

숙도 및 저장온도가 생대추의 저장적성에 미치는 영향

안덕순 · 이동선
경남대학교 식품공학과

Effect of Maturity and Storage Temperature on Preservation of Fresh Jujube

Duck Soon An and Dong Sun Lee
Department of Food Engineering, Kyungnam University

Abstract

Fresh jujubes (*Zizyphus jujuba* Miller) of whitish green and red ripe maturities were stored at 5 different temperatures, and quality changes through the storage were measured to find an optimal storage condition. Respiration rates and their temperature dependences for both maturities were not different from each other, which suggested non-climacteric pattern of postharvest respiration. Red ripe fruits showed heavier weight and higher content in soluble solid and ascorbic acid compared with whitish green mature fruits. Through the storage of jujubes in perforated packages tissue softening and decay were main visual quality deteriorations with the former preceding the latter. The whitish green mature jujubes showed slower rate of quality changes in softening and decay than red ripe ones, and are thus more suitable for long term storage. In the storage, the whitish green fruits changed into red color, and showed increase in soluble solid and decrease in acidity and ascorbic acid content. Storing the jujubes at -2°C resulted in symptoms of chilling injury, and storing at higher temperatures above 0°C accelerated the decay and softening. 0°C was found to be optimal temperature for long term storage, where jujube had the lowest rate of quality changes without chilling injury. Even at optimal temperature of 0°C , however, storage life retaining freshness was only around 40 days which is not enough.

Key Words: *Zizyphus jujuba* Miller, respiration, decay, softening, ascorbic acid

서 론

현재까지 대추는 수확후 저장성이 낮아서 주로 건조된 상태로 소비되어 왔으나, 맛과 영양성에 관한 요구가 증가함에 따라 신선한 상태의 과일로서의 대추를 원하는 소비자들이 점차 늘어가고 있는 추세이다. 대추의 재배면적과 생산량이 크게 증가하고 있는 현실에서^(1,2) 생대추 형태의 소비는 대추의 전체적인 소비증가를 가져와서 대추의 수요증대와 이에 따른 가격지지에 바람직한 영향을 줄 것으로 기대된다. 그리고 대추는 생대추 상태에서 당도가 높아서 단맛이 강하고 비타민 C와 같은 기능성 성분을 다량 함유하므로^(2,3) 생대추로의 소비는 영양적인 측면에서도 바람직한 측면을 가지고 있다.

그러나 생대추상태로의 소비는 몇 가지의 문제를

가지고 있다. 대추는 수확기간이 약 10일 정도로 아주 짧고 수확후 생대추 상태로의 저장성도 좋지 못하므로 저장기간이 아주 짧아서 수확 후 바로 말려서 건조된 상태로 저장해서 유통되고 있는 실정이다. 보편적인 수확시기인 10월 초순부터 약 10일 정도밖에 저장할 수 없는 것이 일반적이다. 따라서 장기간에 이르는 생대추의 소비를 위해서는 효과적인 생대추 저장기술의 개발이 필연적으로 요구된다.

하지만 생대추의 저장에 관한 보고는 매우 제한적이거나 드물기 때문에 기존의 연구로부터 필요한 데이터를 얻기는 불가능한 형편에 있다. 대부분의 생대추 저장에 관련된 연구는 우리나라 대추와는 그 특성이 많이 다른 인도계 대추에 관한 것이고^(4,7) 우리나라 대추와 비슷한 중국계 대추에 대해서는 Kader 등⁽⁸⁾이 수확후 생리에 대해 보고한 내용이 대표적이다. 한편 국내에서는 최 등^(9,10)에 의해서 한국산 복추품종 대추의 수확후 생리와 polyethylene 필름 포장에 대해서 연구된 바 있다.

