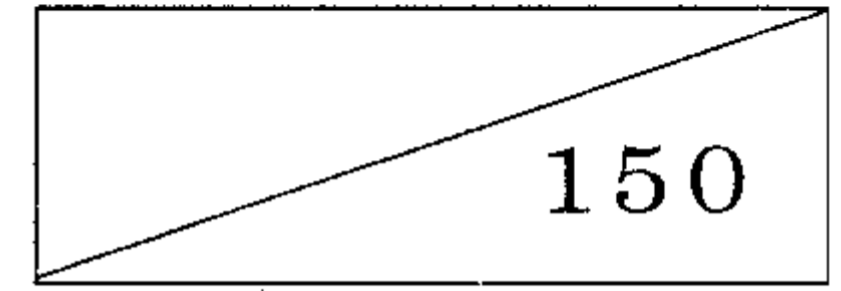


최 종
연구보고서

GA0665-07015



고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지제거 시스템 개발

**Development of Calyx Removing System for
Fresh Red Pepper in Red Pepper Processing Complex**

연구기관
한국식품연구원

농 립 부

제 출 문

농 립 부 장 관 귀하

본 보고서를 “고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지제거 시스템 개발”과
제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 4월 24일

주관연구기관명 : 한국식품연구원

총괄연구책임자 : 박 재 복

연 구 원 : 김 동 만

연 구 원 : 정 진 응

연 구 원 : 김 종 훈

연 구 원 : 권 기 현

연 구 원 : 김 선 아

연 구 원 : 김 경 선

연 구 원 : 김 세 리

연 구 원 : 손 연 수((주) 코넬)

요 약 문

I. 제목

고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지제거 시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

국내산 고추의 고추 과피 및 꼭지부분의 물성 및 조직학적 특성을 분석하고 이들의 물리·생리적 및 효소 처리를 통한 고추 과피에서 꼭지의 분리기술을 규명한다. 그리고 생고추 원료의 꼭지제거 장치와 관련된 단위기계를 개발하고 성능실험을 통하여 문제점을 개선하며 꼭지 분리율이 90% 이상되는 시작품을 설계 제작한다. 이를 토대로 고추종합처리장에서 생고추 원료를 대량으로 처리할 수 있는 생고추 원료 꼭지제거 시스템을 개발하여 현행 수작업 중심의 생고추 원료의 꼭지 제거 공정의 문제를 해결하고 고품질 절단 건고추 생산기술을 확립함으로써 고추종합처리장의 합리적 운영 및 품질향상에 기여한다.

2. 연구개발의 중요성

가. 고추는 우리 식생활에 가장 많이 사용되는 조미 채소류로서 향후 10년 동안 소비량이 안정되어 있으며 국내 연간 고추수요는 22 만 톤이며 시장규모는 1조4 천억 원에 달한다. 그리고 국민일인당 연간 고춧가루 소비량은 2.5 kg으로 세계에서 가장 높다.

나. 국내 고추 재배면적과 연간 생산량은 2005년도 기준으로 61,229ha, 161,200톤으로 매년 생산량이 5% 감소 추세에 있으며 재배농가의 영세성과 생산비 증가, 고추가격 하락 등으로 어려움을 겪고 있으나 아직도 전체농가의 127만호 중 56%인 71

만호 고추생산을 통한 농가소득에 의존하고 있어 미곡다음으로 주요 경제작물이다.

다. 국내 고추재배 농가의 고령화, 노동집약적 생산방식, 소규모 재배면적 등의 문제점을 극복하고 고추산업의 국제 경쟁력을 가지려면 재배농가로 부터 생고추 원료를 수집한 고품질의 규격화된 청결 고춧가루 제품을 생산할 수 있는 고추종합처리장이 설립이 필요하다.

라. 전국 고추 주산지 중심으로 향후 5년간 2008년까지 6개소의 고추종합처리장과 40개소의 절단 건조고추 대량생산 시설인 고추건조처리장을 설치하여 지역재배농가로 부터 생고추 원료를 직접 구매하여 전국적으로 연간 4만 톤 규모의 고품질 절단 건조고추 원료와 위생 고춧가루 제품을 생산하기 위하여 총 2,000억 원 규모의 사업비가 투자될 것으로 전망된다.

마. 2004년도에 경북 영양군에 한국식품연구원의 기술 지원하에 180억 원 규모 사업비가 투자되어 2006년도 현재 대형 고추건조처리장 2개소와 첨단 고추분쇄설비 1개소에 설치된 고추종합처리장 시범사업이 성공적으로 완료되어 연간 12,000톤 규모의 생고추 원료가 처리되어 고품질의 규격화 청결고춧가루 제품이 생산되어 국내외 시장에 새로운 수요를 창출할 예정이다. 또한 2006년 안동시에서도 대형 고추건조처리장 1개소가 설치된 고추종합처리장 사업이 성공적으로 완료되었다.

바. 고추종합처리장에서 생고추 원료 건조과정은 고추 과피를 절단한 다음 저온열풍 방법으로 신속하게 건조하기 때문에 전처리 작업에서 꼭지를 제거하지 않으면 건조 후 고추 과피와 꼭지선별이 불가능하기 때문에 생고추 원료의 절단 작업 시 반드시 고추꼭지를 제거하여야 한다.

사. 현재까지 생고추 꼭지제거장치에 관한 기초연구가 부분적으로 수행되었지만 대부분이 꼭지 제거율이 70%미만으로 낮고, 꼭지를 절단칼날로 제거하는 방법을 사용

하고 있어 생고추 원료의 불균일한 형상과 절단 시 과피 손실이 발생하고 있으며 꼭지부분 전체를 완전히 제거하지 못하고 꼭지 접합부를 제외한 일부분만 절단하게 되므로 건조 후 고춧가루 제품의 품질이 저하되는 문제점이 발생하고 있다.

아. 고추종합처리장에서 처리되는 생고추 원료는 일일 60톤, 시간당 3톤 규모로 처리량이 매우 크고 벌크한 상태로 이동하기 때문에 생고추 꼭지제거 방법도 원료의 물성 및 생리적 특성을 이용하여 고추 과피와 꼭지접합부분 조직을 일차적으로 연화한 다음 이를 기계적 장치를 이용하여 고추 과피와 꼭지를 분리, 제거, 선별하는 방법이 실용화 가능성이 가장 높은 것으로 생각된다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 국내산 고추의 과피 및 꼭지 부위 물성 및 분리 특성

가. 생고추 원료의 과피 및 꼭지 부위 물성 특성

나. 생고추 원료의 과피 및 꼭지 부위의 분리 특성

2. 생고추 원료의 생리적 특성 및 효소처리를 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술

가. 생고추 원료의 생리특성을 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술

나. 생고추 원료의 효소처리를 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술

3. 생고추 원료의 건조과정의 과피 및 꼭지 선별 기술

가. 생고추 원료의 세척, 절단, 건조 공정

나. 절단 건고추 원료의 과피 및 꼭지 분리 기술

4. 생고추 원료의 과피 및 꼭지제거 장치 개발

가. 회전 드럼식 고추 과피 꼭지제거장치

나. 충격식 고추 과피 꼭지 제거장치

- 다. 압축 실리콘롤 조합식 고추 과피 꼭지제거 장치
- 5. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 개발
 - 가. 시작품 설계 제작 및 성능 실험
 - 나. 생고추 원료의 전처리 및 건조작업
- 6. 고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지제거 시스템의 설치 방안
 - 가. 고추종합처리장의 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 설치방안
 - 나. 고추종합처리장의 고품질 절단 건고추 원료 생산기술 확립

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발의 결과

- 가. 1차년도(2005. 9) 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성을 분석한 결과, 생고추 시료의 무게는 11.6~25.6g였으며 과피 길이는 10.3~13.0 cm, 꼭지길이는 4.4~5.4cm, 전체길이는 15.0~17.6cm, 과피 폭은 1.5~2.1cm였다. 전체적으로 볼 때 꼭지길이는 고추 전체길이의 29.3~30.1%를 차지하였으며 과피 폭이 클수록 시료 개체당의 무게가 큰 것으로 나타났다.
- 나. 생고추 원료를 압축하면 압축 변형율이 증가할수록 고추 과피와 꼭지부분의 인장강도, 조직강도, 변형계수가 크게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 일차적으로 생고추 원료를 40~50%의 압축 변형율로 압축하면 고추꼭지가 과피 부분에서 쉽게 분리되는 현상이 나타났다.
- 다. 탄산과 에틸렌 등의 가스조성으로 고추의 호흡을 촉진시키며 부위에 따른 호흡율 차이에 의한 과피 및 꼭지 부위의 조직을 연화시킨 후 실험한 결과 에틸렌가스 처리를 하지 않은 무 처리구에 비해 에틸렌가스 처리구에 있어 인장강도가 감소

함을 보여주기는 하였으나 현저한 유의적인 차이는 보이지 않아 이를 이용한 생고추 원료의 고추 꼭지제거작업의 실용화가 어려운 것으로 생각되었다.

라. 절단 건고추 시료의 고추 과피, 꼭지, 종자 부위별 공기특성인 종말속도를 분석하면 각각 10.07, 5.12, 3.33 m/sec로서 나타났으나 절단 및 건조과정에서 꼭지와 과피가 분리되지 않아 공기 선별 방식으로 절단 건고추 시료에서 고추꼭지를 분리할 가능성은 매우 어려운 것으로 판단되었다.

마. 효소제의 종류를 달리하여 처리한 생고추의 과피와 꼭지사이의 인장강도, 조직강도, 변형정도를 측정한 결과 과피와 꼭지의 분리가 쉽게 될 수 있는 상태로 변화되어 있는 것으로 분석이 되었고 세포벽 분해효소 중 Multi-enzyme complex 'Viscozyme L 효소제가 가장 효과적으로 우수한 것으로 나타났다.

바. 압축 변형을 50% 이상의 생고추 원료를 0.1% 농도의 Viscozyme L 효소 용액에 1분간 처리한 다음 18℃의 상온에서 저장기간이 3시간 이상 저장 시 충격식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품을 이용하면 평균 꼭지 제거율이 95%로서 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 Viscozyme L 효소처리로 인한 작업의 연속성이 어려우며 별도의 효소제 처리 공정이 필요하고 생고추 원료의 꼭지 제거 작업 후 분리된 고추 과피와 꼭지를 분리하는 별도의 선별작업이 요구되어 고추종합처리장에 적용 시 불편함 점이 많을 것으로 생각된다.

사. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 2차 시작품은 생고추 원료 흡퍼, 생고추 원료 이송콘베어, 진동공급기, 생고추 원료 연속압축기, 생고추 원료 정열 회전판, 안내판, 압축 실리콘롤 조합, 꼭지 배출 콘베어, 과피 배출구, 구동모터, 프레임 등으로 구성되었으며 압축 실리콘롤 조합의 설치 경사각은 15°였고, 처리용량은 시간당 300kg였다.

아. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 2차 시작품의 성능실험 결과, 실리콘롤 조합의

4번 구동축 회전 속도가 155, 232 rpm 일 때 대과종 생고추 시료의 평균 꼭지 제거율은 각각 99.3, 100 %였으며 소과종 시료은 97.0, 98.7%로 매우 높은 꼭지제거율을 보였다.

자. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 시작품으로 꼭지제거한 생고추 시료를 200 ppm의 NaOCl 세정액으로 세척할 경우 총균수는 10^3 CFU/g으로 수작업으로 꼭지 제거한 시료의 총균수 10^4 CFU/g보다 낮아 위생적인 생고추 원료 전처리 작업이 가능한 것으로 분석되었다.

차. 고추종합처리장 대형 건조 설비 내에서 생고추 원료의 꼭지제거 시스템은 생고추 원료 투입 흡퍼, 1차 세척기, 2차 세척기, 진동 공급기, 원료 연속압축기, 압축 실리콘롤 조합, 과피 선별 벨트 콘베어, 꼭지배출 콘베어, 원료 절단기, 원료이송 콘베어 등으로 구성된다. 설치 장소의 크기는 9.8(L) × 5.1(W) m, 50 m²이며 높이는 3.3 m이다. 또한 생고추 원료의 집하장내에 설치할 경우 꼭지제거 시스템은 생고추 원료 투입 콘베어, 원료 이송 콘베어, 진동 공급기, 원료 연속압축기, 압축 실리콘롤 조합, 과피 선별 벨트콘베어, 꼭지배출 콘베어, 과피 배출 콘베어 등으로 구성된다. 설치 장소의 크기는 11(L) × 6.0(W) m, 66 m²이며 높이는 3.5 m이다.

타. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템은 모두 4대의 단위 꼭지제거 장치로 이루어지며 전체 처리용량은 시간당 3톤 규모이고 평균 꼭지제거율은 95%이다. 꼭지제거 작업후 생고추 과피 선별 콘베어를 설치하여 일부분 미 분리된 꼭지를 선별 처리한다. 선별 콘베어 당 작업인원은 4명이며 모두 24명의 작업인원이 소요된다.

