

저장량과 환기구크기가 움저장 생강의 저장성에 미치는 영향

최윤희 · 이상복 · 소재돈 · 이경수

호남농업시험장

The Effects of Storage Amount and Ventilator Size on the Quality of Ginger During Cellar Storage

Yoon-Hee Choi, Sang-Bok Lee, Jae-Don So and Gyeong-Soo Lee

National Honam Agricultural Experiment Station

Abstract

An experiment was conducted to develop the simple methods of ginger storage which decrease the weight reduction and maintain good quality of ginger during the cellar storage. The stored boxes with volume of 0.03m³ and ventilator diameter of 3, 4, 5cm was burried under the ground(60, 80, 100cm) in the green house. During the cellar storage at the 100cm depth the average temperature and relative humidity in the stored box were remained in 11.7~16.3°C and 73%, respect.

The higher storage amount and smaller size of ventilator size increased the CO₂ concentration in the stored box, and the concentration in the stored box with 50% storage quantity rate and 3cm ventilator diameter size was more than 10% for about 2 months from early February. The decay rate of ginger during the cellar storage increased with higher amount of storage quantity and smaller size of ventilator.

The CO₂ concentration was low and remained relatively constant with the deeper location of stored box under the ground, and the decay rate was lower in the deeper stored box.

Germination rate increased with the deeper location of stored box, and with the lower storage quantity and larger ventilator size. The germination rate was low in the higher decay rate box.

Weight loss, total sugar and moisture contents of ginger were decreased, while crude fiber and ash were increased during the storage.

Key words : ginger, storage, quantity, ventilator.

서 론

생강은 약용과 향신료, 조미료 외에 생강주, ginger ale, 카레가루, 소오스, 다류, 과자등의 원료로 용도가 매우 넓으며 원산지는 인도와 말레이시아 등지로 추정되고 있고 고온·다습한

열대 및 온대지역에서 널리 재배되고 있으나 온대 이북에서는 종자용 생강의 저장이 어려워 재배하기 어려우며, 건조와 과습에도 약하고 껍질은 휴면하지 않는다.

생강의 적정저장은습도는 12-16°C, 90~95%로 10°C 이하에서는 생리적동해를 입어 부패

하게 되고 20°C 이상에서도 부패하기 쉬우며 18°C 이상에서는 발아하게 되므로 저장관리가 어렵다[1, 2] 우리나라 생강 주산지의 저장방법은 지하 5~7m에 토굴을 설치하여 저장하고 있는데 토굴안의 환기불량에 의한 과습상태 및 축적된 유해가스로 인한 부패량이 적지 않으며 작업중 중독에 의한 인명피해까지 발생할 뿐만 아니라 지하 토굴설치에 드는 비용도 상당하고, 토굴설치 후 4~5년이 지나면 무너져 내리는 등 위험하기마져 하다. 또한 저장고용적에 대한 저장량도 일정한 기준없이 매년 상황에 따라 증감하고 있는 실정이어서 저장고용적에 대한 저장량의 비율설정이 필요하며 온습도를 임의로 조절할 수 있는 현대식 저장고에 의한 저장 및 유통과정 중 선도를 유지할 수 있는 포장저장에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

생강과 같이 저장조건이 까다로운 농산물은 저장중 온도 및 습도의 조절 뿐만 아니라 호흡작용에 의해 발생하는 가스조성까지 고려하여야만 저장력을 증진시킬 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 생강저장에 있어서 저장고용적에 대한 저장량의 비율과 환기구 크기에 따른 저장성을 구명하고자 동계 비닐하우스내에서 스티로폼상자를 이용하여 지하에 옮겨저장하고 CO₂ 농도, 부패율 및 발아율 등을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 저장 방법

생강 저장상자는 용적 0.03m³의 스티로폼 상자(아이스박스)에 구멍의 직경이 3cm, 4cm, 5cm (환기구크기 7.1cm², 12.6cm², 19.6cm²) 크기인 PVC관을 연결하여 환기구를 만들고 CO₂ 농도 측정을 위하여 직경 5mm의 고무호스를 상자에 연결하고 고무호스의 끝은 마개로 막아 CO₂ 측정시에만 사용하였다.