Corresponding author: Dong Sun Lee, Department of Food Engineering, Kyungnam University, 449 Wolyoung-dong, Masan 631-701, Korea

생대추를 장기간 저온저장 하기 위해서는 속도에 따른 저장적성과 최적저장온도 등이 먼저 확립되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 생대추의 호흡속도와 저장 중 품질변화를 측정하고 저장상에 미치는 속도와 저장온도의 영향을 연구하여, 생대추의 적정저장 조건을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

대추

1995년 10월초와 1996년 10월초에 각각 수확된 생대추(*Zizyphus jujuba* Miller)를 속도별로 선별하여 호흡측정 실험에 사용하거나, 저장온도별로 저장하였다. 생대추는 경남 밀양시 산외면의 농가에서 익은 상태로 수확된 무등 품종의 대추를 구입하였다. 상처가 없이 건전한 대추를 속도에 따라 녹색(whitish green mature) 대추와 적숙(red ripe) 대추로 선별하여 실험에 사용하였다. 녹색 대추는 크기는 충분히 크고 익은 것으로 표면이 대부분 푸른 색택을 띠는 것이며, 적숙 대추는 익은 정도가 더 진행되어 대부분 붉은 색을 띠는 대추였다. 녹색 및 적숙 대추 모두 다 단단한 과육을 가진 상처가 나지 않은 과일을 선별해서 대추의 표면에 묻어있는 이물질들을 모두 제거한 후 사용하였다. 1차년도 실험에 사용된 녹색 대추의 경우 표면에서 적색의 착색면적 비율은 5%이고, 2차년도 녹색 대추의 경우는 29% 이었다. 반면, 적숙대추의 표면착색도는 100%이었다.

호흡속도의 측정

생대추의 공기상태하에서의 호흡속도를 측정하기 위하여 밀폐계 시스템을 사용하였다⁽¹⁾. 미리 실험온도에서 냉각된 260 g 정도의 시료를 같은 온도에 보관된 1 L의 병에 넣고 밀폐시킨 다음, 시간에 따른 헤드스페이스의 O₂ 및 CO₂ 농도를 측정하였다. CO₂ 농도가 3%에 이르기까지 측정한 데이터의 선형회귀에 의하여 시간에 따른 O₂ 농도의 감소속도 및 CO₂ 농도의 증가속도를 얻고, 이에 밀폐병의 자유용적을 곱하고 시료 무게로 나누어 mL/kg hr 단위로의 호흡속도 (O₂ 소비속도 및 CO₂ 생산속도)를 얻었다. 이를 이상기체 상태방정식을 이용하여 mmol/kg hr 단위로 표시하였다. O₂ 및 CO₂ 농도의 측정을 위해서는 1 mL의 가스 시료를 기밀성 syringe로 샘플링하여 gas chromatography (일본, Hitachi사, Model 163)에 의하여 분석하였다. 분리 column으로는 Alltech사 CTR I packed column을, carrier gas로는 헬륨을, detector로는 TCD를 사용하였

다. Oven temperature는 40°C이고, injector 온도는 70°C, detector 온도는 90°C로 조절하였다.

생대추의 포장 및 저장

두께 60 µm의 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene)을 크기 12×20 cm인 봉지로 제작하고 여기에 직경 6 mm의 구멍을 2개 내었다. 제작된 저밀도 폴리에틸렌 봉지에 약 200±3 g의 대추를 담아서 열접착하였다. 이러한 조건은 모든 포장내의 기체조성을 공기와 같이 유지하면서 수분손실을 억제하도록 만들어진 통상적인 통기포장이다. 온도가 -2°C, 0°C, 5°C, 10°C, 20°C로 유지되고 습도가 80~90%로 일정한 냉장고 및 항온기에서 대추 포장을 저장하면서 시간의 경과에 따라서 포장을 개봉하여 대추의 연화율, 부패율 및 여러 화학적 품질변화를 측정하였다. 연화율은 전체 대추 개수 중에서 연화된 대추의 개수의 비율로서 나타내었고, 부패율은 전체 대추 개수 중에서 부패된 대추의 개수의 비율로서 나타내었다.

