

농산물 저온유통용 내수골판지 상자의 제조(제4보)

—대상농산물별 저온유통조건, 유통경로 및 포장규격 조사 분석—

이명훈[†] · 조중연^{*1} · 민춘기^{*1} · 신준섭^{*1}
(2005년 12월 27일 접수: 2006년 2월 20일 채택)

Manufacture of Water-Resistant Corrugated Fiberboard Boxes for Agricultural Products in the Cold Chain System (IV)

—Measurement and analysis of storage condition, distribution route,
and packaging method for selected agricultural products—

Myoung-Hoon Lee[†], Jung-Yeon Jo^{*1}, Choon-Ki Min^{*1}, and Jun-Seop Shin^{*1}

(Received on December 27, 2005; Accepted on February 20, 2006)

ABSTRACT

This study was carried out to measure and analyze the storage condition, distribution route, and packaging method of four selected agricultural products (small tomato, cabbage, peach, and carrot) in the cold chain system.

It was shown that dew-forming phenomenon by fruits and vegetables deteriorates the agricultural product quality and physical properties of corrugated fiberboard box during the cold chain system. The compressive strength deterioration in corrugated fiberboard boxes was much greater for single wall (SW) corrugated fiberboard containers than for double wall (DW) in low temperature-high humidity condition. To reduce the deterioration of box and dew-forming phenomenon, water-repellency treatment should be over R₆. However, water-resistant treatment of corrugated fiberboard containers would be effective under high relative humidity conditions more than 75% RH.

It was suggested that functional corrugated fiberboard box packaging would be an opti

• 본 논문은 2000년도 농림부 농림기술관리센터 주관의 농림기술개발연구 첨단기술개발과제(유통분야) 지원사업에 의해 수행된 결과의 일부임.
• 한국포장시스템연구소(Institute of Korea Packaging System, Seoul, 136-052, Korea)
*1 용인송담대학 유통학부(Dept. of Distribution & Packaging, Yong-In Songdam College, Kyoungki-Do, 449-710, Korea)
† 주저자(corresponding author) : E-mail: ikps@chol.com

mum method to reduce the deterioration of agricultural products quality by. It was also achieved controlling the relative humidity and temperature during the storage and physical distribution process.

Keywords : compressive strength, cold chain system, dew-forming, water-repellency, water-resistant, physical distribution

1. 서론

최근 유통과정 중 운반 및 상하역 작업에 의하여 발생하는 농산물 파손 등의 손실을 방지하기 위하여 포장화가 급속하게 진행되고 있으며, 수입농산물에 대응하여 국내 농산물의 상품성을 향상시키며 신선도의 저하에 따른 손실율을 줄이기 위한 저온유통시스템이 확산되고 있어서 향후 농산물 유통체계의 대체를 이룰 것으로 판단된다.

저온유통체계에 대응할 수 있는 겉포장상자는 일반적으로 상자의 표면에 발수처리를 하여 유통과정 중에 발생하는 수분에 견딜 수 있도록 되어 있으나 실제로 유통되는 과정에서 발수처리가 상자의 압축강도 저하방지에 아무런 도움을 주지 못하고 있다. 발수처리는 농산물 표준출하규격에도 검사항목으로 규정되어 있는 등 상자압축강도에 영향을 미치는 중요한 요건으로 알려져 있으나 최근에 시

행된 여러 가지 연구과제에 따르면 골판지 원지의 내수도가 더욱 중요한 요인으로 판명되어 이에 대한 연구개발이 필요한 실정이다.

2. 재료 및 방법

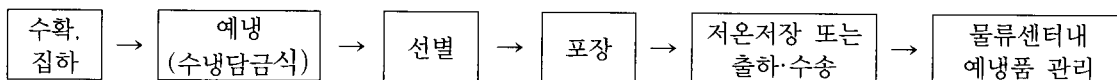
농산물 저온유통시스템에 따른 유통조건과 외부 환경(온습도)을 세부적으로 분석하기 위하여 저온유통 대표품목 4개(방울토마토, 배추, 당근, 복숭아)를 선정하고 품목별 유통경로를 현장 조사하였다.

