

바나나의 후숙 및 저장 온도가 품질에 미치는 영향

한광수, 고하영*

우석대학교 생명자원과학부, *우석대학교 식품영양·식품공학부

Effects of Ripening and Storage Temperatures on the Quality of Banana

Han, Kwang-Soo and Koh, Ha-Young*

Faculty of Life Resource Science, Woosuk University

*Faculty of Food Nutrition and Technology, Woosuk University

Abstract

Philippine bananas were ripened at various temperatures(18°C, 21°C and 25°C) for 5 days and stored at 13°C and ambient temperature(13~20°C) for 16 days. Their quality changes were evaluated during the storage. The color chart number and soluble solids of bananas before storage showed 4.2~5.2 and 18.7~18.8 °Bx at 18°C and 21°C ripening and 5.5 and 20.1 °Bx at 25°C ripening, respectively. Weight losses reached about 1% around 10 days in all storage conditions. Soluble solids increased initially for 4~6 days and then decreased slightly. Color chart number changed from 4.2~5.5 after ripening to 7 after 2~4 days storage. Blackening of 18°C and 21°C ripened bananas occurred after 4 days storage at 13°C and after 2 days storage at ambient temperature. Decay of 18°C and 21°C ripening bananas increased from 2.1% after 6 days at 13°C storage and 4.2% after 4 days at ambient temperature storage to 75~100% within 2~4 days after that times. The decay of 25°C ripened bananas rapidly increased after 2 days at 13°C storage and at the initial at ambient temperature storage.

Key words : banana, ripening and storage temperatures, quality

서론

바나나는 푸른 상태로 수확하여 13°C에서 저장하고 있다가 시장에 출하하기 직전에 후숙한다. 바나나 국내 생산은 최근 수입자유화로 인하여 매우 적고 대부분 필리핀, 대만, 남미 등에서 매년 약 2.5만 톤이 수입되고 있다(1). 고 등(2)은 포장방법이 필리핀산 푸른바나나의 저장성에 미치는 영향을 조사하여 현재 양면 골판지 상자 내에 60 μ m 폴리에틸렌 포장

으로 저장할 경우 60일 후 부패변질율이 0.6%로 매우 낮았으며, 코팅제인 설퍼후레쉬나 에칠렌흡착제인 과망상칼륨이나 세라스톨 처리하여도 뚜렷한 품질 손상 억제 효과가 없었고, 방사선 처리(0.2~0.5KGy)는 변질율이 크게 증가하는 등 역효과가 일어났다고 하였다.

국내 업체의 바나나 후숙 온습도는 18~20°C와 90%RH이며 기간은 5일을 주로 하는데 이 때 평균 부패변질율은 1% 내외이다(3). 후숙 후 산지별 바나나의 저장성은 13°C에서 필리핀산이 10일, 대만산과 국산이 7일이었고, 23°C에서는 각각 5일과 3~4일로 발표된 바 있다(4). 외국에서의 바나나 후숙에 대한 연구로는 전기전도성을 이용한 바나나 후숙 특성의

Corresponding author : Koh, Ha-Young, Faculty of Food Nutrition and Technology, Woosuk University, Chon-buk, 565-800, Korea

고찰(5), 온도가 바나나의 후숙에 미치는 영향(6), 바나나 후숙과 저장에 미치는 에틸렌, 산소, 이산화탄소의 역할(7), $KMnO_4$ 가 바나나 후숙에 미치는 영향(8)과 미네랄 오일이 바나나의 후숙기간 연장에 미치는 효과(9) 등이 있다.

본 연구에서는 장기 저장된 푸른 바나나의 숙성 중 온도와 후숙 전 온도 변화가 있는 상온 방치가 바나나의 저장성에 미치는 영향을 보기 위하여 시험하였다.

