

주요 과채류를 위한 자동 랩핑기 개발

Development of an Automatic Wrapping System for Major Fruit-Vegetable

이대원* 김 웅* 김현태* 성시홍**
정회원 정회원

D. W. Lee, W. Kim, H. T. Kim, S. H. Sung

1. 서론

농산물의 가장 큰 특징 중에 하나는 신선도가 상품가치 판단기준의 가장 중요한 척도 중에 하나라는 것이다. 현장에서 생산될 당시의 상태를 그대로 유지한 채로 소비자에게 공급될 수 있다면 가장 바람직할 것이다. 그러나 농산물은 생물체로써 수확 후에도 계속 성장활동을 하게 마련이다. 이러한 활동을 최소화시킴으로써 보다 신선한 농산물의 공급이 가능할 것으로 판단된다. 신선도의 유지는 농산물 내적인 요소뿐 만 아니라, 빠른 유통경로를 통해서 공급되는 것이 유리하다. 그러나, 때로는 그렇지 못하는 경우도 생긴다. 따라서 가능하면 수확, 운반, 저장시에 신선도를 오래 유지할 수 있도록 만드는 것이 여러 가지 측면에서 유리하다. 과채류의 신선도를 연장하기 위해서 가장 일반적으로 사용하는 방법이 포장이다. 과채류의 포장은 내부의 함수율을 유지하면서 공기의 공급이 가능하도록 하여야 하며, 또한 운반도중에 부딪히거나 마찰로 인한 과채류의 겉표면의 손상을 줄일 수 있어야 한다. 따라서 과채류의 포장에는 주로 랩을 이용하고 있다. 랩을 이용한 과채류의 포장은 대부분 수동으로 이루어지고 있기 때문에 생산현장이나 소비현장에서 많은 노동력 투입을 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 소비자의 선호도를 고려하여 랩을 이용하여 장방형 과채류를 자동으로 포장할 수 있는 시스템 개발을 목적으로 수행하였다. 지금까지의 과채류 자동포장에는 주로 날개포장이 대부분이다¹⁾. 그러나 대부분의 과채류의 경우에는 수동으로 여러개를 포장하여 신선도 및 운반 등에 용의하도록 포장한다. 따라서 본 연구에서는 장방형의 과채류를 한 개이상 자동 포장할 수 있도록 하였다.

* 성균관대학교 생물기전공학과

** 건국대학교 농업기계공학과

2. 재료 및 방법

(1) 실험장치

Fig. 1은 본 연구를 위해서 개발된 시스템을 나타낸 사진이다. 제작된 시스템은 투입구와 반출부가 있으며, 또한 과채류 회전부, 랩걸이부로 분류할 수 있다. 여기서 본 시스템의 작동원리를 살펴보면 다음과 같다. 본 연구에서 개발한 포장기는 과채류의 투입이 이뤄지기 전 랩걸이부가 CCW방향으로 회전하여 랩걸이부에 부착용 침을 이용하여 환봉이 두루말이 랩에서 랩을 과채류가 포장될 만큼의 적당한 길이로 당겨서 랩이 찢어진 상태로 만든다(①번 위치). 이 상태에서 랩걸이부가 다시 1/5정도 CW방향으로 회전(②번 위치)하여 랩이 느슨해지면 과채류가 투입된다. 과채류투입이 종료된 상태에서 랩걸이부가 다시 CW방향으로 돌아가(③번 위치) 롤러부에 부착된 열판에 의해 랩이 절단되고, 랩걸이부는 처음 위치로 환원하게 된다. 또한, 랩걸이부가 ②번 위치에서 ③번 위치로 이동하면 롤러부의 롤러가 회전을 시작하고, 이때 랩으로 감아진 과채류는 롤러부의 C자 모양의 안쪽면을 접하게 되고 그로 인해 과채류는 완전히 랩과 일치하게 된다. 랩이 다 감긴 후 롤러부가 CW방향으로 회전하여 랩으로 쌓인 과채류는 반출구를 통해 밖으로 빠져나가게 된다. 다시 롤러부는 제 위치(CWW방향)로 돌아가 다음 작업을 준비하게 된다.

