

생강의 저장 전처리 효과에 관한 연구

정태연 · 이세은 · 정문철 · 김동철
한국식품개발연구원

Studies on the Pretreatment Effect of Ginger on Long-term Storage

Tae Yon Chung, Se-Eun Lee, Mun-Cheol Jeong and Dong-Chul Kim
Korea Food Research Institute

Abstract

Fresh ginger harvested in Seosan, Choongchengnam-do, was used to investigate the pretreatment effect before long-term storage. Wounded ginger were cured at the temperature of 25, 30, 35°C and the RH of 83 and 93% for 1, 3, 5, 7 days, respectively. Then the cured ginger were stored in the laboratory scale storage room (12°C, 95% RH) in order to find out the optimum curing condition. At a constant temperature and a RH, the longer ginger were cured, the more their weight was decreased; at a constant temperature and a curing period, the higher RH was, the less weight was lost. During the curing process, sprouting rate was accelerated at temperature higher than 30°C and humidity higher than 90%; mold growing was observed at any temperature and humidity, but especially at 35°C the rate was relatively faster when the curing time was increased. Hardness of wound surface cured at 93% RH was relatively higher than those cured at 83% RH at all temperatures. The weight loss of stored ginger after curing was 2.0~8.2% after 30 days and 7.2~14.2% after 60 days storage. Compared with all results through a screening procedure, the condition of 3-days curing at 25°C and 93% RH showed the best result for minimizing quality changes during storage.

Key words: ginger, curing, storage

서 론

생강은 생강과에 속하는 다년생 식물로 보통 본 식물의 뿌리를 생강이라 하며⁽¹⁾, 국내 조미 채소류 중 수익성이 매우 높은 고소득 작물이다. 국내에서 생산되는 생강은 일반적으로 흙이 묻어 있는 채로 수확하여 줄기를 절단한 후 저장한다. 금방 수확한 생강의 줄기 절단 부위는 축축하며, 표면은 표피층의 발달이 불완전하여 수확이나 운반 중에 물리적인 상처를 입어 미생물에 의해 감염되기 쉬울 뿐만 아니라, 수분손실과 곰팡이의 발생도 쉽게 일어난다. 그러므로 수확한 생강은 줄기 절단 즉시 항온항습이 잘 이루어지는 토굴에서 장기간 저장에 들어간다. 대부분의 생강 저장용 토굴의 환경조건은 대개 온도가 10~15°C이고, 상대습도는 80~95%의 범위를 유지하고 있다. 이와 같은 과습조건에서 저장된 생강은 수확, 줄기 절단 및 운반과정에서 초래된 손상부위의 조직이 연약하여 토양미생

물의 침입으로 인한 부패가 발생할 우려가 매우 높을 뿐만 아니라 이미 시작된 곰팡이 발생은 토굴에 저장된 후에도 전체 생강에 영향을 미치게 된다.

일반적으로 생강을 포함하여 흙이 묻어있는 채로 수확되는 뿌리(root), 줄기(tuber) 및 구근류(h bulb crops)의 작물은 수확 후에 저장하는 동안 수분감소에 의한 중량손실과 부패가 일어나므로 이를 줄이기 위하여 가장 간단하고 효과적인 방법 중의 하나인 curing공정을 거친다^(2,3).

Curing이란 원래 치료의 의미로서 수확시 또는 운반 중에 입은 상처를 치료하기 위한 것이 그 목적이다. Curing하는 동안 상처 입은 부위는 대개의 경우 코르크층이 형성되며 wound periderm의 형성으로 치료된다^(4,5). 그러므로 오래 전부터 고구마⁽⁴⁾, 감자^(5,6), 양파⁽⁴⁾ 및 마늘⁽³⁾ 등 근채류들은 저장전 curing같은 전처리 과정을 거쳐 외부 조직을 강하게 만들어 저장고에 저장하고 있다.