또한 본 연구는 제품을 수확하여 예냉과 저장, 수송, 소비지 판매에 이르는 유통경로를 추적함으로써 골판지상자의 압축강도 저하요인 등을 주요사항으로 조사하였다. 포장은 제품의 상품성과 밀접한 상관관계를 갖고 있으므로 저온유통시스템의 온습도 변화 특성과 제품의 품질변화를 기준으로 연구를 추진하였다.

3. 결과 및 고찰

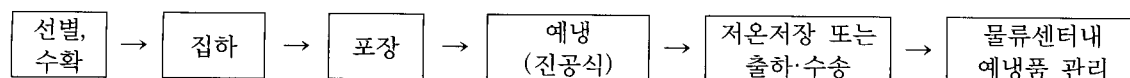
3. 1 저온유통시스템 유통조건 조사

3.1.1 방울토마토

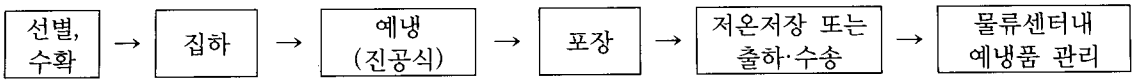


3.1.2 고랭지배추

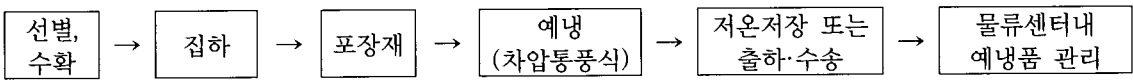
(1)골판지 :



(2)Plastic 상자

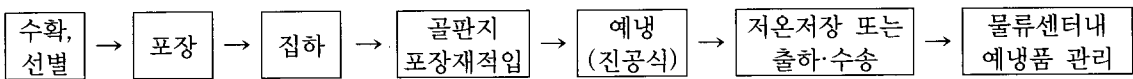


3.1.3 복숭아

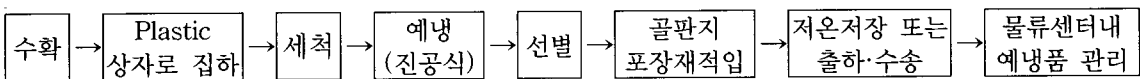


3.1.4 당근

(1)진공예냉식



(2)수냉담금식



3.2 저온유통을 위한 유통경로 및 포장규격

채소류의 경우 과실류와 달리 수확시 이슬이나 물기가 골판지상자에 전이되어 압축강도를 저하시키고 발수도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 농산물 출하규격의 규정 발수도 R_4 에서 $R_6 \sim R_8$ 로 강화시키고 있으나 문제를 해결하는데 무리가 있는 것으로 판단된다.

특히 저온유통에 따른 예냉 처리를 하는 경우, 상기 제시된 압축강도 저하요인에 더하여 포장작업에서부터 다수분 접촉으로 강도가 저하되고, 저온저장에 따른 온습도 및 저장기간도 중요한 요소로 작용하고 있는 것으로 나타났다.

저온유통 환경과 예냉과 저장에 따른 포장 저온유통되고 있는 대상품중 방울토마토의 수확 및 유통경로, 포장환경을 조사하였다.

3.2.1 방울토마토

전국적으로 토마토는 수집활동이 미미한 실정이며 작목반과 농협을 통한 출하가 대부분이다. 녹색 빛이 연노랑색으로 변한 미숙과를 부녀자 7명 정도가 오전 6시경 수확작업을 시작하여 오전중 완료하

고 오후에 선별, 포장작업하면 1일 작업량은 조당 100박스 정도 한다. 서울은 양재, 창동, 가락동시장, 영등포, 청량리등 대형 유통시장에 주로 출하하며 경남지방은 부산, 창원 등에 출하 한다.

도매상은 타시설 과채류와 유사하며 소매행위는 도매시장내 소매상, 백화점, 슈퍼 마켓, 일반과실 전문소매상, 구멍가게, 노점상, 차량이동상 등에서 이루어진다. 황변기 때 주로 수확되기 때문에 3 ~ 4일정도 지나면 적색빛을 띠고 연시처럼 빨간 것은 선호도가 떨어져 1회 구입시 2 ~ 3일 정도 물량을 구입, 판매하고 있다.

시설토마토의 주 유통경로는 생산자→도매상→소매상→소비자의 3단계이다.

포장단량은 크기별로 분류 포장하는데 주로 4, 10 kg 골판지상자, 4 kg미장 골판지상자 등을 이용한다. 단량별 포장치수 및 발수도는 Table 1과 같다.