생강은 농가(전북 봉동)에서 재배한 재래종을 구입하여 15~18°C의 실내에 3~4일간 퍼널어 호흡열을 발산시킨 후 저장상자의 용적에 대한 저장비율을 30%(3kg), 40%(4kg), 50%(5

kg)로 하여 상자에 담고 보습제인 마사토(수분함량 15.3%)를 생강사이에 넣은 다음 환기구를 남기고는 상자를 봉하였다.

그림1에서와 같이 비닐하우스내 지하 70cm 깊이로 움을 파고 바닥에 저장상자를 놓은 다음 왕겨와 토양으로 덮고 지상 30cm 높이까지 복토하여 총깊이가 100cm 되게 하였으며 토양 표면은 0.08mm 두께의 비닐로 덮었다. 깊이별 처리구는 지하 30cm 및 50cm 깊이에 상자를 묻고 지상 30cm 높이로(총 깊이 60cm, 80cm) 복토하였다.

2. 온·습도 및 CO₂ 농도조사

비닐하우스의 온도와 습도는 자기기록온습도계를 이용하여 조사하였으며 옮겨저장고내의 온도는 오전 10시에 전자온도계의 검지관을 환기구에 넣어 조사하였고 CO₂농도는 탄산가스검지기(GASTEC Mod. 801)를 이용하여 저장상자와 연결된 고무호스를 통하여 측정하였다.

3. 성분 분석

수분은 105°C 상압가열건조법[3]으로 조희분은 550°C muffle furnace에서 회화법으로 측정하였고 총당은 somogyi변법[3]으로 조섬유는 AOAC법[4]으로 정량하였다.

4. 중량감소율, 부패율, 발아율조사

중량감소율은 저장시의 중량에 대한 저장고에서 출고 생강의 감량을 백분율로 환산하였으며 부패율은 부패된 중량을 백분율로 하였고 발아율은 육안으로 보아 발아로 인정할 수 있는 것을 포함시킨 중량을 백분율로 환산하였다.

Table 1. Classifications of ginger storage method.

Quantity/box volume(0.03m ³)	Vent. dia. size	Depth
%	cm	cm
30	3	60
40	4	80
50	5	100

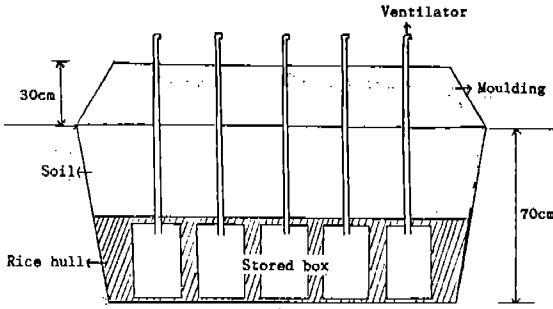


Fig. 1 Scheme of cellar storage and stored box of ginger.

결과 및 고찰

1. 온·습도 변화

저장기간동안 외기 및 움저장고내 온도변화는 그림2에서 보는바와 같이 11월 중순에는 큰 차이가 없었으나 11월 하순부터 차이를 보여 온도가 가장 낮은 1월 하순에는 외기 -1.8°C, 비닐하우스 5.6°C, 움저장고 11.7°C로서 외기와 움저장고와의 온도차는 13.5°C로 가장 높았으며 그 이후 외기온과 비닐하우스의 온도는 급상승하여 변화가 심하였으나 지하 100cm 깊이에 설치한 움저장고내의 온도는 큰 변화없이 11.9~14.6°C를 유지하였고 3월 중순 이후에는 급상승한 외기의 영향으로 적정저장온도보다 높았다.