최근까지 생강의 전처리 방법으로 방사선조사^(8,10), wax처리⁽⁸⁾, 화학제 처리⁽¹¹⁻¹³⁾ 등 많은 연구가 진행되었으나, curing에 대하여 연구된 논문은 거의 없는 실정

Corresponding author: Tae Yon Chung, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyeonggi-do 463-420, Republic of Korea

이다. 또한 현재까지 국외에서 연구 보고된 결과들은 국내의 실정에 적합하지 않고, 국내산 생강의 전처리에 대한 연구는 전무하다. 그리하여 본 연구는 생강의 저장성을 증진시킬 수 있는 안전하고 간단한 전처리 방법으로서 curing에 대한 효과를 조사하고, curing 처리된 생강의 저장 실험을 통하여 최적의 curing 조건을 찾기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

Curing 방법

충남 서산군 부석면에서 11월초에 수확한 햇생강 약 500~600 g을 소독된 칼을 사용하여 절단면의 지름이 12~15 mm가 되는 분지를 8군데 선택하여 인위적으로 wounding 처리 후 온도조건 25°C, 30°C, 35°C 및 습도조건 83%, 93% RH에서 curing시켰다. 최적의 curing 기간을 찾기 위하여 기간은 1일, 3일, 5일, 7일 간으로 각각 나누어 행하였다.

온도조절은 각각의 온도에 맞는 실험용 항온실이 이용되었으며, 각각의 온도조절 정확도는 ±0.5°C이었다. 습도를 조절하기 위하여 potassium chloride와 potassium nitrate의 포화 염용액이 사용되었다. 온도에 따른 포화 염용액의 상대습도는 약간의 차이가 있으나, 습도가 80% 이상에서 일반적으로 오차의 범위가 ±2.0%이므로⁽¹⁴⁾ 온도의 변화에 따른 상대습도의 변화는 무시되었다.

Curing으로 인한 품질변화

Curing기간 중 외적인 품질변화를 알아보기 위하여 곰팡이의 발생 유무, 발아 및 부패를 육안으로 관찰하였으며, 수분의 증감에 의한 중량 변화를 보기 위하여 curing 전의 초기 무게와 각각 curing 조건에 따른 curing 후의 무게를 측정하였다.

상처 부위의 경도 변화 측정

Curing 과정중 상처부위가 치료되면서 코르크층을 형성하므로 이에 대한 변화를 관찰하기 위하여 상처 부위의 경도를 Texture Analyzer (Stable Micro System, Model TA-XT2)를 사용하여 측정하였다. 이 때의 조건은 sample rate=400.00 pps, force threshold=20.0 g, dist. threshold=0.50 mm, sample area=7.06 mm², contact force=5.0 g, test speed=0.5 mm/s, trigger type= auto @10 g, distance=2.0 mm이었다. 인위적으로 wounding 처리된 생강 시료는 높이가 1 cm정도 되게 잘랐으며 curing 조건에 따라 각각 8개씩 측정하였다.

현미경에 의한 절단부위의 관찰

Curing 과정 중에 상처입은 부위의 표면이 치료되는 동안 어떻게 변화되는가를 보기 위하여 현미경을 이용하여 curing 조건 및 시간에 따라 관찰하였다. 여기서 사용된 현미경은 광섬유 현미경(Scopeman 504, Moritex)으로 렌즈의 확대비율은 210배였으며, 관찰된 결과는 비디오 프린터(Sony CVP-M3)를 사용하여 사진으로 얻었다.

Curing처리된 생강의 저장중 품질변화

Curing 처리가 끝난 시료는 온·습도 조건이 12°C, 95%이상으로 특별히 제작된 실험실용 생강 저장고에 보관되었으며, 저장 중의 품질변화를 관찰하기 위하여 일정기간 경과 후에 주기적으로 중량변화, 곰팡이 발생 및 진행정도, 발아 및 부패율을 측정하였다. 이때 아무런 상처도 입지 않은 고 품질의 생강을 'control'로 이용하여 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

Curing 조건에 따른 중량 변화

Curing기간중 온도 및 습도에 따른 중량변화를 측정하여 Table 1에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 일정한 온도 및 습도에서 curing 기간이 길어질수록 생강의 중량은 감소되었으나, 온도 및 curing 기간이 일정할 때는 습도가 높을수록 중량감소가 작아졌다. Curing 온도가 30°C일 때 중량감소의 경향이 다르게 나타난 것은 이 온도에서 생강의 호흡이 다른 온도에 비하여 현저히 왕성하여 환경 조건을 변화시킨 결과일 것으로 추측되었다. 전체적으로 보면 curing 온도가 낮고 습도가 높을수록 중량감소는 작아지나 curing하는 목적은 줄기 절단 등과 같은 상처를 치료하여 장기간 저장을 가능하게 하는 것이므로 다른 요소들

Table 1. Weight changes of fresh ginger during curing period

RH (%)	Curing time (days)	Weight loss at different curing temperatures (%)		
		25°C	30°C	35°C
83	1	0.6	0.3	0.9
	3	1.6	1.3	2.6
	5	2.1	4.0	4.1
	7	2.6	3.1	5.4
93	1	0.4	0.2	0.7
	3	1.0	0.8	1.7
	5	1.9	3.1	2.6
	7	2.2	3.0	3.4