방울토마토는 주로 과피의 착색이 약 50% 진행된 과실을 수확하여 출하하고 있다. 이 경우 4, 5월 봄철의 기온 하에서는 5 ~ 7일 정도의 상품성을 가지게 된다.

방울토마토의 수확작업은 이른 아침부터 시작하

Table 1. Packaging status of current distributed small tomato

Product	Material	Wt(kg)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	BS/CS*	Water Repellency
Small tomato	DW-1	4	330	220	130	8 / 250	R ₄
		5	330	220	155	8 / 250	R ₆
		10	412	275	190	8 / 350	R ₈

* BS : Burst strength, CS : Compressive strength

고, 특히 국내에서는 비닐하우스에서 방울토마토를 생산하는데, 하루 중 수확시간에 따라 다소 변화는 있지만, 오전 중에 대개 수확하고 있으며, 이런 경우 방울토마토의 품온은 25 ~ 30℃를 나타낸다.

포장상자는 골판지상자를 주로 사용함으로써 수분에 취약하여 수분과 직접 맞닿지 않도록 하는 것이 중요하다. 수냉식 예냉이 전제될 경우 아무리 철저하게 대비하여도 포장상자가 수분에 많이 노출될 수 밖에 없다. 따라서 적어도 발수도가 R₆(표시기준) ~ R₈(실제기준) 정도는 되어야 하나 기존상자는 이에 미치지 못한다.

수냉식 예냉의 경우 제품이 담기는 내면의 발수도가 더 중요하다. 이는 제품을 차가운 물에서 세척 및 예냉 후 물기를 기계적으로 제거하지만 완전 제거가 어렵기 때문이다. 방울토마토의 저온저장 및 저온수송의 경우 국내에서는 수송거리가 짧기 때문에 비교적 낮은 온도에서도 저장하거나 수송이 가능하다. 따라서 저장 및 수송온도는 4 ~ 7℃, 상대습도는 90 ~ 95%가 적합하고, 10일 정도 상품성이 유지되는 것으로 나타났다.

수확 후 예냉 및 소비지에 도달할 때까지의 온도 변화를 측정한 결과는 다음과 같다. 실온이 높은 상태에서 선별 및 포장시간이 경과되면 작업과정에서 과일표면에 결로가 발생하고, 포장상자에 직접적인 영향을 미치게 된다.

- 예냉전 품온(선별작업장) : 평균 23.7℃
▼
- 예냉직후 : 8.4℃
▼
- 선별종료(상자입고) : 10.7℃
▼

- 포장상자 패킹시 : 14.0℃
▼
- 5도 저장고에 1시간 대기후
▼
- 오후 5시 차량출발 : 차내 21 ~ 24℃ 유지
▼
- 양재 도착시 토마토 품온 : 13℃

방울토마토의 저온저장 온도를 4℃, 7℃, 12 ~ 13℃로 설정하여 대상을 실험한 결과 예냉후 상온유통중 결로 현상이 발생한 것으로 나타났다. 예냉 후 상온유통시 발생하는 결로를 효과적으로 방지하기 위해서는 발수도가 높은 상자의 재질이 요구된다.

시험방법은 시중에 유통 중인 4 kg, 10 kg 및 2.5 kg 소포장 상자를 적용하였고 수확후 즉시 4℃, 습도 50%내외의 저장고에 보관하면서 결로현상 등을 육안 확인하였다.

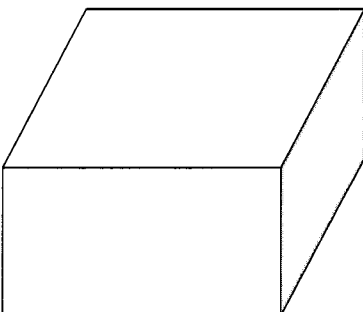
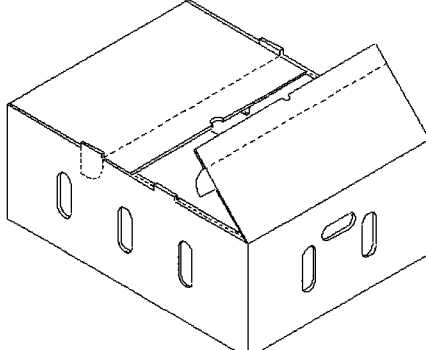
4℃ 저장고에서 24시간동안 저장하여 25℃ 저장으로 전환 시 동기간 상온에서 저온저장고로 입고한 과실의 표면에 생기는 결로는 약 3시간 만에 증발하였으나, 4℃ 저온에서 25℃로 이송한 경우에는 24시간 만에 대부분 증발하였다. 즉, 골판지상자 내면 라이너지에 일부 흡수되어 젖음 현상이 발생하였다.

