

고추의 꼭지제거 시스템 개발(II)⁺

— 시작품의 제작 및 성능평가 —

Development of Red Pepper Calyx-plucking System(II)

조 용 진*

Y. J. Cho

박 재 복*

J. B. Park

Summary

A prototype calyx-plucking system was designed on the basis of a calyx-plucking method which had been developed in the previous study. This system was composed of a pair of compressive rollers and three pairs of tensile rollers.

The performance test for this system revealed that two significant factors of operating conditions were the moisture content of red pepper and the relative velocity between tensile rollers.

The newly developed system can be utilized as an efficient calyx-plucking unit in the processing plant for powdering red pepper.

1. 서 론

현재 고추의 꼭지를 기계적으로 제거하는 장치로서 소개되고 있는 고추꼭지 제거기는 크게 두 가지 유형으로 구분된다. 하나는 고추를 세절한 후 절단된 꼭지부를 선별하여 제거하는 방법이고, 다른 하나는 고추꼭지의 일부만을 절단하여 제거하는 방법이다. 두 가지 방법 모두 고추의 꼭지 중 일부만을 절단하여 제거하는 방법이므로 꼭지의 나머지 일부가 고춧가루 제조시 그대로 혼입될 수 밖에 없어, 이와 같이 제조된 고춧가루의 경우 우수한 품질을 기대하기 어렵게 된다.

이에 고추의 꼭지를 효과적으로 제거할 수 있는 새로운 꼭지제거 시스템을 개발하고자 이미 선행연구로서 꼭지제거의 원리에 관한 연구(박과 조, 1992)를 수행한 바 있다.

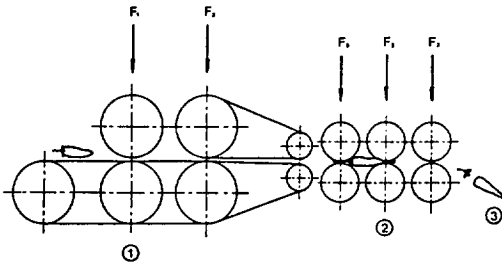
따라서, 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 시작품(prototype)의 고추꼭지 제거 시스템을 제작하고, 시스템의 성능평가를 실시하였다.

2. 시스템의 설계 및 제작

그림 1은 고추꼭지제거의 원리에 따라 구성된 고추꼭지제거장치의 개략도를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 시스템은 투입된 고추를 압축하면서 이송하는 기능을 갖는 직경 110mm의 압축롤러와, 고추가 진행하면서 상대속도에 의해 인장력을 받을 수 있도록 한 직경 70mm의 인장롤러 3쌍으로 구성되었다. 여기서 인장롤러의 직경과 인장롤러 사이의 축간거리는 우리나라에서 주로 재배되고 있는 고추의 크기를 고려하여 고추의 인장 및 이송 효과를 충분히 얻을 수 있도록 설계하였다.

⁺ 이 연구는 1990년도 과학기술처의 특정연구개발사업을 위한 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