가용성 고형분은 굴절당도계(Atago사, 일본)에 의하여 °Bx농도로 측정하였다. 총산은 대추 5 g을 취해서 물 100 mL로 homogenize 시킨 후 0.1 N NaOH를 가지고 pH 8.1이 될 때까지 pH meter (Model 230A, Orion Research Inc., Boston, MA, 미국)로 적정하여 구연산 %로 나타내었다⁽²⁾. 대추의 ascorbic acid 함량의 측정을 위해 시료 5 g을 취해서 5% metaphosphoric acid 30 mL로 homogenize하여 원심분리 시킨 후 상등액을 여과해서 50 mL로 정용하였다. 50 mL의 여과액 중에서 5 mL를 취해서 C₁₈ Cartridge로 통과시킨 후 다시 nylon 66 membrane filter (pore size 0.20 µm, Alltech, Deerfield, IL, 미국)로 여과하여 Spectra Physics 8800 HPLC (Spectra Physics Inc., San Jose, CA, 미국)로 분석하였다. Column은 Nova-Pak C₁₈ (3.9×300 mm, Waters Corporation, Milford, MA, 미국) 4 µm fused dimethyloctadecylsilyl bonded amorphous silica로서 온도는 30°C로 조절하였고, 용매는 2% phosphate monobasic (pH 2.7 with H₃PO₄)를 사용하였다. Spectra 200 UV-detector에 의해서 파장 245 nm의 조건을 사용하여 column에서 분리된 ascorbic acid를 분석하여 그 함량을 결정하였다.

결과 및 고찰

생대추의 품질특성 및 호흡속도

실험에 사용된 녹색 및 적숙 대추의 일반적인 특성을 측정할 결과 Table 1과 같다. 생대추는 아주 높은

Table 1. Quality attributes of fresh jujubes with different maturities

Experimental year	Maturity	Weight (g/fruit)	Soluble solid (°Bx)	Titrateable acidity (citric acid %)	Ascorbic acid (mg/100 g)
1st year	Whitish green mature	6.4	24.3	0.99	243
	Red ripe	7.8	28.0	0.76	256
2nd year	Whitish green mature	8.9	25.6	1.00	388
	Red ripe	10.5	30.6	0.80	399

ascorbic acid 함량을 가지며, 이는 Kader 등⁽⁸⁾과 최⁽⁹⁾에 의해서도 확인된 바이다. 대추는 녹색에서 적숙으로 익어감에 따라 약간의 무게증가, ascorbic acid 함량과 가용성 고형분의 증가, 총산의 감소가 동반됨을 알 수 있다. 대추의 성숙 중의 가용성 고형분의 증가는 최⁽⁹⁾에 의해서 확인된 바와 동일하며, 이는 성숙 중 수분 함량과 pH의 감소와 함께 조단백질과 수용성 펙틴의 증가를 보고한 바 있다. Table 1의 결과는 같은 시기에 수확되는 녹색 대추와 적숙 대추의 품질특성의 비교이고 나무에서 계속적으로 성숙되는 과일의 생리적 변화와는 약간의 차이가 있을 수 있을 것이다. 품질적인 측면에서 보면 적숙대추가 더 높은 단맛을 내며 ascorbic acid 함량에 있어서도 약간 우수함을 알 수 있다. 따라서 수확후 바로 소비하는 용도라면 충분히 익은 적숙 대추의 상태에서 수확함이 바람직 할 것으로 생각된다.

Table 1에서 보면 2차년도에 실험에 사용된 대추가 단위 과중이 크며 가용성 고형분 농도가 높으며 ascorbic acid의 함량도 높았다. 비록 같은 품종이라도 재배조건, 수확시점 등에 따라 품질특성이 달라질 수 있음을 보이고 있다. 녹색 대추의 경우 2차년도 시료는 표면착색도가 29%로 1차년도의 5%에 비해 높았다. 비록 수확년도에 따라 대추의 성숙과 품질특성이 달라질 수 있지만, 착색도와 과중, 고형분 농도 등으로

판단할 때 2차년도의 대추가 조금 더 익은 상태에서 수확된 것으로도 생각된다.