Table 2. Changes of physical characteristics of ginger at different curing conditions

RH (%)	Curing period (days)	Physical changes ²⁾ at different curing temperatures								
		25°C			30°C			35°C		
		SPR ¹⁾	MOL	ROT	SPR	MOL	ROT	SPR	MOL	ROT
83	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	+	-	-	-	+	-
	5	+	+	-	+	-	-	+	++	-
	7	++	+	-	++	-	-	-	+	-
93	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	+	-	-	+	+	-
	5	+	+	-	++	-	-	+	+	-
	7	++	+	-	+++	++	-	-	+++	-

¹⁾SPR=Sprout, MOL=Mold growing, ROT=Rotten

²⁾-: no change, +: trace, ++: a couple of spots, +++: a several spots, ++++: many spots

을 감안하여 적당한 조건을 선택하여야 하겠다.

Curing 조건에 따른 품질변화

Table 2는 curing으로 인한 생강의 품질변화에 영향을 미치는 발아, 부패 및 곰팡이의 생성 유무를 관찰한 결과를 보여준다. Curing 기간동안 온·습도 조건에 관계없이 발아현상이 나타났음을 알 수 있으며, 특히 온도가 30°C 이상, 습도가 90% 이상일 때 curing기간이 길수록 발아가 촉진됨을 알 수 있었다.

곰팡이의 발생을 제외한 조직의 물러짐, 표면의 주굴거림 등과 같은 부패는 어떠한 조건에서도 찾아볼 수 없었다. 그러나 이와는 달리 곰팡이의 발생은 전반적으로 나타났으며, 특히 35°C에서 curing기간이 길어질 경우에 상대적으로 진행이 빨랐다. 전체적으로 볼 때 발아 및 곰팡이의 발생은 온·습도 조건보다는 수확후 curing 처리전까지 관리가 중요하다고 판단되었다.

Curing에 의한 경도 변화

뿌리, 줄기 및 구근류는 수확시 입은 상처가 curing으로 치료되면서 코르크층을 형성하므로 이에 대한 관찰을 두 가지 방법을 이용하여 행하였다. 하나는 Texture Analyzer를 사용한 상처부위의 경도(hardness)의 측정이며, 다른 하나는 광섬유 현미경을 이용한 상처부위의 조사로 실행하였다.

Fig. 1은 실제로 생강의 상처부위를 Texture Analyzer로 측정하였을 때 인쇄되어 나온 결과이다. 이 그림에서 보면 얻어진 여러 가지 peak중 peak 1은 표면의 가장 바깥 층을 파괴시키는데 드는 힘(단위 면적당 가해진 무게; g/mm²)을 나타낸 것이다. 그러므로 생강이 curing되면서 형성한 코르크층의 경도는 이 peak로서

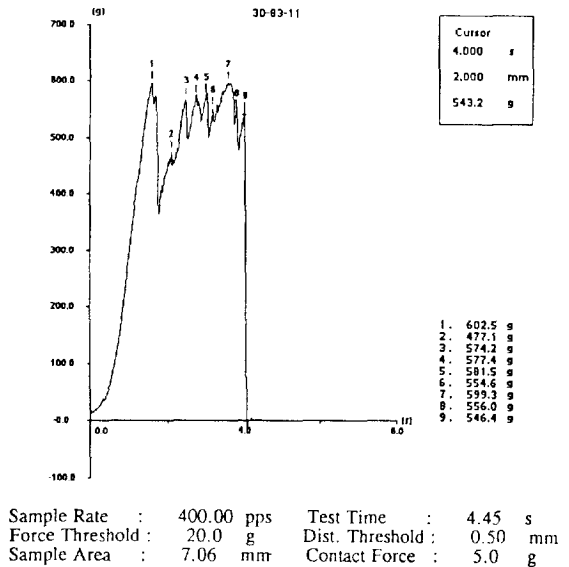


Fig. 1. Actual output of Texture analyzer for measuring hardness of wound surface of ginger

나타낼 수 있다.