* 한국식품개발연구원



F_1, F_2, F_3 : Compressive forces

- ① Rollers for compression
- ② Rollers for tension
- ③ Red pepper

Fig. 1 Schematic diagram of a calyx-plucking apparatus

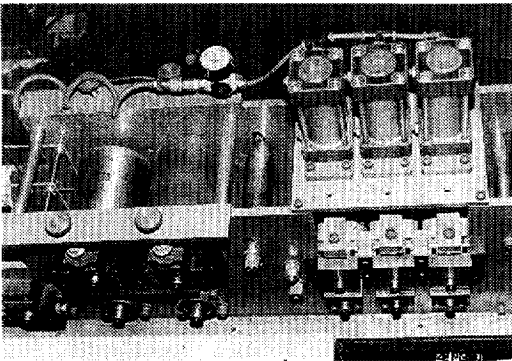


Fig. 2 A prototype calyx-plucking apparatus

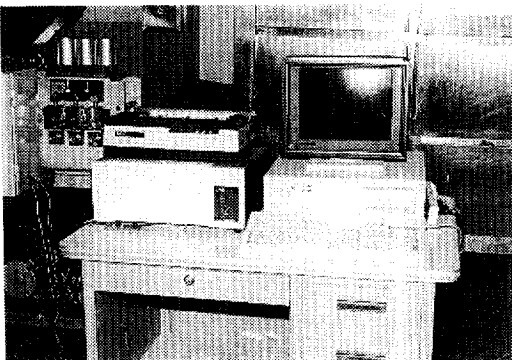


Fig. 3 The controller for a calyx-plucking apparatus

그림 2와 3은 시작품의 고추꼭지제거장치 및 제어시스템을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 인장롤러의 압력을 용이하게 조정할 수 있도록 공압실린더 (유효직경: 40mm; 행정: 50mm)를 설치하였으며, 압축롤러와 인장롤러의 회전속도를 제어하기 위하여 개인용 컴퓨터 (IBM-PC/XT), D/A 컨버터, DC 모터 컨트롤러 등으로 제어시스템을 구성하였다. 여기서 고추 꼭지제거장치의 인장롤러는 실리콘 롤러로 제작되었는데 롤러의 표면경도가 높을수록 효과적이었다. 한편, 고추가 꼭지제거장치의 입구에서 2줄로 줄지어 공급될 수 있도록 격벽을 설치하였다.

3. 시작품의 성능평가

가. 실험재료

개발된 고추꼭지제거장치의 성능을 평가하기 위하여 1991년 충북 음성에서 생산된 급탑과 다복을 구입한 후 실험목적에 알맞도록 항온항습기를 이용하여 20°C-65%RH의 조건과 30°C-90%RH의 조건하에서 고추의 함수율을 조절한 후 실험에 사용하였다.

나. 실험방법

개발된 고추꼭지제거장치의 성능에 미치는 영향을 요인별로 분석하여 꼭지제거장치의 성능을 평가한 후 적정 운전조건을 제시하고자 표 1과 같은 요인별 조건하에서 꼭지제거장치의 꼭지제거율과 과피손상율을 측정하였다. 각각의 요인은 예비실험을 통해 선정되었으며 품종은 대과종의 대표적인 품종인 급탑과 소과종의 대표적인 품종인 다복으로 구분하여 선택하였다. 여기서 꼭지제거율과 과피손상율은 다음과 같이 정의하였다.

$$\text{꼭지제거율} = \frac{\text{꼭지가 제거된 고추의 수}}{\text{운전한 고추의 투입갯수}}$$

$$\text{과피손상율} = \frac{\text{과피가 손상된 고추의 수}}{\text{운전한 고추의 투입갯수}}$$

실험은 각 요인별 조건하에서 20개의 온전한 고추를 임의로 채취하여 4반복으로 실시하였다. 한편, 실험 후 요인별 영향에 대한 통계분석을

위하여 SAS/STAT(version 6.04)의 ANOVA procedure를 이용하였다.

Table 1. Experimental conditions for performance test of the calyx-plucking system

Factor		Level
Red pepper	Variety, V	Geumtap, Dabok
	Moisture, mc	High(about 26% w.b.) Low(about 19% w.b.)
System	Gage pressure of roll, p	1.0, 2.0, 3.0kg/cm ²
	Relative velocity between rolls, RV	100, 200, 300mm/s

다. 결과 및 고찰

1) 평균 꼭지제거율 및 과피손상율

본 연구에서 고추꼭지제거장치의 개발목표는 연속작업이 가능해야 하는 전제하에서 고추로부

터 꼭지를 제거하는 능력을 최대로 하고 과피의 손상을 최소화하는 데 있다. 본 절에서는 개발된 장치의 기계적 요인과 고추의 상태에 따른 꼭지 제거율 및 과피손상율을 분석하였다.

Table 2. Calyx-plucked and pericarp-sheared rate by the developed system
(a) Variety : Geumtap ; Moisture : Low(about 19% w.b.)