Table 2에서는 속도가 다른 대추의 온도조건별로 측정된 호흡속도를 보여주고 있다. 모든 온도에서 녹색 대추와 적숙 대추는 호흡속도면에서 큰 차이를 나타 내지 않고 있다. 속도에 관계없이 호흡속도가 일정한 점은 대추의 수확후 호흡특성이 non-climacteric에 속 한다는 것을 시사하고 있다. 대추의 수확후 호흡특성에 대해서는 Abbas 등⁽⁴⁾, Al-Niami 등⁽⁵⁾과 최⁽⁹⁾는 climacteric 특성으로 보고하고, Kader 등⁽⁸⁾은 non-climacteric한 특성으로 보고한 점에서 혼란스러운 점이 있다. 일반적으로 대추는 lemon, strawberry 등과 함께 non-climacteric한 과일로 취급되고 있으나⁽¹³⁾, 품종의 다양성과 재배지의 기후특성, 그리고 호흡측정의 실험목적과 방법에 따라서 그 결과가 달라질 수 있을 것으로도 생각된다. 본 실험의 호흡측정은 수확후 저장의 전과정에 대해서 측정된 것은 아니지만, 현실적으로 사용할 수 있는 속도범위에서 대추의 호흡속도가 거의 같다는 사실은 저장이나 포장에서 시간에 따라 호흡속도가 일정한 것으로 간주할 수 있는 것으로 생각된다.

Table 2에서 나타난 바와 같이 온도가 증가되면 당연히 호흡속도는 증가하며, -2°C에서는 아주 미미한 호흡활성을 나타내었다. 따라서 측정가능한 범위에

Table 2. Respiration rate of fresh jujube as a function of temperature and maturity¹⁾

Temperature (°C)	Respiration expression	Respiration for each maturity (mmol/kg · hr)	
		Whitish green mature	Red ripe
-2	O ₂ consumption	<0.001	0.003
	CO ₂ evolution	<0.001	<0.001
0	O ₂ consumption	0.106	0.114
	CO ₂ evolution	0.062	0.068
5	O ₂ consumption	0.248	0.262
	CO ₂ evolution	0.147	0.151
10	O ₂ consumption	0.272	0.342
	CO ₂ evolution	0.151	0.190
20	O ₂ consumption	0.679	0.616
	CO ₂ evolution	0.471	0.482

¹⁾All the respiration data are for 1st year samples except at -2°C, which is for 2nd year sample.

있는 0~20°C에서의 호흡속도의 온도의존성을 식 (1)의 Arrhenius방정식에 의하여 분석하였다.

$$r = r_0 \cdot \exp(-E_r/RT) \quad (1)$$

여기서 r은 호흡속도(mmol/kg hr), E_r 은 호흡의 활성화에너지(J/mol), R은 기체상수(mmol/kg hr), r_0 는 호흡의 preexponential factor (mmol/kg hr), T는 절대온도(K)이다. 산소 소비의 호흡에 대해서 녹숙 대추와 적숙 대추에 대해서 각각 활성화에너지 57.8 및 52.9 kJ/K mol을 나타내었고, 이산화탄소 발생의 호흡에 대해서는 녹숙 대추와 적숙 대추에 대해서 각각 63.2 및 62.2 kJ/K mol의 활성화에너지를 갖는 것으로 분석되었다. 이러한 활성화에너지의 값은 속도간에 큰 차이가 없는 것으로 판단된다.

따라서 생대추의 호흡특성은 속도에 관계없이 비교적 일정한 수준을 유지하고 온도에 대한 의존성에서도 차이가 없는 것으로 평가되며, 저장이나 포장시에 이러한 특성으로 간주할 수 있을 것이다.

속도에 따른 저장 중 생리적 품질변화

Table 3은 대추를 0°C에서 저장할 때 일어나는 품질변화를 나타내고 있다. 저장된 대추에 있어서 육안적인 품질손실로서 연화의 진행이 먼저 나타난 후 부패의 진행이 나타났다. 그리고 적숙 대추의 경우가 녹숙 대추에 비해서 연화와 부패가 빨리 진행되었다. 저장 90일경에서 녹숙 대추는 부패율이 21.4%인데 반해 적숙 대추는 67.4%의 부패율을 나타내었으며 이러한 높은 부패율로 인하여 이때의 적숙 대추에 대해서는 ascorbic acid, 가용성 고형분 그리고 총산의 측정이 불가