2. 활용방안

가. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 관련된 기술은 2개의 특허출원(생고추 꼭지제거 장치 및 그 방법(출원번호:10-2007-0039545, 2007. 4. 23), 충격식 고추꼭지제거 장치를 이용한 생고추 꼭지제거 방법(출원번호:10-2007-0040758, 2007. 4. 26))을 하

였으며 이를 참여기업에 기술이전을 하여 2007년도 시범사업으로 안동 고추종합 처리장에 시작품을 공급하며 향후 전국 고추주산지에 설립되는 고추종합처리장과 생고추 원료 집하장에 설치 운영할 계획이다.

나. 고추생산농가의 수작업 고추꼭지 제거 작업으로 인한 중노동과 작업능률 저하를 해소하고 고추종합처리장의 생고추 원료 전처리 공정을 개선하여 고품질의 절단 건고추 원료 생산 체계를 확립하여 합리적인 공장운영에 기여한다.

다. 지역별, 수확시기별 생고추 원료의 물성 및 분리특성에 관한 연구결과를 토대로 꼭지제거가 쉬운 새로운 고추품종 개발 시 기초연구자료로 활용한다.

라. 개발된 고추꼭지제거 장치는 국내 고추재배 수확과정의 생력화 및 생산비용 절감을 위하여 필히 개발되어야 할 고추수확기계 개발시 포장에서 생고추 수확방법 및 수확후 원료 처리의 연구에 활용될 것이다.

여 백

목 차

제 1 장 서론	21
제 1 절 연구의 배경	23
제 2 절 연구개발의 필요성	26
1. 연구개발의 필요성.	26
가. 기술적 측면	26
나. 경제·사회적 측면	28
2. 연구개발의 목표	29
제 2 장 국내산 고추의 과피 및 꼭지 부위 물성 및 분리 특성	31
제 1 절 생고추 원료의 과피 및 꼭지 부위 물성	33
1. 실험재료	33
2. 실험방법	33
3. 실험결과 및 고찰	33
가. 1차년도	33
나. 2차년도	36
제 2 절 고추의 과피 및 꼭지 부위의 물리적 분리 특성	40
1. 실험재료	40
2. 실험장치	40
가. 물성분석기	40
나. 생고추 원료 압축장치	41
3. 실험방법	43
4. 실험결과 및 고찰	44
가. 1차년도	44
나. 2차년도	46

제 3 장 생고추 원료의 생리적 특성 및 효소처리를 이용한 과피 및 꼭지분리 기술	51
제 1 절 생고추 원료의 생리특성을 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술	53
1. 실험재료	53
2. 실험방법	53
3. 실험결과 및 고찰	54
제 2 절 생고추 원료의 효소처리를 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술	57
1. 실험재료	57
2. 실험방법	57
3. 실험결과 및 고찰	57
제 4 장 생고추 원료의 건조과정의 과피 및 꼭지 선별 기술	63
제 1 절 생고추 원료의 세척, 절단, 건조 공정	65
1. 세척 공정	65
2. 절단 공정	66
3. 건조 공정	67
제 2 절 절단 건고추 원료의 과피 및 꼭지 분리 기술	69
1. 실험재료	69
2. 실험장치	69
3. 실험방법	70
4. 실험결과 및 고찰	70
제 5 장 생고추 원료의 과피 및 꼭지 제거 장치 개발	73
제 1 절 회전 드럼식 고추과피 꼭지 제거장치	75
1. 시작품 설계 제작	75
2. 성능 실험	76
제 2 절 충격식 고추과피 꼭지 제거 장치	77
1. 시작품 설계 제작	77

2. 성능 실험	78
제 3 절 압축 실리콘 롤 조합식 고추과피 꼭지 제거 장치	85
1. 시작품 설계 제작	85
2. 성능 실험	86
제 6 장 생고추 원료의 꼭지 제거 시스템 개발	89
제 1 절 서론	91
제 2 절 시작품 설계 제작 및 성능실험	92
1. 1차 시작품 설계 제작 및 성능실험	92
가. 1차 시작품 설계 제작	92
나. 1차 시작품의 성능실험	98
2. 2차 시작품 설계 제작 및 성능실험	108
가. 2차 시작품 설계 제작	108
나. 2차 시작품의 성능실험	113
3. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 개선방안	119
제 3 절 생고추 원료의 전처리 및 건조작업	120
1. 생고추 원료의 전처리 작업	120
2. 생고추 원료의 건조 작업	122
제 7 장 고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지 제거 시스템 설치 방안	123
제 1 절 고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지제거 시스템의 설치방안	125
1. 고추종합처리장의 대규모 건조설비내 설치방안	125
2. 생고추 원료의 집하장내 설치방안	128
제 2 절 고추종합처리장의 고품질 절단 건고추 원료 생산 기술 확립	130
1. 고추종합처리장의 고품질 절단 건고추 원료 생산 공정	130
가. 생고추 원료 투입 공정	130
나. 세척 및 선별 공정	131
다. 원료 절단 및 종자분리 공정	132

라. 예비건조 공정	134
마. 주 건조 공정	134
바. 포장 공정	135
사. 설비 자동제어 공정	136
2. 절단 건고추 원료의 품질 분석	137

참고문헌

Summary

I. Title

Development of calyx removing system for fresh red pepper in RPPC (Red Pepper Processing Complex)

II. Purpose and Significance

1. Purpose

Physical properties and tissue characteristics for domestic fresh red pepper were analyzed and calyx removing technology by physiological and enzymatic treatment was determined. Prototype of de-stemmer with above 90 percentage of calyx removal ratio was developed and improved through the performance test. Furthermore, large scale calyx removing system in RPPC was developed and main problems with present manual calyx removing operation were solved. Finally, this study was conducted to determine the manufacturing technology for high quality cut dried red pepper and to contribute to the most favorable management and quality control of RPPC.

2. Significance

- a. Red pepper is used widely as spice vegetables in Korean traditional dishes and is very stable during next 10 years. Annual total consumption of red pepper with dry basis reaches 220,000 tons and its amount is approximately estimated as 1,500 billion won.
- b. Domestic cultivating area and annual production in 2005 was 61, 229 ha and 161,200 tons respectively. 5 percentage of annual production is decreased gradually as well as small-income farmer, and higher production cost and price reduction. However, 710,000 farm households that is 56 percentage of total farm household produce red pepper and get main income next to rice as economical crop.

- c. The RPPC that high quality red pepper powder is produced from fresh red pepper of farm household needs to overcome the farmer's old age, labor-intensive cultivating method and small farmland and to obtain the international competitiveness of domestic red pepper industry.
- d. 6 places of RPPC and 40 numbers of large-scale red pepper dryer in main producing area will be established to manufacture 40,000 tons of high quality cut dried red pepper yearly from fresh red pepper produced by farmers. For this RPPC project, about 200 bill won of total cost is required until 2012, after 5 years from this time.
- e. The model RPPC in Youngyang county from 2004 to 2006, two years that 18 billion won of working expense is induced was established successfully to install two large-scale dryers and one advanced milling factory. 12,000 tons of fresh red pepper are processed annually to manufacture high quality standard red pepper powder and to find new domestic and international spice markets. Other model RPPC in Andong city was also constructed in 2006.
- f. For the pre-treatment of fresh red pepper in RPPC, the calyx of fresh red pepper before cutting process should be removed due to impossibility of pericarp and calyx separating operation after low temperature and rapid drying process.
- g. Until present time, the basic research for several calyx removing equipments were conducted but their results were not used because of lower 70 percentage of calyx removing ratio and inappropriate cutting blade method due to irregular shape and more pericarp loss of fresh red pepper material.
- h. The processing capacity of fresh red pepper material in RPPC is 3 tons/ hour and 60 tons/day. According to large-scale quantity and bulk stage of fresh red pepper in drying process, the calyx removing technology used by physical properties and physiological characteristics of fresh red pepper is considered as higher possibility for developing the prototype of calyx removing system in RPPC.

III. Scope and Content

1. Physical properties and removing characteristics of calyx and pericarp for domestic fresh red pepper
 - a. Physical properties of calyx and pericarp for fresh red pepper
 - b. Calyx removing characteristics for fresh red pepper
2. Calyx removing technology for fresh red pepper by using a physiological characteristics and enzymatic treatment
 - a. Calyx removing technology for fresh red pepper by using a physiological characteristics
 - b. Calyx removing technology for fresh red pepper by using an enzymatic treatment
3. Separating technology for calyx and paricarp in drying process of fresh red pepper
 - a. Washing, cutting and drying process for fresh red pepper
 - b. Separating technology for calyx and paricarp of cut dried red pepper
4. Development of calyx removing equipment for fresh red pepper
 - a. Rotary drum type of calyx removing equipment
 - b. Impact type of calyx removing equipment
 - c. Compressive silicon roll assembly type of calyx removing equipment
5. Development of calyx removing system for fresh red pepper

- a. Design and performance test for the prototype of calyx removing system
 - b. Pre-treatment and drying process for fresh red pepper
6. Installing plan of calyx removing system for fresh red pepper in RPPC
- a. Installing plan of calyx removing system for fresh red pepper in RPPC
 - b. Manufacturing technology for high quality cut dried red pepper in RPPC

IV. Results and Recommendations

1. Results

- a. According to results for external characteristics of fresh red pepper materials with several cultivating area and varieties in 2005, the single weight of fresh red pepper sample was 11.6 to 25.6 g and the pod length was 10.3 to 13.0 cm. The calyx length was 4.4 to 4.5 cm, the whole length, 15.0 to 17.6 cm, and the pod width, 1.5 to 2.1 cm. Generally, the calyx length was 29.3 to 30.1 percentage of whole length of sample. The single weight of sample appeared higher if the width length increased.
- b. The tensile strength, tensile work, and deformation modulus of part between calyx and pericarp of fresh red pepper tended to decrease greatly if the compression ratio of fresh red pepper increased. The calyx of fresh red pepper was easily removed from pericarp if 40 to 50 percentage of compression ratio applied to it.
- c. The tensile strength between calyx and pericarp of fresh red pepper treated by ethylene gas decreased a little rather than sample without gas treatment. However, it appeared no significant difference each other. It proved that this method was difficult to apply calyx removing technology to the industrial usage.
- d. The terminal velocity for pericarp, calyx, seed of cut dried red pepper sample was analyzed and it was 10.0, 5.1, and 3.3 m/sec respectively. This results

showed that pneumatic separating method for calyx and pericarp of dried sample in drying process appeared unsuccessfully.

- e. For various enzymatic treatment of fresh red pepper sample, its tensile strength, tensile work, and deformation modulus of part between calyx and pericarp were analyzed and it proved that its calyx was easily removed. Multi-enzyme complex, Viscozyme L. appeared most effectively to remove the calyx among various enzymes.
- f. The average calyx removing rate of fresh red pepper sample by impact type of calyx removing equipment that is compressed by above 50 percentage of compression ratio and immersed in 0.1 % solution of Viscozyme L during 1 min and placed in 18 °C ambient temperature during above 3 hours appears 95 percentage highly. However, this may consider as uncomfortable method to use in RPPC because of enzymatic treatment and other separating operation for calyx and pericarp after calyx removing process.
- g. The 2nd prototype of calyx removing system for fresh red pepper was composed of hopper, conveyor, vibrating feeder, continuous compressing equipment, aligning disk, guide plate, compressing silicon roll assembly, calyx discharge conveyor, pericarp outlet, frame, and driving motor. Its capacity based on fresh red pepper material was 300kg/hr and the inclined angle of compressing silicon roll assembly was 15°.
- h. According to test results of the 2nd prototype of calyx removing system for fresh red pepper, average calyx removing rates of a large sample with 155 and 232 rpm of the 4th driving shaft of the compressing silicon roll assembly were 99.3 and 100 percentage respectively and appeared as a very high calyx removing rate. For a small sample, they were 97.0 and 98.7 percentage respectively.
- i. Fresh red pepper sample removed the calyx by the prototype of calyx removing system was washed in 200 ppm NaOCl detergent. The total plate count for this sample was below 10³ CFU/g. This washing process was effective for the sanitary pre-treatment for fresh red pepper.
- h. The calyx removing system used in large scale dryer of RPPC was composed of fresh red pepper supplying hopper, 1st washer, 2nd washer, vibrating feeder,

continuous compressing equipment, compressing silicon roll assembly, pericarp separating belt conveyor, calyx discharging conveyor, cutter, and conveyor. The plant area was 9.8(L) x 5.1(W) m, 50 m² and its height was 3.3 m. In addition, the calyx removing system installed in fresh red pepper collecting center was composed of the same as above except 1st washer and 2nd washer. This plant area was 11(L) x 6.0(W) m, 66 m² and its height was 3.5 m.

- j. The calyx removing system for fresh red pepper was composed of four calyx removing equipment units, its capacity was 3 ton/hr and average calyx removing rate reached to 95 percentage. Next to mechanical operation for the calyx removing system, non-removing calyx was separated manually. One unit calyx removing system needed 4 persons and 24 persons totally.

