

원적외선 건조처리에 의한 진공포장 찰옥수수의 품질확보

최재호¹ · 임지순² · 오덕환^{1*}

¹강원대학교 바이오산업공학부

²건양대학교 식품공학과

Quality Enhancement of Vacuum Packaged Waxy Corns by Far Infrared Ray Drying

Jae-Ho Choi¹, Ji-Soon Im² and Deog-Hwan Oh^{1*}

¹Division of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chunchun 200-701, Korea

²Dept. of Food Science and Biotechnology, Konyang University, Chungnam 320-711, Korea

Abstract

This study was conducted to determine the effect of far infrared ray drying on the microbial and quality changes of vacuum packaged waxy corns, such as microbial growth, rehydration, color differences, weight loss and hardness during the storage at 4°C and 25°C for 7 months. After far infrared ray drying for 6 hours at 60°C, 2.32 log CFU/g of total microbial counts in raw waxy corns was enumerated, but no microorganism was detected in steamed or sugar-treated waxy corns. However, no microorganism was observed in all treatments except for control samples until 3 month storage at 4°C, whereas steamed and sugar-treated waxy corns showed 2 and 2.7 log reduction compared to that of control after 3 month storage. Yeasts and molds were more resistant than bacteria against far infrared ray drying at the same conditions. Similar results were observed in 25°C storage. The degree of gelatinization in raw waxy corns far infrared ray drying changed from 98% to 96.2% after 7 month storage at 4°C, whereas steamed waxy corns with far infrared ray drying changed from 81.14% to 58.73%. Water contents in sugar-treated waxy corns with far infrared ray drying gradually reduced compared to steamed waxy corns as drying time increased. The L values in raw waxy corns far infrared ray drying increased as drying time increased, but L values in steamed or sugar-treated waxy corns significantly reduced after 12 hour far infrared ray drying. Hardness in raw waxy corns was higher than in steamed or sugar-treated waxy corns before storage, but similar hardness was observed between raw- and sugar-treated waxy corns after 9 hour drying. This results showed that the microbial reduction, the enhancement of shelf life and quality establishment of steamed or sugar-treated waxy corns could be maximized by using far infrared ray drying.

Key words: waxy corns, far infrared ray, shelf-life, vacuum packaging

서 론

현재 전 세계적으로 가장 많이 소비되고 있는 쌀, 밀을 포함한 3대 곡물 중의 하나인 옥수수는 특유의 맛과 비타민 등의 영양분을 다량 함유하고 있어 매년 그 소비가 늘어가고 있는 실정이며, 우리나라에서도 식품제조용과 사료용으로 수입량이 해마다 늘어가고 있다(1-4). 또한 우리나라와 칠레 간 FTA 체결과 DDA 협상에 따른 농산물시장 개방에 따른 가격변동의 심화로 현재 농가들은 경영악화에 당면해 있는 실정이다. 이에 지역의 특성에 맞는 새로운 작물의 개발이 요구됨에 따라 최근 찰옥수수가 감자, 배추, 콩 등의 작물을 대체할 수 있는 작물로 관심을 모으고 있고 강원도, 충청북도를 중심으로 재배되어 최근에는 산간지, 평야지 등으로

재배면적이 확대되고 있다(5).

미국, 유럽 등지에서는 옥수수의 대부분이 통조림으로 가공되어 유통되고 있어 통조림용 옥수수의 품질확보를 위한 연구가 보고되어지고 있으나(6), 우리나라를 비롯한 대부분의 아시아 국가에서는 옥수수를 수확하여 식용하는 경우가 대부분이기 때문에 가공용 옥수수의 고품질 유지를 위한 저장기술 및 유통방법의 개선에 대한 지식이 필요함에도 불구하고 이에 대한 연구가 부족한 실정이다. 일반적인 식용 옥수수는 일반 중실 가공용 및 사료용 옥수수와는 달리 미성숙 단계에서 수확하기 때문에 다른 채소류와 같이 유통과정 중에 호흡 및 증산작용을 통한 생리작용으로 선도저하는 물론 이화학적 변성을 초래하여 상품성과 식품으로서의 가치를 떨어뜨리며 수확시기가 지나면 성분변화가 일어나 당분