외기 및 비닐하우스의 습도는 그림3에서 보는바와 같이 외기가 57~78%, 비닐하우스가 68~79%로 비닐하우스가 외기보다 약 7~8% 내외로 높았는데 생강은 건조상태에서 온도가 내려가면 부패하기 쉽고 품질이 저하[5]되므로 생강자체의 수분함량인 85~87%를 유지하는데 적절한 저장습도가 필요할 것이다. 한편 생강의 적정저장습도는 90~95% 또는 65%[6]로 되어 있으나 농가토굴의 습도를 조사해 본 결과 96~99%로 과습 상태였으며 본 시험에서 저장고내의 습도는 측정할 수 없었으나 저장중 보습제로 사용한 축축한 상태의 마사토와 증산

작용으로 발생한 수분이 외부로 발산되지 못하여 비닐하우스의 습도 보다 높은 습도를 유지하였을 것으로 생각된다.

저장상자의 매물깊이별 온도변화는 표 2에서와 같이 60cm구는 8.1~20.0°C, 80cm구는 10.2~19.0°C, 100cm구는 11.6~18.0°C로 매물깊이가 깊을수록 온도가 높고 온도차가 적었으며 100cm의 경우 3월 하순까지는 적정저장온도인 12~16°C에 근접하였다.

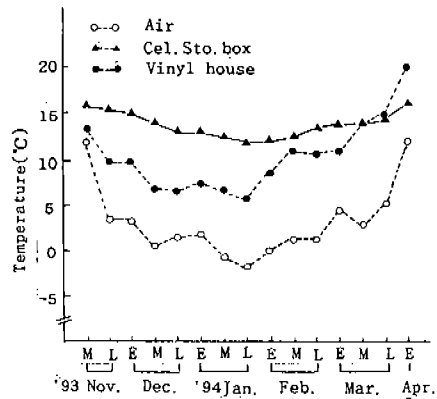


Fig. 2 Changes in temperature during ginger storage.

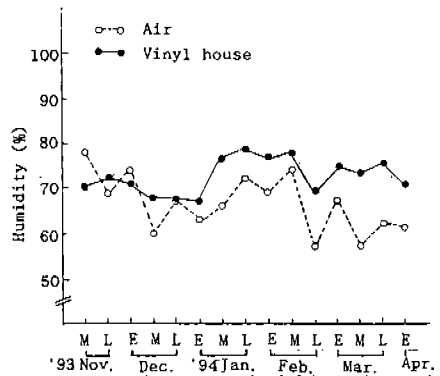


Fig. 3 Changes in relative humidity during ginger storage.

생강과 같은 호온성채소는 10℃이하의 저온에서는 저온장해(chilling injury)를 받는 것으로 알려져 있는데[1] 60cm 깊이의 경우 1월 하순에는 8.1℃까지 내려가 생리적동해를 받았을 것으로 예상되며 이 온도는 오전 10시에 조사한 것이므로 실제 최저온도는 그 이하가 되었을 것이므로 저온 및 온도차에 의한 부패의 가능성이 높았다. 그러므로 생강을 지하에 저장할 경우 비닐하우스내 일지라도 지하 100cm 이상의 깊이에 저장해야만 적정온도를 유지할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 저장량 및 환기구크기별 CO₂ 농도변화

저장상자용적에 대한 저장량의 비율과 환기구크기에 따른 저장기간중 탄산가스 농도변화는 그림4에서 보는바와 같이 온도변화와 유사한 경향으로 외기 및 움저장고 온도가 내려갈수록 CO₂ 농도도 낮았으며 저장량이 많고 환기구크기가 작을수록 농도가 높았다.

저장량 30%에서는 환기구직경 3cm, 4cm, 5cm의 CO₂ 농도가 각각 4.2~7.3%, 4.4~6.6%, 0.6~2.8%이었고 저장량 40%에서는 각각 5.1~8.0%, 3.4~7.0%, 0.7~4.2%이었으며 저장량 50%에서는 각각 5.7~12.9%, 4.9~7.0%, 1.4~3.7%로서 저장량이 많을수록 환기구크기간에 농도차가 컸다. 이와같이 환기구크기간의 차이가 저장량간의 차이보다 큰 이유는 환기구크기간의 비율이 저장량간의 비율보다 차이가 크기 때문인 것으로 생각된다.

