

저장조건에 따른 생강의 품질변화

정문철, 이세은, 남궁배, 정태연, 김동철
한국식품개발연구원

Changes of Quality in Ginger according to Storage Conditions

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

Abstract

In order to establish proper storage conditions for ginger, the quality changes of gingers stored at three different temperatures(7°C, 12°C and 20°C) and three different relative humidities(75%, 85% and 95%RH) were investigated during 150 days of storage. Gingers stored at 7°C and 20°C showed rapid quality deterioration due to chilling injury and sprouting respectively in any range of relative humidity. Ginger stored at 7°C was started to show symptoms of the chilling injury such as moldiness, shrivelling, discoloration etc after 30 days of storage ; then, it was deteriorated after 90 days of storage. Ginger stored at 20°C was completely lost its storage-life after 30 days of storage because of high sprouting ratio. However ginger stored at 12°C, 75%RH showed better quality than ones stored at both 7°C and 20°C, but it was not so good as the one at 7°C, 95%RH. Consequently storage conditions of 12°C, 95%RH was observed the best effective condition for keeping rhizomes in good quality from weight loss, sprouting, mouldiness and so on.

Key words : ginger, storage conditions, quality

서 론

생강(生薑, *Zingiber officinale Roscoe*)은 이집트, 이라크 등의 열대와 아열대 지역에서 유사 이전부터 재배되어 온 생강과에 속하는 다년생 초본식물의 근경으로, 특유의 향기와 맛을 지니고 있어 전세계적으로 많이 애용되고 있는 향신료 중의 하나이다(1). 생강의 재배지역(2,3)은 우리나라를 비롯한 인도, 중국, 나이지리아, 시에라리온, 호주, 일본, 필리핀 등의 아열대 지역이며, 이중 인도가 전체 생산량의 1/2정도 차지하고 있다. 우리나라에서 생강생산(4)은 충남 서산·당진 지역이 최대 주산지로서 전체 생산량의 63%를 차지하고 있고 그 다음은 전북 완주·익산지역이 약 33%로서, 이들 지역이 국내 총 생산량의 96%를 점유하고 있다.

1995년 국내 생강 총 생산량은 약 5만3천M/T으로 전체 조미 채소 중 약 2%정도에 불과하지만, 시장규모는 1천5백억 원 정도로 재배면적과 생산 능가 수에 비하면 매우 수익성이 높은 고소득 작물이다(4,5).

생강의 재배 작형(6)은 여러 가지가 있으나 우리나라에서는 4월 초순에 정식하고 11월 초순에 수확하는 형태가 주된 작형으로, 수확된 생강은 아무 처리 없이 곧바로 토굴 저장된다. 토굴 저장된 생강은 토굴내부의 환경조건 즉, 온도와 습도에 의존하여 년중 저장되어지는데, 토굴저장고의 환경조건(7)은 10~15°C의 온도범위에서 상대습도가 82~100% RH로 폭 넓게 존재하고 있다. 저장중의 생강품질은 토굴상태에 따라 많은 차이가 있으며 입고 1개월 내에 부패와 발아에 의한 상품성을 소실하는 경우도 적지 않으나, 이에 대한 원인과 대책, 뿐만 아니라 적정 저장조건도 명확히 제시되어 있지 않은 실정이다.

지금까지의 생강 저장에 관한 연구는 curing처리

Corresponding author : Moon-Cheol Jeong, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyeon-dong, Bundang-gu, Seongnam-city, Kyeonggi-do, 463-420 Republic of Korea