재료 및 방법

시험 재료, 후숙 및 저장 방법

필리핀에서 11월에 수확하여 $60\mu m$ 저밀도폴리에틸렌(LDPE)으로 12kg 단위로 내포장하여 양면골판지(SW) C-3형 상자에 포장한 후 곧바로 13°C가 유지되는 배의 저장고로 이송하여 10일간 수송한 다음 13°C가 유지되는 국내 저장고에서 35일 동안 저장한 것을 30평의 후숙실에 400상자를 넣고 지름이 15cm 되는 고무풍선에 에틸렌 가스 3개를 후숙 첫날에 주입하고 후숙하였다. 후숙실의 온도는 18°C, 21°C와 25°C의 3가지로 하고, 후숙 전 상온(13~20°C) 5일 방치한 것과 하지 않은 것으로 구분하여 5일간 후숙하였다. 이것을 $13\pm 1^\circ C$ (습도 45~50%RH)와 상온(온도는 13~20°C, 평균 17°C; 습도는 33~56%RH, 평균 43%RH)에 4상자씩 16일간 저장하며 품질을 평가하였다.

품질평가

당도는 바나나 과육을 거즈 4점으로 싸고 으갠 후 나오는 즙의 당도를 Atago 8465당도계로 측정하여 Brix도로 표시하였으며, 수분 함량은 바나나 육질을 105°C의 상압 상태 하에서 건조하여 측정하였다(10). 색도는 바나나의 숙성 정도에 따라 7가지로 표현된 Del Monte사의 color chart를 이용하였는데 1번-녹색, 2번-연녹색, 3번-연녹색과 연노랑의 혼합, 4번-연노랑, 5번-노랑, 6번-진노랑, 7번-갈변반점의 진노랑으로 표현되는 것이었다(11,12). 중량감소율은 저장 중 중량감소 무게를 초기중량에 대한 백분율로 표시하였다. 표피의 흑변은 심하면 ++, 조금 있으면 ++, 초기단계는 +, 없으면 -로 표시하였으며, 부패변질율은 흑변이 심하게 일어났거나 부패 변질이 일어나 내부 육질의 손상이 발생된 것의 무게 백분율로 표시하였다. 기호도 조사는 5명의 관능 요원에게 2회에 걸쳐 향미에 대하여 5점을 매우좋다, 3점을 보통이다로 하고 1점을 매우나쁘다로 평가하는 5점평점법으로 수행하

였다(13). 시료 처리구간 유의성 검정은 BASIC으로 개발된 프로그램을 이용하여 one-way ANOVA 분석 후 Duncan의 다범위검정을 하였다(14).

결과 및 고찰

중량감소율

후숙된 바나나의 저장 16일(12월 24일 ~ 1월 8일) 동안 후숙 및 저장온도별 중량감소율을 조사한 결과는 Table 1과 같았다.

Table 1. Changes in weight losses of bananas ripened for 5 days and then stored at different temperatures (unit : %)

Ripening temp.(°C)	Storage temp.(°C)	Time(days)				
		0	2	4	10	16
18	13	0	0.56	0.56	1.13	1.69
	13~20	0	0.61	1.12	2.44	-
21	13	0	0.24	0.24	0.88	1.68
	13*	0	0.58	0.58	1.36	-
	13~20	0	0.51	0.51	0.64	2.04
	13~20*	0	1.02	1.27	-	-
25	13	0	0.44	0.88	1.75	2.33
	13~20	0	0.45	0.50	1.50	3.73