예냉을 행한 방울토마토는 수확 즉시 예냉이 실시되며, 이때 온도는 4 ~ 7℃ 이다. 예냉후 4℃ 저장고에 저장되고, 저장기간을 7 ~ 10일로 조사되었다. 이때 상온 하에서의 상품성 기간은 3 ~ 4일 정도로 판단됨. 저온유통되는 방울토마토의 생산에서 소비지에 이르기까지의 저온유통 환경을 Table 2에 나타냈다.

Table 2. Cold chain distribution environment of small tomato

Process	Temperature(°C)	Moisture content	Remark
Pre-cooling and storage	4 ~ 7	· water directly contacts to the surface of corrugated fiberboard box · keeping 50% RH during storage	Storage period : 7 ~ 10 days
Packaging & distribution	20 ~ 25	high moisture content of 90~95% RH	Dew-forming phenomenon happens
Customer	4 ~ 7		Good taste period : 3-4days after sending out

Table 3. Modification of corrugated fiberboard box types for small tomato packaging

Item	Packaging standard
Dimension	440(L)×330(W)×180(H)mm
Material	Double wall - Class 1, Water repellency : R6 or more
Box type	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Traditional 0201 type</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Modified 0201 type</p> </div> </div>

앞에서 살펴본 바와 같이 결로와 과실의 온도 및 외기의 온습도와의 관계는 매우 밀접한 관계를 보이고 있으며, 또한 결로에 의한 수분발생은 포장용기 골판지상자에 악영향을 미치는 것으로 조사되었다.

Fig. 1은 상대습도 변화에 따른 방울토마토 상자의 압축강도 변화를 시험한 결과이다

3.2.2 고랭지 배추

고랭지 배추의 예냉 온도는 단기보관 및 직출하 용의 경우 수확후 바로 품온 1 ~ 2°C까지 예냉하며, 장기 저장용은 품온 3 ~ 4°C까지 예냉후 저장한다. 또한 진공예냉기의 경우 압력을 4 torr로 설정하여 예냉을 실시함으로써 수분이 0°C 가까이 급

격히 온도가 떨어진다. 기본적으로 골판지상자에 담아 예냉을 하게 되므로 골판지의 함유수분 정도에 따라 상자압축강도에 미치는 영향이 매우 크다고 할 수 있다.

고랭지 배추의 경우 저온저장에 따른 안전 저장 기간은 저장성이 약하므로 40일 이내 출하하는 것으로 조사되었다. 또한 저장 조건은 온도 예냉 적온 2°C, 저장 3°C이내를 유지하는 것이 안전한 것으로 추정되고 있으며, 습도는 90 ~ 98%를 유지하는 것으로 조사되었다.

저장고에서 꺼낸 후 시간이 지연되면 수분응결에 의해 유통중 품질의 저하와 포장재의 내구성 약화(결로현상에 의한 골판지상자 압축강도 저하)로 직결되는 것으로 조사되었다. 따라서 저장고에서