(8), 방사선 조사(9~14), 화학제 처리(15,16)등에 관한 전처리 연구와 국내에서는 최 등(17)이 토굴저장시 생강 저장량과 환기구 크기에 따른 토굴내의 CO₂농도와 부패율, 발아율 등을 조사한 결과가 있다. 국외에서는 Etejere와 Bhat(18)이 생강의 저온저장시 2~3개월 후에는 품질이 저하됨을 보고한 바 있으며, Oti 등(19)은 생강을 구덩이에 넣은 후 모래와 건조를 덮고 저장하면 영양성분과 관능적 기준으로 3개월 동안 성공적으로 저장할 수 있다는 저장방법에 관한 일부 연구보고만 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 저온저장시 냉해 발생의 억제제를 위하여 기존의 냉장조건보다 다소 높은 7~8℃의 저온구와 11~12℃의 중저온구 그리고 비교적 온도가 높은 상온구(20℃)로 크게 분류한 다음, 각각의 온도에서 75%, 85%, 95%의 상대습도로 저장조건을 유지하면서 저장 기간에 따른 품질변화를 조사하여 생강의 적정 저장조건을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

1996년 11월에 충북 서산군 부석면과 전북 완주군 봉동면에서 수확한 생강을 산지에서 구입한 즉시 75%, 85%, 95%의 상대습도로 조정된 desiccator에 넣고 7±1℃, 12±1℃와 20±1℃의 항온실에 각각 저장하면서 실험에 사용하였다.

호흡율

Couture와 Makhlof의 방법(20)을 이용하여 측정하였다. 즉, 아크릴로 제작된 밀폐용기에서 수확 직후의 생강을 일정량 넣고 일정 시간간격으로 포집한 탄산가스의 양을 GC(Shimadzu GC-14 APT, Shimadzu Co., Japan)로 측정된 다음, 용기의 체적과 시료량에 따라 결정된 호흡량을 측정 시간에 대하여 linear regression 한 식의 기울기로부터 단위시간당 호흡속도로 구하였다. GC의 분석조건은 column : Carbosieve S-II(80~100mesh), column temp. : 35℃/6min-32℃/min-225℃/6min, carrier gas : helium, detector : TCD, injector temp. : 230℃, detector temp. : 250℃로 하였다.

색도

생강의 표면 및 절단면의 색택은 Chroma meter (CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)의 값으로 측정하였으며, 백색 표준판의 색택은 "L"값이 69.89, "b"값은 40.0 그리고 "a"값은 -0.78이었다.

중량 감소율

저장 초기 중량에 대한 감모량을 백분율로 환산하여 나타냈다.

경도

생강 저장중의 경도변화는 Rheometer(Model CR-200D, Sun Scientefic Co., Ltd.)를 이용하여 측정하였다. 시료 크기는 가로×세로 = 1cm×1cm 크기로 일정하게 절단한 후 지름 3mm의 끝이 편편한 plunger를 사용하여 시료의 표피로부터 관통속도 50mm/min 조건에서 수직 관통법으로 경도를 측정하였다.

유리 아미노산

일정량의 생강 분말에 75% ethanol 100ml를 넣고 30분간 진탕한 후 7000×g에서 15분간 원심분리하여 상정액을 취하였다. 남은 잔사에 다시 2회에 걸쳐 75% ethanol 50ml를 넣고 원심분리하여 상정액을 취하였다. 상정액을 모두 합하여 45℃이하의 온도에서 감압건조한 후 증류수로 10ml가 되도록 정용하고 이를 0.2μm membrane filter로 여과하였다. 여액 10μl를 취해 건조 튜브에 넣고 유도체 시약(methanol : water : triethylamine : phenylisothiocyanate = 7:1:1:1 혼합시약, V/V) 30μl를 첨가하여 유도체화하고 이를 감압건조하였다. 건조물을 시료 희석제(Waters P/N 88119, U.S.A) 2ml에 용해한 후 10μl를 취하여 HPLC로 분석하였다. 분석조건은 instrument : Jasco HPLC System(PU-980, Jasco, Japan), column : Pico-Tag, column temp. : 40℃, eluent : Pico Tag eluent A, B, flow rate : 1.0ml/min, chart speed : 1.0cm/min, detector : UV(254nm)로 하였다.

결과 및 고찰

호흡속도

국내산 생강의 호흡율을 조사하기 위하여 국내 주산지인 서산지역과 완주지역의 생강을 95%RH 조건에서 각 온도별로 측정하였을 때 발생한 호흡속도는 Fig. 1과 같다.