2. Recommends

- a. Two patents (No: 10-2007-0039545 and 10-2007-0040758)related with the calyx removing system for fresh red pepper were submitted and will be also transferred to the partner company. Furthermore, this calyx removing system will be supplied to RPPC in main producing area from Andong's RPPC pilot on 2007.
- b. This system contribute to solve harder work and lower efficiency for manual calyx operation, to improve the pre-treatment process for fresh red pepper material, and then to set up the efficient management for RPPC with good production facilities.
- c. Research results related to the physical properties and calyx removing characteristics of fresh red pepper samples with various cultivating areas and varieties were used to develop the new red pepper variety that has easy calyx removing characteristics.

Contents

Chapter 1. Introduction	21
Chapter 2. Physical properties and removing characteristics of calyx and pericarp for domestic fresh red pepper	31
1. Physical properties of calyx and pericarp for fresh red pepper	33
2. Calyx removing characteristics for fresh red pepper	40
Chapter 3. Calyx removing technology for fresh red pepper by using a physiological characteristics and enzymatic treatment	51
1. Calyx removing technology for fresh red pepper by using a physiological characteristics	53
2. Calyx removing technology for fresh red pepper by using an enzymatic treatment	57
Chapter 4. Separating technology for calyx and paricarp in drying process of fresh red pepper	63
1. Washing, cutting and drying process for fresh red pepper	65
2. Separating technology for calyx and paricarp of cut dried red pepper	69
Chapter 5. Development of calyx removing equipment for fresh red pepper	73
1. Rotary drum type of calyx removing equipment	75
2. Impact type of calyx removing equipment	77
3. Compressing silicon roll assembly type of calyx removing equipment	85

Chapter 6. Development of calyx removing system for fresh red pepper	89
1.Introduction	91
2. Design and performance test for the prototype of calyx removing system ..	92
3. Pre-treatment and drying process for fresh red pepper	120
Chapter 7. Installing plan of calyx removing system for fresh red pepper in RPPC	123
1. Installing plan of calyx removing system for fresh red pepper in RPPC	125
2. Manufacturing technology for high quality cut dried red pepper in RPPC	130

Reference

제 1 장 서 론

여 백

제 1 절 연구의 배경

고추는 우리 식생활에 가장 많이 사용되는 조미 채소류로서 양념류, 김치류, 고추장 등의 가공식품에 널리 사용되고 있으며 국민 일인당 연간 소비량은 건고추 기준으로 4kg에 이르며 전체 소비량은 20만톤 규모이며 시장규모는 1조5천억원으로 추정되고 있다.

현재 국내 고추재배면적 및 생산량은 연간 감소 추세에 있으나 연간 고추소비량은 22만톤 규모이며 국민일인당 연간 소비량은 계속 4.2kg을 유지하고 있으며 고추생산액은 2004년도 기준으로 1조4천 억 원 규모로 미곡, 돼지, 한우 다음으로 농가소득에 큰 영향을 주는 경제작물(cash crop)로 자리 잡고 있다. 그러나 국내 고추 생산량은 연간 13~15만 톤이며 국내 소비량의 부족부분인 7만 톤 규모의 저가의 건고추 원료가 중국에서 수입되고 있으며 앞으로 수입량은 계속 증가될 전망이어서 국내 고추산업의 기반이 위협을 받고 있다. 현재 중국산 고추의 국제가격은 고춧가루 기준으로 2~3 \$/kg으로 10~15 \$/kg인 국내산 보다 5~6배 낮으며 이러한 수입가격은 계속 유지될 것으로 예상되고 있다.

국내산 고추의 국제 경쟁력을 높이고 고품질 위생 고추원료 및 제품 생산을 위한 고추종합처리장 사업이 고추주산지를 중심으로 추진되고 있으며 2004년 영양군에서 국내 최초로 고추종합처리장 시범사업을 추진하여 총 사업비 180억을 투자하여 2006년 12월까지 대규모 고추건조처리설비 2 개소와 첨단 분쇄공장 1개소를 완료하여 고추재배 농가와 연간 생고추 원료 12,000톤을 재배 계약하여 고품질의 절단 건고추 원료 1,800톤을 생산하고 이를 첨단 고추분쇄설비를 이용하여 고품질의 규격화된 청결 고춧가루를 생산할 수 있게 되었다.

2006년도에는 시범적으로 800톤의 절단 건고추 원료를 생산하여 현재 '빛갈찬'이라는 상품브랜드를 가진 고품질의 청결 고춧가루 제품을 생산하여 국내 시장에 공급하

며 적극적인 해외시장에 노력하고 있다. 생고추 수매가격은 꼭지를 제거한 상태에서 1,300~1,500원/kg이고 고품질 청결 고춧가루 제품의 소비자 공급가격은 20,000원/kg으로 매우 부가가치가 높다.

또한 경북 고추 유통시장의 중심이 되는 안동시에서도 2006년도에 대규모 고추건조처리장 1개소를 중심으로 한 고추종합처리장 시범 사업을 추진하여 대형 고추건조설비 설치를 완료하고 계속하여 사업을 확장하여 나갈 계획이다. 특히 고추종합처리장이 설치된 지역에서는 생고추 원료를 공급한 고추재배 농가의 소득이 자가 건조한 농가보다 높고 노동력 절감 및 수확 후 손실 감소 등으로 계약재배 농가에게 큰 호응을 얻었으며 이러한 시범사업이 성공적으로 추진됨에 따라 전국 고추 주산지의 고추재배 농가에도 고추종합처리장 사업을 조기에 수립하여 추진하는 계기가 되고 있다.

현재 고추종합처리장의 생고추 원료 수집에서 가장 문제가 되는 것은 재배농가가 포장에서 생고추 원료를 수확하면서 꼭지를 제거하는 작업이다. 재배농가 대부분이 고령화 및 부녀자화 되어있어 고추꼭지제거작업으로 인한 육체적 피로와 중노동으로 어려움을 겪고 있으며 꼭지가 제거된 상태에서 상온에서 보관할 경우 원료상태보다 저장기간이 3~4일 감소되고 선도도 떨어지는 문제가 발생하고 있다. 또한 많은 고추재배 농가가 생고추 원료를 고추종합처리장에 공급하고 싶어도 꼭지제거작업으로 인한 노동력 부족으로 공급량을 늘리지 못하고 있는 실정이다.

최근 고추 주산지에서 생고추 원료를 세척 후 절단하여 저온열풍 건조로서 고품질의 절단 건고추 원료와 청결 고춧가루를 생산하는 고추종합처리장이 설립되어 꼭지가 제거된 생고추 원료가 처리장당 일일 60톤 이상 대량으로 필요하고 있다. 또한 생고추 원료의 고품질 양념류 제품 생산이 증가되어 꼭지제거 생고추 원료의 수요가 계속 증가되고 있다. 생고추 원료의 개당 평균 무게가 20g으로 가정하면 시간당 생고추 원료 1톤 처리 시 약 5만개의 고추원료 꼭지를 제거하여야 하는 어려움이 있다.

고추종합처리장의 생고추 원료 전처리과정에서 현재 가장 큰 문제가 되는 것은 완

전 수작업에 의존하는 생고추 원료 꼭지제거 작업이며 이를 수작업 시 작업 능률은 일인 8시간, 300~400 kg 밖에 처리할 수 없어 일일 60톤의 대규모 생고추 꼭지제거 작업에 필요한 인력은 150~200명으로 많은 작업인원과 비용이 소요된다.

국내산 고추의 부위별 중량 비를 건고추 기준으로 보면 고추 과피 64%, 종자 28%, 꼭지 8%로 나타나 섬유질 성분인 꼭지를 제거하지 않을 경우 고품질의 청결 고춧가루 제품 생산이 매우 어려워지며 이에 따른 소비자의 기호도가 낮아져 제품판매에 큰 지장이 있게 된다. 현재 건고추 원료를 사용하는 일반 고춧가루 가공공장에서는 분쇄 전 대부분 수작업에 의하여 건고추 원료의 꼭지제거 작업을 하고 있으며 많은 작업인력과 비용이 소요되고 있다.

현재 국내 고추재배 농가의 평균 연령이 65세 이상으로 고령화이며 고추수확시기의 노동력 부족으로 고추종합처리장에서 수작업 고추꼭지제거 작업을 위한 인력확보의 어려움, 작업자의 손목피로 현상 심화, 처리량의 한계성으로 이를 기계적인 방법으로 제거할 수 있는 장치가 시급히 개발되어 보급되어야 할 것이다.

국외에서 생고추 원료 꼭지제거 장치의 연구는 미국 뉴멕시코 대학의 고추 연구소 (Chile Pepper Institute)를 중심으로 2003년부터 연구가 추진되고 있다. 주요 연구 내용을 보면 대형 풋고추 원료를 이용한 양념류 제조공장에서 꼭지를 자동 절단하는 것으로 컴퓨터 화상처리와 절단 칼날을 이용하는 원리를 적용하여 현재 시제품 개발 단계에 있다. 고추형상의 다양화와 처리용량의 부족으로 실용화 단계에 이르지 못하고 있다.

대규모 생고추 원료의 꼭지제거 시스템은 국내 고추산업의 국제 경쟁력 향상과 새로운 도약을 위하여 고추 주산지에 설립되는 고추종합처리장에 가장 절실히 필요한 설비로서 조속한 기간에 반드시 연구 개발되고 나아가 실용화가 되어야하는 중요한 연구과제로 인식되어야 할 것이다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

국내 고추재배 농가의 고령화, 노동집약적 생산방식, 소규모 재배면적 등의 문제점을 극복하고 고추산업의 국제 경쟁력을 가지려면 재배농가로 부터 생고추 원료를 수집한 고품질의 규격화된 청결 고춧가루 제품을 생산할 수 있는 고추종합처리장이 설립이 필요하다. 고추종합처리장은 연간 건고추 생산량이 2,000천 톤 규모이상인 되는 고추 주산지에 설치되어 운영되는 것으로 주요설비 구성을 보면 생산농가로부터 생고추 원료를 대량 수집하여 이를 선별, 세척, 절단, 저온열풍건조 과정을 통하여 고품질의 절단 건고추 원료를 생산할 수 있는 생고추 원료 전처리 설비, 연속식 대형 건조 설비, 고품질의 규격화된 위생 고춧가루를 생산하는 첨단 고추분쇄설비, 생고추 원료 장기저장 저온창고 등으로 되어 있다.

전국 고추 주산지 중심으로 향후 5년간 2008년까지 6개소의 고추종합처리장과 40개소의 절단 건고추 대량생산 시설인 고추건조처리장을 설치하여 지역 고추재배 농가로부터 생고추 원료를 직접 구매하여 전국적으로 연간 4만 톤 규모의 고품질 절단 건고추 원료와 위생 고춧가루 제품을 생산하기 위하여 총 2,000억 원 규모의 사업비가 투자될 것으로 전망된다.

2004년도에 경북 영양군에 한국식품연구원의 기술 지원 하에 180억 원 규모 사업비가 투자되어 2006년도 현재 대형 고추건조처리장 2개소와 첨단 고추분쇄설비 1개소에 설치된 고추종합처리장 시범사업이 성공적으로 완료되어 연간 12,000톤 규모의 생고추 원료가 처리되어 고품질의 규격화 청결고춧가루 제품이 생산되어 국내외 시장에 새로운 수요를 창출할 예정이다. 2006년 안동시에서도 대형 고추건조처리장 1개소가

설치된 고추종합처리장 사업이 성공적으로 완료되어 계속하여 첨단 고추분쇄설비, 생고추 꼭지제거 시스템 등 관련 설비들이 설치될 예정이다.

현재까지 생고추 꼭지제거장치에 관한 기초연구가 부분적으로 수행되었지만 대부분이 꼭지 제거율이 70%미만으로 낮고, 꼭지를 절단칼날로 제거하는 방법을 사용하고 있어 생고추 원료의 불균일한 형상과 절단 시 과피 손실이 발생하고 있으며 꼭지부분 전체를 완전히 제거하지 못하고 꼭지 접합부를 제외한 일부분만 절단하게 되므로 건조 후 고춧가루 제품의 품질이 저하되는 문제점이 발생하고 있다.

세계 주요 고추생산국인 미국이나 헝가리의 경우 고추재배품종의 꼭지무게비율이 5~6% 정도이며 고추분쇄입자가 대부분 40 mesh 이하로 매우 고운 미분형태로 유통되기 때문에 고추꼭지의 문제가 없는 것으로 알려져 있으나 최근 고품질의 고춧가루 제품 생산을 위하여 생고추 원료에서 고추 꼭지제거 작업을 기계적인 방법으로 자동화할 수 있는 연구가 수행되고 있다.

국내의 고춧가루 제품의 입도는 평균 20 mesh이고 주로 김치나 국용 같은 양념류로 사용되어 꼭지부분이 고춧가루 제품에 다량 함유될 때 외관상으로 분쇄된 꼭지입자가 육안으로 식별되고 색상이 떨어져 소비자가 제품의 구매를 기피하는 가장 큰 요인이 되고 있다.