Table 3은 각기 다른 curing 조건에서 curing된 생강의 상처 표면의 경도를 8개씩 측정하여 Chauvent's criterion을 이용하여 outlier를 제외시킨 후에 얻은 평균값⁽¹⁵⁾을 요약한 결과이다. 상처 부위의 경도는 상대습도 93%일 경우가 상대습도 83%의 경우보다 모든 온도 조건에서 대체로 높은 경향을 보였으며, 온도의 증감과는 무관함을 보였다. Table 3에서 알 수 있듯이 25°C의 경우 모든 습도조건에서 curing 기간이 길어질수록 경도가 낮아지는 경향을 보였으며, 30°C이상에서는 curing 기간에 상관없이 거의 일정한 범위의 경도를 가짐을 알 수 있었다. 그러므로 전체적으로 상처

부위 표면의 경도는 일반적으로 curing을 통하여 높일 수 있다고 판단되었다.

Curing 기간중 현미경을 이용한 상처 표면의 조사

인위적으로 상처를 입은 생강의 표면이 앞에서 언급된 모든 curing 조건에서 치료되는 동안 그 변화를 광섬유 현미경으로 조사하였으며, Fig. 2는 그 사진들 중 대표적인 예를 보여준다. Fig. 2 (a)에서 보면 상처를 입자마자 관찰한 생강의 상처표면에서는 suberin의 축적이나 phellem의 생성이 전혀 보이지 않았으나, 점차적으로 curing이 진행되면서 온·습도 조건에 관계없이 상처부위의 표면이 코르크화되는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2 (b)). 그러나 phellogen층의 생성과 진전되는 과정을 뚜렷이 찾아 볼 수는 없었다.

Curing 처리한 생강의 저장기간중 중량변화

Table 3. Hardness of wound surface of ginger at different curing conditions

RH (%)	Curing time (days)	Hardness ¹⁾ at different curing temps. (g/mm ²)		
		25°C	30°C	35°C
83	1	623.5	609.8	660.8
	3	599.8	527.2	609.4
	5	586.8	637.0	633.0
	7	468.0	569.9	670.6
93	1	726.8	674.1	672.5
	3	566.4	756.6	669.2
	5	562.9	620.1	705.9
	7	481.6	720.0	567.2

¹⁾average hardness of control ginger (without curing) was 518.3 g/mm²

다양한 온·습도 조건으로 curing된 생강은 curing 기간 별로 실험용으로 제작된 생강 저장고(12°C, 95% RH)에 저장하였으며, 저장기간동안의 중량 변화를 Table 4에 나타내었다.

Curing된 생강은 curing 조건에 관계없이 저장기간 중 수분의 손실로 인한 중량 감소의 경향을 보였으며 그 범위는 저장기간이 30일 경우 2.0~8.2%이고, 저장기간이 60일 경우는 7.2~14.2%로 거의 두배의 감소를 보였다. 특히 장기 저장시 curing 기간 및 습도 조건에 관계없이 온도 조건이 35°C의 경우에 많은 양의 중량 감소를 보였다.

표에 표시된 'control'은 아무런 상처도 입지 않은 아주 건강한 생강으로 실험과 동시에 실험용 생강 저장고에 저장시킨 무처리구로서 중량변화를 curing된 생강과 같은 저장기간에 따라 측정하였다. 이러한 'control'의 중량변화를 기준으로 비교해 보면 대부분의 curing으로 치료된 상처입은 생강의 중량감소는 상처입지 않은 건강한 생강에 비해 2~10배로 높은 값을 보여준 반면, 83% RH, 30°C에서 5일동안의 curing과 93% RH, 25°C에서 3일간 curing시키는 것이 저장기간중 중량감소를 최소화시킬 수 있는 것으로 나타났다.

Curing 처리한 생강의 저장기간중 품질변화

Table 5는 각각의 curing 조건에 따라 치료된 생강을 실험용 저장고에서 60일간 저장한 후 발아의 진행정도, 부패 및 곰팡이의 생성 또는 진행 등 생강의 상품성 품질에 영향을 미치는 인자들을 조사한 결과이다.