산지별 생강의 호흡율은 모든 온도에서 서산산이 완주산에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 즉, 7℃에서의 호흡율은 서산산이 39.47 CO₂ mg/kg·hr의 값을 보였으며, 12℃에서는 서산산 43.09, 완주산 27.80 CO₂ mg/kg·hr, 30℃에서는 서산산이 159.26 CO₂ mg/kg·hr, 완주산 122.46 CO₂ mg/kg·hr으로 서산산이 완주산에 비하여 1.5~1.7배 정도 높은 호흡율을 나

타냈다. 또한 생강의 호흡속도는 25℃에서 서산산이 90.80 CO₂ mg/kg·hr로 7℃에서 발생한 CO₂량에 비하여 2.3배, 그리고 12℃에서는 2.1배 높은 호흡율을 보여, 지금까지 알려진 0~40℃ 부근 온도에서 주위 온도의 변화폭이 10℃ 이상 발생시 과채류의 호흡율이 2~3배 증가 또는 감소하는 일반적인 과채류의 호흡율의 변화 양상과 같은 경향이였다. 특히 25℃에서 서산산 생강의 호흡율인 90.80 CO₂ mg/kg·hr은 채소류 중에서 중간 수준의 값을 보였는데 감자(12 CO₂ mg/kg·hr)와 당근(66 CO₂ mg/kg·hr)(21)에 비하여서는 높은 값을 보이고 고추의 79 CO₂ mg/kg·hr(21)와는 유사한 호흡율을 나타내었다.

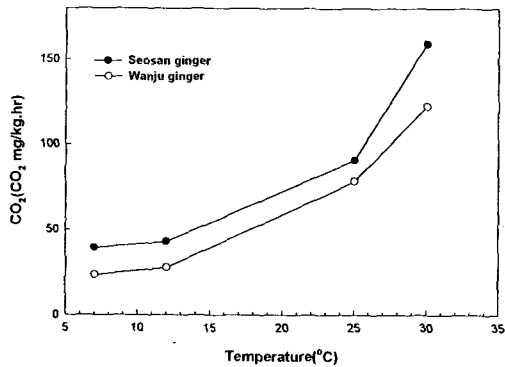


Fig. 1. Changes in respiration rates of gingers by temperatures.

중량 감소율

생강의 적정 저장조건을 구명하기 위하여 여러 온·습도 조건에서 생강 저장기간별 중량 감소율의 변화를 측정할 바, 그 결과는 Fig. 2 와 같다.

생강의 중량감소율은 저장기간이 경과함에 따라 저장 온·습도의 영향을 크게 받는 것으로 나타났는데, 특히 습도보다도 온도의 영향이 크게 나타나고 있었다. 즉, 20℃에서 여러 상대습도 조건별로 저장한 생강에서는 저장 30일 후부터 중량감소율이 급격히 증가하여 60일 경에는 27.7~41.5%로 다른 저장 온도보다 가장 높은 감소 속도를 나타내었다. 또한 7℃의 저장 생강에서는 20℃보다 늦은 저장 60일 이후부터 중량감소율이 급격히 증가하기 시작하여 저장 90일 이후부터 20℃ 저장생강에서와 같이 높은 중량감소율을 나타내고 있었다. 그러나 12℃에서는 저장 150일 후 39.5%의 비교적 높은 중량감소율을 나타낸 75RH의 저장 생강을 제외하고는 85% RH와 95% RH에서는 각각 18.2%, 11.3%로써 비교적 완만한 중

량감소속도를 나타내고 있었는데, 특히 12℃, 95%RH에서 저장한 생강의 중량감소율이 가장 억제되는 효과를 얻었다.

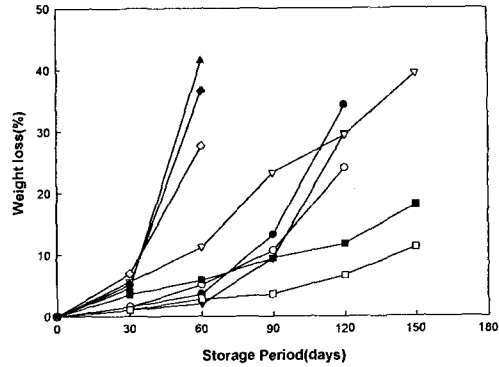


Fig. 2. Changes in weight loss of gingers during storage at different temperatures and humidities.