현재 건조고추 원료를 사용하여 고춧가루제품을 생산하고 있는 대부분의 고춧가루 가공공장에서는 기계식 건조고추 꼭지제거 장치를 설치하여 꼭지를 분리하거나 절단하는 방식으로 고추꼭지를 제거한 후 고추분쇄작업을 하고 있다. 현행 건조고추 꼭지제거 장치의 꼭지제거율은 평균 80% 수준에 달하는 것으로 평가되고 있다. 그러나 고추종합처리장에서 생고추 원료 건조과정은 고추 과피를 절단한 다음 저온열풍방법으로 신속하게 건조하기 때문에 절단작업에서 고추 과피와 꼭지가 혼합되어 현행 건조고추 원료를 대상으로 하는 건조고추 꼭지제거기로는 고추 과피와 꼭지선별이 불가능하다. 따라서 고추종합처리장에서는 생고추 원료의 절단 작업 시 반드시 고추꼭지를 제거하여야 한다.

생고추 원료의 꼭지제거 기술에 관한 연구가 부분적으로 수행되어 왔으나 대부분이 생고추 꼭지부분을 회전 절단날을 이용한 절단하는 방법이 주로 이용되어 왔다. 이러한 꼭지 제거작업은 절단 작업 시 형상과 크기가 다양한 생고추 원료를 정열 공급하는 어려움이 있으며 절단 시 과피 부분의 손실이 대량의 생고추 원료의 꼭지제거 작업에 활용되지 못하고 있는 상태이다.

그동안 전국 고추주산지에 있는 소규모 농가단위의 저온열풍을 이용한 절단 건조추 생산기술이 보급되고 있었으며 여기서 고추 꼭지제거 및 과피 절단장치를 이용한 부분적인 생고추 원료의 과피 꼭지 제거 장치가 개발되었다. 그러나 이 장치는 생고추 원료를 일정한 힘으로 압축을 가하여 꼭지와 과피 부분 조직이 파괴되거나 약하게 한 다음 작업자가 선별 콘베어에서 수작업으로 압축된 생고추 원료에서 과피와 꼭지를 분리하는 작업이 필요하여 완전한 기계적 꼭지제거 작업이 이루어 지지 않았다. 따라서 이것은 수작업 인원이 많이 소요되고 처리용량이 부족한 단점이 있어 소규모 건조 시설에만 사양되고 있다.

고추종합처리장에서 처리되는 생고추 원료는 일일 60톤, 시간당 3톤 규모로 처리량이 매우 크고 벌크한 상태로 이동하기 때문에 생고추 꼭지제거 방법도 원료의 물성 및 생리적 특성을 이용하여 고추 과피와 꼭지접합부분 조직을 일차적으로 연화한 다음 이를 기계적 장치를 이용하여 고추 과피와 꼭지를 분리, 제거, 선별하는 방법이 실용화 가능성이 가장 높은 것으로 생각된다.

나. 경제·사회적 측면

고추는 우리 식생활에 가장 많이 사용되는 조미 채소류로서 향후 10년 동안 소비량이 안정되어 있으며 국내 연간 고추수요는 22만 톤이며 시장규모는 1조4천억원에 달한다. 그리고 국민일인당 연간 고춧가루 소비량은 2.5 kg으로 세계에서 가장 높다. 최근 도시 소비자의 고추구매 형태가 건조추 원료에서 고춧가루 제품으로 급속히 전환되고 있으며 고품질, 위생, 규격화 고춧가루 제품의 시장 점유율이 매년 크게 증가하

고 있다.

국내 고추재배면적과 연간 생산량은 2005년도 기준으로 61,229ha, 161,200톤으로 매년 생산량이 5% 감소 추세에 있으며 재배농가의 영세성과 생산비 증가, 고추가격 하락 등으로 어려움을 겪고 있으나 아직도 전체농가의 127만호 중 56%인 71만호 고추 생산을 통한 농가소득에 의존하고 있어 미곡다음으로 주요 경제작물이다.

고추종합처리장의 연간 절단 건고추의 생산량을 1000천 톤 일 경우 매출액은 약 120억 원 규모로 예상되며 꼭지제거작업을 수작업으로 할 경우 일일 소요인원을 150명, 인건비를 4만원으로 가정하면 일일 600만원이 소요되며 연간 작업일수 90일 경우 5억4천만 원이 소요된다. 향후 고추종합처리장 전국 설립 수요가 20개 이상이 될 경우 생고추 꼭지제거 작업에 연간 100억 이상의 인건비가 소요되어 공장운영에 따른 손익발생에 큰 영향을 주게 된다.

2. 연구개발의 목표

국내산 고추의 고추 과피 및 꼭지부분의 물성 및 조직학적 특성을 분석하고 이들의 물리·생리적 및 효소 처리를 통한 고추 과피에서 꼭지의 분리기술을 규명한다. 그리고 생 고추 원료의 꼭지제거 장치와 관련된 단위기계를 개발하고 성능실험을 통하여 문제점을 개선하며 꼭지 분리율이 90% 이상 되는 시작품을 설계 제작한다. 이를 토대로 고추종합처리장에서 생고추 원료를 대량으로 처리할 수 있는 생고추 원료 꼭지제거 시스템을 개발하여 현행 수작업 중심의 생고추 원료의 꼭지 제거 공정의 문제를 해결하고 고품질 절단 건고추 생산기술을 확립함으로써 고추종합처리장의 합리적 운영 및 품질향상에 기여한다.

여 백

제 2 장 국내산 고추의 과피 및 꼭지 부위 물성 및 분리 특성

여 백

제 1 절 생고추 원료의 과피 및 꼭지 부위의 물성

1. 실험재료

1차년도 2005년 생고추 시료는 고추 수확시기인 9월 10일에서 30일 사이에 전국 주요 고추 주산지인 영양, 안동, 괴산, 임실 등 4개 지역에서 21개 품종을 수집하였다. 2차년도 2006년 생고추 시료는 고추 수확시기를 8월 17일과 9월 5일로 2차에 걸쳐 고추 주산지인 영월, 영양, 임실, 괴산, 안동 등 5개 지역에서 각각 2개 품종을 수집하였다.

2. 실험방법

수집된 생고추 시료는 지역별 품종별로 구분하여 시료 당 10개씩 채취하여 시료 무게와 꼭지, 과피, 폭 등의 크기를 측정하여 평균값을 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

가. 1차년도

표 2-1은 1차년도 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성을 분석한 것이다. 생고추 시료의 무게는 11.6~25.6g였으며 과피 길이는 10.3~13.0 cm, 꼭지길이는 4.4~5.4cm, 전체길이는 15.0~17.6cm, 과피 폭은 1.5~2.1cm였다. 전체적으로 볼 때 꼭지길이는 고추 전체길이의 29.3~30.1%를 차지하였으며 과피 폭이 클수록 시료 개체당의 무게가 큰 것으로 나타났다. 그림 2-1은 생고추 시료를 나타낸 것이다.

표 2-1. 1차년도 지역별 품종별 고추시료 외형적 특성(2005. 9)

지역	시료	무게(g)	꼭지길이(cm)	과피길이(cm)	전체길이(cm)	과피 폭(cm)
임실	독야청청	23.28±4.72	5.12±0.58	11.96±1.76	15.43±1.96	2.13±0.26
괴산	진미	11.56±2.20	4.43±0.53	11.28±1.46	15.38±1.68	1.46±0.27
	홍초왕	11.69±2.98	4.80±0.81	12.20±0.95	16.80±1.12	1.47±0.27
	왕대박	21.23±3.76	4.74±0.51	11.38±0.91	15.61±1.15	1.76±0.24
	천하통일	22.37±5.19	5.13±0.78	12.84±1.11	17.55±1.49	1.80±0.30
안동	한반도	25.07±2.50	4.77±0.58	13.02±0.86	17.41±0.8	2.02±0.24
	대찬	25.55±3.07	4.83±1.00	12.71±0.67	17.36±1.14	2.02±0.24
영양	강력조생	17.19±1.30	5.20±0.57	16.63±0.56	16.37±0.88	1.63±0.13
	한판승	18.35±2.01	4.64±0.57	12.35±2.01	16.34±0.84	1.69±0.09
	대장부	12.75±3.46	5.16±0.83	10.26±1.26	14.97±1.73	1.54±0.21
	PR다따	18.39±2.86	5.39±0.63	12.01±0.76	16.44±2.27	1.82±0.19



대장부-신젠타(임실)



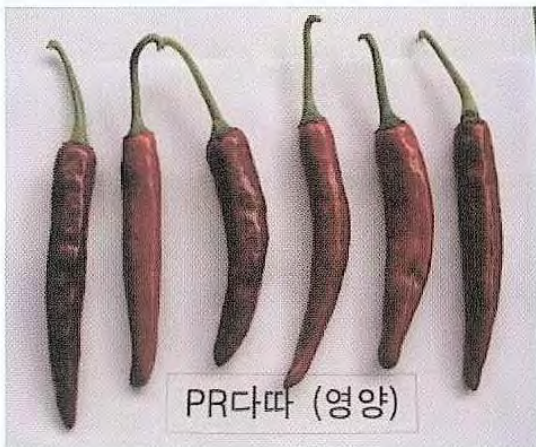
한반도 (안동)



독야청청-신젠타(임실)



강력조생(영양)



PR다따 (영양)



천하통일(괴산)



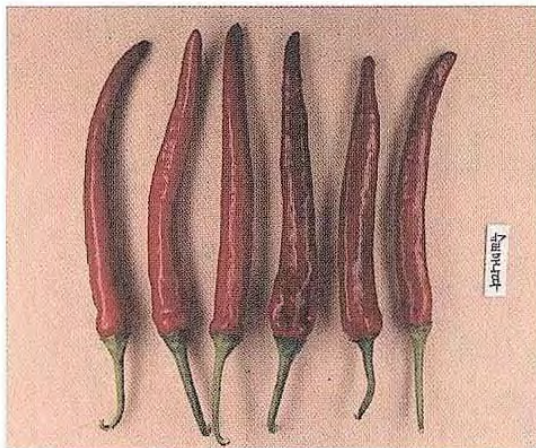
그림 2-1. 1차년도 지역별 품종별 생고추 시료 외형

나. 2차년도

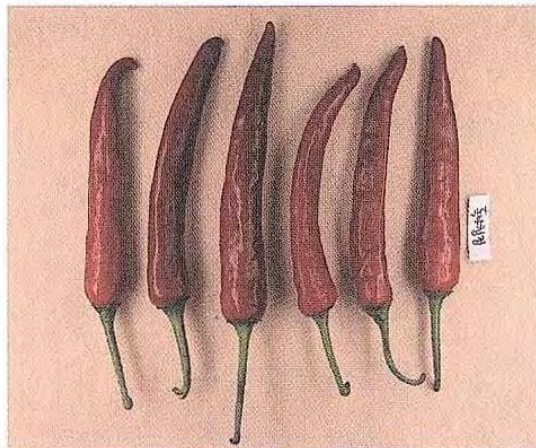
표 2-2는 2차년도 2006년도 8월 17일에 1차 수확한 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성을 분석한 것이다. 생고추 시료의 무게는 16.6~31.4g였으며 과피 길이는 12.4~15.4 cm, 꼭지길이는 3.4~5.1cm, 전체길이는 17.1~19.6cm, 과피 폭은 1.5~2.3cm였다. 시료의 꼭지길이는 전체 고추길이의 19.8~26.0%였다. 그림 2-2는 이들 생고추 시료를 나타낸 것이다.

