Carroll, J.O., Boyce, C.O.L., Wong, T.M. and Strace, C.A.: Bread antistaling method, United state patent 4,654,216(1987).
16. Slominska, L. and Maczynski, M.: Studies on the application of pullulanase in starch Saccharification process. *Starch/starke* **37**: 386(1985).
17. 손천배, 김미리: Bacillus polymyxa No. 26의 생전분당화형 β -amylase를 이용한 떡의 노화억제 효과. 한국식품과학회지 **26**(4): 459(1994).
18. 이철호, 맹영선: 한국 떡에 관한 문헌적 고찰. 한국식문화학회지 **2**(2): 117(1987).
19. 최영선, 김영아: 현미첨가에 의한 백설기의 특성변화에 관한 연구. 한국조리과학회지, **9**(2): 67(1993).
20. American Association of Cereal Chemists: Approved Methods of the AACC, 9th ed. Method 44-15A, 44-40, The association: St. Paul, MN., USA (1983).
21. 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조: 식품분석법, 학문사 (1996).
22. SAS Institute, Inc: SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990).
23. 신선영: 떡의 장기 저장 방법. 식품과 영양, **8**(2): 11 (1987).
24. 김동훈: 식품화학, 탐구당 (1997).
25. Whistler, R.L., Bemiller, J.N., and Paschall, E.F.: Starch: Chemistry and Technology, Academic Press (1984).
26. Zobel, H.F.: Starch crystal transformations and their industrial importance, *Starch/starke* **40**: 1(1988).

(1999년 9월 18일 접수)