

고추의 꼭지제거 시스템 개발(I)

— 꼭지제거의 원리 —

Development of Red Pepper Calyx-plucking System(I)

박재복*

J. B. Park

조용진*

Y. J. Cho

Summary

Red pepper is composed of pericarp and calyx. Calyx must be removed for the production of high quality powdered red pepper. However, an apparatus to effectively remove calyx is not available.

This study was performed to develop a method to remove calyx. According to the result of this study, the following method was found out to be very effective.

Step 1 : Red pepper must be compressed by a compressing apparatus such as roller system.

Step 2 : Calyx in red pepper must be plucked out when red pepper passes through roller system with relative velocity.

1. 서론

고추는 우리나라의 농업 생산 및 식생활에서 차지하는 비중이 비하여 고추의 가공 및 유통 부문이 매우 낙후되어 있는 작물이다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 그동안 많은 연구가 수행되었으며, 그 결과 대규모 공장 단위의 고춧가루 제조공장의 설립이 바람직한 것으로 인식되고 있다(박재복 등, 1989).

그런데, 고추에는 회분과 조섬유질의 함량비가 매우 높은 고추꼭지가 포함되어 있어 고춧가루 제조시 고추꼭지가 혼입될 경우 고춧가루의 상품성은 현저히 저하된다. 그럼에도 불구하고 대규모의 공장 단위에서 고춧가루를 제조하는 경우 고추꼭지를 효과적으로 제거하지 못하고 있는 실정이었다. 만약 고춧가루 제조공장에서 고추 1개의 무게가 약 4g인 원료 고추를 기준으로 하여 1일 5톤을 처리하고자 한다면 120만개의 고추의 꼭지를 제거해야 하므로 고추의 꼭지제

거 작업을 인력에 의존한다는 것은 지극히 어려운 일이다.

따라서, 본 연구에서는 고춧가루의 품질을 극대화하고 고춧가루 제조과정 중 고추꼭지 제거 공정을 기계화하기 위하여 고추의 꼭지를 완전히 분리제거할 수 있는 고추꼭지제거 시스템을 개발하기 위한 기초연구로서 고추의 압축 처리에 따른 인장 특성을 분석하여 고추꼭지제거의 원리를 밝히고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

실험에 사용된 건고추는 1989년 충북 음성에서 생산된 다복, 적토마 및 금탑으로서 항온항습 조에서 25°C-60%RH, 37°C-50%RH, 42°C-52%RH의 3가지 조건하에서 함수율이 조절되어 사용되었다.

* 한국식품개발연구원

나. 실험방법

1) 압축실험 및 장치

고추가 롤러 사이를 통과할 때 고추가 받는 압축력을 측정하고, 그 효과를 분석하기 위하여 그림 1과 같은 장치를 사용하였다.

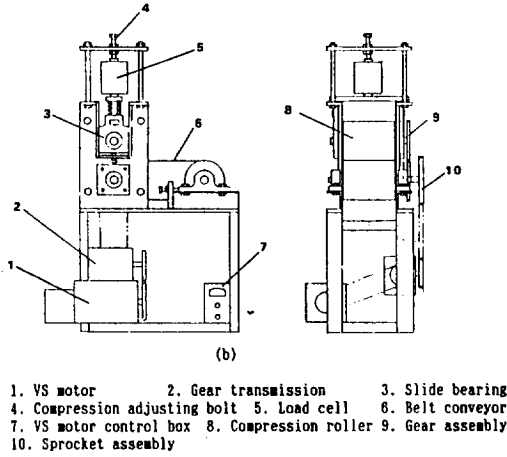


Fig. 1 An apparatus for compression

그림 1에서 압축롤러는 0.5HP V.S 모터에 의해 구동되었으며, 상부 롤러 장치의 자중에 의해 5.5kg의 힘이 가해지고 있고, 예비실험에 의해 공회전 상태에서 스프링에 의해 40~50kg의 초

Table 1. Conditions for tensile test

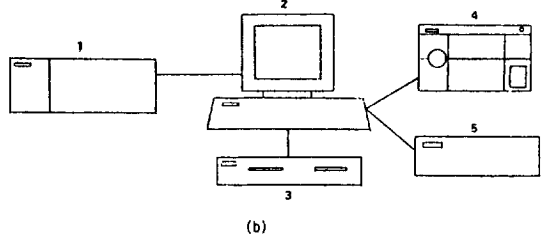
Material	Condition	Classification
Red Pepper without Calyx	Natural	Type 1
Red Pepper with Calyx	Natural	Type 2
	Compressed by Roller	Type 3

인장실험에는 인스트론 만능시험기 (Instron Universal Testing Machine, Instron Model 11 27)가 사용되었으며 인스트론 인장기구의 수직 이동 속도는 50mm/min으로 하였고, 기록지의 이송속도는 100mm/min이었다. 반복실험은 조건별로 5~6회 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 압축 효과

기힘이 가해지도록 하였다. 롤러의 선속도는 12.1cm/s이었다.