표 2-2. 2차년도 1차 수확시기 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성(2006. 8)

지역	품종	무게(g)	꼭지길이(cm)	과피길이(cm)	전체길이(cm)	과피폭(cm)
영월	슈퍼마니파	21.54±3.96	3.86±0.53	15.21±1.31	19.35±1.7	1.53±0.1
	독야청청	26.44±4.77	4.02±0.56	15.43±1.54	19.5±1.55	2.19±0.23
임실	천하통일	17.72±5.56	3.42±0.47	13.38±1.24	17.11±1.84	1.73±0.44
	참마니	16.61±4.69	3.94±0.53	14.33±0.12	18.31±1.42	1.69±0.25
영양	금향	31.42±2.70	4.94±0.54	15.20±0.84	19.61±1.23	2.26±0.17
	울찬	18.78±2.67	3.25±0.48	12.42±0.98	15.35±1.32	1.84±0.18
안동	국보	17.94±1.92	4.94±0.64	12.83±0.65	17.71±0.79	1.69±0.23
	슈퍼비가림	19.14±1.68	3.57±0.46	13.31±0.91	16.88±1.03	1.72±0.25
괴산	수달래	22.09±2.08	5.05±0.51	12.47±0.84	17.51±1.02	2.13±0.12
	삼백섬골드	20.00±3.58	4.80±0.54	13.29±1.27	18.02±1.65	1.51±0.01



슈퍼마니파(영월)



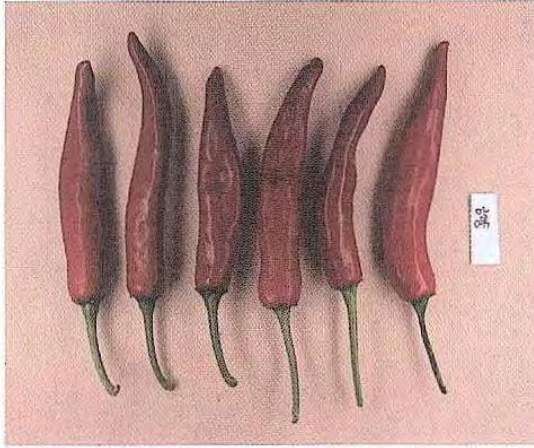
독야청청(영월)



천하통일(임실)



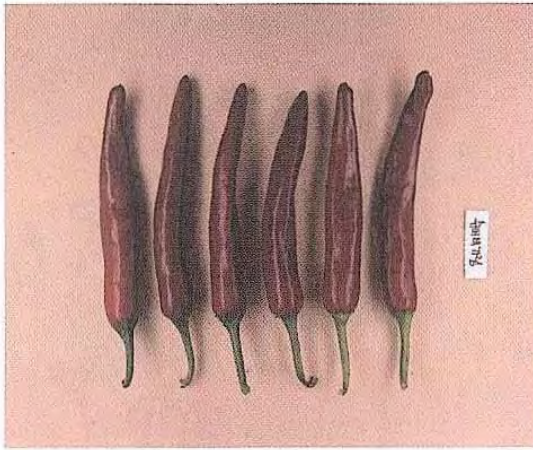
참마니(임실)



금향(영양)



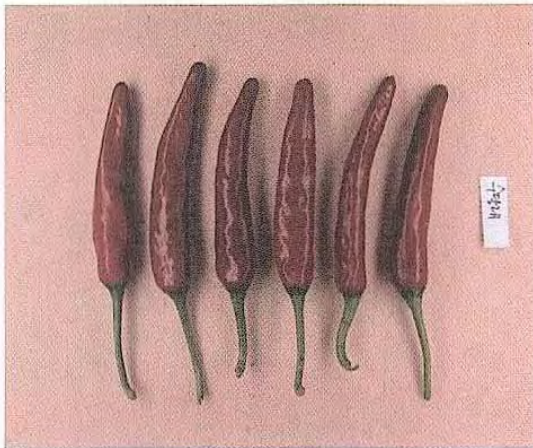
을찬(영양)



슈퍼비가림(안동)



국보(안동)



수달래(괴산)



삼백섬골드(괴산)

그림 2-2. 2차년도 1차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료의 외형

표 2-3은 2차년도 2006년도 9월 5일에 2차 수확한 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성을 분석한 것이다. 생고추 시료의 무게는 14.8~22.9g였으며 과피 길이는 9.2~14.3 cm, 꼭지길이는 4.0~5.9cm, 전체길이는 14.3~19.2cm, 과피폭은 1.6~2.1cm였다. 시료의 꼭지길이는 전체 고추길이의 27.9~30.7%였다. 고추수확시기가 8월에서 9월로 늦어지면 생고추 시료의 무게가 평균적으로 10~20% 감소되며 과피길이도 10~25% 감소되는 경향을 보였다. 따라서 국내산 고추 수확시기의 최적기는 8월 중순부터 말까지 2주간인 것으로 나타났다.

표 2-2. 2차년도 2차 수확시기 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성(2006. 9)

지역	품종	무게(g)	꼭지길이(cm)	과피길이(cm)	전체길이(cm)	과피폭(cm)
영월	수퍼마니따	18.86±1.06	5.04±0.96	14.33±1.02	19.20±1.20	1.68±0.12
	독야청정	22.92±3.70	5.15±0.61	14.23±0.94	19.39±1.21	2.07±0.12
임실	천하통일	14.80±2.43	4.01±0.51	9.15±3.01	14.29±0.86	1.72±0.13
	참마니	13.63±1.23	4.54±0.64	11.58±0.99	16.17±1.13	1.76±0.11
영양	금향	21.90±2.32	5.31±0.66	12.12±0.88	17.04±1.15	1.89±0.09
	올찬	18.29±2.52	5.14±0.47	11.53±1.16	16.51±1.52	1.86±0.17
안동	국보	15.21±1.40	5.91±0.72	11.55±0.78	17.02±0.67	1.62±0.14
	슈퍼비가립	17.75±2.03	4.05±0.46	12.17±0.46	15.78±0.25	1.79±0.12
괴산	수달래	18.12±3.61	5.37±0.42	11.30±1.01	16.78±1.19	1.97±0.26
	삼백섬골드	18.51±2.28	5.16±1.05	10.54±0.93	15.74±1.40	1.92±0.16

제 2 절 생고추 원료의 과피 및 꼭지 부위의 물리적 특성

1. 실험재료

1차년도 생고추 시료로 2005년 12월 경남 진주 지역 비닐하우스 재배에서 1개 품종을 수집하였으며 2차년도 시료는 2006년 8월17일, 9월 5일, 고추주산지인 영월, 영양, 임실, 괴산, 안동 지역에서 10개 품종을 수집하였다. 그리고 2006년 10월 11일에 영양, 둔내 지역에서 3개 품종을 수집하였다.

2. 실험장치

가. 물성분석기

그림 2-3과 같은 물성분석기(Texture Analyser, TA-XT2, Stable Micro System사, 영국)와 생고추 시료 고정 롤그립(roller grip, Part No. SMG/007)을 이용하여 시료의 과피와 꼭지 부위의 최대 인장강도(tensile strength), 조직 강도(tensile work), 변형 계수(deformation modulus) 등의 물성특성을 측정하였다.



Texture Analyser(Model TA-XT2)



Roller Grip (Part No. SMG/007)

그림 2-3. 생고추 시료의 물성특성 분석을 위한 물성 분석기(Texture Analyser)

표 2-3. 물성분석기(texture analyzer) 작동 조건

Index	Condition
Mode	Measure force in tension
Option	Return to start
Test speed	2.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
Strain	90%
Trigger force	5 g
Roller grip	Part NO. SMG/007

나. 생고추 원료 압축장치

본 실험 장치는 생고추 원료를 일정한 압력으로 압축하여 생고추 원료의 과피와 꼭지부분 조직을 압축하여 꼭지접합부분을 균열시켜 조직을 연화시키는 장치로서 프레임, 시료압축롤러조합, 압축력 조절 핸들, 시료 배출관, 시료이송벨트 등으로 구성되었다. 생고추 원료가 수평방향으로 이송하면서 쉽게 과피와 꼭지접합부분이 압축되고 압축력조절 핸들을 이용하여 압축력과 압축간격을 조절할 수 있다. 시료 이송벨트는 고강도의 합성고무재질로 내마모성이 강하며 구동모터의 소요 동력은 1hp이며 전원 AC 220V이며 벨트이송 속도를 조절할 수 있도록 변속장치가 부착되어 있다. 그림 2-4는 생고추 원료의 압축장치 개략도이며 그림 2-5는 실제 외형이다.

생고추 원료의 고추꼭지제거 장치에 원료를 투입하기 전에 원료의 직경을 기준으로 압축 변형율을 30~50%조절하여 과피와 꼭지부분에 압축 및 충격작용을 쉽게 가할 수 있다. 생고추 원료의 투입은 수작업으로 하며 생고추 원료 처리용량은 200 kg/hr이다.