Curing 처리된 저장중인 생강의 발아 진행정도는 대부분 curing이 끝난 시점에서 정지된 상태였으나,

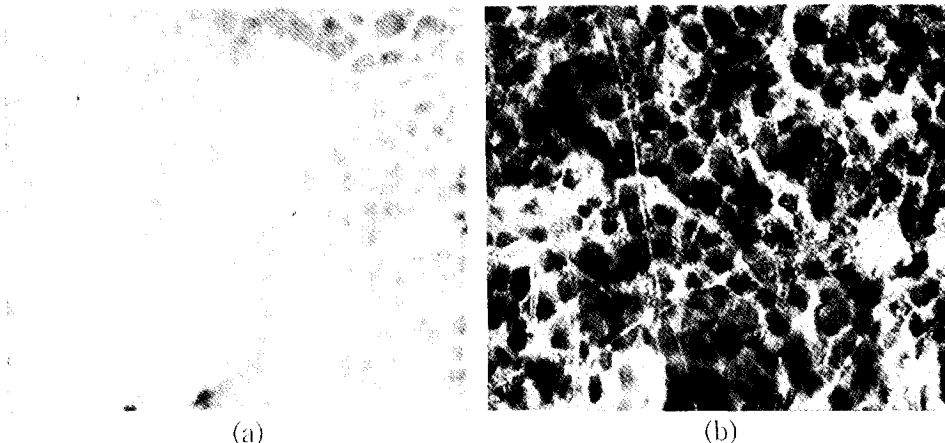


Fig. 2. Wound surface of (a) fresh ginger, and (b) cured at 93% RH, 25°C for 5 days (Scopeman, ×210)

Table 4. Weight changes of gingers during storage after curing at different conditions

RH (%)	Curing time (days)	Weight loss ¹⁾ at different curing temperatures (%)								
		25°C			30°C			35°C		
		STR1 ²⁾	STR2	STR3	STR1	STR2	STR3	STR1	STR2	STR3
83	1	7.7	10.4	11.5	5.3	7.4	8.2	5.4	7.6	10.1
	3	4.3	6.4	8.7	6.6	9.1	10.5	6.3	9.3	13.2
	5	3.4	5.8	7.9	2.0	4.2	7.2	6.8	10.8	14.2
	7	5.6	8.1	11.0	4.0	6.4	8.1	5.2	8.8	11.5
93	1	6.8	9.7	10.6	5.2	7.3	8.8	8.2	11.4	12.9
	3	2.3	4.5	7.3	5.3	7.8	9.6	5.8	8.4	11.2
	5	4.4	6.6	9.2	3.5	5.7	8.0	4.9	7.3	10.1
	7	5.4	7.7	8.2	5.1	7.4	10.9	6.0	8.9	13.6

¹⁾weight loss of 'control ginger' was 2.4% for 30 days, 4.6% for 45 days, and 6.9% for 60 days of storage, respectively

²⁾STR1=30-days storage, STR2=45-days storage, STR3=60-days storage

Table 5. Changes of physical characteristics of ginger stored at 12°C, 95% RH for 60 days after curing process

RH (%)	Curing period (days)	Physical changes ²⁾ after curing at different temperatures								
		25°C			30°C			35°C		
		SPR ¹⁾	MOL	ROT	SPR	MOL	ROT	SPR	MOL	ROT
83	1	-	-	-	-	+	-	-	+	-
	3	-	-	-	+	-	-	-	+++	-
	5	+	+	-	++	-	-	+	++++	-
	7	+++	+	-	+++	-	-	-	++	-
93	1	-	-	-	-	-	-	-	++	-
	3	-	-	-	+	-	-	+	++	-
	5	+	-	-	++	-	-	+	+	-
	7	+++	-	-	++++	++	-	-	+++	-

¹⁾SPR=Sprout, MOL=Mold growing, ROT=Rotten

²⁾ -: no change, +: trace, ++: a couple of spots, +++: a several spots, ++++: many spots

83% RH, 25°C에서 7일간 curing, 30°C에서, 5일 또는 7일간 curing이나, 93% RH, 25°C에서 7일간 또는 30°C에서 7일간 curing시킨 생강의 경우는 발아가 한 단계정도 더 진행되었다. 곰팡이는 93% RH, 25°C에서 5일이상 curing시킨 경우는 오히려 흔적이 없어졌으나, 35°C curing 처리구는 모든 조건에서 한 단계내지 두 단계의 진행을 보였으며 조직도 초기에 비해 약간 물러졌다. 그러나 이를 제외한 조건에서는 조직이 물러지거나 쭈굴거림 같은 부패의 진행은 없었다.

이상과 같은 curing 실험들에 대한 결과를 분석해 보면 다음과 같음을 알 수 있었다. 상처 받은 부위는 curing 조건에 관계없이 코르크화가 진행되었음을 알 수 있었으며, 중량감소는 총중량의 3% 손실을 기준으로 하였을 때 93% RH, 25°C내지 30°C에서 5일 이하로 curing하는 것이 좋은 조건이나, curing되는 기간동안 물리적인 변화를 기준으로 보면 83% RH, 25°C내지 30°C에서 5일이하, 또는 93% RH, 25°C내지 30°C에서 3일이하가 좋은 조건으로 나타났다. 그리고 cur-

ing으로 치료된 생강의 60일간 저장 실험을 통하여 종합적으로 screening하면 93% RH, 25°C에서 3일간 curing시키는 것이 저장기간 중 품질변화를 최소화시켜 저장성을 증진시킬 수 있는 가장 바람직한 방법으로 나타났다.