- 1. Data acquisition unit (HP3497A)
- 2. Microcomputer (HP86)
- 3. Disc drive (HP9121)
- 4. Plotter (HP7475A)
- 5. Printer (HP82906)

Fig. 2 An data acquisition system for compression test

한편, 압축롤러에서 스프링에 의해 고추가 받는 압축력은 용량 100kg 로드셀(CRD-100, Bongshin Load Cell Co.)에 의해 감지되어 스트레인 게이지 전용 증폭장치 (Op. Amplifier, Hando Engineering Co.)를 거쳐서 그림 2와 같은 자료 수집장치에 의해 측정되었다.

2) 인장실험 및 장치

고추가 표 1과 같은 조건하에서 길이 방향으로 인장력을 받았을 때 파괴(rupture)를 일으키는 힘을 측정하였다.

그림 3과 4는 고추가 압축롤러를 통과하면서 받은 힘을 나타낸 것이다. 그림에서 기준치는 롤러의 공회전 상태를 나타내는 것이며, 각각의 최대치는 개개의 고추가 롤러를 통과할 때 파괴와 꼭지의 집합부가 롤러의 중심선상에 놓이는 경우를 나타내는 것이다. 그림 3과 4를 비교해 볼 때 품종에 따라서 고추가 받는 압축력이 다른 것은 고추의 크기가 다르기 때문이다.

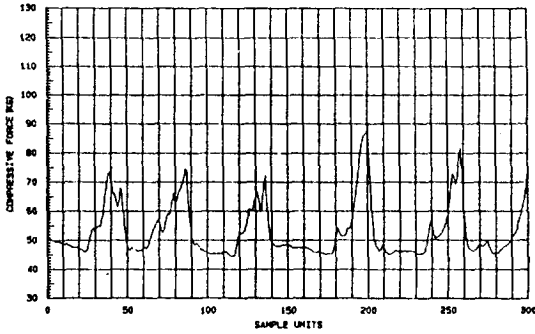


Fig. 3 Compressive force by the roller
(Variety : Dabok ; mc : 15.5% w.b.)

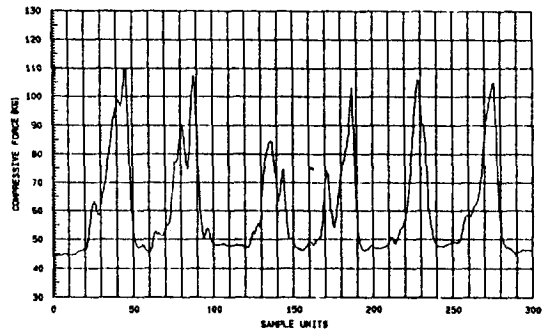


Fig. 4 Compressive force by the roller
(Variety : Jeoktoma ; mc : 15.5% w.b.)

Table 2. Compressive forces by the roller

Variety	mc(% w.b.)	Compressive force(kg)	
		Mean	STD
Dabok	15.5	75.7	11.0
	13.0	76.4	9.3
	10.3	71.4	13.0
Jeoktoma	15.5	99.2	14.7
	13.9	97.5	16.1
	10.0	100.0	16.3

그러나, 표 2에서 보는 바와 같이 고추가 압축롤러를 통과할 때 고추의 크기가 다른 두 가지 품종 사이에는 스프링의 변형길이가 다름으로 인하여 압축력이 다르게 나타났으나 함수율에 따른 압축력의 차이는 무시할 정도였다.

이와 같이 고추가 압축롤러를 통과할 때 품종에 따라 일정한 크기의 압축력을 받게 되며, 그 결과 롤러에 의한 압축력은 과피와 꼭지의 경계부에서 물리적 변형을 야기시키는 것으로 관찰되었다.

나. 인장특성

본 연구에서는 고추의 꼭지를 과피로부터 분리제거할 수 있는 원리를 찾고자 표 1과 같은 조건하에서 고추가 길이 방향으로 인장력을 받았을 때 과피가 일어나는 인장력을 측정하였다.