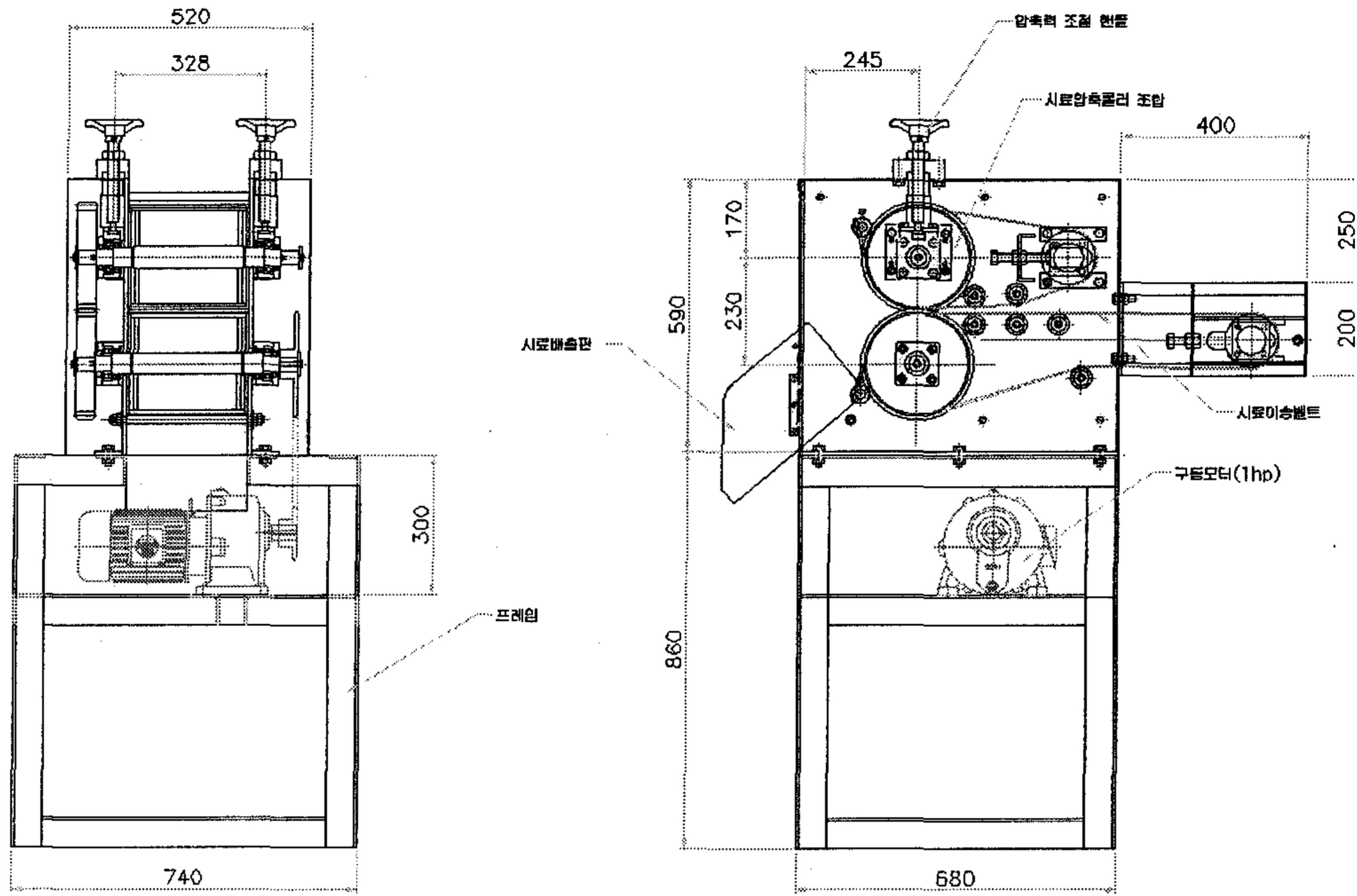


그림 2-4. 생고추 원료 압축장치 개략도

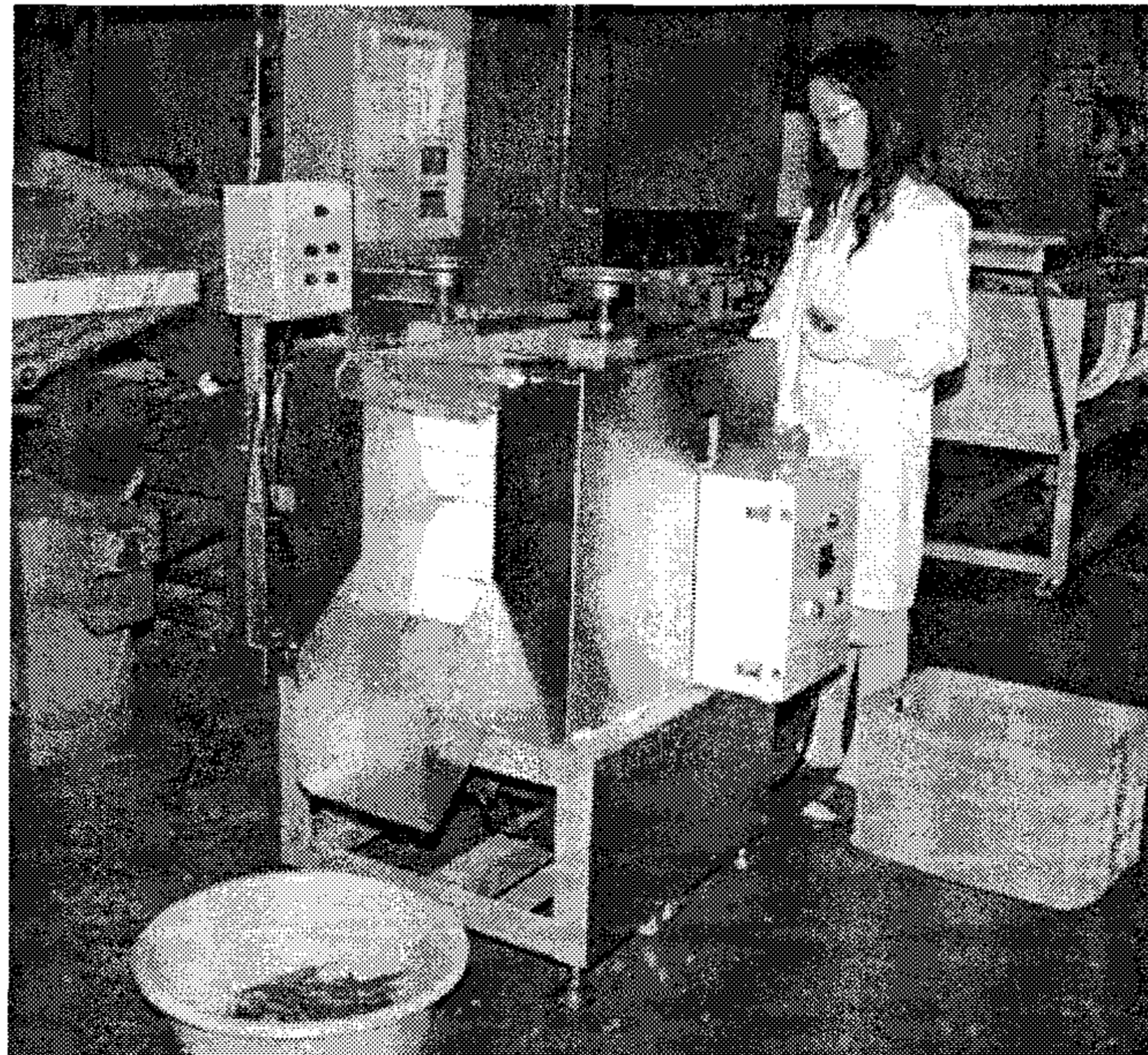


그림 2-5. 생고추 원료 압축장치

3. 실험방법

1차년도 생고추 시료는 고추 과피와 꼭지부분의 접합부인 과피 폭의 평균 크기를 기준으로 소과종(18mm) 및 대과종(23mm)으로 구분하고 개발된 생고추 원료의 압축 장치를 이용하여 압축두께를 과피폭의 비율로 나타낸 세 개의 압축 변형을 30, 40, 50%를 기준으로 압축 후 고추 과피와 꼭지부위의 인장강도(tensile strength), 조직강도(tensile work), 변형계수(deformation modulus)정도를 앞서와 동일한 물성분석기를 이용하여 측정하였다. 일회 실험 시 10개의 시료를 사용하여 평균치를 구하였다. 그림 2-5는 생고추 시료의 과피와 꼭지 부위의 물성특성 측정치 실례를 나타낸 것이다.

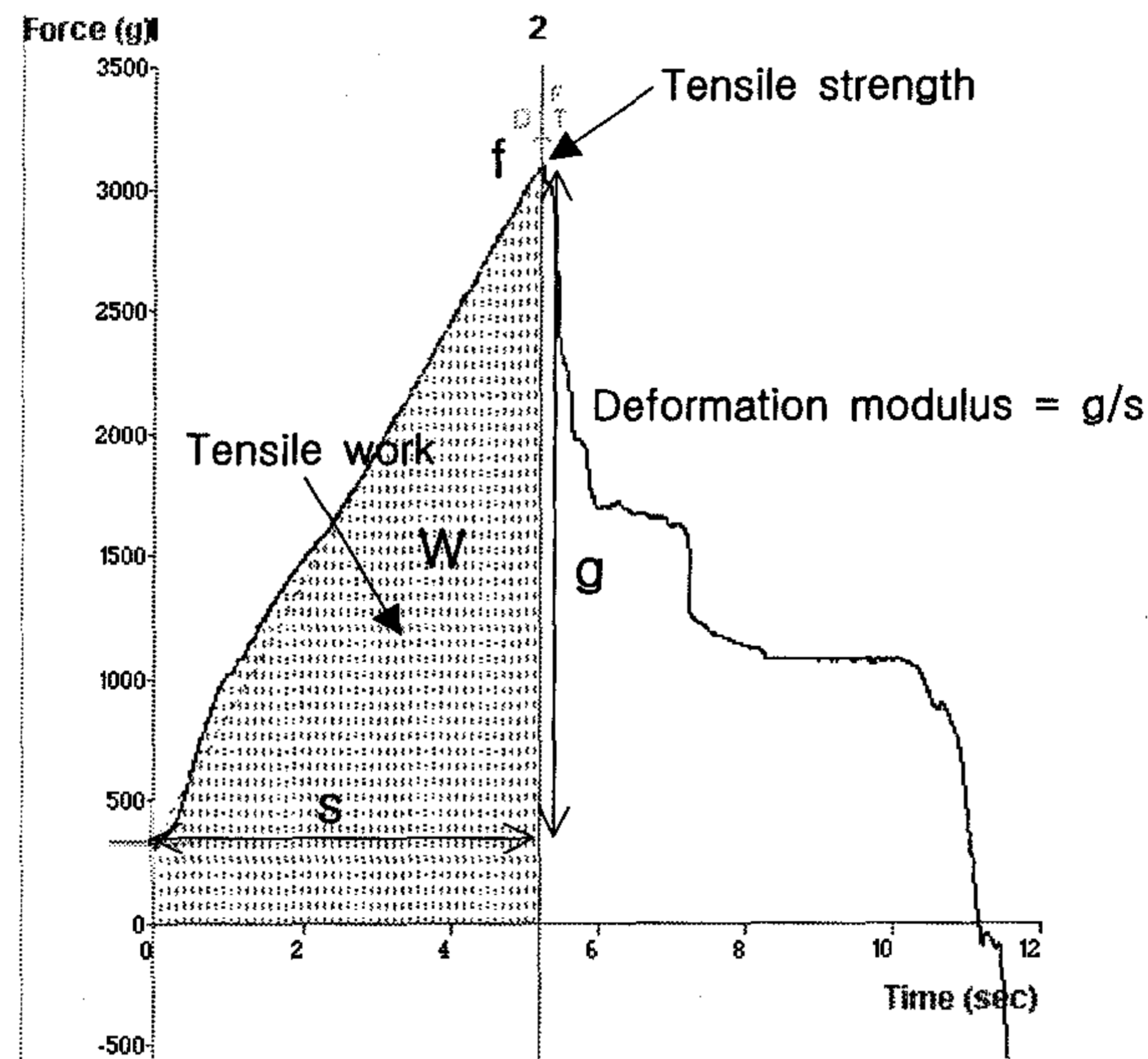


그림 2-5. 생고추 시료의 과피와 꼭지 부위의 물성특성 측정치 실례

2차년도 시료는 지역별, 품종별로 구분하여 압축 변형율을 40%로 고정하여 1차년도와 같은 물리적 특성을 측정하였다. 그리고 생고추 시료의 고추꼭지와 과피 태좌접합부의 조직성분을 분석하였다.

표 2-4. 1차년도 생고추 원료의 압축특성(2005. 12)

시료	과피 폭(mm)	압축 변형율(%)	압축두께(mm)
소과종	18	30%	12.6
		40%	10.8
		50%	9.0
대과종	23	30%	16.1
		40%	13.8
		50%	11.5

4. 실험결과 및 고찰

가. 1차년도

그림 2-6은 생고추 원료의 내부 구조이다. 고추꼭지와 꼭지접합부의 조직성분의 섬유질 함량을 분석한 결과 표 2-4와 같이 각각 22.8, 57.0 g/100g으로 나타나 꼭지접합부분의 섬유질 함량이 과피보다 2.5배 높아 이 부분에 강한 압축이나 충격을 가하여 조직을 변형시키면 과피와 꼭지부분의 인장강도가 약하여져 고추 과피와 꼭지의 분리 현상이 쉽게 이루어 질 것으로 판단된다.

표 2-5. 고추시료의 과피 및 꼭지접합부의 섬유질 함량

항목	섬유질 함량(g/100g)
고추꼭지	22.8
꼭지접합부	57.0

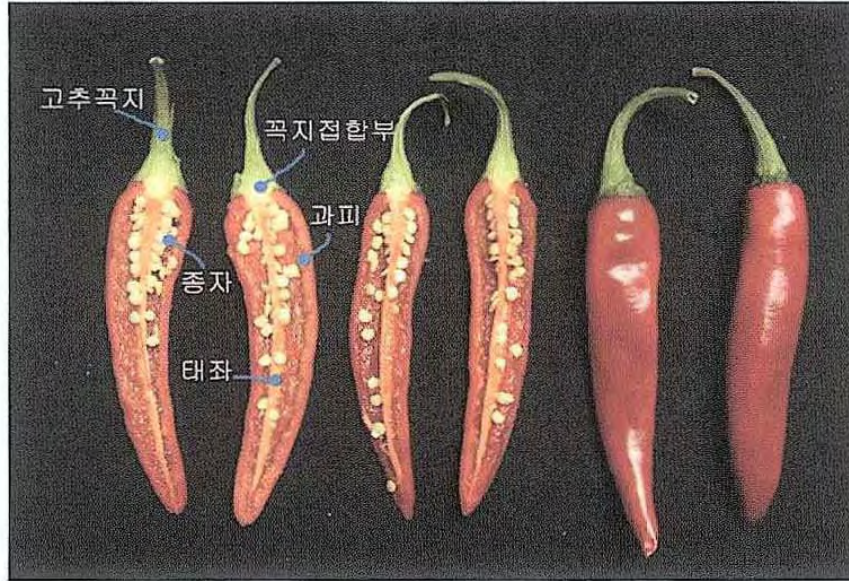


그림 2-6. 생고추 원료의 내부구조

표 2-6와 2-7은 1차년도 소과종 및 대과종 생고추 원료의 압축 후 과피 꼭지부분의 물성특성을 나타낸 것이다. 소과종의 경우 압축 변형율 30, 40, 50%에서 인장강도는 각각 3679.1, 2493.1, 1779.9g였으며 대과종의 경우 4257.4, 2863.7, 2278.6g이었다. 조직강도는 소과종은 11991.6, 5985.4, 4112.8 g.s 였고 대과종은 14917.7, 11422.6, 6683.3 g.s였다. 그리고 변형계수는 소과종은 552.6, 523.7, 397.5 g/s 였으며, 대과종은 625.8, 390.5, 397.7 g/s였다. 생고추 원료를 압축하면 압축 변형율이 증가할수록 고추 과피와 꼭지부분의 인장강도, 조직강도, 변형계수가 크게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 일차적으로 생고추 원료를 40~50%의 압축 변형율로 압축하면 고추꼭지가 과피 부분에서 쉽게 분리되는 현상이 나타났다.

표 2-6. 1차년도 소과종 생고추 원료의 과피 꼭지부분의 물성특성

물성특성		압축 변형율		
		30%	40%	50%
Tensile strength (g)	Average	3679.12	2493.14	1779.94
	S.D	230.92	449.17	493.33
	C.V	6.276	18.016	27.716
Tensile Work (g · s)	Average	11991.56	5985.38	4112.82
	S.D	2031.80	1635.06	1977.97
	C.V	16.94	27.31	48.09
Deformation modulus (g/s)	Average	552.63	523.68	397.45
	S.D	80.75	80.57	101.17
	C.V	14.61	15.38	25.45

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

표 2-7. 1차년도 대과종 생고추 시료의 과피 꼭지부분의 물성특성

물성특성		압축 변형율		
		30%	40%	50%
Tensile strength (g)	Average	4257.41	2863.76	2278.61
	S.D	591.44	558.96	213.06
	C.V	13.89	19.51	9.35
Tensile Work (g · s)	Average	14917.76	11422.6	6683.30
	S.D	4996.12	2545.23	1353.09
	C.V	33.49	22.28	20.24
Deformation modulus (g/s)	Average	625.82	390.47	397.71
	S.D	29.19	138.44	83.24
	C.V	4.66	35.45	20.93

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

나. 2차년도

2차년도 지역별, 품종별 생고추 시료의 과피 및 꼭지 부위의 물성특성을 수확시기 별로 분석하면 표 2-8, 2-9, 2-10과 같다. 시료의 압축 변형율에 따른 인장강도, 조직

강도, 변형계수를 살펴보고자 원형 시료와 압축 변형을 40%의 시료의 물성 측정치를 비교하였다. 표 2-8은 수확시기가 2006년 8월17일인 1차 생고추 시료의 과피 및 꼭지 부위의 물성특성이다. 원형시료를 압축 변형을 40%로 압축할 경우 인장 강도는 2.1~3.7 배로 감소하며 조직강도는 2.7~10.1 배로, 변형계수는 1.4~1.9 배로 감소하는 경향을 보였다. 표 2-9는 수확시기가 2006년 9월 5일인 2차 생고추 시료의 물성특성이며 압축된 시료의 인장 강도는 2.0~3.7 배로 감소하며 조직강도는 2.3~7.2 배로, 변형계수는 1.5~2.4 배로 감소하는 경향을 보였다. 표 2-10은 수확시기가 10월 11일인 3차 생고추 시료의 과피 및 꼭지부위의 물성특성이며 압축된 시료의 인장강도는 3.7~5.6배로 감소하며 조직강도는 6.0~7.2배로, 변형계수는 2.4~4.1배로 감소하였다. 이상의 생고추 시료의 과피 및 꼭지 부위의 물성특성을 분석한 결과 1차년도와 동일하게 일정한 깊이로 압축한 생고추 시료의 과피와 꼭지부분의 조직은 원형상태보다 인장강도, 조직강도, 변형 계수 등이 크게 감소되어 과피와 꼭지부분의 분리가 쉽게 될 수 있는 상태로 변화되어 있는 것으로 분석되었다.