능 하였다. 녹숙 대추의 경우 저장 중 가용성 고형분 농도는 증가하고 총산은 감소한 반면에, 적숙 대추는 가용성 고형분과 총산에서 약간의 증가 후 감소를 보였다. Ascorbic acid함량은 저장 중 감소하고 있으며 그 감소속도는 적숙 대추에서 훨씬 빠른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수확후 저장 중에 생리적인 품질변화가 속도에 따라서 달라질 수 있음을 나타내고 있다. Kader 등⁽⁸⁾은 중국계 대추의 20°C 저장 중 가용성 고형분, 총산, ascorbic acid 함량의 증가를 보고하였고 최 등⁽⁹⁾도 가용성 고형분과 ascorbic acid 함량의 증가를 보고한 바 있다. 반면에 Abbas 등⁽¹⁾은 인도계 녹숙 대추의 20°C 저장시 가용성 고형분, 총산, ascorbic acid함량의 감소를 보고한 바 있다.

저장성의 측면에서 보면 적숙 대추가 녹숙 대추보다 연화와 부패의 진행정도가 아주 빠르고, ascorbic acid 파괴도 빨라서 바람직하지 못한 것으로 나타난다. 0°C이외의 -2, 5, 10, 20°C에서도 연화가 먼저 진행된 후 부패가 일어났으며, 적숙대추의 경우가 부패율과 연화율이 녹숙대추에 비해서 높게 나타났다(데이터는 생략). 즉, 완숙되어 붉은 색을 띄는 대추는 부패 단계에 빨리 도달되므로 장기간 저장이 불가능함을 알 수 있다. 따라서 장기저장을 위해서는 부패와 연화의 진행이 상대적으로 느린 녹숙 대추가 바람직한 것으로 판단되었다. 그리고 녹숙 대추는 저장 중 붉은 색택으로 변하므로(Table 3), 저장 후의 외관에서는 문제가 되지 않았다. 과일 품목에 따라서는 약간 덜 익은 상태로 수확해서 저장하는 것이 장기저장에 유리하기 때문에 완숙기에 이르기 전에 수확하여 저장하는 방법이 광범위하게 도입되어 이용되고 있는 형편

Table 3. Changes in quality attributes of fresh jujubes with different maturities stored at 0°C (2nd year)

Maturity	Attribute	Storage duration (day)				
		0	23	55	90	129
Whitish green mature	Decay (%)	0.0	4.6	17.4	21.4	89.8
	Softening (%)	0.0	4.6	25.5	50.0	89.8
	Red color development (%)	28.8	50.4	95.1	94.5	100
	Ascorbic acid (mg/100 g)	388	336	271	251	-
	Soluble solids (°Bx)	25.6	25.8	27.2	28.2	-
	Total acidity (citric acid %)	1.00	0.77	0.77	0.73	-
Maturity	Attribute	Storage duration (day)				
		0	28	61	96	124
Red ripe	Decay (%)	0.0	7.5	26.3	67.4	92.8
	Softening (%)	0.0	7.5	29.9	74.6	95.1
	Red color development (%)	100	100	100	100	100
	Ascorbic acid (mg/100 g)	399	303	249	-	-
	Soluble solids (°Bx)	30.6	31.5	30.6	-	-
	Total acidity (citric acid %)	0.80	1.08	0.98	-	-

이다^(4,15). 즉, 녹숙 혹은 약간 미숙의 단계에서 수확해서 적정조건하에서 저장하면서 신선한 상태를 오랜 기간동안 유지시키면서 과일의 숙성을 완결시킴에 의해서 장기간의 저장이 가능하다. 한 예로서 Chambroy 등⁽¹⁶⁾에 따르면 apricot의 저장 중 완전히 익은 과일의 부패가 녹숙 과일보다 빨랐다.

생대추의 적정저장온도

Fig. 1은 녹숙 대추를 -2°C , 0°C , 5°C , 10°C , 20°C 의 온도조건에 저장하였을 때 연화율과 부패율의 진행정도를 보여주고 있다. 연화율에 있어서 20°C 에서 20일에, 10°C 에서는 30일에, 5°C 에서는 90일에 이르러 대부분 과일이 연화되어서 상품성이 없어졌다. 이러한 연화는 곧이어 부패의 진행과 연결되었다. 0°C 에서가 저장 90일까지 연화와 부패의 진행이 가장 완만함을 보이고 있다.