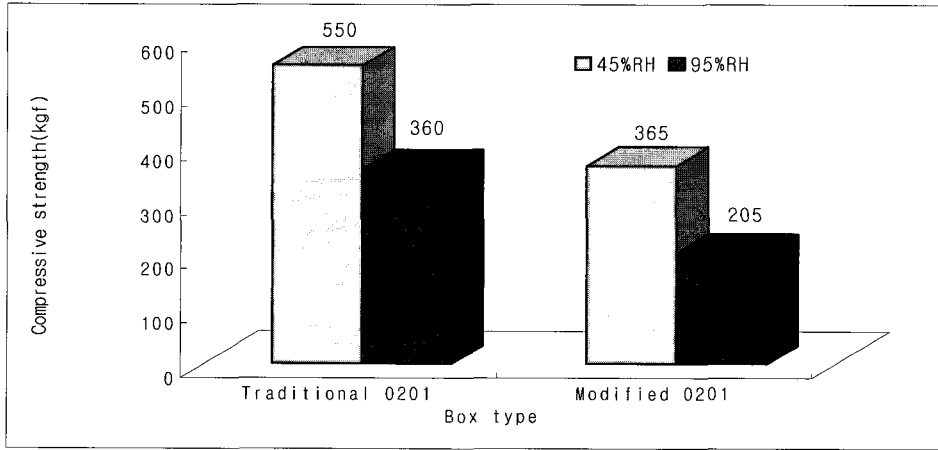


Fig. 1. Compressive strength changes of boxes depending on box types for small tomato packaging.

꺼낸 배추는 바로 냉장차로 수송하는 작업이 이루어지고 있다.

또한 소비지의 예냉품 관리는 유통과정에서 품질의 급격한 변화가 우려되므로 수송된 배추는 저온보관을 원칙으로 하여 매장내 보관온도는 가능한 낮게 유지하는 것으로 조사되었다. 배추를 골판지상자에 적입 후 예냉에 따른 변화를 살펴보면 Table 4와 같다.

예냉한 배추의 출하 후 매장에서 품질 변화는 소비자 매장에서 상온 보관시 여름철 최대보관 혹은 판매가능 기간은 2일 이내, 예냉 후 소비자 저온보관시(약 10℃ 정도) 5 ~ 7일정도 상품성을 유지하는 것으로 조사되었다. 저장 시험을 통한 온도와 습도 변화는 Table 5와 같다.

예냉 배추의 저장은 온도 2℃, 저장고 습도는 초기부터 90% 수준이 유지되었고, 입고 직후 잠시 81%까지 낮아졌으나 다시 90% 수준을 유지하는 것으로 측정되었다.

저장 중 품질의 변화는 골판지상자와 밀접한 관계를 갖고 있다. 이는 제품이 저온에서 상품성을 유지하는 기간과 포장재가 그 시간 동안 제품을 보호함에 충실하여야 하기 때문이다. 따라서 배추의 경우 선도유지에 따른 제품의 저장변화와 골판지상자의 변화를 조사하였다. 배추의 신선도는 저장 20일까지 양호하게 유지되는 것으로 조사되었으며, 40일 저장하는 경우는 상품성과 함께 포장상자의 압축강도도 매우 저하되는 것으로 조사되었다(저장 후 압축강도 측정 필요).

Table 4. Corrugated fiberboard box packaging and product temperature during the pre-cooling

Materials	Controlled Temp. (℃)	Atmosphere control		Pre-cooling time (min.)	Temperature variation on position		
		Time (sec)	Min. temp (℃)		Top	Middle	Bottom
Corrugated fiberboard box	6	120	-	20	4.7	9.5	11.9
	3	240	3.2	20	4.1	7.3	10.0
	1.4	300	△0.4	20	-	-	7.2

Note) Condition : Harvest → Preservation(1day, RT) → Pre-cooling → Distribution(cold chain system) → Customer(cold temp.)

Table 5. Changes of moisture content during the preservation of summer cabbage

Item	Before preservation (%)	Changes of moisture content after preservation(%)					Average RH during storage (%)
		30min	17hrs	19hrs	21hrs	24hrs	
Moisture content	92	81	90	90	90	90	90

3.2.3 복숭아

복숭아 저장 조건을 살펴보면 저장 적온은 0.0 ~ 0.3℃ 범위이며, 저장고내 온도는 0℃를 유지하고 과실의 품온은 1℃를 유지 한다. 습도는 장기 저장시 90% 이상의 습도 유지가 필요한 것으로 조사되었다. 복숭아 저장조건은 Table 6과 같으며 온

도별 품질유지기간은 Table 7과 같이 조사되었다.

골판지상자에 적입된 예냉 복숭아의 저장중 온도 변화는 저장고 입고후 36시간 경과 후 2.0℃ 이하로 떨어지고, 비예냉 복숭아는 온도저하 속도가 늦어지는 것으로 추정된다. 복숭아 입고 후 온도변화는 Table 8과 같다.