환기구직경 5cm의 경우 저장량 30%, 40%, 50%의 CO₂ 농도는 각각 0.6~2.8%, 0.7~4.2%, 1.4~3.7%로서 CO₂ 농도 5% 미만을 유지하였으나 저장량이 많고 환기구크기가 작은 저장량 50%-환기구직경 3cm구는 CO₂ 농도의 상승폭이 크고 1월 후반기 이후부터는 급상승한 CO₂에 의해 고 탄산가스장해가 예상되는 농도인 10% 이상을 나타내어 이로 인한 생명력 소실 및 부패량 증가가 우려되었다. 생강의 탄산가스내성 정도에 관한 연구는 보고되어 있지 않으나 고 탄산가스에 약한 것으로 되어 있다[5].

3. 저장깊이별 CO₂ 농도변화

저장량이 40%이고 환기구직경이 4cm인 저장상자의 매물깊이별 탄산가스농도변화는 그림5에서 보는 바와같이 매물깊이 60cm, 80cm, 100cm구에서 각각 2.9~8.6%, 2.3~8.0%, 3.4~7.0%로서 온도변화와 유사한 경향으로 저장깊이가 깊을수록 CO₂ 농도의 변화가 작았다. 100cm깊이 구가 최고농도 7.0%인데 비하여 60cm깊이구는 저장기간이 경과 할수록 CO₂ 농도도 계속 증가하였으며 1월 전반기 이후부터는 급상승하여 4월에는 8.6%에 도달하였는데 이러한 경향은 100cm깊이구의 최고·최저온도차가 6.4℃인데 비하여 60cm 깊이구는 11.9℃의 큰 차를 나타내어 온도변화에 약한 생강이 생리적장해를 받아 CO₂농도가 증가했을 것으로 생각된다.

Table 2. Changes in temperature of cellar stored box in different underground depth during ginger storage.

(Unit : °C)

Depth (cm)	Temp.	'93. Nov.			Dec.			'94. Jan.			Feb.			Mar.			Apr.			
		M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	
60	Low	15.0	12.4	12.9	10.8	11.4	10.2	9.3	8.1	10.1	11.8	13.2	12.2	13.5	14.5	16.2				
	High	15.4	14.2	13.0	13.2	11.5	10.7	10.8	9.8	11.7	12.1	13.6	13.7	13.9	15.3	20.0				
	M	14.0	13.5	13.0	12.0	11.5	10.6	10.1	9.2	11.0	12.0	13.4	13.0	13.7	14.9	18.1				
80	Low	15.2	13.1	13.9	11.2	11.9	11.8	10.6	10.2	11.0	12.1	13.3	13.1	13.7	14.3	16.3				
	High	15.4	14.6	14.1	12.4	12.0	12.3	12.2	10.9	12.2	12.2	14.3	14.1	14.2	15.3	19.0				
	M	14.4	13.9	13.9	11.8	12.0	12.1	11.4	10.7	11.7	12.2	13.7	13.6	14.0	14.8	17.7				
100	Low	16.0	15.6	15.3	13.5	13.2	13.0	12.4	11.8	11.6	12.7	12.9	13.5	14.0	14.7	15.7				
	High	16.3	16.1	15.6	15.1	13.4	13.6	13.5	12.3	12.9	12.8	14.1	14.7	14.9	15.6	18.0				
	M	16.5	16.0	15.5	14.4	13.3	13.3	13.0	12.1	12.1	12.8	13.5	14.2	14.5	15.2	16.9				