*Corresponding author. E-mail: deoghwa@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-6457. Fax: 82-33-250-6457

이 전분으로 변화되어 조직이 딱딱하고 품질이 떨어지게 된다. 이러한 변화요인에는 온도, 습도, 공기, 미생물 등 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하지만 온도에 의한 영향이 80%이상 차지하는 것으로 알려져 있다(7,8). 옥수수 저장의 경우 지금까지 수확 후 주로 예냉처리와 냉동저장에 국한되어 왔으며 이에 따른 저장비용의 부담이 증가되었기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근에는 상온 또는 중저온에서 저장이 가능한 새로운 대체저장기술로서 원적외선을 이용한 기술개발이 최근에 많이 연구되고 있다(9,10).

원적외선을 이용한 건조법은 열원에서 나온 전자파가 대상물질에 직접 도달하므로 천일건조와는 달리 건조시간의 단축이 가능하고, 영양성분의 파괴나 변형이 없어 고품질의 농산물가공에 적절한 기술이라 할 수 있다. 우리나라에서의 원적외선 건조에 관한 연구는 Koh 등(9)이 고추에 대한 원적외선 건조의 우수성을 입증하였고, 한 등(10)은 양송이와 당근에 관한 원적외선 건조의 이용을 보고하여 에너지 측면뿐 아니라 농산물 원료의 경제적 가치를 높이는 측면에서 활발하게 연구를 진행하고 있다. 또한 진보된 원적외선 건조방법과 시스템에 관한 보고도 Lee 등(11)에 의해 보고된 바 있다. 본 연구에서는 찹옥수수의 고품질 확보와 선도유지기간을 연장시키는 저장기술을 개발하기 위하여 증숙 또는 당으로 전처리한 찹옥수수를 원적외선 건조하여 진공포장 후 중저온에서 저장하는 동안 미생물학적 안전성 및 이화학적 품질 변화를 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

강원도 인제군 옥수수 시험장에서 8월과 9월에 수확한 찹옥수수(찰혹 1호)를 구입하여 전처리 전까지 -25°C 에서 냉동 보관하여 시료로 사용하였으며, 일반 진공포장용 포장지는 폴리에틸렌 35/Nylon 15/L-LDPE 50 적층 포장재(광신산업, 경기도)를 정선군 여량농협으로부터 지원받아 사용하였다. 실험에 사용된 모든 시약은 Sigma사(USA) 제품을 사용하였고, 이외의 제품은 따로 명시하였다.

시료의 처리

-25°C 에서 보관된 시료를 꺼내어 표면에 묻은 이물질을 제거하고 냉장고에 넣어 해동한 다음 끓는 물에서 30분간 증자 후 15% 설탕용액에 30분, 0.5% 스테비오사이드용액에 30분간 각각 침지한 후 원적외선 건조기(CILIC, SLD-1400S, Korea)로 6시간 건조하였다. 대조구로 사용한 가공처리하지 않은 생옥수수와 증자 또는 설탕용액으로 침지한 처리구를 각각 폴리에틸렌 적층 포장재(PE 35/Nylon 15/L-LDPE 50)를 사용하여 진공 포장한 후 각각의 시료를 4°C 와 25°C 에서 7개월간 저장하면서 본 실험을 수행하였다.

미생물의 생육변화

시료 10 g을 취하여 멸균된 stomacher bag에 넣은 다음

멸균된 0.1% 펩톤수로 10배 희석하여 stomacher(Interscience, Bag Mixer 400, France)로 2분간 균질화시켰다. 총균수는 plate count agar(Difco, USA), 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco, USA)를 사용하였으며 희석된 균질액을 0.1 mL씩 각각의 배지에 분주한 다음 도말하여 총균수는 35°C 에서 48시간, 효모 및 곰팡이는 25°C 에서 72시간 배양하여 생성된 colony들을 계수하였으며, 3회 반복하여 실시하였다.