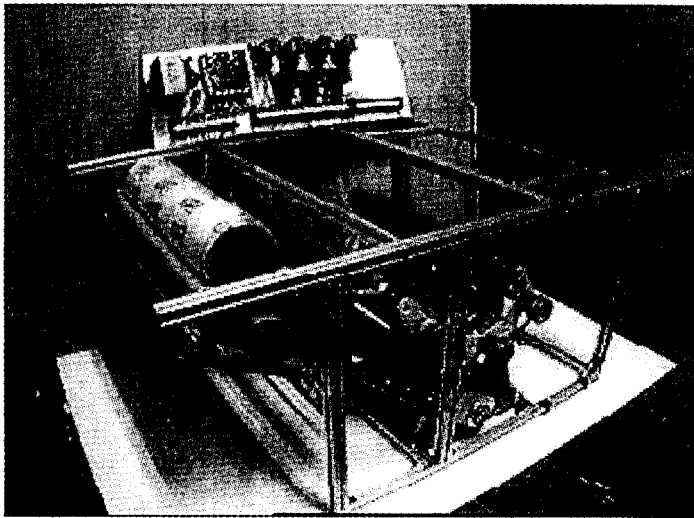


Fig. 1. Experimental equipment with prototype

Fig. 2는 시스템의 작동에 따른 과채류 포장과장을 나타낸 흐름도이다.

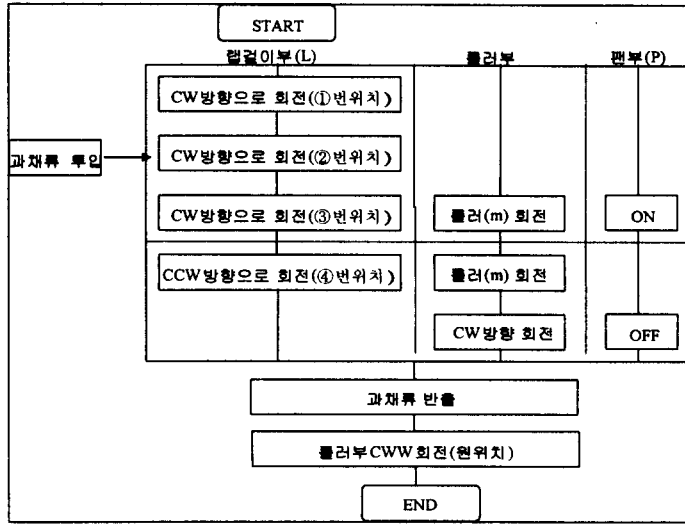


Fig. 2. Flow chart describing the functions performed by the system in wrapping fruit-vegetables