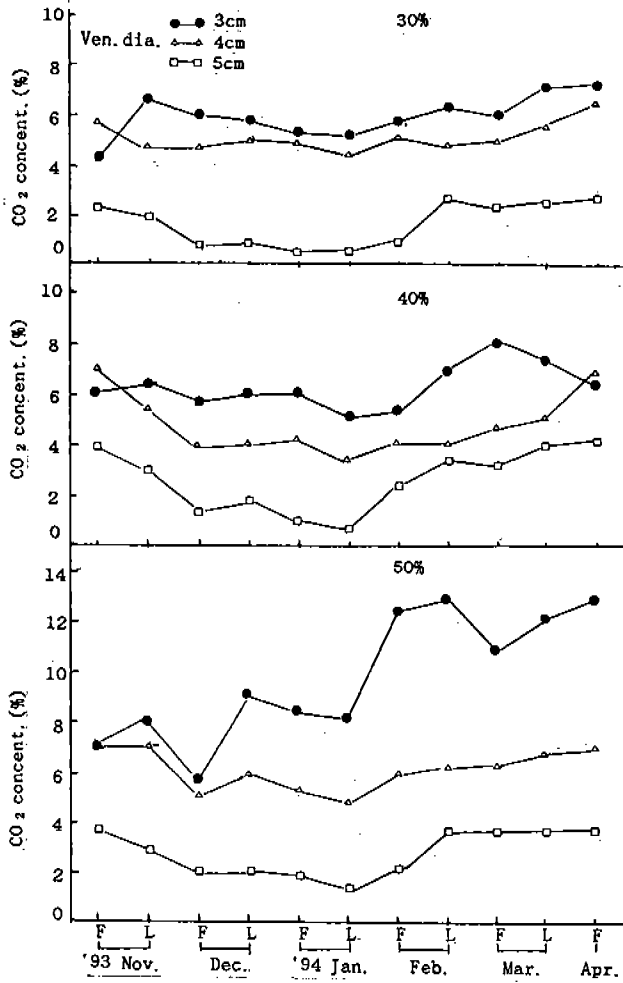


Fig. 4 Changes in carbon dioxide concentration in stored box of different quantity and ventilator diameter size during ginger storage.

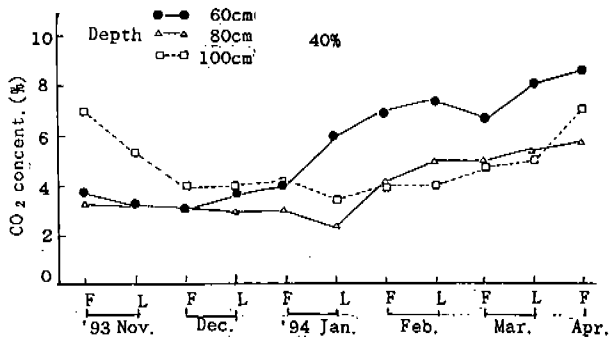


Fig. 5 Changes in the carbon dioxide concentration in stored box of different depth during ginger storage.

4. 저장량 및 환기구크기별 부패율 및 발아율

저장량 및 환기구크기에 따른 부패율 및 발아율은 그림6에서와 같이 저장량이 많고 환기구크기가 작을수록 부패율이 높았으며 저장량 30%와 40%의 경우 3월 18일 출고시 부패율은 환기구크기간에 큰 차이가 없이 0.7~1.8%로 아주 낮았으나 저장량 50%구는 환기구직경 4cm와 5cm구의 부패율이 1.2%와 1.1%에 지나지 않는데 비하여 3cm구는 11.7%이었다. 4월 11일 출고시는 저장량 30%의 경우 환기구직경 3cm, 4cm, 5cm에서 각각 9.1%, 6.6%, 2.7%이었고 40%구는 각각 9.8%, 8.2%, 4.3%이었으며 50%구는 각각 21.6%, 8.7%, 4.7%로써 저장량이 많을수록 환기구크기간의 부패율이 큰 차이를 나타내어 저장량 50%의 경우 환기구직경 3cm와 5cm간의 부패율은 4.6배의 차이를 나타냈으며 환기구직경 3cm의 경우 4월 11일 출고시 저장량 30%구와 50%구간의 부패율은 2배 이상의 차이를 나타냈다.