호화도 측정

건조시간과 저장기간에 따른 시료의 낱알 호화도는 Kainuma 등(12)의 방법에 따라 다음 식에 의해 측정하였다. 시료(낱알) 10 g에 에탄올 100 mL를 가한 후 바로 분쇄하여 알코올 불용성 고형물(AIS)을 제조한 후, 약 150 mg의 알코올 불용성 고형물을 15 mL의 증류수에 분산시킨 후 $20,000 \times g$ 로 3분간 균질화시켜 시험에 공시하였다. 호화도는 완전 호화액의 효소에 대한 분해도를 100으로 하였을 때 시료액의 분해도를 상대적으로 나타내었으며 다음 식에 따라 호화도($\text{OD}_{625 \text{ nm}}$)를 산출하였다.

호화도(degree of gelatinization), $\% = (A - a / A' - a) \times 100$

A': 완전 호화액의 흡광도

A : 시료액의 흡광도

a : 공시험구의 흡광도

원적외선 건조시간에 따른 수분함량의 변화

대조구(생옥수수), 100°C 에서 30분간 증자한 찹옥수수 및 증자 후 15% 설탕처리군과 증자 후 0.5% 스테비오사이드 처리군으로 조미한 당 칩지구를 60°C 원적외선 건조기를 이용하여 건조시간을 달리하여 건조한 후 수분함량을 측정하였으며 각 시료에 대해 5회 반복하여 수행하였다. 수분함량은 대조구와 각 처리구를 50 g씩 취하여 105°C 건조기에 넣고 3~5시간 건조 후 데시케이터에 넣어 실온에 방치하여 냉각시킨 다음 꺼내어 측량한 후 1~2시간 더 건조하여 항량이 될 때까지 같은 조작을 반복하여 아래와 같이 측정하였다.

$$\text{수분}(\%) = (W_1 - W_2) / (W_1 - W_0) \times 100$$

W_0 = 칭량병의 무게(g)

W_1 = 칭량병과 시료의 무게(g)

W_2 = 칭량병과 건조시료의 무게(g)

건조시간에 따른 색도 변화

대조구(생옥수수), 100°C 에서 30분간 증자한 시료 및 증자 후 15% 설탕처리군과 증자 후 0.5% 스테비오사이드 처리군으로 조미한 당 칩지구를 60°C 원적외선 건조기를 이용하여 시간에 따라 건조한 후 시료의 표면색도를 Chromameter CR-310(Minolta, Co., Ltd., Japan)을 이용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다.

건조시간에 따른 물성변화

원적외선 건조시간을 달리한 시료로부터 낱알 10 g을 사용하여 Rheometer(Compac-100, Sunscientific Co., Japan)로 물성을 측정하였으며, 10회 반복하여 그 평균값을 구하였다.

결과 및 고찰

미생물의 생육변화

증자한 찰옥수수, 증자 후 15% 설탕처리군(설탕처리구)과 증자 후 0.5% 스테비오사이드 처리군(스테비오사이드 처리구) 찰옥수수를 각각 원적외선 건조기를 사용하여 60°C에서 6시간 건조한 후 진공 포장하여 4°C와 25°C에서 7개월 동안 저장하였을 때의 미생물 생육변화를 Table 1에 나타내었다. 4°C에 저장시, 생육수수인 대조구의 경우 총균수는 저장 전에 2.32 log CFU/g을 나타내었으나 6시간 건조한 모든 처리구에서는 검출되지 않았다. 저장 3개월까지 건조한 각 처리구에서는 총균수가 검출되지 않았으나 대조구는 3.89 log CFU/g까지 생육하였다. 그러나 저장 5개월 후에는 모든 원적외선 건조 처리구에서 생육을 보이기 시작하였으며 7개월 저장 후에는 증자 찰옥수수 처리구가 대조구에 비하여 2 log 정도 생육이 감소하였고 당 침지액 찰옥수수의 경우는 약 2.7 log 정도 감소하였다. 곰팡이 및 효모의 경우는 총균수보다 원적외선 건조에 더 강한 저항성을 나타내었으며 1개월 저장까지는 모든 원적외선 처리구에서 검출되지 않았지만 3개월 후부터는 생육을 보이기 시작하여 저장 7개월 후에는 대조구에 비하여 약 2.6 log 정도 감소함을 나타내었다. 따라서 찰옥수수를 증숙 후 물기만 제거하여 진공포장하는

것보다는 원적외선 건조처리를 하여 진공포장하였을 때 수분 활성도를 낮춤으로 미생물의 생육을 현저하게 저하시켜 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 것으로 사료되었다.