● 7℃, 75%RH, ○ 7℃, 85%RH, ▼ 7℃, 95%RH
 ▽ 12℃, 75%RH, ■ 12℃, 85%RH, □ 12℃, 95%RH
 ◆ 20℃, 75%RH, ◇ 20℃, 85%RH, ▲ 20℃, 95%RH

20℃에 저장한 생강에서 중량감소속도가 가장 높았던 원인은 저장 30일 이후부터 급격히 진행된 발아현상으로 인하여 자체 성분의 급속한 소비에 따른 위조현상에 기인하는 것으로 생각된다. 또한 7℃에 저장한 생강에서는 타 보문(6~7)에서 보고된 바와 같이 생강의 저온장해에 의한 표피층의 미생물 번식과 내부 조직의 붕괴에 따른 결과로 판단되나, 생강의 경우에는 타 작물과 달리 저온장해 현상의 발생속도가 매우 완만하게 진행되는 관계로 20℃보다 중량감소속도가 낮은 것으로 판단된다. 그러나 12℃에 저장한 생강의 경우에는 상대습도의 영향이 분명하게 나타나고 있었는데, 75%에서 저장한 생강의 중량감소율이 85%RH와 95%RH의 저장생강에 비하여 중량감소율이 높게 나타난 것은 생강의 높은 증산작용에 기인하거나 85%RH 이하의 비교적 건조한 조건에서는 곰팡이에 의한 번식이 95%RH의 과습한 조건보다 오히려 촉진되는 결과로서 나타난 부패현상에 기인하는 것으로 유추할 수 있었다.

따라서 저장온·습도별로 저장한 생강의 중량감소율을 기준으로 하여 볼 때 생강의 적정 저장조건은 12℃에서 비교적 높은 상대습도를 유지시켜줄 필요가 있는 것으로 판단할 수 있었다.

발아율 및 부패율

Table 1은 생강의 저장중 저장 조건 및 기간에 따

른 발아율 및 평균 발아 길이를 조사한 결과이다. 7℃에 저장한 생강에서는 상대습도에 관계없이 저장 전 기간에 걸쳐 발아가 전혀 발생하지 않았으나, 20℃에서는 저장 60일 경에 모든 저장구에서 90%이상의 높은 발아현상이 나타났다. 20℃ 저장시의 평균 발아 길이는 21.6~24.0mm로, 12℃ 및 7℃에 저장한 생강에 비하여 매우 높은 값을 보였다. 12℃에서는 저장 60일까지 발아가 발생하지 않다가 저장 90일 경부터 발아되기 시작해 저장 150일에는 평균 2.5~3.0mm 길이를 보였다. 12℃에서는 상대습도에 따라 발아율의 차이가 뚜렷했는데, 75%RH에서는 낮은 상대습도 조건으로 표피가 상당히 수축하여 발아율이 낮게 나타났으나 저장 말기에 이르러서는 평균 발아 길이는 비슷한 결과를 보였고, 발아율은 20% 미만으로 다소 낮은 결과를 보였다. 그러나 상대습도 85% 및 95%에서 저장한 생강에서는 75%RH 저장생강보다 다소 높은 30% 정도 발생되었으며, 발아길이는 2.7~3.0mm로 75%RH에 저장한 생강과 거의 차이가 없었다.