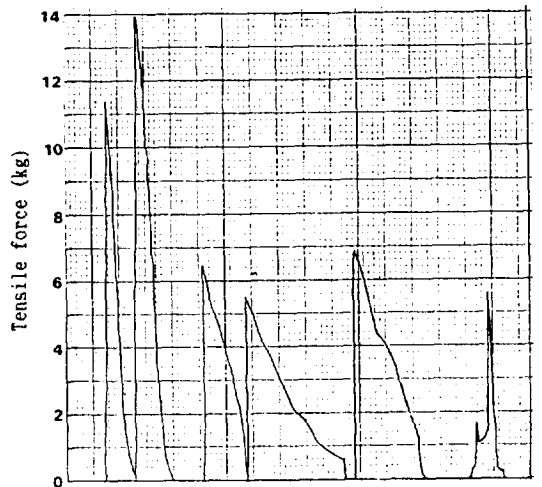


Fig. 5 Tensile characteristics under the condition of type 1 in Table 1

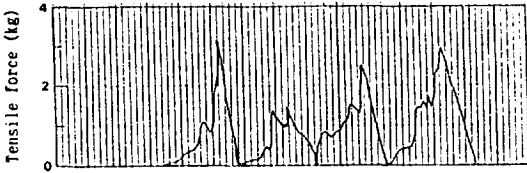


Fig. 6 Tensile characteristics under the condition of type 2 in Table 1

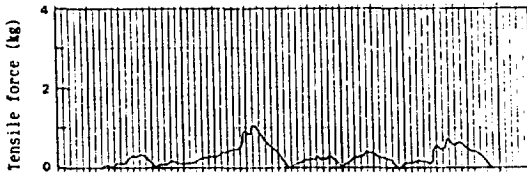


Fig. 7 Tensile characteristics under the condition of type 3 in Table 1

그림 5에서 7은 표 1과 같은 조건하에서의 인장특성을 나타낸 예이다. 그림에서 최대 인장력으로 나타나는 지점에서 고추가 파괴되어 분리되는 현상을 나타내고 있다. 따라서 그림 5, 6, 및 7을 비교해 보면 꼭지가 분리되기 위하여 제3형의 조건에서 최소의 인장력이 소요됨을 알 수 있다.

표 3은 몇 가지 품종과 함수율에 따른 인장특성을 나타낸 것이다. 표 3은 표 1과 같은 조건에 따른 rupture point의 차이를 명백하게 보여주는 것으로서, 특히 제3형의 조건의 경우 고추의 압축 효과를 잘 보여주고 있다. 즉, 고추의 압축 효과에 의해 고추의 꼭지와 과피가 분리되는 인장력은 압축 처리를 하지 않은 경우에 비하여 약 20%에 불과한 것으로 나타났다.

Table 3. Average rupture point by tensile force

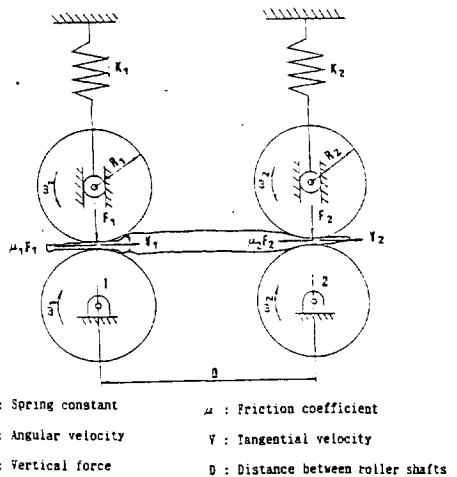
Variety	mc(% w.b.)	Rupture point(kg)			Type 3/Type 2(%)
		Type 1*	Type 2*	Type 3*	
Dabok	15.5	8.3	2.7	0.6	22.2
Keumtap	13.0	8.5	2.5	0.6	24.0
Jeoktoma	15.5	9.2	2.7	0.5	18.5
Jeoktoma	13.0	7.9	2.2	0.3	13.6

* Classification in Table 1

다. 고추꼭지 제거의 원리

고추의 꼭지를 과피로부터 분리제거하기 위하여 고추를 일정한 압축력이 작용하는 압축롤러를 통과시킨 후 그림 8과 같이 상대속도를 가지는 2쌍의 인장롤러를 통과시키면 고추의 꼭지와 과피가 각각으로 분리될 것으로 기대된다.

그림 8에서 롤러의 축간거리(D)는 꼭지를 포함한 고추 전체 길이보다 작아야 한다. 또한 F1과 F2는 고추가 미끄러지지 않고 진행할 수 있도록 충분해야 한다. 그림 8과 같은 메카니즘에서 가장 중요한 요인은 V1과 V2로서 V2는 V1보다 항상 큰 값을 가져야 하나 상대속도가 지나치게 클 경우 오히려 과피의 파괴를 초래할 염려가 있게 된다.



K : Spring constant
 ω : Angular velocity
 F : Vertical force
 μ : Friction coefficient
 v : Tangential velocity
 D : Distance between roller shafts

Fig. 8 The operating principle of calyx-plucking system for dried red pepper

4. 결론

본 연구에서는 고추의 꼭지를 과피로부터 완전히 분리제거하기 위한 꼭지제거의 원리를 찾고자 하였다.

본 연구의 결과에 의하면 고추를 일정한 압축력이 작용하는 압축롤러를 통과시킨 후 상대속도를 가지는 2쌍의 인장롤러를 통과시키는 방법에 의해 연속적으로 고추의 꼭지를 제거할 수 있을 것으로 기대된다.

이와 같은 꼭지제거의 원리를 가지는 단위기계는 고춧가루 제조공장의 설비로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 박재복 등, 1989. 고추분말의 가공기술 개발에 관한 연구(1차년도). 한국식품개발연구원 연구보고서.