한편, 25°C에서 저장시, 1개월 저장까지는 총균수와 곰팡이 및 효모 모두 원적외선 건조 처리한 처리구에서는 검출되지 않았지만 대조구에서는 약 2.54~2.92 log CFU/g의 생육을 나타내었다. 3개월 이후부터 모든 처리구에서 미생물의 생육을 나타내었으나 대조구에 비하여 총균수와 곰팡이 및 효모 모두 약 1~2 log CFU/g이상의 감소를 보였다. 5개월 저장 후 총균수는 대조구가 증자 및 당 처리구보다 약 1~2 log CFU/g 증가하였으며 효모 및 곰팡이도 비슷한 경향을 나타내었다. 7개월 저장 후 대조구에서는 총균수, 곰팡이 및 효모가 각각 6.85와 7.27 log CFU/g을 나타내었으나 증자 및 당 처리구는 3.53~4.82 log CFU/g를 나타내어 대조구에 비하여 현저하게 미생물의 생육이 저하되었다. 본 연구결과, 미생물학적인 측면에서 볼 때 생육수수로 저장하기보다는 찰옥수수를 증자 후 적절한 건조 처리한 다음 진공포장을 하여 저장하면 장기간 동안 선도유지 기간을 연장하고 고품질의 확보가 가능할 것으로 사료되었다. 또한, 기호성을 증진시키기 위하여 증자 후 당을 사용하여 침지하면 미생물의 생육저해는 물론 관능적으로 더욱 좋은 결과를 나타내는 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 저장 7개월 후 같은 조건에서 감마선 1 kGy를 조사한 처리구와 유사한 결과를 나타내었다(13). 한편, Jung과 Cho(14)가 단감, 감귤, 사과, 오이 등을 대상으로 원적외선을 처리한 경우 대조구보다 저장기간이 증가함에 따라 선도유지가 증가한다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

Table 1. Changes of microbial counts in waxy corns treated by far infrared ray (60°C, 6 hr) during storage at different temperatures for 7 months (log CFU/g)

Storage time (month)	Sample	4°C		25°C	
		Total counts	Yeast and molds	Total counts	Yeast and molds
0	Control	2.32	2.54	2.32	3.54
	Steamed corn	ND	ND	ND	ND
	Sugar treated corn	ND	ND	ND	ND
	Stevioside treated corn	ND	ND	ND	ND
1	Control	2.54	2.74	2.54	2.92
	Steamed corn	ND	ND	ND	ND
	Sugar treated corn	ND	ND	ND	ND
	Stevioside treated corn	ND	ND	ND	ND
3	Control	3.89	4.08	3.54	5.44
	Steamed corn	ND	3.62	2.63	3.48
	Sugar treated corn	ND	3.56	2.49	3.53
	Stevioside treated corn	ND	3.53	2.71	3.87
5	Control	4.66	5.23	4.62	6.87
	Steamed corn	3.69	3.63	3.66	4.30
	Sugar treated corn	2.59	3.11	3.38	4.45
	Stevioside treated corn	2.63	4.70	2.71	3.95
7	Control	6.66	6.64	6.85	7.27
	Steamed corn	4.69	4.51	3.72	4.69
	Sugar treated corn	3.87	4.62	4.82	4.65
	Stevioside treated corn	3.93	4.38	3.53	4.82