저장량이 많고 환기구크기가 작은 저장량 50%-환기구직경 3cm구의 부패율이 이처럼 높은 이유는 CO₂ 10%이상의 고농도상태가 2개월이상 지속됨에 따라 고 탄산가스장해로 인한 분자간 호흡으로 생명력이 소실되어[1] 변질과 부패가 되었을 것으로 생각된다.

한편 발아율은 대부분의 처리에서 3월 18일 출고시는 발아가 되지 않았거나 발아가 시작되는 초기단계이었으며 4월 11일 출고시 외기 및 비닐하우스의 온도상승과 더불어 움저장 상자내의 온도가 올라감에 따라 발아율이 급격히 증가하여 저장량 40%구에서 환기구크기에 따라서는 큰 차이없이 40.5~44.8%를 나타냈으나 50%구는 이보다 낮아 4.8~32.2%이었다. 특히 저장량이 많고 환기구크기가 작은 저장량 50%-환기구직경 3cm구의 발아율은 4.8%로 아주 낮았는데 이러한 현상은 저장고내 축적된 10%이상의 CO₂와 이에 반해 상대적으로 낮은 농도의 산소가 발아를 억제하였을 것으로 생각된다.

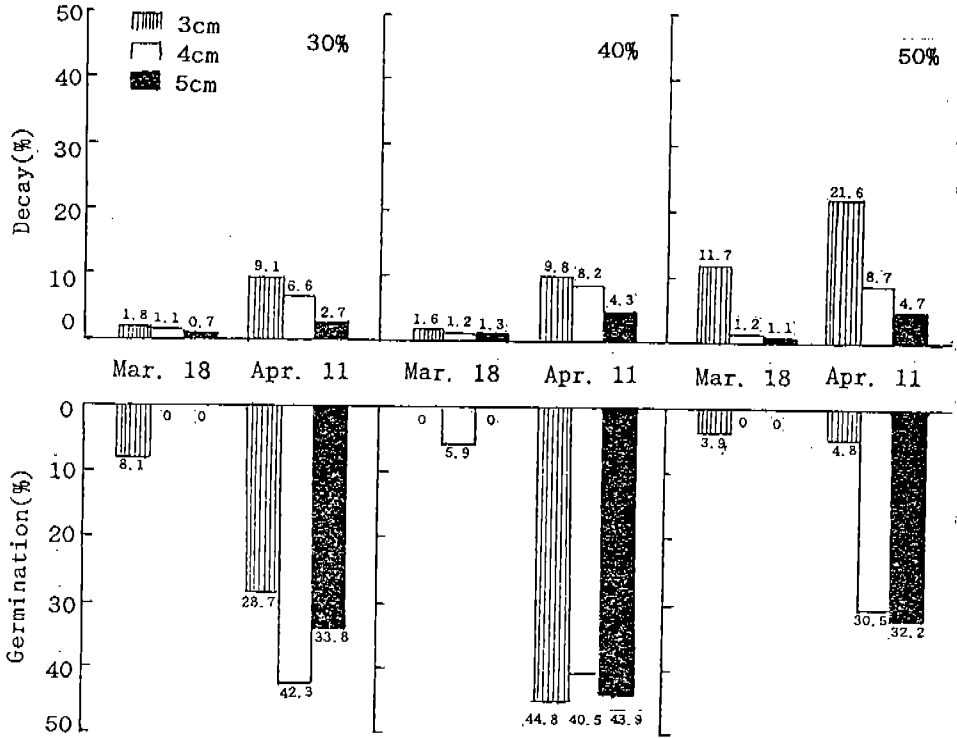


Fig. 6 Decay and germination rate of storage ginger in different quantity and ventilator diameter size.