표 2-8. 1차 지역별, 품종별 고추시료의 과피 및 꼭지부위의 물성특성
(수확시기: 2006. 8. 17)

물성특성		영월						영양					
		독야 청정			슈퍼 마니따			금향			을찬		
		원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Adverage	5810.9	1589.9	3.7	4724.2	2000.2	2.4	7512.0	1596.5	4.7	5751.3	1692.8	3.4
	S.D.	784.1	326.9	-	652.5	406.1	-	2324.7	615.2	-	1537.9	252.6	-
	C.V	13.5	20.6	-	13.8	20.30	-	31.0	38.5	-	26.7	14.9	-
Tensile Work (g.s)	Adverage	40155.7	5683.3	7.1	18983.0	6406.0	3.0	50779.3	5047.4	10.1	32126.3	5404.8	5.9
	S.D.	9582.2	1815.2	-	4754.2	1997.8	-	28092.1	2840.6	-	12807.3	1590.8	-
	C.V	23.9	31.9	-	25.0	31.2	-	55.3	56.3	-	39.9	29.4	-
Ddefor- mation modulus (g/s)	Adverage	496.3	249.7	2.0	684.5	332.4	2.1	725.7	292.6	2.5	630.7	331.2	1.9
	S.D.	110.8	57.9	-	105.8	37.2	-	190.6	106.1	-	158.2	48.4	-
	C.V	22.3	23.2	-	15.5	11.2	-	26.3	36.3	-	25.1	14.6	-

물성특성		안동						임실						피산					
		슈퍼비가림			국보			천하통일			참마니			수달래			삼백섬골드		
		원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Adve	5548.5	2023.0	2.7	6465.4	2151.3	3.0	4583.7	1382.1	3.3	3804.4	1819.9	2.1	5575.3	1832.1	3.0	6078.4	2467.2	2.5
	S.D.	838.8	542.8	-	785.7	634.9	-	957.1	394.9	-	709.1	155.2	-	596.7	528.0	-	1340.1	823.8	-
	C.V	15.1	26.8	-	12.2	29.5	-	20.9	28.6	-	18.6	8.5	-	10.7	28.8	-	22.0	33.4	-
Tensile Work (g.s)	Adver	29793.6	6819.1	4.4	46613.8	6570.9	7.1	29137.8	3995.6	7.3	14277.4	5357.9	2.7	29500.5	5976.1	4.9	35792.1	7654.0	4.7
	S.D.	8609.4	2530.9	-	14896.5	2708.9	-	18784.6	1349.8	-	6683.3	1096.8	-	9041.3	2450.5	-	20005.5	3499.7	-
	C.V	28.9	37.1	-	32.0	41.2	-	64.5	33.8	-	46.8	20.5	-	30.6	41.0	-	55.9	45.7	-
Deformation modulus (g/s)	Adve	586.5	361.0	1.6	589.7	403.7	1.5	564.1	256.6	2.2	601.7	360.8	1.7	651.8	344.7	1.9	704.5	495.6	1.4
	S.D.	95.0	92.3	-	115.7	124.5	-	203.4	69.5	-	125.4	56.8	-	114.7	89.2	-	153.2	150.1	-
	C.V	16.2	25.6	-	19.6	30.8	-	36.0	27.1	-	20.8	15.7	-	17.6	25.9	-	21.8	30.3	-

표 2-9. 2차 지역별, 품종별 고추시료의 과피 및 꼭지부위의 물성특성
(수확시기: 2006. 9. 5)

물성특성		영월						영양					
		독야청정			슈퍼마니파			금향			올찬		
		원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Adverage	4553.7	2203.4	2.1	5072.9	1817.2	2.8	5685.5	2067.2	2.8	4767.7	1652.9	2.9
	S.D.	380.5	561.0	-	1092.2	927.8	-	1340.5	655.3	-	873.3	406.6	-
	C.V	8.4	25.5	-	21.5	51.1	-	23.6	31.7	-	18.3	24.6	-
Tensile Work (g.s)	Adverage	21452.4	9429.7	2.3	27324.4	5201.5	5.3	35896.1	7019.6	5.1	20897.7	4762.2	4.4
	S.D.	5234.5	3506.2	-	13406.1	2984.1	-	17633.4	2861.0	-	9678.7	1562.4	-
	C.V	24.4	37.2	-	49.1	57.4	-	49.1	40.8	-	46.3	32.8	-
Deformation modulus (g/s)	Adverage	537.1	309.2	1.7	566.9	375.8	1.5	636.5	393.4	1.6	682.1	342.0	2.0
	S.D.	95.3	90.2	-	111.7	174.5	-	168.9	120.3	-	88.1	69.5	-
	C.V	17.7	29.2	-	19.7	46.4	-	26.5	30.6	-	12.9	20.3	-

물성특성		임실						피산						안동					
		천하통일			참마니			수달래			삼백섬골드			슈퍼비가림			국보		
		원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Adver	4777.8	1516.0	3.2	4586.1	2350.0	2.0	4125.5	1776.9	2.3	4948.9	2272.4	2.2	4320.6	1793.4	2.4	4869.7	1329.9	3.7
	S.D.	672.8	552.8	-	686.1	400.0	-	735.9	618.5	-	1280.0	552.5	-	788.3	654.8	-	994.6	225.9	-
	C.V	14.1	36.5	-	15.0	17.0	-	17.8	34.8	-	25.9	24.3	-	18.2	36.5	-	20.4	17.0	-
Tensile Work (g.s)	Adver	15931.6	3677.2	4.3	20232.5	8878.7	2.3	17672.5	4723.8	3.7	21586.6	6346.3	3.4	20141.4	5189.9	3.9	26303.2	3661.8	7.2
	S.D.	6047.5	1994.1	-	5870.9	4792.8	-	7827.4	2472.5	-	14159.5	2183.7	-	8810.6	2926.4	-	13851.3	1412.9	-
	C.V	38.0	54.2	-	29.0	54.0	-	44.3	52.3	-	65.6	34.4	-	43.7	56.4	-	52.7	38.6	-
Deformation modulus (g/s)	Adver	877.9	366.8	2.4	602.9	424.8	1.4	613.8	390.7	1.6	737.7	503.5	1.5	564.3	382.5	1.5	538.6	315.3	1.7
	S.D.	160.8	116.1	-	61.4	111.4	-	153.0	108.2	-	128.2	88.9	-	65.7	94.6	-	95.8	104.5	-
	C.V	18.3	31.7	-	10.2	26.2	-	24.9	27.7	-	17.4	17.7	-	11.6	24.7	-	17.8	33.1	-

표 2-10. 3차 지역별, 품종별 고추시료의 과피 및 꼭지부위의 물성특성
(수확시기: 2006. 10. 10)

물성특성		영양 (소)			영양 (대)			둔내고추		
		원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)	원형 (A)	압착율 40% (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3420.3	914.6	3.7	5042.6	927.2	5.4	5436.9	965.5	5.6
	S.D	763.5	374.5	-	1137.9	283.5	-	1215.9	229.4	-
	C.V	22.3	40.9	-	22.6	30.6	-	22.4	23.8	-
Tensile Work (g.s)	Average	13541.4	2265.6	6.0	21693.3	2711.2	8.0	20649.3	2866.8	7.2
	S.D	6420.4	1342.2	-	7389.2	1474.5	-	6037.1	948.0	-
	C.V	47.4	59.2	-	34.1	54.4	-	29.2	33.1	-
Deformation modulus (g/s)	Average	507.9	212.1	2.4	674.6	175.2	3.9	847.2	208.8	4.1
	S.D	95.1	72.1	-	182.3	61.1	-	197.8	87.3	-
	C.V	18.7	33.9	-	27.0	34.9	-	23.4	41.8	-

여 백

**제 3 장 생고추 원료의 생리적 특성 및 효소처리를 이용한
과피 및 꼭지 분리 기술**

여 백

제 1 절 생고추 원료의 생리특성을 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술

1. 실험재료

본 실험에 사용된 고추는 2005년 12월 경남 진주지역에서 수확된 것이며 구입한 후 2℃ 냉장 보관하면서 실험하였다. 시료의 과피 폭은 22.7 mm로 대과종 고추 시료에 속하며 외형적 특성은 표 3-1과 같다.

표 3-1. 생고추 시료의 외형적 특성

무 게(g)	꼭지길이(cm)	과피 길이(cm)	전체길이(cm)	과피 폭(cm)
19.71±3.12	5.37±0.65	12.08±0.71	17.01±0.7	2.27±0.26

2. 실험방법

생고추 원료 압축장치를 이용하여 시료를 40% 압축 변형율로 압축시킨 후 탄산가스(CO₂)와 에틸렌가스(C₂H₄)를 처리하여 과피와 꼭지, 꼭지 접합부의 물리적 특성, 꼭지제거 효과를 육안으로 확인하면서 분석하였다. 0.05mm 두께의 저밀도 폴리에틸렌 필름 (Low density polyethylene: LDPE)을 60×30 cm 크기의 봉투로 제작하여 압착한 생고추 시료를 그림 3-1와 3-2와 같이 처리구 및 포장재 당 10개씩 나누어 담아 탄산가스(CO₂) 20%, 40%, 60%, 80%, 에틸렌가스(C₂H₄) 1000ppm, 2000ppm, 3000ppm의 농도로 조성한 후 필름 실링기로 열 접착하여 인큐베이터(incubator)에서 18℃에 1일 저장 후 고추 과피 꼭지부의 물성특성을 물성분석기를 사용하여 분석하였다. 모든 실험은 시료 10개씩 3회 반복 실험하였다.

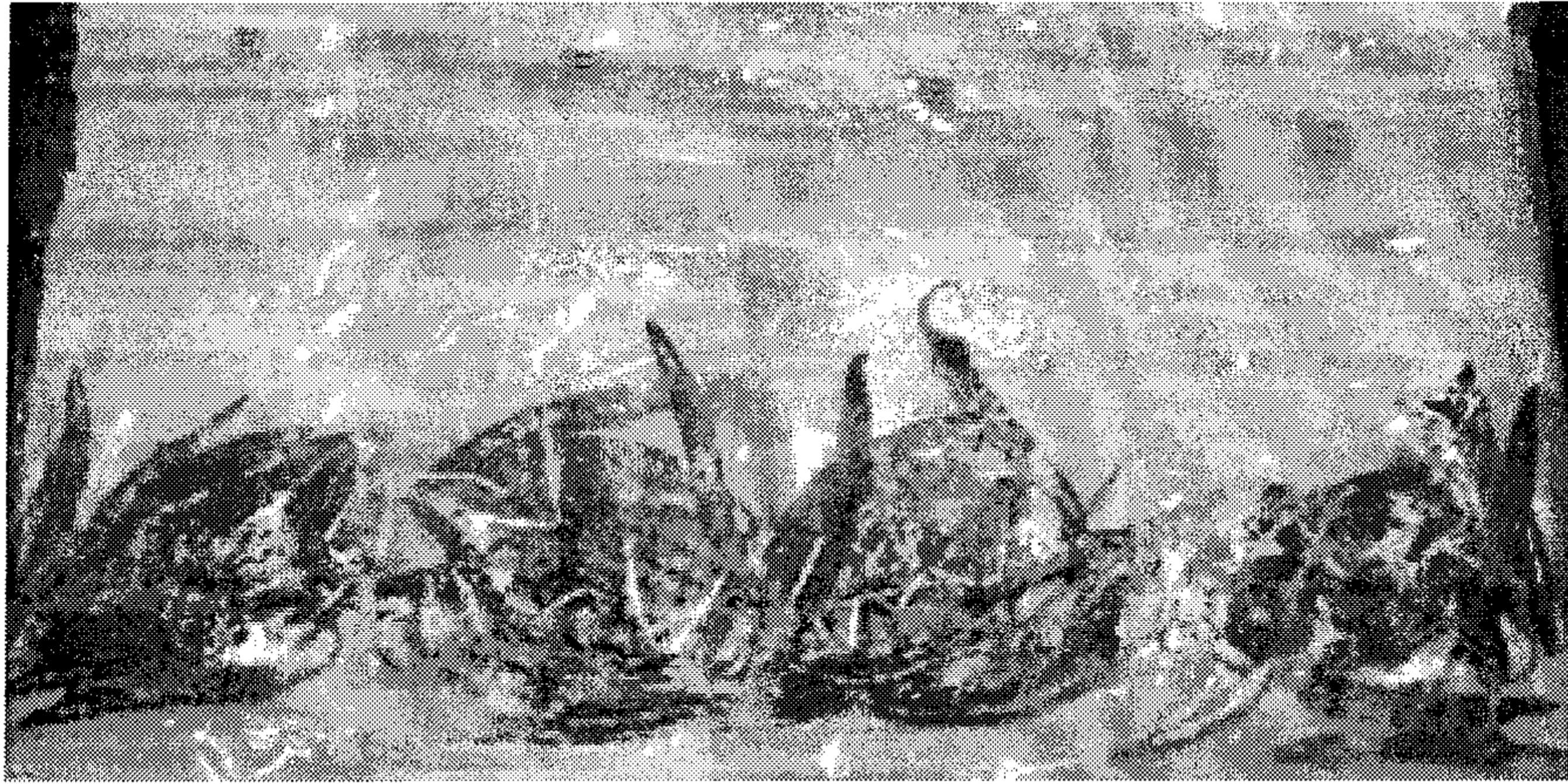


그림 3-1. 탄산가스 처리 (20%, 40%, 60%, 80%)



그림 3-2. 에틸렌가스 처리 (1000ppm, 2000ppm, 3000ppm)

3. 실험결과 및 고찰

탄산가스 및 에틸렌가스의 주입 농도의 정도를 달리하여 처리한 생고추의 과피와 꼭지사이의 물성특성인 인장강도 (tensile strength), 조직강도(tensile work), 변형정도 (deformation modulus)를 측정 한 결과는 표3-3, 3-4와 같다.