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

13°C 저장의 중량감소율은 10일 저장 후에 21°C의 정상 후숙이 0.88%, 25°C의 고온 후숙이 1.75%, 18°C의 저온 후숙이 1.13%로 되었다. 상온 5일 방치 후 정상 후숙한 것도 1.36%로 정상 후숙한 것에 비해 상당히 증가하여 상온 방치하면 중량감소가 약간 증가하는 것을 볼 수 있었다. 전반적으로 13°C 저장에서는 모든 처리구의 0.88~1.75%로 모두 1%내외로 되었다. 상온 저장품의 중량감소율은 저장 기간이 지남에 따라 저장 10일까지는 21°C와 25°C 숙성은 1.3°C 저장과 거의 비슷한 수준이었으며, 18°C 숙성은 2.44%로 13°C 저장의 1.13%에 비해 1.31%가 많았다. 저장 16일 후에는 상온 저장이 13°C저장에 비해 2.1°C와 25°C 숙성에서도 0.36~1.40%가 많았다. 이와 같이 후숙 방법이나 저장 온도에 따른 중량감소율의 차이가 적은 것은 바나나 포장시 외부 박스포장과 내부 비닐포장에 의해 수분 손실이 거의 일어나지 않고 단지 부패 등으로 인한 손실에 기인한 것으로 보였다.

당도 및 색도 변화

바나나는 색이 녹색인 상태에서 수확하여 상당 기

간 저장하며 후숙시켜 상품화하는데 후숙 온도와 방법에 따른 저장 중 당도의 변화를 Table 2에, 색도 변화를 Table 3에 표시하였다.

Table 2. Changes in soluble solid contents of bananas ripened for 5 days and then stored at different temperatures

(unit : Brix %)

Ripening temp.(°C)	Storage temp.(°C)	Time(days)				
		0	2	4	10	16
18	13	18.8	21.0	18.8	18.7	18.7
	13~20	18.8	18.8	18.5	-	-
21	13	18.7	21.3	21.5	21.3	20.3
	13*	18.8	20.1	20.1	18.7	-
	13~20	18.7	20.2	20.2	-	-
	13~20*	18.8	20.0	18.8	-	-
25	13	20.1	22.0	20.7	18.7	18.3
	13~20	20.1	20.7	18.8	-	-

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

Table 3. Changes in color of bananas ripened for 5 days and then stored at different temperatures

(unit : number in color chart)

Ripening temp.(°C)	Storage temp.(°C)	Time(days)			
		0	2	4	6
18	13	4.2	5.2	6.2	7.0
	13~20	4.2	6.5	7.0	7.0
21	13	5.0	5.6	6.3	7.0
	13*	6.0	7.0	7.0	7.0
	13~20	5.0	6.4	7.0	7.0
	13~20*	6.0	7.0	7.0	-
25	13	5.2	6.5	7.0	7.0
	13~20	5.2	7.0	7.0	7.0

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

후숙이 끝난 바나나의 초기 당도는 정상 후숙이 18.7°, 저온 후숙이 18.8°, 고온 후숙이 20.1° 순으로 나타나 숙성 온도가 18~21°C까지 될 때는 당도를 기준으로 한 숙성도는 별 차이가 없었으나 숙성온도가 25°C로 올라가면 당도가 약간 더 늘어나 고온에 의해 숙성이 촉진되었음을 알 수 있었다. 저장 시 13°C에서는 저장 2일 후에 21.0~22.0°로 당도가 약 2% 정도 증가하였다가 저장 10일 후에 18.7~21.3°로 약간씩 감소하였다. 감소 비율은 21°C가 가장 적었다. 상온 저장에서는 저장 2일 후 18.8~20.7°로 13°C 저장에 비해 당도가 1~2° 정도 낮았는데 이는 상온이 평균온도가 17°C로 13°C에 비해 4°C가 높고 온도 범위가 13~20°C로 변화가 있어 그 만큼 호흡 등의 대사에 의해 당이 더 빨리 소모되었기 때문인 것으로 보였다.