5. 저장깊이별 부패율 및 발아율

저장량을 40%, 환기구직경을 4cm로 하여 60cm, 80cm, 100cm의 깊이에 저장한 경우 부패율 및 발아율은 그림7에서와 같이 저장깊이가 깊을수록 부패율이 낮아 60cm, 80cm, 100cm 깊이에서 3월 18일 출고시 각각 8.6%, 1.8%, 1.2%이었고 4월 11일 출고시는 20.6%, 9.3%, 8.2%로 깊이 80cm와 100cm간에는 큰 차이가 없었으나 60cm에서는 부패율이 높았다.

깊이가 낮은 60cm구의 부패율이 높은 이유는 온도변화의 폭이 크고 CO₂ 농도가 1월 후반기 이후 7.0~8.6%로 높았기 때문인 것으로 생각된다.

한편 발아율을 보면 부패율과는 반대현상으로 부패율이 높은 구에서 발아율이 낮았으며 3월 18일 출고시는 60cm구와 80cm구에서는 발아되지 않았으나 100cm구에서는 5.9%가 발아되었고, 4월 11일 출고시는 80cm와 100cm구에서 각각 30.9%와

40.5%가 발아된 반면 60cm구에서는 2.3%에 지나지 않았는데 이와같이 60cm구의 발아율이 낮은 원인으로서는 80cm구나 100cm구에 비하여 온도변화의 폭이 크고, 높은 CO₂ 농도와 상대적으로 낮은 산소농도로 발아가 억제되었을 것이며 또한 높은 부패율로 인하여 상대적으로 건전율이 낮아 발아율도 낮아졌을 것이다. 따라서 비닐하우스 등 시설물을 이용하여 생장을 저장할 경우 3월이후의 온도상승으로 발아율이 높게 되므로 이의 억제를 위해서는 저장 깊이를 100cm이상으로 하여 온도상승을 억제하고 출고시기를 조절하는 것이 필요하다 하겠다.

이와같이 생장의 부패나 발아에 온·습도 뿐만 아니라 이산화탄소 및 산소와 같은 가스조성의 영향이 크므로 부패 및 발아억제를 위하여 온·습도조절이나, CO₂ 등의 가스조절 및 발아억제 등에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

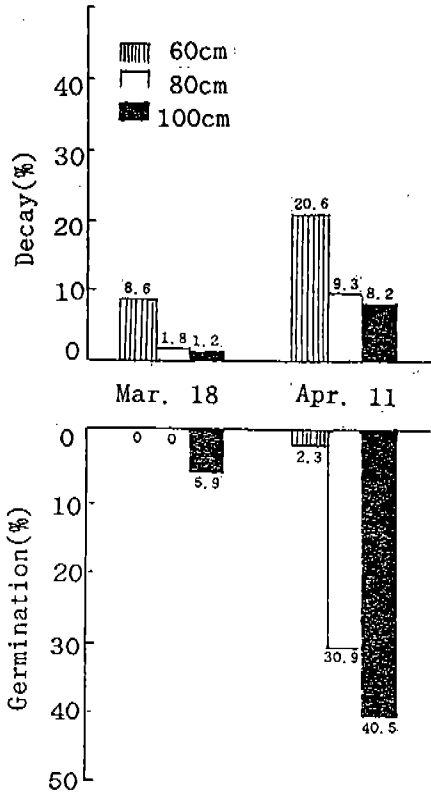


Fig. 7 Decay and germination rate of storage ginger in different depth.

Table 3. Changes in weight loss, moisture, crude ash, total sugar and crude fiber content of ginger by cellar storage.

(Unit : %)

Componet	Pre-storage	Post-storage
Weight loss	0	4.2
Moisture	85.7	84.1
Crude ash	6.1	6.8
Total sugar	53.3	49.9
Crude fiber	7.7	8.3

6. 저장전·후 중량 및 성분변화

저장전후 중량감소를 및 성분은 표3에서와 같다. 저장중의 중량감소는 호흡에 의한 탄수화물의 손실도 있지만 이로인한 감량은 대체로 10% 이내이며 대부분은 증산작용에 의한 수분의 상실

[7]로 알려져 있는데 본 시험에서는 저장전에 비하여 저장후 4.2%의 감소에 그쳤고 수분 역시 저장후 1.6%밖에 감소되지 않았는데 이것은 비닐하우스의 습도가 외기보다 약 7%정도 높고, 또한 보습제로 넣은 마사토에 의해 수분증산이 억제되었을 것으로 생각된다.