Operating condition		Calyx-plucked rate(%)	Pericarp-sheared rate(%)
P(kg/cm ²)	RV(mm/s)		
1.0	100	81.3	5.0
	200	87.5	16.3
	300	95.0	33.8
2.0	100	77.5	10.0
	200	90.0	15.0
	300	90.0	31.3
3.0	100	87.5	5.0
	200	95.0	15.0
	300	96.3	43.8

표 2는 개발된 고추꼭지제거장치의 꼭지제거율과 과피손상율을 나타낸 것이다. 표 2를 살펴보면, 롤러 사이의 상대속도가 클수록 꼭지제거율은 증가하지만 반면에 과피의 손상율도 증가함을 알 수 있다. 박 등(1989)이 제시한 고춧가루 제조공정에서는 꼭지제거율이 증대될수록 고춧

가루의 품질이 향상되어 바람직하지만 고추꼭지 제거공정에서 과피의 손상이 많아지게 되면 원료의 손실이 초래되어 바람직하지 못하게 된다. 그러므로, 과피의 손상이 적으면서 꼭지의 제거가 양호한 운전조건이 제시되어야 한다.

(b) Variety : Geuntap ; Moisture : High(about 26% w.b.)

Operating condition		Calyx-plucked rate(%)	Pericarp-sheared rate(%)
P(kg/cm ²)	RV(mm/s)		
1.0	100	50.0	0.0
	200	83.8	0.0
	300	86.3	10.0
2.0	100	55.0	0.0
	200	71.3	0.0
	300	82.5	15.0
3.0	100	55.0	0.0
	200	82.5	0.0
	300	92.5	8.0

(c) Variety : Dabok ; Moisture : Low(about 19% w.b.)

Operating condition		Calyx-plucked rate(%)	Pericarp-sheared rate(%)
P(kg/cm ²)	RV(mm/s)		
1.0	100	82.5	2.5
	200	92.5	8.8
	300	98.8	41.3
2.0	100	85.0	3.8
	200	91.3	16.3
	300	93.8	28.8
3.0	100	76.3	1.3
	200	96.3	22.5
	300	97.5	47.5

(d) Variety : Dabok ; Moisture : High(about 26% w.b.)

Operating condition		Calyx-plucked rate(%)	Pericarp-sheared rate(%)
P(kg/cm ²)	RV(mm/s)		
1.0	100	50.0	0.0
	200	83.8	0.0
	300	86.3	10.0
2.0	100	55.0	0.0
	200	71.3	0.0
	300	82.5	15.0
3.0	100	55.0	0.0
	200	82.5	1.3
	300	92.5	8.8

2) 요인별 영향 분석

앞에서 살펴본 바와 같이 고추꼭지제거장치는 과피의 손상이 발생하지 않으면서 고추꼭지가 효과적으로 제거되어야 하는데 고추꼭지제거장

치의 성능에 영향을 주는 요인으로서 인장롤러의 상대속도, 인장롤러의 압력, 고추의 함수율, 품종 등이 주요 요인으로 파악되어 요인실험에 의해 요인별 영향을 분석하고자 하였다.

Table 3. ANOVA for calyx-plucked rate

Source	DF	Mean square	F value	Pr>F
Block	3	6.0625	2.13	0.1006
V	1	3.6736	1.29	0.2587
V*mc	1	0.0069	0.00	0.9607
V*P	2	0.9236	0.32	0.7241
V*RV	2	0.2152	0.08	0.9274
mc	1	430.5625	150.93**	0.0001
mc*P	2	2.3125	0.81	0.4470
mc*RV	2	70.3958	24.68**	0.0001
P	2	4.9236	1.73	0.1824
P*RV	4	0.6423	0.23	0.9239
RV	2	331.7152	116.28**	0.0001
Error	121	2.8527	—	—

** highly significant

Table 4. ANOVA for pericarp-sheared rate

Source	DF	Mean square	F value	Pr>F
Block	3	1.7962	0.77	0.5112
V	1	7.1111	3.06	0.0828
V*mc	1	5.4444	2.34	0.1284
V*P	2	1.1319	0.49	0.6156
V*RV	2	0.5277	0.23	0.7971
mc	1	256.0000	110.17**	0.0001
mc*P	2	6.0208	2.59	0.0791
mc*RV	2	45.0833	19.40**	0.0001
P	2	3.7986	1.63	0.1993
P*RV	4	2.0694	0.89	0.4718
RV	2	277.6944	119.51**	0.0001
Error	121	2.3235	—	—