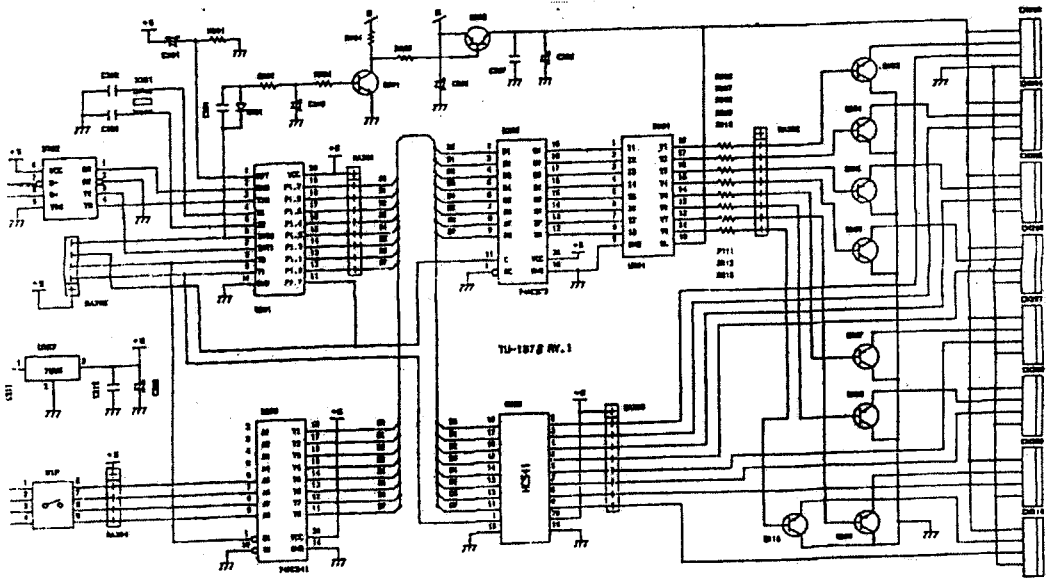


Fig. 3. Schematic diagram of motor control system

(2) 실험방법

과채류 포장시스템의 성능을 평가하기 위해서 Fig. 4와 같은 장방형과채류(오이, 가지, 호박 등) 3종류를 선정하였다. 또한 3종류의 과채류에 대한 크기에 따른 등급을 2가지로 분류하였다. 이렇게 분류된 각 과채류를 포장개수에 따른 포장효율을 관찰하기 위해서 1개에서

4개까지 4단계로 포장실험을 행하였다. 포장성능실험은 종류별 포장율을 알기 위해서 각각 10회 구동하여 포장의 정도를 측정하였다. 따라서 Table 1과 같이 과채류 종류(등급) 및 포장개수를 변수로 하여 실험설계 하였다. 포장율은 각 실험구를 10회 가동하여 포장의 정도를 관찰하였으며, 포장된 과채류가 랩 내부에서 각 개체들간에 상대적 위치 변동 없이 이동 등이 가능한 상태로 포장이 된 경우를 포장된 상태로 판정하였다.

Table 1 Experimental design

포장과채류수		1개	2개	3개	4개
종류(등급)					
오 이	상 품	Test 1-1-1	Test 1-2-1	Test 1-3-1	Test 1-4-1
	중 품	Test 1-1-2	Test 1-2-2	Test 1-3-2	Test 1-4-2
가 지	상 품	Test 2-1-1	Test 2-2-1	Test 2-3-1	Test 2-4-1
	중 품	Test 2-1-2	Test 2-2-2	Test 2-3-2	Test 2-4-2
호 박	상 품	Test 3-1-1	Test 3-2-1	Test 3-3-1	Test 3-4-1
	중 품	Test 3-1-2	Test 3-2-2	Test 3-3-2	Test 3-4-2

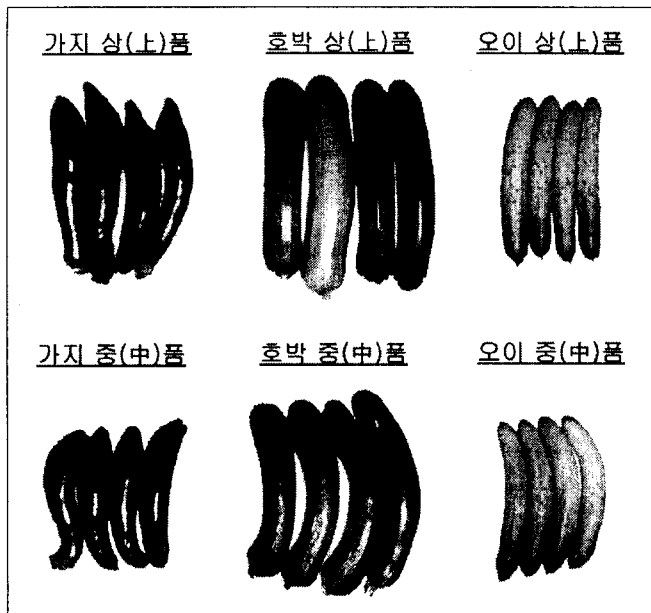


Fig. 4. Experimental material for wrapping ratio

3. 결과 및 고찰

(1) 종류(등급)별 포장효율

앞장의 실험설계를 기준으로 각 과채류의 종류(등급)별 포장율을 측정된 결과 Table 2와 같이 나타났다.