초기 색도를 숙성 온도별로 보면 18°C가 4.2, 21°C

가 5.0이었고 같은 온도 상온 방치품은 6.0으로 약간 노랑색이 진하였으며, 25°C는 5.2로 21°C와 비슷하였다. 저장 온도에 따른 색 변화는 13°C 저장에서 2일 후에는 18°C 숙성구가 5.2로, 21°C구가 5.6으로, 그리고 25°C구가 6.5로 숙성 온도가 높아짐에 따라 색 변화가 커졌고, 저장 4일에는 18°C와 21°C 숙성구는 아직 색 번호가 6.2~6.3으로 노랑색이 진한 상태인데 비해 25°C 숙성구는 진노랑에서 검정 반점이 생긴 색 번호 7로 되었다. 21°C의 상온 방치구는 저장 2일 만에 7번으로 되어 상온 방치가 숙성을 촉진하나 저장성을 떨어뜨리는 것으로 볼 수 있었다. 상온 저장은 18°C 숙성구가 저장 4일만에 21°C와 25°C는 저장 2일만에 7점으로 되었다.

부패변질

바나나 후숙 및 저장 온도별 저장 중 발생된 표피의 흑반점 발생 상태를 Table 4에, 과숙 흑변 및 미생물 부패에 의해 품질이 현저히 손상되어 상품성을 잃은 부패변질을 Table 5에, 그리고 품질손상 원인을 Table 6에 표시하였다.

Table 4. Changes in black spot of bananas' skin ripened for 5 days and then stored at different temperatures

Ripening temp.(°C)	Storage temp.(°C)	Time(days)				
		0	2	4	6	10
18	13	-	-	+	+	+++
	13~20	-	+	++	+++	-
21	13	-	-	+	+	+++
	13*	+	+	++	+++	+++
	13~20	-	+	++	+++	-
	13~20*	+	+++	+++	+++	-
25	13	+	++	+++	+++	+++
	13~20	+	+++	+++	+++	-

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

Note: - non. + initial. ++ slight. +++ severe.

Table 5. Changes in deterioration and rotting ratio of bananas ripened for 5 days and then stored at different temperatures

(unit : %)

Ripening temp.(°C)	Storage temp.(°C)	Time(days)				
		0	2	4	6	10
18	13	0.7	0.7	0.7	0.7	90.1
	13~20	0.7	1.4	5.4	100.0	-
21	13	2.1	2.1	2.1	2.1	100.0
	13*	4.9	8.4	12.4	100.0	-
	13~20	2.1	4.2	4.2	100.0	-
	13~20*	4.9	13.5	100.0	-	-
25	13	3.4	4.9	75.0	100.0	-
	13~20	3.4	50.0	100.0	-	-

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

Table 6. Causes of quality degradation of stored bananas ripened at various temperatures

Causes of quality degradation	Storage temp.(°C)	Ripening temp.(°C)			
		18	21	21*	25
Blackening & overripening	13	99	98	88	95
	13~20	98	96	86	95
Rotting	13°C	1	2	12	5
	13~20	2	4	14	5

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

흑반점은 후숙 온도 25°C와 21°C의 상온 5일 방치구는 후숙이 끝난 시점에서부터 발생되었으나 21°C와 18°C 후숙품은 13°C에서 4일, 상온에서 2일 저장 후에 발생되었다. 변질의 직전 현상으로 볼 수 있는 흑반점이 고온 숙성이나 상온 방치품이 저장 초기부터 발생하는 것으로 보아 고온 숙성이나 상온 방치 후 숙성은 바나나 숙성으로는 바람직하지 않은 것으로 보였다.

부패변질율은 13°C 저장의 경우 21°C 및 18°C 후숙품이 저장 6일까지 2%이내로 유지되었으나 저장 8일에는 과숙흑변 등에 의해 90~100%로 급격히 증가하였다. 25°C 후숙품과 21°C의 후숙전 상온 방치품은 저장 초기부터 3.4~4.9%로 나타났으며 저장 4일 후에 12.4~75.0%로 되었다가 저장 6일 후에는 100%로 되었다.

상온 저장의 경우는 21°C 및 18°C 후숙품이 저장 4일까지 품질이 안전한 상태를 유지하였으나 저장 6일에는 완전변질 되었다. 25°C 후숙품 및 21°C 후숙전 상온 방치품은 저장 2일 후부터 품질이 변질되기 시작하여 저장 4일만에 완전 변질되었다.

