

청과물 비닐소포장기 개발

Development of Packing Machine for Fruits and Vegetables

박종률* 조남홍* 최승묵* 조영길* 민병혁**
정회원 정회원 정회원 정회원 정회원
J. R. Park N. H. Cho S. M. Choi Y. K. Cho B. H. Min

1. 서론

핵가족이 늘어남에 따라 농산물에 대한 소비패턴이 고품질 소량구매 형태로 변화되고 있으며, 농산물시장의 개방과 함께 대량 구매력을 가진 대형유통업체는 선별, 규격화, 소포장 등 고품질 농산물을 선호하고 있어 생산농민, 작목반 등을 중심으로 판로확대를 위한 산지의 적극적인 대응이 요구되는 실정이다. 따라서 농산물의 포장은 고품질유지, 상품성 향상, 거래촉진, 하역의 기계화에 적합하도록 추진되어야 한다. 특히 청과물의 선도는 품질평가의 매우 중요한 요소로서 상품가치 판단의 기준이 되고 있다.

다량의 수분을 함유한 청과물에 있어서 선도저하의 가장 큰 원인은 증산에 의한 수분감소이며, 이를 방지하기 위해 청과물을 플라스틱 필름으로 포장한다. 청과물을 플라스틱 필름으로 포장하면 포장 내에서 청과물의 호흡과 필름을 통한 O₂와 CO₂의 투과를 어느 정도 균형 있게 조절하여 고이산화탄소, 저산소의 가스농도 유지로 호흡억제 및 추속제어 효과를 얻을 수 있으며, 각각의 과일을 수축필름이나 스트레치 필름으로 싸서 유통시키는 개체밀봉포장(individual seal packaging)은 부패 과일로부터 오염을 막아 유통기간을 연장시키는 효과가 있다.

이러한 소포장 작업을 산지에서 직접 수행할 경우 유통중 감모 및 손실율을 줄일 수 있고, 산지에서의 선도가 소비자에게까지 유지되며, 소비지에서는 소포장을 위한 별도의 시설 및 인력을 절감할 수 있으며, 자기 상품에 대한 브랜드화를 촉진할 수 있게된다. 특히 농산물의 브랜드화는 다른 상품과의 차별화와 자기 상품에 대한 광고효과가 있으며, 상품에 생산자를 표시함으로써 소비자의 신뢰를 확보하고, 이를 통하여 품질보증기능을 갖게 한다.

그러나 산지에서의 소포장작업은 기계화가 미흡하여 인력이 많이 소요되어 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 인력을 크게 절감하면서 능률적인 소포장작업을 산지에서 직접 수행할 수 있도록 청과물용 자동 포장기를 개발하고 그 성능을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

가. 청과물 비닐소포장기 설계 및 제작

(1) 설계조건

* 농촌진흥청 농업기계화연구소

** (주)팩타운코리아

정확한 규격품을 대상으로 하는 산업용 포장기와는 달리 본 연구에서 개발하고자 하는 포장기의 대상물인 청과물은 같은 등급이라 하더라도 그 크기가 일정하지 않다는 것과, 쉽게 손상을 받으며, 수확 후에도 계속적으로 호흡을 하는 생물체이므로 포장재가 수분과 공기를 투과시키는 특성을 가져야 한다. 따라서 시작기는 포장대상물의 길이가 일정하지 않아도 그 길이에 따라 기계작동방법, 설정값 등을 바꾸지 않으면서 연속작업이 이루어져야 하고, 기계 작동시 청과물에 조금의 손상도 주지 않아야 하며, 청과물을 포장할 당시의 선도를 유지할 수 있는 포장재를 사용하여야 한다.

(2) 시작기 제작

앞에서 언급한 설계조건에 맞게 개발된 시작기는. 롤상태의 필름을 공급하면, 청과물을 포장할 수 있도록 봉지형태가 만들어지도록 봉지중앙을 밀봉하며, 피포장물의 크기에 맞추어 봉지양단이 밀봉됨과 동시에 절단이 이루어지면서 배출되는 일관시스템으로 구성하였다. 그림1에서와 같이 중앙밀봉부는 접착롤러에서 발생하는 열이 청과물에 주는 영향을 최소화하기 위해 컨베이어의 위쪽에 오도록 제작하였으며, 길이가 긴 청과물도 포장할 수 있도록 중앙밀봉장치와 양단밀봉장치 사이의 간격을 넓게 제작하였다. 중앙밀봉장치와 양단밀봉장치 사이에 부착한 포장물 검출센서는 포장대상물의 길이를 검출하여 길이에 따라 봉지크기를 자동으로 절단할 수 있도록 하였다. 양단밀봉 및 절단장치는 LDPE필름을 적용할 수 있도록 하기 위하여 열선에 순간적으로 전기를 흘려 접착과 동시에 봉지를 절단할 수 있는 Impulse sealing type으로 제작하였다. Impulse sealing type은 열 접착한 가능한 모든 필름을 접착과 동시에 절단할 수 있어 구조변경 없이 여러 종류의 포장재를 이용할 수 있다.