** highly significant

표 3과 4는 꼭지제거 및 파괴손상율에 대한 분산분석을 각각 나타낸 것이다. 표 3과 4는 각각의 요인에 대해 유사한 경향을 나타내고 있는데 고추의 함수율과 인장롤러 사이의 상대속도에 의한 영향만이 고도로 유의한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로부터 고추꼭지제거장치를 효과적으로 이용하기 위해서는 고추의 함수율과 인장롤러의 상대속도를 적절한 수준으로 선택하는 것이 바람직함을 알 수 있다. 또한, 표 3과 4로부터 대과종 고추와 소과종 고추의 꼭지제거율은 차이가 없음을 알 수 있고, 인장롤러의 압력에 의한 영향도 유의하게 나타나지 않고 있어 인장롤러에서의 운동에너지의 손실을 줄이기 위해 압력을 높이지 않는 것이 바람직함을 알 수 있다.

Table 5. Duncan's multiple range test for calyx-plucked rate

Duncan grouping	Level of RV (mm/s)	Mean (%)
A	300	91.46
B	200	85.31
C	100	66.25

Note : Means with the same letter are not significantly different.

Table 6. Duncan's multiple range test for pericarp-sheared rate

Duncan grouping	Level of RV (mm/s)	Mean (%)
A	300	25.84
B	200	9.79
C	100	2.29

Note : Means with the same letter are not significantly different.

한편, 표 5와 6은 분산분석에서 유의한 요인으로 나타난 인장롤러의 상대속도의 영향에 대해 Duncan의 다중검정을 실시한 결과를 나타낸 것이다. 표 5와 6에서 보는 바와 같이 인장롤러 사

이의 상대속도가 클수록 꼭지제거율은 유의하게 증가하는 것으로 나타난 반면에 파괴손상율이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로부터 꼭지제거율을 향상시키기 위해 인장롤러의 상대속도를 증가시키는 것은 파괴손상율도 같은 방향으로 증가하기 때문에 제한되어야 함을 알 수 있다. 결국 고추의 함수율이 18~20% (w.b.)에서 인장롤러 사이의 상대속도가 200 mm/s 정도일 때 적합한 운전조건으로 제시할 수 있다.

3) 성능평가에 대한 고찰

본 연구에서 개발된 고추꼭지제거 시스템은 고추의 투입량에 의해 시스템의 처리능력이 제한되는 것으로 파악되었다. 함수율이 약 20% (w. b.)인 고추를 대상으로 압축롤러의 선속도 800 mm/s, 인장롤러에서 1차 롤러의 선속도 820mm/s, 2차 롤러의 선속도 1020mm/s, 3차 롤러의 선속도 1220mm/s의 조건하에서 고추꼭지제거장치의 정격 처리능력을 평가한 결과, 1시간당 36kg의 고추를 처리할 수 있는 것으로 나타났다. 이때의 꼭지제거율은 90% 이상으로 나타났다.

본 연구에서 개발된 고추꼭지제거 시스템은 고춧가루 제조공장의 설비로 직접 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이때 개발된 고추꼭지제거장치를 단위 기계로 구성하여 고춧가루 제조공장의 1일 생산규모에 따라 적정 수량의 단위 기계를 설치하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 공장 단위에서의 고춧가루 제조시 가장 중요한 공정 중의 하나인 고추의 꼭지제거 공정을 기계화하기 위하여, 고추가 연속적으로 이송되면서 압축될 수 있는 1쌍의 압축롤러와 고추가 진행하면서 상대속도에 의해 인장력을 받을 수 있는 3쌍의 인장롤러로 구성된 고추꼭지제거 시스템을 개발하였다.

개발된 시스템의 성능은 매우 우수하였으며 고춧가루 제조공장의 설비로 직접 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 박재복 등. 1989. 고추분말의 가공기술 개발에 관한 연구(1차년도). 한국식품개발연구원 연구보고서.
2. 박재복, 조용진. 1992. 고추의 꼭지제거 시스템 개발(1) : 꼭지제거의 원리. 한국농업기계학회지 17(3) :

학 회 광 고

한국농업기계학회의 재정 자립과 학술발전을 위한 기금을 모금하오니 적극적으로 호응하여 주시기 바랍니다.

온라인 계좌번호 :

국민은행(수원지점)	203-01-0463-136
농협중앙회(서둔동지점)	125-01-054226
우체국(수원서울대우체국)	104075-0001642

납입금액 : 제한없음