Table 6. Preservation condition of peach

Type	Temp.(℃)	Relative Humidity (%)	O ₂ + CO ₂	Available preservation period
Low temp.	0.0 ~ -0.3	90 - 95	---	4 weeks
Controlled atmosphere (CA)	0.0 ~ -0.3	90 - 95	1 ~ 2.5% + 5%	6 - 8 weeks

Table 7. Quality keeping period of peach

Temp.(℃)	Relative quality keeping period(week)	Remark
22 ~ 27	1	Room temperature
15	2	
10	4	
5	8	
0	16	

Note) In case of optimum harvested peach, quality keeping period can be extended to 4 - 8 weeks more.

Table 8. Temperature comparison between pre-cooling and no pre-cooling in preservation of peach

Item	Temp. of before preservation (℃)	Temperature changes during the preservation		
		After 12hrs	After 18hrs	After 36hrs
Precooling → Low temp. preservation	5.2	3.7℃	2.8℃	1.6
No precooling → Low temp. preservation	22.0	9.0℃	5.8℃	2.2

Table 9. Change of temperature of box at different sites in pallet

Time Position	After 100min				After 180min			
	Outer	Center	Inner	AVR	Outer	Center	Inner	AVR
1st pallet	14.2	15.3	14.7	14.7	10.9	12.9	11.3	11.7
3rd pallet	14.7	15.7	15.1	15.2	10.5	12.4	12.6	11.8
5th pallet	12.4	12.3	12.9	12.5	9.3	12.2	11.1	10.9
Average	13.8	14.4	14.2		10.2	12.5	11.7	

또한 예냉 복숭아를 골판지상자에 적입하고 파렛트에 적재 후 온도변화를 측정하여 Table 9에 나타냈다. 이 때 상자 적재단수는 14단이였다.

3.2.4 당근

장기저장을 위한 예냉의 품온은 3 ~ 5°C, 저장적정온도 0°C로 조사되었다. 다발 묶음 저장의 저장기간은 10 ~ 14일, 절단한 당근(fresh-cut carrot) 3 ~ 4주, 미성숙 근의 저장은 4 ~ 6주, 성숙근 저장은 7 ~ 9개월, 일반적인 저장조건에서 저장병, 싹틔, 시들 없이 장기저장 가능하며, 3 ~ 5°C에서 저장시 성숙한 당근은 3 ~ 5개월 저장 가능한 것으로 조사되었다. 저장 적정습도는 98 ~ 100%이다.

4. 결론

앞에서 살펴본 바와 같이 농산물의 수분은 호흡을 하는 산물으로써 골판지상자에 매우 취약한 수분을 다량 함유하고 있으며, 저장 및 예냉, 저온유통에 따른 적정 온습도가 유지되고 있는 것으로 조사되었다.

원예생산물의 경우 수분함량이 높고 표피조직이 약하여 쉽게 상하고 기계적 손상을 입기 쉬우므로 높은 상대습도를 유지해 주어야만 표피위축 등의 품질저하 없이 장기간 저장할 수 있다. 즉, 상대습도

가 90% 이하로 떨어지면 지나친 수분감소로 인해 상품성이 저하되며 상대습도가 100%가 되면 수분감소는 적어지나 수분응결 등에 의해 곰팡이 균의 번식이 조장되어 부패하기 쉽고 과실에 따라서는 저장 후 표면 균열(cracking)이 생기기도 한다.

또한 과실은 85 ~ 95%의 상대습도가 적합하며 채소작물은 90 ~ 98%의 다소 높은 습도가 신선도 유지에 적합하며, 양파, 마늘, 호박 등은 예외로 60 ~ 75%가 장기저장에 알맞은 수준이며 무, 당근 등 근채류는 95 ~ 98%의 높은 상대습도를 유지해 주어야만 조직의 유연성이 유지되고 중량감소가 적다. 이처럼 생산물에 따라 요구하는 상대습도와 상품성유지를 위한 최대 수분감량 허용치가 각각 다르므로 저장산물의 종류나 저장온도 등을 고려하여 습도 유지가 필요하며, 이에 따른 골판지상자의 발수 및 내수처리가 필수적인 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 한국식품개발연구원, 농산물의 포장규격 표준화관련 연구, 1999, 12.
2. 국립농산물검사소, 농산물 표준출하규격, 1995.
3. 농촌진흥청, 농업기술, 1996, 11.
4. 농협중앙회 유통개혁추진본부, 1999 예냉·파레트 출하 선도시범사업, 1999, 12