포장작업은 숙련도에 따라 작업속도를 조절할 수 있으며, 필름의 종류에 따라 접착온도를 정밀하게 조절할 수 있도록 온도조절기를 부착하였고, 디지털 계수기를 설치하여 포장된 개수를 알 수 있도록 제작하였으며, 시작기의 제원은 표1과 같다.

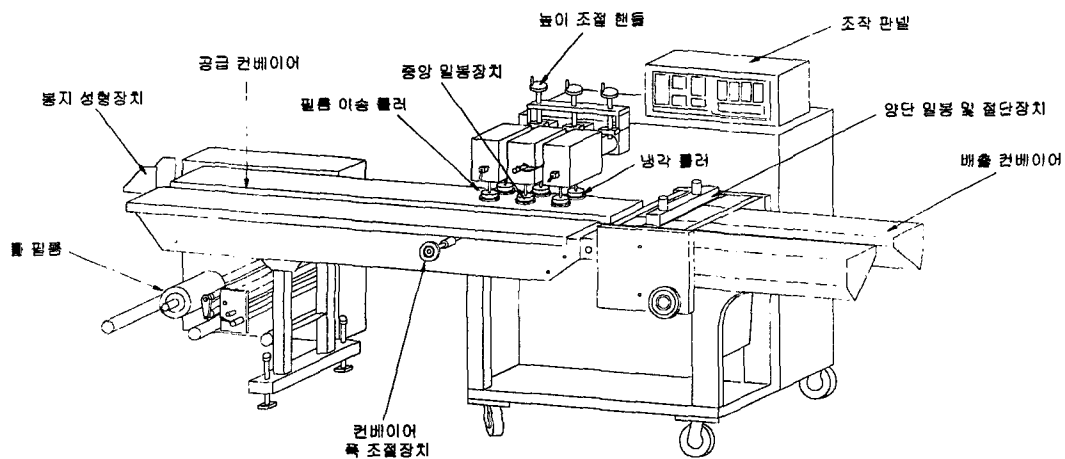


Fig. 1. Schematic diagram of the prototype

Table 1. Specification of the prototype

(Units : mm)

Items	Specification
Prototype size	4,000(L)×1,230(W)×1,530(H)
Film width	Max. 350(Min. 100)
Feeding conveyor size	2,240(L)×220(W)×820(H)
Film feeding roller	φ 120
Center sealing roller	250W(Diameter : φ 120, Sealing width : 3)
End scaler & cutter	250~500W, Length : 240, Thickness : 0.9
Discharge conveyor size	830(L)×220(W)×820(H)
Packing size	100~800(L)×50~150(W)×10~90(H)
Driving motor	0.75kW(220V/3Ph)

나. 공시작물

본 연구에 사용된 공시작물은 수원시내 농수산물 도매시장에서 10kg 단위로 골판지 상자에 포장된 풋고추와 P.E포대에 20kg씩 포장된 세척당근 그리고 12장(1속)씩 P.P끈으로 묶은 후 100개(속)씩 골판지 상자 포장한 들깨잎으로 하였다. 공시작물의 물성은 표2와 같으며, 포장재는 재질이 LDPE이고 폭과 두께는 각각 300mm, 0.05mm인 것을 사용하였다.

Table 2. Physical characteristics of materials used in this study

Produce	Weight(g)	Length(mm)	Diameter(mm)		Remark
			Major	Minor	
Unripe pepper	8~14	98~129	16~17	-	-
Carrot	116~463	135~285	38~66	15~43	-
Leaf of green perilla	45~83	97~132	-	-	Dozen weight

다. 시험방법

작업성능은 공시작물별로 공급컨베이어 속도를 0.08, 0.10, 0.13m/sec 3수준으로 변화시키면서 공시작물별로 10분간 포장작업을 하여 포장된 봉지의 수를 1시간 동안 포장된 봉지 개수로 환산하여 나타내었다. 포장정밀도는 공시작물별로 밀봉후 봉지내 포함된 공기가 새는 것, 접착면과 절단면이 불량한 것 등을 검사하여 상태가 양호한 것과 불량한 것으로 표시하였으며, 손상율은 포장된 개수에 대하여 육안으로 포장중 손상이 발생한 개수를 백분율로 표시하였다.