Table 1. Changes in sprouting ratio of gingers during storage

Treatments ¹⁾	Storage period (days)	Storage period (days)					
		0	30	60	90	120	150
7-75	SR ²⁾	-	-	-	-	-	-
	SL ³⁾	-	-	-	-	-	-
7-85	SR	-	-	-	-	-	-
	SL	-	-	-	-	-	-
7-95	SR	-	-	-	-	-	-
	SL	-	-	-	-	-	-
12-75	SR	-	-	-	-	+	++
	SL	-	-	-	-	1.0	2.0
12-85	SR	-	-	-	+	++	+++
	SL	-	-	-	1.0	1.8	2.7
12-95	SR	-	-	+	+	++	+++
	SL	-	-	-	0.9	1.9	3.0
20-75	SR	-	++	++++			
	SL	-	8.4	23.7			
20-85	SR	-	+++	++++			
	SL	-	9.5	21.6			
20-95	SR	-	++++	++++			
	SL	-	13.3	24.0			

¹⁾Temperature-Relative humidity

²⁾SR : sprout ratio, +;<10%, ++;<20%, +++;<30%, ++++;>=30%

³⁾SL : length of sprout(mm)

Fig. 3은 생강의 부패율을 조사한 결과로써, 7℃와 12℃에서 각각 상대습도 95%에서 저장한 생강의 부패율을 조사한 결과이다. 여기에서 20℃에서 저장한 생강은 곰팡이에 의한 부패현상보다는 발아현상에

의해 상품성을 소실하기 때문에 20℃의 부패율 결과는 제외되었다. 7℃와 12℃에 각각 저장한 생강의 부패율은 저장 90일 경과 후 각각 20%와 8%로, 저장 120일째에는 35%와 16%로써, 저온 저장 조건이 중저온 저장에 비하여 부패율이 저장 전 기간에 걸쳐 2배 이상 높게 나타났다. 이와 같이 7℃의 저장생강에서 부패율이 높게 나타난 것은 전술한 바와 같이 생강의 저온장해 현상에 기인하는 것으로 판단된다.

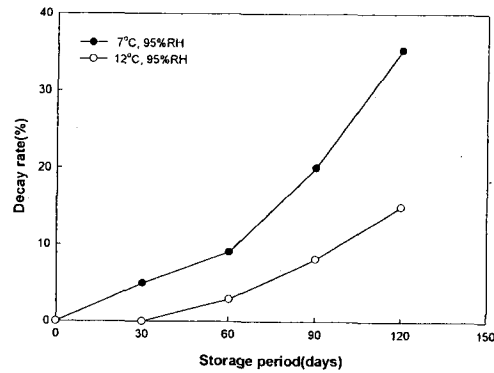


Fig. 3. Changes in decay rates of gingers during storage.

색상변화

Fig. 4는 여러 온·습도 조건에서 각각 저장한 생강의 표면 색을 Hunter 색차계로 측정된 결과, 값의 변화가 심하게 나타난 b-value만을 선택하여 나타낸 결과이다. 생강의 저장중 Hunter b-value의 변화 양상은 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향으로, 상대습도에 따른 영향은 뚜렷하지 않았으나 저장온도에 따라 비교적 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉, 12℃와 20℃에서는 표면 색의 감소속도가 완만하게 나타났으나 7℃에 저장한 생강에서는 다른 온도대에서 저장한 것보다 비교적 감소정도가 심하게 나타났다. 저장 120일 경과 후 7℃에서 상대습도 조건별로 저장한 생강에서는 Hunter b-value가 초기치에 비하여 약 38.9~41.6%정도 감소하는 결과로, 저장상태가 양호한 12℃ 생강의 14.4~19.4% 보다 2배 이상의 높은 색도 변화율을 나타내었다.

이와 같이 7℃에 저장한 생강의 표면색이 심하게 변화하는 것은 열대성 채소류의 저온 저장시 발생될 수 있는 저온장해 현상의 하나로 판단되는데, 실제 고구마의 경우 외부 표면 함몰 현상과 곰팡이의 번식 등에 의한 부패 현상이 일어나고 표피층에 tannin 등 polyphenol류 등이 축적되어 갈변 및 흑변화되는

현상이 발생되는 것으로 알려져 있다(22). 생강의 경우에도 이러한 현상이 발생되어 저장 30일 경에 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 90일 경과 후에는 곰팡이가 표피에 심하게 발생하였으며, 이러한 영향으로 생강 표피 색상의 갈변 및 흑변 현상이 부분적으로 발생된 결과로 여겨진다.