이상과 같은 부패변질의 발생을로 보아도 고온이나 숙성 전 상온 방치는 바람직하지 않은 것으로 보였다. 그리고 18°C가 21°C 숙성보다 부패변질율은 저장 4일 동안 13°C에서 1.4%, 상온에서 1.2%로 약 1%가 낮지만 당도가 21°C가 높고 저장 기간 동안 잘 유지되는 장점이 있었다.

후숙 바나나의 저장 중 품질 손상을 과숙흑변과 미생물 부패로 분류하여 조사한 결과는 다음 Table 6과 같이 과숙에 의한 변질이 상온 방치품만 제외하고 95% 이상으로 대부분을 차지하였고, 미생물 등에 의한 부패는 초기 상처만 없으면 거의 발생되지 않는 것으로 나타났다.

이러한 결과들로 보아 국내에서 회사에 따라 그리고 숙성일수에 따라 다르게 이용되고 있는 바나나 창고의 숙성 온도 16~21°C는(3) 타당한 방법으로 보이나 좀더 세밀한 숙성 온도에 대한 실험이 필요하다

것으로 보였다. 또 숙성 온도가 18°C이든지 21°C이든지 13°C 저장에서는 6일 이내, 상온 저장에서는 4일 이내에 소비해야 할 것으로 보이는데 시료 조건에 따라 변화를 고려하면 더 빨리 소비해야 안전할 것으로 보인다.

기호도의 변화

후숙된 바나나의 저장 중 기호도 변화는 Table. 7과 같았다.

Table 7. Changes in sensory scores of bananas ripened for 5 days and then stored at different temperatures

Ripening temp.(°C)	Storage temp.(°C)	Time(days)					
		0	2	4	6	10	16
18	13	4.0 ^{ab}	4.8 ^a	4.3 ^{ab}	4.2 ^{ab}	4.0 ^{ab}	3.2 ^b
	13~20	4.0 ^a	4.0 ^a	3.2 ^{ab}	2.9 ^b	1.0 ^c	-
21	13	4.0 ^{ab}	4.8 ^a	4.8 ^a	4.2 ^{ab}	3.1 ^b	2.0 ^c
	13*	4.0 ^a	4.2 ^a	3.2 ^{ab}	2.8 ^b	1.0 ^c	-
	13~20	4.0 ^a	4.2 ^a	3.0 ^b	1.9 ^c	1.0 ^c	-
	13~20*	4.0 ^a	3.0 ^b	1.7 ^c	1.0 ^c	-	-
25	13	4.0 ^a	3.2 ^{ab}	2.5 ^b	1.8 ^{bc}	1.0 ^c	-
	13~20	4.0 ^a	2.9 ^b	1.8 ^c	1.0 ^c	-	-

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening. ap>0.05.

13°C 저장의 경우 21°C와 18°C 후숙품은 저장 10일까지도 보통이다(3점) 이상을 유지하였으나 25°C 후숙은 2일만에 그리고 21°C의 상온 방치구는 저장 4일만에 3점 부근으로 저하되었다. 상온 저장은 21°C와 18°C가 저장 4일만에 25°C와 21°C의 상온방치구는 저장 2일만에 3점 부근으로 되었다.

후숙 바나나의 저장 가능 기간

바나나 후숙방법 및 저장 온도별 저장성을 과숙흑변이나 부패변질이 현저히 발생되어 품질이 손상되었거나 기호도가 보통이다인 3점 이하로 된 시점을 저장가능기간으로 하여 저장성을 조사한 결과는 Table 8과 같았다.

Table 8. Shelf-life of bananas for different ripening and storage temperature

Storage temp.(°C)	Ripening temp.(°C)			
	18	21	21*	25
13	6~8	6~8	2~4	2~3
13~20	4~5	4~5	1~2	1~2

*Stored for 5 days at 13~20°C before ripening.