포장한 것과 포장하지 않은 것을 구분하여 선도 유지효과를 비교하기 위하여 공시작물 중 풋고추와 당근을 대상으로 상대습도 90%, 온도 4~6℃의 조건에서 저장일수별로 중량을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 공급속도별 작업성능

공급컨베이어의 속도를 3수준으로 변화시키면서 공시작물별로 시험한 결과, 공급컨베이어 속도가 0.08m/sec일 때 풋고추, 당근, 들깨잎의 작업성능은 시간당 1780, 1390, 1780봉지로 나타났으며, 공급속도가 0.10m/sec일 때의 성능은 시간당 2250, 1810, 2640봉지로 나타났고, 포장정밀도인 포장상태가 양호하였으며, 손상은 발생하지 않았다. 같은 공급속도에서 공시작물별로 포장된 수량에 차이가 난 이유는 공시작물의 길이가 다르기 때문이었다. 풋고추의 경우 공급속도가 0.10m/sec일 때 풋고추 공급에 2사람이 필요한 것으로 나타났다. 이는 당근이나 12장씩 묶여진 들깨잎과는 달리 풋고추는 가지런히 정리하는데 좀더 많은 시간이 소요되었기 때문이었다.

공급속도를 0.13m/sec로 높였을 경우 시험 대상 모든 공시작물 전부에서 봉지절단상태가 불량하였으며, 봉지절단시 공시작물에 손상이 발생하였다.

따라서 효과적인 포장작업을 수행하기 위해서는 피포장물 공급자 수와 대상 작물에 따라 공급컨베이어의 속도를 조정해야할 것으로 판단되었다.

Fig. 3. Working performance according to variable speed of feeding conveyer

Speed (m/s)	Produce	Packing Condition	Damage rate (%)	Working performance (bags/hr)	Remark
0.08	Green pepper	Good	-	1780	-
	Carrot	Good	-	1390	
	Leaf of green perilla	Good	-	1780	
0.10	Green pepper	Good	-	2250	Green pepper feeding was needed two workers.
	Carrot	Good	-	1810	
	Leaf of green perilla	Good	-	2640	
0.13	Green pepper	Bad	15	2770	Sealing and cutting was bad.
	Carrot	Bad	12	2260	
	Leaf of green perilla	Bad	-	-	

나. 포장후 중량변화

청과물의 품질을 평가하는 주요한 인자로 선도, 외부에서 흰 색과 광택, 등급, 맛, 생산지, 품종 등이 있으며 이중에서도 가장 중요시되고 있는 것이 선도이다. 청과물은 다량의 수분을 함유하고 있어 증산에 의한 수분감소는 선도저하의 가장 큰 원인으로 이를 방지할 목적으로 청과물을 플라스틱 필름으로 포장한다. 따라서 본 연구에서도 풋고추와 당근을 대상으

로 포장한 것과 포장하지 않은 것으로 구분하여 상대습도 90%, 온도 4~6°C의 조건에서 25일 동안 저장하면서 중량변화량을 조사한 결과, 그림2와 3에서와 같이 포장구의 중량은 초기무게에 비해 각각 99.2, 98.9%였으나, 무포장구의 경우 각각 87.0, 94.0%로 나타나, 포장을 하여 중량감소를 방지할 수 있었다.

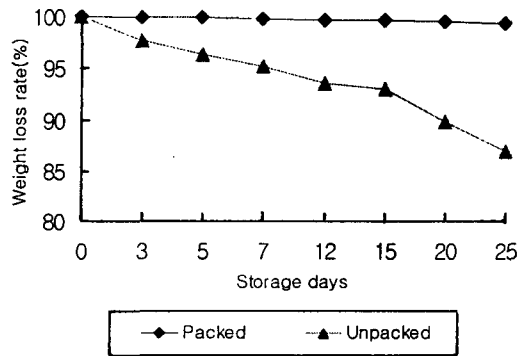


Fig. 2. Weight loss rate of during storage for green pepper

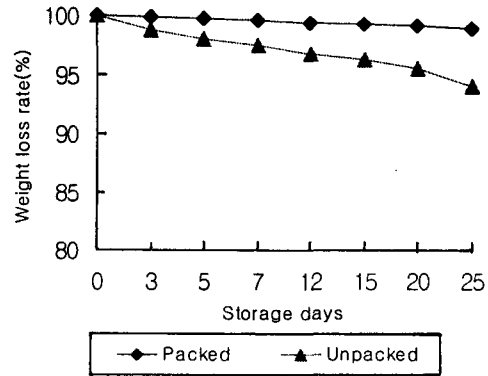


Fig. 3. Weight loss rate of during storage for carrot

다. 경제성 분석

개발된 시작기의 경제성을 비닐접착기를 이용하여 인력에 의존하는 관행방법과 비교하여 분석한 결과 표 4에 나타난 것과 같이 풋고추와 당근의 소요경비가 100상자당 각각 51,720원, 10,170원이 소요되어 인력에 의한 포장비용 82,340원, 14,640원에 비해 각각 37, 31% 절감되는 것으로 나타났다.