조회분과 조섬유는 저장전에 비하여 각각 0.7%와 0.6% 증가하였으며 총당의 경우 3.4% 감소하였는데 이것은 대부분 당을 기질로 하여 공기중의 산소를 흡수하고, 탄산가스, 물 및 에너지를 방출하는 호흡작용에 의한 감소로 보여진다.

이상과 같이 생강저장에 있어서 저장고용적에 대한 저장량의 비율과 환기구크기가 저장력에 큰 영향을 주는 중요한 요인인 만큼 생강저장시 온·습도의 조절뿐만 아니라 저장량 및 환기구크기 조절에 의하여 저장성을 향상시킬 수 있는데 특히 이산화탄소 및 산소농도의 조절, 한계농도설정 등에 관하여 추후 연구 검토하여 적용한다면 중량감소나 부패, 발아 등을 억제하여 저장성을 더욱 증진시킬 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

생강저장중 부패율을 최소화할 수 있는 효율적인 저장방법을 구명하고자 저장고용적에 대한 저장량의 비율과 환기구크기에 따른 저장성을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 생강저장기간중 지하 100cm 깊이의 저장고의 온도는 평균 11.7~16.3%로서 적정저장 온도인 12~16°C에 근접하였으며 지하율을 설치한 비닐하우스의 평균상대습도는 73%, 외기상대습도는 66%이었다.

2. CO₂ 농도는 저장량이 많을수록 또한 환기구크기가 작을수록 높아서 저장량 50%-환기구 직경 3cm구에서 5.7~12.9%로 고 탄산가스장해가 예상되는 CO₂ 농도 10%이상의 기간이 2월초부터 2개월 이상 지속되었으며 깊이별 CO₂ 농도는 깊이가 깊을수록 변화폭이 작고 농도도 낮았다.

3. 부패율은 저장량이 많을수록 또한 환기구크

기가 작을수록 높아서 저장량 50%—환기구 직경 3cm구에서 4월 11일 출고시 21.6%로 가장 높았으며 저장깊이가 깊을수록 부패율이 낮아 저장량 40%—환기구직경 4cm의 경우 깊이 60cm구에서는 20.6%이었으나 100cm구에서는 8.2%로 낮았다.

4. 발아율은 3월 18일 출고시 일부만이 발아되기 시작하였으나 4월 11일 출고시는 저장량 50%—환기구직경 3cm구에서 4.8%만이 발아된 것을 제외하고는 28.7~44.8%가 발아되었고 부패율이 높을수록 발아율이 낮았으며 저장깊이가 깊을수록 발아율이 높고 얇을수록 낮아 60cm구에서는 2.3%만이 발아되었다.

5. 중량감소율은 4.2%, 수분감소율은 1.6%이었으며 조회분과 조섬유는 저장전에 비하여 각각 0.7%, 0.6% 증가하였고, 총당은 3.4% 감소하였다.

참 고 문 헌

1. 이병일, 표현구(1990) 채소학. 한국방송통신대학교재, Pp.303-307.
2. 이우승(1983) 마늘 생감재배법. 송원문화사.
3. 정동효, 장현기(1989) 식품분석, 진로연구사.
4. kenneth, Helrich(1990) A. O. A. C Official Method of Analysis. 15ed., Pp. 80-82.
5. 大久保増太郎(1988) 野菜の鮮度保持(根菜類の貯藏) 東京養賢堂, Pp. 237-241.
6. Brian M. Lawrence, R. J. Reynolds(1984) Major tropical spices-ginger(*Zingiber officinale* Rosc.), Perfumer and flavorist. 9 October/November, Pp. 4-40.
7. 표현구(1982) 신고채소원예총론, 향문사, Pp. 184-190.