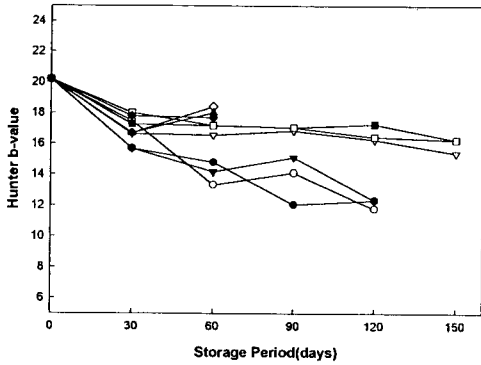


Fig. 4. Changes in Hunter b-value of ginger surface during storage at different temperatures and humidities.

● 7°C, 75%RH, ○ 7°C, 85%RH, ▼ 7°C, 95%RH
 ▽ 12°C, 75%RH, ■ 12°C, 85%RH, □ 12°C, 95%RH
 ◆ 20°C, 75%RH, ◇ 20°C, 85%RH, ▲ 20°C, 95%RH

경도

Fig. 5는 저장조건에 따른 생강의 저장 중 경도의 변화를 조사한 결과이다. 생강의 경도는 저장기간이 경과함에 따라 감소하였는데, 특히 상대습도가 낮을수록 변화 폭은 크게 나타나고 있었으며, 저장온도로서는 20°C, 7°C, 12°C 순으로 변화 정도가 적게 나타났다. 즉, 저장 초기의 5.8kg.f의 경도 값에서 저장 60일 경과 후 12°C·95% RH 조건에서는 8.62%의 경도 감소율을 보인 반면, 동일 기간에서 7°C와 20°C의 동일습도조건에서는 각각 12.07%와 63.79%로 높은 감소율을 나타내고 있었다. 또한 7°C에서 저장한 생강의 경도 감소율은 저장 120일 후 75%RH에서 77.5%, 85%RH에서 57.7%, 95%RH에서 48.8%로서 상대습도가 높을수록 경도의 감소율이 억제되는 경향이 있었다. 이러한 경향은 12°C에서도 저장 120일 후 75%RH에서 74.6%, 85%RH에서 36.9%, 95%RH에서 28.2%로서 동일하였으나, 특히 12°C·75%RH에서의 경도 감소율이 저온장해 발생온도인 7°C의 85%RH에서의 경도 감소율 보다 낮게 나타나 것에 비추어 볼 때 저장습도가 생강의 품질에 미치는 영향이 지대함을 알 수 있었다.

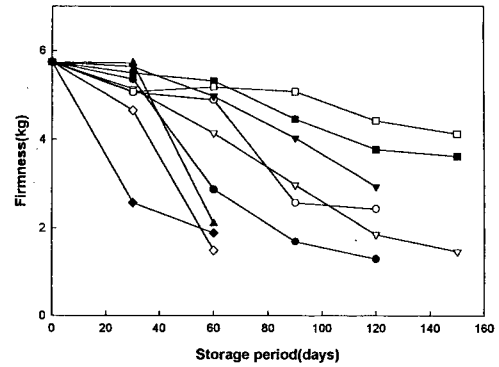


Fig. 5. Changes in firmness of gingers during storage at different temperatures and humidities.

● 7°C, 75%RH, ○ 7°C, 85%RH, ▼ 7°C, 95%RH
 ▽ 12°C, 75%RH, ■ 12°C, 85%RH, □ 12°C, 95%RH
 ◆ 20°C, 75%RH, ◇ 20°C, 85%RH, ▲ 20°C, 95%RH

아미노산의 변화

냉해에 의한 저온 장해로 발생할 수 있는 여러 현상들 중에서 유리 아미노산의 증가현상이 보고(24)되고 있다. 따라서 저장생강의 저온장해 현상을 구명하기 위한 방법의 하나로 저장 90일이 경과된 7°C의 저장생강의 유리 아미노산 함량을 측정하여 12°C의 저장생강과 비교한 바, 그 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Changes in free amino acids of gingers after 90 days of storage