Table 4. Working performance and cost

Items		Prototype	Conventional
Unripe pepper	Working performance(bags/hr)	1,780	480
	Cost(Won/100boxes)	51,720(63%)	82,340(100%)
Carrot	Working performance(bags/hr)	1,810	540
	Cost(Won/100boxes)	10,170(69%)	14,640(100%)

4. 요약 및 결론

청과물의 선도를 산지에서 소비지까지 유지시키고, 유통중 감모율을 최소화하며, 청과물의 유통을 개선하기 위해서는 산지에서 소포장작업이 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서 인력을 크게 절감하면서 산지에서 직접 청과물을 소포장할 수 있도록 롤필름공급, 봉지성형, 밀봉 및 절단이 일관작업으로 이루어질 수 있는 포장기를 설계·제작하고 풋고추, 당근, 들깨잎을 공시하여 그 성능을 평가한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 물상태의 PE필름을 공급하면, 봉지가 만들어지도록 봉지중앙을 밀봉하며, 청과물의 크기에 맞추어 밀봉과 절단이 동시에 이루어지면서 배출되는 일관작업형의 자동포장기를 설계·제작하였다.

나. 성능시험 결과 포장물 공급속도가 0.08m/sec일 때 풋고추, 당근, 들깨잎의 작업성능은 시간당 1780, 1390, 1780봉지로 나타났으며, 공급속도가 0.10m/sec일 때의 성능은 시간당 2250, 1810, 2640봉지로 나타났고, 포장정밀도는 양호하였으며, 손상은 발생하지 않았다.

다. 풋고추와 당근을 포장한 것과 포장하지 않은 것으로 구분하여 저온저장고에 25일 동안 저장하면서 중량변화량을 조사한 결과, 포장구의 중량은 초기무게에 비해 각각 99.2, 98.9%였으나, 무포장구의 경우 각각 87.0, 94.0%로 나타났다.

라. 경제성분석 결과 풋고추와 당근의 소요경비가 100상자당 각각 51,720원, 10,170원이 소요되어 인력에 의한 포장비용 82,340원, 14,640원에 비해 각각 37, 31% 절감되는 것으로 분석되었다.

마. 금후 대상 작물을 확대하기 위하여 대파와 같이 길이가 긴 작물과 단감, 감자 등과 같은 구형작물에 대한 적응시험과 계량장치를 부착할 수 있도록 구조개선 시험이 필요한 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. 하영선. 1985. 청과물의 플라스틱필름 포장. 포장기술 VOL.3(11) : 68~77.
2. 경상남도 농촌진흥원. 1997. 농축산물 생산 유통정보, 1. 원예편. 농촌진흥청
3. 한국디자인포장센터. 1988. 포장기술편람.
4. 정찬길. 1997. 농산물 포장화 현황과 발전방향. 농산물 포장화 조기정착을 위한 세미나 자료. 한국농어민신문사 : 49~73
5. 하영선. 1984. 청과물의 포장. 포장기술 10권 : 72~84.
6. 하영선. 1996. 농산물의 신선포장과 국제경쟁력 제고 방안. 한국포장학회지 3(2) : 43~61.
7. 박형우. 1998. 고품질 농산물 유통을 위한 품질등급화 및 포장표준화. 한국농산물저장유통학회 심포지엄 논문집(고품질농산물 유통을 위한 콜드체인시스템 구축방안 심포지엄)
8. 濱川啓一 著. 월간 포장산업 편집국 譯. 1991. 상품개발을 위한 포장용 필름강좌. 도서출판 포장산업
9. 農耕と園藝編輯部. 1996. 省力機器による野菜生産技術. (株)誠文堂新光社.
10. Division of Agriculture and Natural Resources University of California. 1992. POSTHARVEST TECHNOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS.
11. KALMAN PELEG. 1985. PRODUCE HANDLING, PACKAGING & DISTRIBUTION. THE AVI PUBLISHING COMPANY INC.