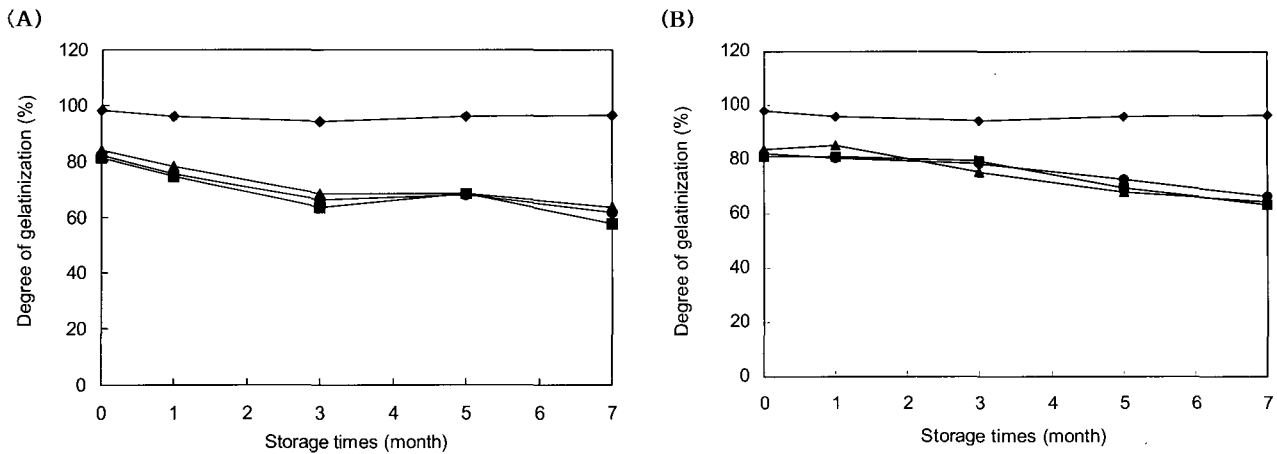


Fig. 1. Changes of gelatinization in far infrared ray treated waxy corns with 60°C during storage at different temperatures for 7 months (A: 4°C, B: 25°C).

—◆— Control, —■— Steamed corn, —▲— Sugar treated corn, —○— Stevioside treated corn.

호화도 측정

증자 찰옥수수, 설탕 처리구와 스테비오사이드 처리구 찰옥수수를 6시간 동안 원적외선 건조하여 진공 포장한 후 저장기간 동안의 호화도는 Fig. 1과 같다. 호화도는 완전 호화액의 효소에 대한 분해도를 100으로 하였을 때 시료액의 분해도를 상대적으로 나타내었다. 대조구인 생옥수수의 호화도는 저장 전에 98%를 나타내었으나, 증자 찰옥수수, 설탕 처리구 및 스테비오사이드 처리구 찰옥수수는 각각 81.14, 83.63, 82.19%를 나타내었다. 저장 7개월 경과 후 대조구는 96.2%로 거의 일정하였으나 4°C에서 저장한 증자 옥수수, 설탕 처리구 및 스테비오사이드 처리구 찰옥수수의 호화도는 각각 58.73, 63.24, 61.56%로 크게 감소하였으며 25°C에서 저장한 경우도 비슷한 결과를 나타내었다. 저장 7개월 후 대조구와 비교하여 각 처리구들의 호화도가 낮은 것은 건조로 인한 수분 증발 등과 같은 물리적인 요인으로 인한 노화에 의한 것이라고 사료되며, 이러한 노화현상이 저장기간의 경과에 따라 온도와 같은 물리적인 요인으로 인해 재호화가 저해되기 때문인 것으로 알려져 있다(15). 특히, 찹쌀, 찰옥수수, 찰수수 등과 같이 전분의 특성이 거의 아밀로펙틴으로 구성된 전분의 경우에는 노화가 잘 일어나지 않으며 노화가 진행되었다 하더라도 재가열시 쉽게 재호화되어 효소의 작용을 쉽게 받을 수 있으므로 소화가 가능하게 된다. 석 등(16)은 레토르트한 진공포장 찰옥수수를 20°C에서 1개월간 저장하였을 때 호화도가 약 36% 노화되었으나 열탕으로 약 10분간 재가열하였을 때 88%의 호화도를 나타냈다고 보고하였다. 본 연구결과에서 나타난바와 같이 전처리한 찰옥수수를 원적외선으로 건조하면 건조과정 중 옥수수내에 존재하는 물분자가 빠져나가고 전분간에 수소결합이 다시 형성되어 원래 전분과는 다른 성질의 전분이 노화가 일어나 호화도에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