Table 2 Wrapping rate and computing times classified by a kind of fruit-vegetables

종류	등급	실험구	포장수(개)	포장율(%)	평균 포장율(%)
오 이	상품	Test 1-1-1	1	100	96
		Test 1-2-1	2	100	
		Test 1-3-1	3	100	
		Test 1-4-1	4	100	
	중품	Test 1-1-2	1	100	
		Test 1-2-2	2	100	
		Test 1-3-2	3	100	
		Test 1-4-2	4	70	
가 지	상품	Test 2-1-1	1	100	100
		Test 2-2-1	2	100	
		Test 2-3-1	3	100	
		Test 2-4-1	4	100	
	중품	Test 2-1-2	1	100	
		Test 2-2-2	2	100	
		Test 2-3-2	3	100	
		Test 2-4-2	4	100	
호 박	상품	Test 3-1-1	1	100	45
		Test 3-2-1	2	100	
		Test 3-3-1	3	0	
		Test 3-4-1	4	0	
	중품	Test 3-1-2	1	100	
		Test 3-2-2	2	60	
		Test 3-3-2	3	0	
		Test 3-4-2	4	0	

위의 결과에서 살펴보면 오이의 경우에는 약 96%의 포장율을 보였으며, 중품의 경우 70%의 포장이 이루어진 것을 알 수 있다. 이는 굵은 정도가 상품에 비하여 높고, 이에 따른 포장을 위한 회전 단면적의 증가 때문인 것으로 판단된다. 가지의 경우 100%의 포장율을 보였다. 가지의 경우 포장을 위한 회전 단면적이 비교적 균일하고, 가지표면의 물리적 특성상 랩과의 접착력이 다른 과채류에 비해서 매우 높기 때문으로 판단된다. 호박의 경우 전체 평균포장율이 45%로 다른 과채류에 비해서 비교적 낮은 포장율을 보였다. 그러나 이는 포장 하고자 하는 호박의 개수가 1, 2개에서의 거의 포장이 이루어진 것을 볼 수 있으며, 3, 4개의 경우는 거의 포장이 되지 않은 것을 볼 수 있다. 따라서 호박의 경우 다른 과채류에 비해서 단면적이 크기 때문에 3개 이상의 포장시에는 개발된 시스템의 포장할 랩의 길이가 부족해서 일어난 현상이다. 따라서 호박과 같은 비교적 단면적이 넓어 포장회전반경이 큰 장방형과채류의 경우에는 시스템의 보완이 필요할 것으로 판단된다. 따라서 과채류의 포장 효율은 과채류의 종류나 등급에 따른 차이는 거의 없으며, 단지 포장단면적과 차이에 따라 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

(2) 포장과채류수에 따른 포장효율

앞장의 실험설계를 기준으로 포장하고자 하는 과채류의 개수에 따른 포장을 측정된 결과 Table 3과 같이 나타났다.

Table 3 Wrapping rate and computing times classified by wrapping numbers

포장과채류개수	종류	등 급	실험구	포장율(%)	평균포장율(%)
1	오이	상 품	Test 1-1-1	100	100
		중 품	Test 1-1-2	100	
	가지	상 품	Test 2-1-1	100	
		중 품	Test 2-1-2	100	
	호박	상 품	Test 3-1-1	100	
		중 품	Test 3-1-2	100	
2	오이	상 품	Test 1-2-1	100	93
		중 품	Test 1-2-2	100	
	가지	상 품	Test 2-2-1	100	
		중 품	Test 2-2-2	100	
	호박	상 품	Test 3-2-1	100	
		중 품	Test 3-2-2	60	
3	오이	상 품	Test 1-3-1	100	67
		중 품	Test 1-3-2	100	
	가지	상 품	Test 2-3-1	100	
		중 품	Test 2-3-2	100	
	호박	상 품	Test 3-3-1	0	
		중 품	Test 3-3-2	0	
4	오이	상 품	Test 1-4-1	100	62
		중 품	Test 1-4-2	70	
	가지	상 품	Test 2-4-1	100	
		중 품	Test 2-4-2	100	
	호박	상 품	Test 3-4-1	0	
		중 품	Test 3-4-2	0	