요 약

생강의 저장 전처리 효과를 보기 위하여 충남 서산에서 수확한 햇생강을 wounding 처리후 온도조건 25, 30, 35°C 및 습도조건 83, 93% RH에서 1~7일간 curing시켜 실험실용 저장고(12°C, 95% RH)에 보관하였다. 일정한 온 습도에서 curing 기간이 길수록 생강의 중량은 감소되었으며, 온도 및 curing 기간이 일정할 때 습도가 높을수록 중량감소는 작아졌다. Curing 기간동안 받아들음은 30°C, 90% RH이상의 조건에서 촉진되었으며, 곰팡이 발생은 전반적으로 나타났으나 특히 35°C에서 curing기간이 길어질수록 상대적으로 진

행이 빨랐다. 상처부위 표면의 경도는 93% RH일 경우 83% RH보다 모든 온도조건에서 대체로 높은 경향을 보였으나, 전체적으로 볼 때 curing 조건에 상관없이 일반적으로 높일 수 있었다. Curing 처리된 생강의 저장기간중(60일간) 수분의 손실로 인한 중량감소는 30일경 2.0~8.2%, 60일경 7.2~14.2%의 범위를 보였다. 실험 결과들을 종합하여 screening하면 93% RH, 25°C에서 3일간의 curing이 저장기간중 품질변화를 최소화시킬 수 있는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Leverington, R.E.: Ginger technology. *Food technology in Australia*, **8**, 309 (1975)
2. Kasmire, R.F. and Cantwell, M.: Postharvest handling systems: Underground vegetables (roots, tubers, and bulbs). In *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, Kader, A.A.(Ed.), Univ. of California, Div. of Agriculture and Natural Resources, p.271 (1992)
3. Schouten, S.P.: Bulbs and tubers. In *Postharvest Physiology of Vegetables*, Weichmann, J.(Ed.), Marcel Dekker Inc., New York, NY. p.563 (1987)
4. Ryall, A.L. and Lipton, W.J.: *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*, vol.1, 2nd edition, AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, pp.231-283 (1984)
5. International Institute of Refrigeration.: *Packing Stations for Fruits and Vegetables*, Paris, France, p.274 (1973)
6. 김현옥, 이승구 : 감자의 Curing 과정과 저장 후 Re-

conditioning 조건이 가공성에 미치는 영향. 한국원예학회지, **35**, 36 (1994)

7. 長尾明宣, 印東照彦, 土肥 紘 : カボチャの收穫後の品質に及ぼすキュアリング條件と貯藏溫度の影響. 日本園藝學會誌, **60**, 175 (1991)
8. Paul, R.E., Chen, N.J. and Goo, T.T.C.: Control of weight loss and spouting of ginger rhizome in storage. *Hortscience*, **23**, 734 (1988)
9. Yusof N.: Spout inhibition by gamma irradiation in fresh ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *J. Food Processing and Preservation*, **14**, 113 (1990)
10. Gonzalez, O.N., Dimaunahan, L.B., Pilac, L.M. and Alabastro, V.Q.: Effect of gamma radiation on peanuts, onions, and ginger. *The Phillipine J. Sci.*, **98**, 279 (1969)
11. Okwuowulu, E.O.P.A. and Nnodu, E.C.: Some effects of pre-storage chemical treatments and age at harvesting on the storability of fresh ginger rhizomes (*Zingiber officinale* Roscoe). *Trop. Sci.*, **28**, 123 (1988)
12. Brown, B.I.: Ginger storage in acidified sodium metabisulphite solutions. *J. Food Technol.*, **7**, 153 (1972)
13. Brown, B.I.: Further studies on ginger storage in salt brine. *J. Food Technol.*, **10**, 393 (1975)
14. Gough, M.C. and Lippiatt, G.A.: Moisture humidity equilibria of tropical stored produce: part III-legumes, spices and beverages. *Tropical Stored Products Infor.*, **35**, 15 (1978)
15. Holman J.P. and Gajda, W.J. Jr.: *Experimental Methods for Engineer*, 5th edition, McGraw-Hill Book Co. New York, N.Y., p.57 (1989)

(1996년 1월 5일 접수)