-2°C 에서는 0°C 조건보다 연화율이 높게 나타났는데 이는 대추가 이 온도에서 저온장해를 받아 표면에 주름이 형성되면서 연화가 촉진되었다. -2°C 에서 저온장해로 인해 녹숙 대추가 약간 연한 황색빛으로 변하고 대추의 과육이 아삭아삭한 조직감을 잃고 퍼석퍼석하게 되었다. 통상적으로 생대추는 5°C 이하의 온도에서

저온장해를 받는 과일로 분류되고⁽¹³⁾, Kader 등⁽⁶⁾은 생대추를 0°C 에서 26일간 저장할 때 sheet pitting의 저온장해현상을 관찰한 바 있으나, 본 연구에서는 0°C 에서 100일 이상의 저장 중에도 저온에 기인한 생리장해는 발견할 수 없었다. 시료로 사용된 무등 품종의 대추는 상당한 저온내성을 갖고 있음이 확인되었고, 0°C 는 부패와 연화의 억제에 효과적으로 이용될 수 있는 저장적온으로 판단된다. 비록 -2°C 에서 낮은 부패율을 보이고 있지만, 이 온도는 저온장해를 유발시키므로 사용될 수 없는 형편이다.

각 온도에서의 저장가능 기간을 살펴보고자 부패율 10%, 연화율 20%에 이르는 시간을 기준으로 할 때, 20°C 에서 5일, 10°C 에서 15일, 5°C 에서 20일, 0°C 에서 40일정도이다. 저장적온인 0°C 에서도 저장기간이 2개월을 미치지 못하므로, 저온저장의 적용에 의해서만 생대추의 장기간 공급과 이로 인한 소비 확대는 어려운 것으로 생각된다. 보다 장기적인 저장을 위해서는 환경기체조절포장이나 활성포장의 적용이 시도될 필요가 있을 것으로 생각되며, 본 연구실에서 계속 실험을 진행 중에 있다.

요 약

당도와 ascorbic acid 함량이 높은 우수한 신선 과일인 생대추를 장기간 저장하기 위하여 속도 및 저장온도에 따른 무등품종 대추의 호흡특성, 저장 중 품질변화를 측정하였다. 녹숙 대추와 적숙 대추의 속도에 따라서 호흡속도는 차이가 없어서 non-climacteric 특성으로 간주될 수 있었고, 호흡의 온도의존성에서도 속도간에 차이가 없었다. 적숙 대추가 녹숙 대추에 비해서 단위과중이 약간 크며, 가용성 고형분 농도와 ascorbic acid 함량이 약간 높았다. 대추는 저장 중 조직의 연화가 먼저 나타난 후 부패가 진행되었다. 대추의 저장 중 연화 및 부패의 진행은 녹숙대추의 경우가 적숙대추에 비해서 늦어서 장기저장을 위해서는 녹숙대추를 저장하는 것이 유리하였다. 저장 중 녹숙 대추의 표면색택은 붉은 색으로 착색이 진행되고 가용성 고형분은 증가하고, 총산과 ascorbic acid 함량은 감소하였다. -2°C , 0°C , 5°C , 10°C , 20°C 에서의 녹숙 대추의 저장실험에서는 -2°C 에서는 저온장해가 발생하였고, 5°C 이상의 온도에서는 온도가 높을수록 품질변화와 부패가 빨라서, 0°C 가 저장적온으로 판단되었다. 저장적온인 0°C 에서 대추는 40일정도 밖에 신선한 상태로 저장될 수 없어서 보다 장기간의 저장이 가능한 포장기법의 적용이 필요한 것으로 평가되었다.