위의 결과에서 포장과채류수를 1개, 2개, 3개, 4개로 하였을 때 포장율은 각각 100%, 93%, 67%, 62%로 나타났다. 따라서 1개의 경우가 100%로 가장 높고, 2개가 93%로 비교적 포장이 잘 이루어지는 것을 알 수 있다. 3개의 경우 67%로 나타났는데 오이와 가지의 경우 100%로 포장이 잘 이루어졌지만 호박의 경우 0%로 포장이 전혀 이루어지지 않았다. 4개의 경우 오이는 중품의 경우 70%로 나타났고 가지는 100%, 호박의 경우 3개일 때와 마찬가지로 포장이 되지 않은 것을 알 수 있다. 이는 앞에서도 언급하였지만, 각각의 과채류의 포장되는 회전단면적의 차이 때문이다.

따라서 본 시스템을 보다 광범위하게 과채류의 포장에 이용하기 위해서는 포장하고자 하는 과채류의 단면적과 수량을 고려하여 능동적으로 포장될 수 있도록 시스템을 보완하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 랩을 이용하여 장방형과채류의 자동포장기를 개발하고자 수행하였다. 랩을 이용한 과채류의 포장은 과채류의 수분유출을 방지하고, 공기공급을 가능하게 하여 과채류의 신선도를 유지 할 수 있을 뿐만 아니라, 수확한 과채류를 생산지에서 직접 포장함으로써 운반도중 조기 부패하거나, 표피의 손상을 방지할 수 있는 포장시스템개발을 목적으로 하였다. 또한 산지 포장에 의한 농촌의 일손 부족문제를 해결함과 동시에 소포장 단위와 신선한 과채류를 원하는 소비자의 구매욕구를 충족시킬 수 있도록, 시스템을 설계 제작하여 과채류의 종류(등급) 및 포장개수에 따른 포장효율을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 장방형과채류 중 오이의 경우에는 약 96%의 포장율을 보였으며, 오이 중품의 경우는 70%의 포장이 이루어진 것을 알 수 있었다. 가지의 경우 상품, 중품 모두 100%의 포장율을 보였으며, 호박의 경우 약 45% 포장이 된 것을 알 수 있었다. 이는 과채류별 포장할 과채류 단면적의 차이 때문이었으며, 과채류 표면의 물리적인 특징도 포장효율에 영향을 미친 것으로 판단되었다.

2. 과채류의 포장개수별 1, 2, 3, 4개의 포장효율을 살펴 보면 각각 100%, 93%, 67%, 62%로 나타났다. 개수별 포장효율도 포장할 과채류의 회전 단면적의 차이에 따라 효율이 변하는 것을 알 수 있다. 따라서 모든 장방형 과채류에서 포장이 가능하고, 포장단면적에 대해서도 보다 능동적으로 대처할 수 있는 시스템을 보완할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- (1) 성시홍, 이대원. 1996. 컴퓨터의 화상처리를 이용한 오이의 자동선별, 등급판정 및 포장 시스템 개발. 농림부 연구보고서.
- (2) 성시홍, 이대원. 1996. 오이의 등급판정을 위한 영상처리시스템 개발. 한국원예학회지. 37권 3호, pp399-405.
- (3) 농촌진흥청. 1994. 작목별 작업단계별 노동력투하시간.
- (4) 박권우, 이미현, 이궁표. 1993, 방울다다기 양배추의 보수력에 미치는 다듬기, 저장 온도와 필름포장의 효과. 한국원예학회지
- (5) 農業機械學會紙 第 59卷 第1号, 1986, シニツソク 包装による 農産物の 品質保護に關する 研究
- (6) Roy, S; Anantheswaran, R.B. Modified atmosphere and modified humidity packaging of fresh mushrooms. 1996, Journal of food Science 61(2)391-397