Amino acid	Initial	(unit : mg%, dry basis)	
		7°C, 95%RH	12°C, 95%RH
Aspartic acid	112.9	201.2	143.1
Glutamic acid	46.9	174.5	45.7
Serine	30.8	92.9	97.9
Glycine	0.0	41.7	11.8
Histidine	12.1	61.4	23.5
Arginine	90.7	618.9	166.8
Threonine	19.9	65.1	33.6
Alanine	31.7	263.5	38.3
Proline	1.5	57.2	7.3
Tyrosine	2.3	53.8	17.7
Valine	8.8	71.7	25.0
Methionine	2.3	14.5	4.4
Cystine	2.4	8.9	2.8
Isoleucine	3.5	40.7	11.5
Leucine	5.6	58.1	11.3
Phenylalanine	4.3	28.1	5.4
Lysine	13.9	51.7	13.6
Total amino acid	389.7	1904.2	659.9

본 실험에 사용된 생강의 초기 유리 아미노산의 총량은 389.7mg%의 값을 보였다. 저장 90일 경과 후 유

리 아미노산의 변화 양상은 7℃에 저장한 생강의 경우 1,904 mg%로 초기에 비하여 5배 정도 증가한 결과를 보였다. 이에 비하여 12℃ 저장 생강은 659.9mg%로 초기에 비하여 2배정도 증가하였다. 이러한 생강의 유리 아미노산 증가 경향이 7℃의 저장 생강에서 많이 나타나는 원인은 바나나와 고구마에서 발생되는 현상과 일치되는 부분이 있는데, 고구마의 경우 mitochondrial membrane에서 phospholipid가 단백질과의 결합력이 약화되어 유리되는 과정 중 노출된 단백질의 분해가 촉진되는 것으로 보고(23)되기도 하며, 바나나의 경우 저온상태 발생 시 표피에 발생하는 곰팡이 등 미생물에서 분비되는 여러 효소에 의하여 유리 아미노산의 증가되는 현상이 보고(24)된 바 있다. 생강의 유리 아미노산 중 가장 큰 변화를 보인 성분은 proline과 tyrosine으로 나타났으며, 주된 성분중의 변화가 큰 유리 아미노산은 arginine과 alanine으로 나타났다. 이러한 변화 현상은 매우 흥미 있는 것으로 이와 관련한 생리학적 연구가 필요한 것으로 판단된다.