13℃에서의 저장성은 21℃ 및 18℃ 후숙이 6~8일, 25℃ 고온 및 21℃의 상온 방치품은 2~4일로 나타났으며, 상온 저장에서는 각각 4~5일 및 1~2일 저장 가능한 것으로 나타났다. 그래서 바나나의 숙성은 숙성 전에 상온에 방치하지 않고 저온 저장된 것을 18℃나 21℃에서 회사 여건이나 품종 등을 고려하여 수행하고, 숙성 후 13℃에서 보관하는 것이 품질에 좋은 것으로 나타났다.

요 약

필리핀산 바나나를 온도(18℃, 21℃, 25℃)별로 5일간 후숙하고 13℃와 및 상온(13~20℃)에서 16일간 저장하며 품질 변화를 조사하였다. 후숙 직후 바나나의 색도와 당도는 18℃와 21℃ 후숙이 4.2~5.2와 18.7~18.8° 이었고 25℃ 후숙이 각각 5.5와 20.1°를 나타냈다. 저장온도 및 후숙 방법에 따른 중량의 변화는 큰 차이 없이 저장 10일경에 약 1%로 증가하였으며, 당도는 20° 내외에서 거의 변화가 없거나 약간 증가 후 감소하였으며, 색도는 초기 5부근에서 2~4일 만에 완전 노랑인 7의 상태로 되었고, 흑반점은 정상 및 저온 후숙품이 13℃에서 4일, 상온에서 2일 만에 발생되었다. 변질율은 저온 및 정상 후숙이 13℃에서 저장 6일 후 2.1%, 상온에서는 4일 후 4.2%로 그 이후부터는 75~100%로 급격히 증가하였으며, 고온 후숙은 13℃ 저장에서 저장 2일 상온저장에서는 저장 초기 이후부터 변질이 급격히 진전되었다.

감사의 글

이 논문은 1999학년도 우석대학교 학술연구비 지원을 받았다.

참고문헌

1. 농수산물유통공사 (1999) 농수산물무역정보(KATI)
2. 고하영, 박형우, 강통삼 (1988) 포장방법이 바나나 저장성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20(6), 738-741

3. 고하영, 여각현, 김현구, 김성수, 신동화 (1986) 푸른바나나 후숙 가공비 및 감모율 조사 연구 보고서. 농어촌개발공사 식품연구소
4. 박형우, 고하영 (1988) 후숙 바나나의 산지별 품질 및 저장특성. 한국식품유통학회, 5, 185-202
5. Tobe, R (1986) Changes during artificial ripening of banana. *Bulletin of the Nippon Veterinary and Zoo Technical College*, 35, 214
6. Peacock, B.C.(1980) Banana ripening effect of temperature of quality. *J. of Agri. and Animal Sci.*, 37(1)
7. Liu, F.W. (1975) Roles of ethylene, oxygen and carbon dioxide in banana storage and ripening. *Dissertation abstracts international*, 35, 3128
8. Salunke, D.K. (1983) Post-harvest biotechnology of fruits. Vol. 1, CRC press, Charpt 4, USA
9. Lih-Shang Keo and Ding-Fang Ke (1980) Effect of maturity on the degreening and shelf-life of banana during ripening. *J. of the Chinese Society of Hort. Sci.*, 26(4), 155-160
10. A.O.A.C. (1980) Methods of Analysis. 13th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C., USA
11. Del Monte Banana Company (1982) Recommended Ripening Schedule, USA
12. Jones, R.L., Freebairn, H.T. and McDonnell, J. F. (1978) The prevention of chilling injury, weight loss reduction, and ripening retardation in banana. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 603, 212-222
13. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 (1997) 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울.
14. 박성현 (1988) Basic에 의한 전산통계개론. 자유아카데미, 서울.

(1999년 3월 16일 접수)