원적외선 건조시간에 따른 수분함량의 변화

건조시간을 달리하여 원적외선 처리한 찰옥수수의 수분

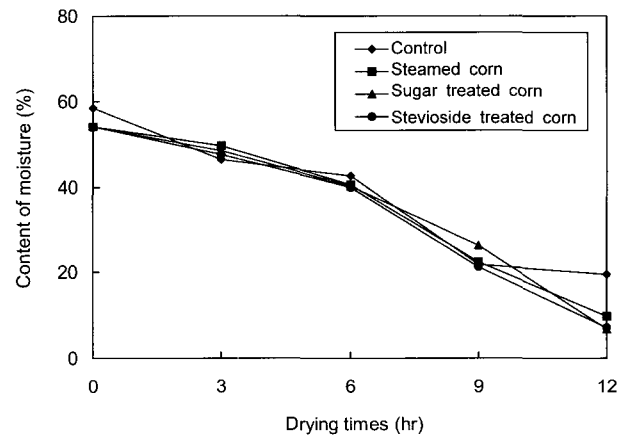


Fig. 2. Change of water content in far infrared ray treated waxy corns during drying at 60°C.

함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 생옥수수의 경우 수분함량이 12시간 건조 후 초기 58.45%에서 21.21%를 나타낸 것에 비하여, 증자 찰옥수수는 9.76%, 설탕 처리구는 6.82%, 스테비오사이드 처리구는 6.95%를 각각 나타내어 당 처리 옥수수가 증자 옥수수에 비하여 건조시간이 증가함에 따라 수분함량이 더욱 낮아졌다. 본 연구결과는 Choi와 Lee(17)의 감자를 원적외선으로 처리할 경우 건조시간이 길어짐에 따라 수분함량이 감소한다는 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

건조시간에 따른 색도 변화

건조시간을 달리하여 원적외선 건조한 찰옥수수의 색도 변화는 Table 2와 같다. 원적외선 건조기로 건조한 찰옥수수의 경우 생옥수수는 건조시간이 증가함에 따라 색의 밝기(L값)가 증가하였으며 증자 또는 당에 조미한 옥수수는 9시간 건조까지는 건조시간에 따라 L값이 증가하였으나 12시간 이후부터는 현저하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 본 결과는 당 처리구 찰옥수수의 경우 흡수된 당으로 인해 12시간 이상

Table 2. Change of color in far infrared ray treated waxy corn during drying at 60°C

Sample	Drying time (hour)	L	a	b
Control ¹⁾	0	0.12	0.01	0.41
	3	0.91	0.05	0.17
	6	0.95	0.11	0.26
	9	2.04	0.61	0.44
	12	2.98	0.67	0.31
Steamed corn ²⁾	0	0.75	0.16	0.35
	3	1.95	0.38	0.83
	6	2.03	0.20	0.77
	9	2.37	0.65	0.95
	12	1.32	0.02	0.70
Dipping 15% sugar solution ³⁾	0	0.75	0.16	0.35
	3	0.64	0.29	0.24
	6	0.88	0.25	0.50
	9	1.20	0.82	0.38
	12	0.22	0.12	0.40
Dipping 0.5% stevioside solution ⁴⁾	0	0.75	0.16	0.35
	3	0.71	0.08	0.28
	6	0.91	0.29	0.42
	9	1.01	0.10	0.62
	12	0.36	0.27	0.64

¹⁾Raw waxy corn → far infrared ray treatment at 60°C.
²⁾Steamed at 100°C for 30 min → far infrared ray treatment at 60°C.
³⁾Steamed at 100°C for 30 min → dipping 15% sugar solution for 30 min → far infrared ray treatment at 60°C.
⁴⁾Steamed at 100°C for 30 min → dipping 0.5% stevioside solution for 30 min → far infrared ray treatment at 60°C.