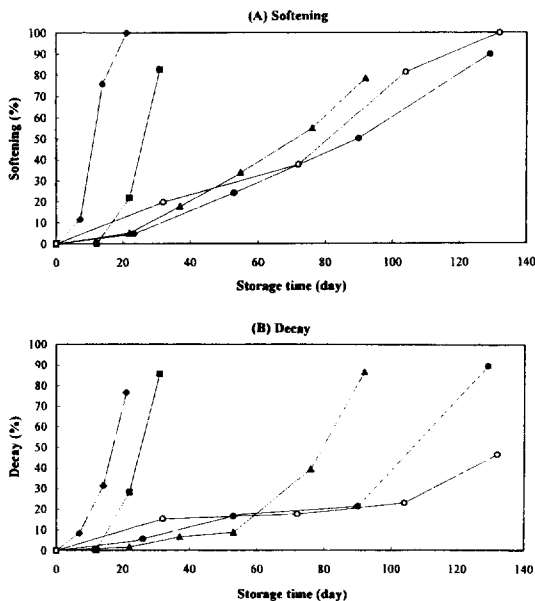


Fig. 1. Progress in softening and decay of whitish green mature jujubes stored at different temperature conditions. ○—○: -2°C , ●—●: 0°C , ▲—▲: 5°C , ■—■: 10°C , ◆—◆: 20°C . The data for -2 and 0°C were from 2nd year experiment, while those for 5 , 10 and 20°C from 1st year experiment.

감사의 글

본 연구는 농림수산기술관리센터에 의해 지원된 농림수산특정연구과제로 이루어진 연구결과의 일부이며, 지원에 감사드립니다.

문헌

1. 김용석, 김월수 : 대추재배 신기술. 오성출판사, 서울, p. 57 (1995)
2. 박용곤 : 대추의 성분특성과 가공제품개발, 식품기술, 6, 32 (1993)
3. 권상호, 조경열, 김소연, 김미정 : 식생활에서의 대추의 활용. 식품과학지(효성여자대학교 식품과학연구소), 5, 1 (1993)
4. Abbas, M.F. and Saggar, R.A.M.: Respiration rate, ethylene production and certain chemical changes during the ripening of jujube fruits. *J. Hort. Sci.*, 64(2), 223 (1989)
5. Al-Niami, J.H., Saggar, R.A.M. and Abbas, M.F.: The physiology of ripening of jujube fruit (*Zizyphus spinachristi* (L) Wild). *Sci. Hort.*, 51, 303 (1992)
6. Abbas, M.F., Al-Niami, J.H. and Al-Sareh, E.A.: The effect of ethephon on the ripening of fruits of jujube. *J. Hort. Sci.*, 69(3), 465 (1989)
7. Liao, M.L., Liu, M.S. and Yang, J.S.: Respiration measurement of some important fruits in Taiwan. *Acta Hort.*, 138, 227 (1983)
8. Kader, A.A., Li, Y. and Chordas, A.: Postharvest respiration, ethylene production, and compositional changes of Chinese jujube fruits. *Hort. Sci.*, 17(4), 678 (1982)
9. 최광수 : 대추의 성숙 및 추숙중의 생리화학적 변화. 영남대학교 자원문제연구소 자원문제연구논문집, 9(1), 47 (1990)
10. 최광수, 석문식, 정대성 : 대추의 polyethylene film 포장 저장에 관한 연구. 영남대학교 자원문제연구소 자원문제연구논문집, 9(1), 55 (1990)
11. Varoquaux, P, Albagnac, G., Nguyen, C. and Varoquaux, F.: Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts. *J. Sci. Food Agric.*, 70, 224 (1996)
12. Ruck, J.A.: Chemical methods for analysis of fruits and vegetable products, *Canada Department of Agriculture. Summerland, BC, Canada*, p.20 (1963)
13. Kader, A.A.: Postharvest biology and technology: An overview. In *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, Kader, A.A. (Ed.), University of California, Davis, CA, USA, p.15 (1992)
14. Wills, R.B.H., Mcglasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H. and Hall, E.G.: *Postharvest*, 3rd ed., Van Nostrand Reinhold, New York, p.114 (1988)
15. Mitchell, F.F.: Postharvest handling systems: Small fruits (table grapes, strawberries, kiwifruit). In *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, Kader, A.A. (Ed.), University of California, Davis, CA, USA, p.223 (1992)
16. Chambroy, Y., Souty, M., Reich, M., Breuils, L. and Jacquemin, G.: Effect of different CO₂ treatment on postharvest changes of apricot fruit. *Acta Hort.*, 293, 675 (1991)

(1997년 4월 24일 접수)