요 약

생강의 적정 저장 온·습도 조건을 구명하기 위하여 7, 12, 20℃의 온도와 75%, 85%, 95%의 상대습도에서 각각 저장하면서 생강의 품질을 비교 분석하였다. 7℃와 20℃에서 습도조건별로 저장한 생강에서는 각각 저온상태 현상과 발아현상으로 인하여 품질저하가 빠르게 진행되었으며, 이들 온도구에서는 습도의 영향은 비교적 크지 않았다. 7℃에서는 저장 30일부터 곰팡이 발생, 위조현상등 저온상태가 발생하기 시작하여 90일경 상품성을 소실한 반면 20℃에서는 저장 30일 이후부터 심한 발아와 조직연화 및 곰팡이 발생 등으로 상품성을 완전 소실하였다. 그러나 12℃에서는 상대습도가 75%인 경우에는 7℃의 저장 생강과 유사할 정도로 품질변화가 크게 나타난 반면, 95%RH에 저장한 생강에서는 증량감소율, 부패율, 발아율 등의 모든 품질적 측면에서 가장 우수한 결과를 나타내었다. 따라서 생강의 저장조건으로서는 12±1℃, 95±2%RH의 온·습도 조건이 적절한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농림수산특정연구과제('96년 현장애로기술사업)에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Connell, D.W.(1969) The pungent principles of ginger and their importance in certain ginger products. *Food Technol., Austral.*, 21, 570-575
2. Directorate of marketing & Inspection, Nagpur (1970) Marketing of ginger and its quality control in India. *Indian Spices*, 7, 5-9
3. Magda, R.R.(1993) Ginger, a pungent and biting tropical spice. *Food Marketing & Technol.*, 7, 12-13
4. 농림부(1996) 농림수산물통계연보, p.105, 삼정인쇄(주)
5. 농림부(1997) 1996년산 작물통계. p.234, 동양문화인쇄(주)
6. 농협(1993) 농산물 상품특성 및 유통실태 (생강편). 농수산물유통조사월보, 15, 9
7. 이세은, 정문철, 정태연(1994) 생강의 저장시설 개발에 관한 연구. *한식연보*고서, E1294-0538
8. 정태연, 이세은, 정문철, 김동철(1996) : 생강의 저장 전처리 효과에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 28, 458-463
9. Gonzalez, O.N., Dimaunahan, L.B., Pilac, L.M. and Alabastro, V.Q.(1972) Effects of gamma radiation on peanuts, onions, and ginger. *The Philippine J. Sci.*, 98, 473-478
10. Yusof, N.(1990) Sprout inhibition by gamma irradiation in fresh ginger(*Zingiber officinale* Roscoe) *J. Food Proc. and Preserv.* 14, 113-122
11. Tjoberg, T.B., Underdal, B. and Lunde, G.(1972) The effect of ionizing radiation on the microbiological content and volatile constituents of spices. *J. Appl. Bact.*, 35, 473-478
12. Wu, J.J. and Yang, J.S.(1994) Effects of gamma-irradiation on the volatile compounds of ginger rhizome (*Zingiber officinale* Roscoe), *J. Agric. Food Chem.*, 42, 2574-2577
13. Andrew, L.S., Cadwallader, K.R., Grodner, R.M., Chung, H.Y.,(1995) Chemical and microbial quality of irradiated ground ginger. *J. Food Sci.*, 60, 829-832
14. Paull, R.E., Chen, N.J. and Goo, T.T.C.(1988) Control of weight loss and of sprouting of ginger rhizome in storage. *Hortsci.* 23, 734-736
15. Okwuowulu, P.A. and Nnodu, E.C.(1988) Some effects of pre-storage chemical treatments and

- age at harvesting on the storability of fresh ginger rhizomes(*Zingiber officinale* Roscoe). *Trop. Sci.*, **28**, 123-125
16. Paull, R.E., Chen, N.J. and Goo, T.T.C.(1988) Compositional changes in ginger rhizomes during storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **113**, 584-588
 17. 최윤희, 이상복, 소재돈, 이경수(1995) 저장량과 환기구 크기가 움저장 생강의 저장성에 미치는 영향. 농산물저장유통학회지, **2**, 195
 18. Etejere, E.O. and Bhat, R.B.(1986) Traditional and modern storage methods of underground root and stem crops in Nigeria. *Turrialba*, **36**, 33-37
 19. Oti, E., Okwuolu, P.A., Ohiri, V.U. and Ghijioke, G.O.(1988) Biochemical changes in ginger rhizomes stored under river sand and under dry grass in pits in the humid tropics. *Trop. Sci.*, **28**, 87-94
 20. Couyure, R. and Makhlouf, J.(1990) Production of CO₂ and gamma irradiation of strawberry fruit. *J. Food Qual.*, 385-13
 21. 한국식품개발연구원(1992) 농산물저온저장관리기술 교육, p.265
 22. Picha, D. H.(1987) Chilling injury, respiration, and sugar changes in sweet potatoes stored at low temperatures, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **112**, 497-502
 23. Yamaki, S. and Uritani, I.(1974) Mechanism of chilling injury in sweet potato XI. Irreversibility of physiological deterioration, *Plant & Cell Physiol.*, **15**, 385-388
 24. 能岡 淨, 本田幸一郎(1970) 貯藏青果物の品質變化に關する生化學的研究(第1報)バナナ果實の低溫障害と gluconeogenesis, 日本食品工業學會誌 **17**, 489-495

(1998년 7월 16일 접수)