건조 시 갈변현상이 나타나는데 이러한 현상에 기인하는 것으로 보여진다. Lee 등(11)도 원적외선 건조 처리한 찹나물의 경우 건조시간이 지남에 따라 L값과 b값이 감소되었고 a값이 증가되었는데 이러한 이유는 다른 식품이나 산채류의 가운시 일어나는 maillard 반응과 같은 비효소적 갈변반응에 기인된다고 보고하였다.

건조시간에 따른 경도 및 강도 측정

건조시간을 달리하여 원적외선 건조한 찹옥수수의 경도(hardness)와 강도(strength)를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 건조 전에 생옥수수가 증자 또는 당처리 찹옥수수에 비하여 경도가 높았으며 건조가 진행됨에 따라 이러한 경향이 그대로 유지되었다. 그러나 9시간 건조이후에는 생옥수수와 당처리 찹옥수수의 경도가 비슷하게 나타났으나 증자 찹옥수수는 현저하게 경도가 저하되었다. 한편, 강도는 12시간 건조 시 생옥수수를 제외한 다른 처리구는 심화된 경도로 인하여 강도 측정이 불가능하였다.

요 약

각 처리구별 찹옥수수를 원적외선 건조기를 사용하여 건조한 후 진공포장하여 저장하는 동안 찹옥수수의 미생물변화, 호화도, 수분함량, 색도 및 물성변화 등 건조 찹옥수수의

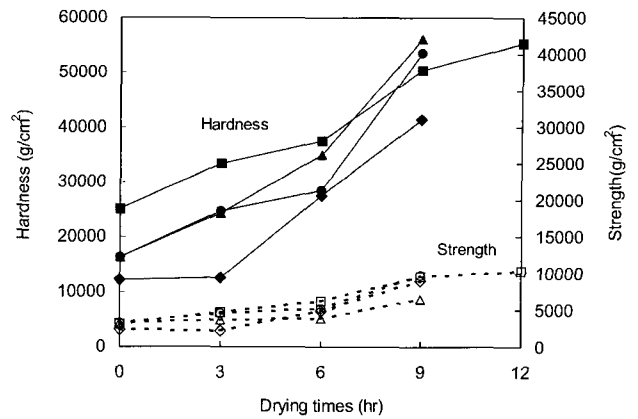


Fig. 3. Change of physical properties in far infrared ray treated waxy corns during drying at 60°C.
 —■—, —□— : Control, —◆—, —◇— : Steamed corn, —▲—, —△— : Sugar treated corn, —●—, —○— : Stevioside treated corn.

품질변화에 미치는 영향을 조사하였다. 총균수는 6시간 원적외선 건조 시 생옥수수인 대조구의 경우 2.32 log CFU/g을 나타내었으나 모든 처리구에서는 검출되지 않았다. 그러나 4°C에서 저장시 저장 3개월까지는 대조구를 제외한 모든 처리구에서 총균수가 검출되지 않았으나 7개월 저장 후에는 대조구에 비하여 증자 찹옥수수 처리구가 약 2 log, 당처리구는 약 2.7 log 정도 감소하였다. 곰팡이 및 효모는 총균수보다 원적외선 건조에 약간 더 저항성이 강한 것으로 나타났으며 이러한 결과는 25°C에서 저장시 유사한 것으로 나타났다. 생옥수수의 호화도는 저장 전에 98%, 저장 7개월 후 96.2%로 거의 변화가 없었으나 원적외선 건조한 증자 찹옥수수는 저장 전에 81.14%, 4°C에서 7개월 저장 후 58.73%로 많이 노화되었으며 이러한 결과는 당처리구에서도 유사하게 나타났다. 수분함량은 당처리구 찹옥수수가 증자 찹옥수수에 비하여 건조시간이 증가함에 따라 수분함량이 더욱 낮아졌으며 색도변화는 생옥수수는 건조시간이 증가함에 따라 색의 밝기(L값)가 증가하였으나 증자 또는 당처리구 찹옥수수는 9시간 건조까지는 건조시간에 따라 L값이 증가하였으며 12시간 이후부터는 현저하게 감소하였다. 경도는 건조전에 생옥수수가 증자 또는 당처리 찹옥수수에 비하여 경도가 높았으며 9시간 건조이후에는 생옥수수와 당처리 찹옥수수의 경도가 비슷하게 나타났으나 증자 찹옥수수는 현저하게 경도가 저하되었다. 본 연구결과, 찹옥수수를 원적외선 건조하여 수분함량을 낮춤으로 미생물의 생육 저하, 저장성 향상은 물론 안전성 및 고품질 확보에 도움이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의한 연구결과로 일부로 이에 감사드립니다.

문헌

1. Kim DH, Kwon TJ, Yang HC, Yoon HS. 1995. *Food Chemistry*. Young Ji Culture Co., Seoul. p 459-479.
2. Newman RK, Lewis SE, Newman CW, Boik RJ, Ramage RI. 1989. Hypocholesterolemic effects of barley foods on healthy men. *Nutr Rep Inst* 34: 749-752.
3. Kim SL, Moon HG, Ryu YH. 2002. Current status and prospect of quality evaluation in maize. *Korean J Crop Sci* 47: 107-123.
4. Lee SK, Shin MS. 1997. Morphological properties of lintnerized maize starches with different amylose content. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 1086-1090.
5. So SY, Choi DC, Yu CJ. 2005. Analysis of management conditions of waxy corn in Chonbuk region. *Bulletin of the Agriculture College, Chonbuk National University* 36: 154-164.
6. Willy RC, Schales FD, Corey KA. 1989. *Quality and preservation of vegetable (sweet corn)*. CRC press, Inc., Boca Raton.
7. Son YK, Son JR, Kim KJ, Kim SL. 1999. Postharvest biotechnology of vegetable corn in Korea. *Korea J Intl Agri* 11: 391-402.
8. Stanley JK. 1991. *Postharvest physiology of perishable plant product*. An AVI Book, New York.
9. Koh HK, Cho YJ, Park JB, Kim YH, Kang SW. 1989. Efficient utilization of energy in drying process for rewetted red pepper—hot-air-convective and infrared-radiant drying—. *J Korean Agric Mechanic* 14: 262-271.
10. 한충수, 영광석, 조성찬, 최태섭. 1994. 원적외선 건조에 관한 연구 - 당근의 건조 특성 분석 -. 농촌 열에너지 연구보고 논문집 10: 65-76.
11. Lee MK, Kim SH, Ham SS, Lee SY, Chung CK, Kang IJ, Oh DH. 2000. The effect of far infrared ray-vacuum drying on the quality changes of *Pimpinella bracycarpa*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 561-567.
12. Kainuma K, Matsunaga A, Itagawa M, Kobayashi S. 1981. New enzyme system *B*-amylase-pullulanase to determine the degree of gelatinization and retrogradation of starch or starch product. *J Jap Soc Starch Sci* 28: 235-238.
13. Choi JH, Im JI, Oh DH. 2006. Effect of gamma irradiation on the microbiological and physicochemical quality changes of steamed waxy corn during storage. *Korean J Food Preservation* In press.
14. Jung JH, Cho SH. 2003. Preservatory effect of sweet persimmons, mandarin oranges and apples stored in the far-infrared radiated chamber. *Korean J Food Preservation* 10: 435-440.
15. Becker HA. 1960. On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem* 37: 309-312.
16. 석호문, 김성수, 홍희도, 이영택, 김경탁. 1996. 식용옥수수외 저장, 포장기술개선 및 가공제품 개발연구. 한국식품개발연구원 연구보고서.
17. Choi OJ, Lee HJ. 1995. Changes in properties of potato starch after the storage of potato heated by microwave. *J Sci Educ* 3: 91-101.

(2006년 3월 13일 접수; 2006년 5월 17일 채택)