탄산가스를 주입한 처리구의 경우 인장강도, 조직강도, 변형정도는 대조구(control)

시료에 비해 7~8% 정도의 감소율을 나타냈고, 탄산가스의 주입농도가 증가할수록 각 시료의 물성특성도 비례적으로 증가함을 보여주었다. 이에 반해 에틸렌가스를 주입해 준 처리구의 경우 대조구 시료에 비해 인장강도, 조직강도, 변형정도는 탄산가스 처리구와 비슷한 8~9%정도의 감소율을 나타냈으나 에틸렌 가스 주입농도가 높아짐에 따라 각 시료의 물성특성이 감소하는 것을 알 수 있었다. 각 시료의 물성특성은 고추의 성숙과 추숙 중에 세포벽 분해효소의 작용에 의해 texture의 변화가 초래됨으로써 발생하는 현상으로 polygalacturonase, pectinmethylesterase, cellulase, glycosidase 등의 효소가 관여함에 따라 세포벽 middle lamella의 구성성분인 pectin질을 분해, 저분자화가 되어 유리됨으로써 난용성 pectin질은 감소하고 가용성 pectin질이 증가하게 되면서 세포벽의 middle lamella가 용해되어 나타나는 것으로 탄산과 에틸렌 등의 가스조성으로 고추의 호흡을 촉진시키며 부위에 따른 호흡율 차이에 의한 과피 및 꼭지 부위의 조직을 연화시킨 후 실험한 결과 에틸렌가스 처리를 하지 않은 무 처리구에 비해 에틸렌가스 처리구에 있어 인장강도가 감소함을 보여주기는 하였으나 현저한 유의적인 차이는 보이지 않아 이를 이용한 생고추 원료의 고추 꼭지제거작업의 실용화가 어려운 것으로 생각되었다.

표 3-3. 탄산가스(CO₂) 처리 시 생고추 원료의 고추 과피 및 꼭지부위 물성특성

물성특성		Control	20%			40%		
			1회	2회	3회	1회	2회	3회
Tensile strength (g)	Average	2264.15	1724.18	1689.89	1673.29	1712.44	1640.98	1769.34
	S.D	391.76	926.88	683.07	661.28	451.63	471.99	542.94
	C.V	17.30	53.75	40.42	39.52	26.37	28.76	30.68
Tensile work (g · s)	Average	8143.63	6121.88	6164.15	5925.65	5454.49	5570.96	5831.75
	S.D	2239.38	3808.63	2409.12	2978.75	2047.76	1895.60	2472.77
	C.V	27.49	62.21	39.08	50.26	37.54	34.02	42.40
Deformation modulus (g/s)	Average	320.56	254.82	228.22	249.91	267.45	242.68	263.48
	S.D	50.45	131.09	100.17	110.26	71.88	67.47	83.35
	C.V	15.73	51.44	43.89	44.12	26.87	27.80	31.63

물성특성		Control	60%			80%		
			1회	2회	3회	1회	2회	3회
Tensile strength (g)	Average	2264.15	1741.29	1693.14	1743.75	1759.92	1766.32	1904.42
	S.D	391.76	462.36	552.69	594.72	411.38	496.08	389.99
	C.V	17.30	26.55	32.64	34.10	23.37	28.08	20.47
Tensile work (g · s)	Average	8143.63	5405.98	5117.13	5600.45	6163.59	5612.76	5903.02
	S.D	2239.38	1683.62	1834.22	2240.22	1749.80	1590.18	1620.91
	C.V	27.49	31.14	35.84	40.00	28.38	28.33	27.45
Deformation modulus (g/s)	Average	320.56	269.33	268.74	265.84	240.91	277.07	300.47
	S.D	50.45	83.40	92.82	84.90	61.02	89.24	74.90
	C.V	15.73	30.96	34.54	31.93	25.33	32.20	24.92

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

표 3-4. 에틸렌 가스(C₂H₄) 처리 시 생고추 원료의 고추 과피 및 꼭지부위 물성특성

물성특성		Control	1000ppm			2000ppm			3000ppm		
			1회	2회	3회	1회	2회	3회	1회	2회	3회
Tensile strength (g)	Average	2264.15	1944.26	1948.26	2083.55	1713.30	1803.98	1719.61	1670.08	1677.18	1730.23
	S.D	391.76	323.21	480.91	485.41	148.97	159.92	403.90	192.08	251.58	227.35
	C.V	17.30	16.62	24.68	23.30	8.70	8.87	23.49	11.50	15.00	13.14
Tensile work (g · s)	Average	8143.63	6806.78	6520.54	7042.72	6073.08	6159.42	5941.06	5427.28	6494.71	6813.78
	S.D	2239.38	1609.14	1885.64	2150.49	1307.54	1843.51	2165.38	914.29	973.84	1427.30
	C.V	27.50	23.64	28.92	30.54	21.53	29.93	36.45	16.85	14.99	20.95
Deformation modulus (g/s)	Average	320.56	275.94	285.15	301.05	251.40	267.76	248.39	247.23	218.82	232.96
	S.D	50.45	72.73	74.57	74.95	75.95	50.16	57.88	25.41	43.28	57.98
	C.V	15.74	26.36	26.15	24.90	30.21	18.73	23.30	10.28	19.78	24.89

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

제 2 절 생고추 원료의 효소처리를 이용한 과피 및 꼭지 분리 기술

1. 실험재료

앞서 생리특성 실험에서와 동일한 시료를 사용하였다.

2. 실험방법

생고추 원료의 압축처리 조건은 앞서와 동일하였으며 압축된 고추 과피와 꼭지부분 조직을 연화시키는 효소제는 Cellulase : 'Onozuka' R-10N, Pectinase : 'Macerozyme' R-10, Multi-enzyme complex : Viscozyme L 등의 3가지를 사용하였다. 각 효소의 농도는 0.1%로 제조하여 항온수조에서 30℃로 온도를 유지하면서 40% 압착한 고추를 20분, 40분, 60분의 시간동안 침지 한 후 세척한 시료와 침지 후 1일 18℃의 상온에 방치하고 물로 세척한 다음 물성분석기를 이용하여 각각의 생고추 시료의 과피 및 꼭지 부분의 물성특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Cellulase 'Onozuka R-10N 효소제 처리구의 과피 및 꼭지 부분의 물성 특성치를 비교한 결과(표 3-5), 원형 시료의 인장강도 2249.9 g, 조직강도 7977.3 g·s, 변형계수 319.2 g/s이었는데 효소 침지 후 인장강도 1.415배, 조직강도는 1.7배로, 변형계수는 1.1배로 감소하였고 침지 후 1일 방치 후 시료의 인장강도는 1.5배, 조직강도는 1.8배, 변형계수는 1.2배로 감소함을 보여줬다. 두 처리구에서 효소 침지시간에 따른 물성특성의 변화는 큰 유의성을 보이지 않았다.

Macerozyme R-10 효소제 처리구의 경우(표 3-6)에도 원형 시료와 효소제 침지 후 세척한 시료의 인장강도는 2.2배, 조직강도는 2.5배, 변형계수는 1.6배 감소하는 경향을 보였고, 침지 후 1일 방치한 시료는 인장강도 4.7배, 조직강도 7.8배, 변형계수는 2.9배로 효소 침지시간이 길어질수록, 침지 후 1일 방치한 시료의 고추 과피와 꼭지부분의 인장 및 조직 강도 등의 물성특성이 크게 감소하는 경향을 보였다. 또한 Cellulase 'Onozuka R-10N 효소 처리구와 비교 시 물성특성의 감소가 더 효과적으로 나타났으나 효소제의 가격이 매우 고가이므로 실용성이 떨어지는 단점이 있다.

Multi-enzyme complex 'Viscozyme L' 효소제 처리구의 경우(표 3-7) 원형 시료와 효소제 침지 후 세척한 시료의 인장강도는 1.8배, 조직강도 2.1배, 변형계수 1.4배의 감소를 나타냈으나 침지 후 1일 방치한 시료는 인장강도 9.5배, 변형계수 5.5배로 나타났다. 이러한 실험결과는 'Viscozyme L' 효소제가 침지 시간이 길어질수록 생고추 시료의 과피와 꼭지부분의 섬유질 세포벽의 분해효과가 매우 우수한 것으로 입증하고 있다. 그리고 'Viscozyme L' 효소제는 앞서 'Onozuka R-10N와 효소제 Macerozyme R-10 효소제 보다 비용이 저렴하여 실용성이 높은 장점이 있다.

효소제의 종류를 달리하여 처리한 생고추의 과피와 꼭지사이의 인장강도 (tensile strength), 조직강도(tensile work), 변형정도(deformation modulus)를 측정된 결과 Multi-enzyme complex:'Viscozyme L' > Pectinase:'Macerozyme R-10' > Cellulase:'Onozuka R-10N 순으로써 세포벽 분해효소를 처리 시 효소 침지시간이 길어질수록, 침지 후 1일 방치한 시료의 과피 및 꼭지부분의 조직은 원형상태보다 인장강도, 조직강도, 변형계수 등이 크게 감소되어 과피와 꼭지의 분리가 쉽게 될 수 있는 상태로 변화되어 있는 것으로 분석이 되었고 세포벽 분해효소 중 Muti-enzyme complex 'Viscozyme L 효소제가 가장 효과적으로 우수하다는 결론을 얻었다.

Multi-enzyme complex 'Viscozyme L'은 술, 쌀, 전분 관련 산업에서 채소나 곡물 원자재의 식물 조직을 구성하고 있는 세포벽을 파괴하여 추출수율을 향상시키는데 사용하는 효소로 0.05~0.1% 사용하여도 큰 수율의 효과를 나타내어 일반적으로 사용하

고 있는 효소이다. 이 연구에서도 0.1%의 권장농도를 사용하여 최적의 분리율을 보여 실용화 측면에서 가장 적합한 것으로 나타났다.



그림 4-2. Viscozyme L 효소제 처리를 한 생고추 시료의 과피 및 꼭지 부위



(a) Viscozyme L 처리 20분



(b) Viscozyme L 처리 40분



(c) Viscozyme L 처리 60분

그림 4-1. Viscozyme L 효소제 처리 시간에 따른 생고추 시료 절단면

표 3-5. Cellulase 'Onozuka R-10N' 처리 시 생고추 원료의 고추 과피 및 꼭지 부위 물성특성

물성특성		원형 (A)	침지 후 세척				침지 후 1일 방치			
			20분	40분	60분 (B)	(A/B)	20분	40분	60분 (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2249.9	2121.0	1708.3	1664.6	1.4	1816.9	1690.6	1520.9	1.5
	S.D	437.3	601.3	300.2	213.8	-	388.9	509.9	403.0	-
	CV	19.4	28.4	17.6	12.8	-	21.4	30.2	26.5	-
Tensile work (g · s)	Average	7977.3	7513.4	4807.9	4698.6	1.7	6164.3	5499.9	4418.5	1.8
	S.D	2502.7	2307.1	1117.6	850.5	-	1933.6	2807.2	1398.6	-
	C.V	31.4	30.7	23.3	18.1	-	31.4	51.0	31.7	-
Deformation modulus (g/s)	Average	319.2	295.2	300.9	301.6	1.1	280.0	275.7	274.9	1.2
	S.D	65.5	93.7	72.1	56.6	-	60.9	72.0	94.4	-
	C.V	20.5	31.7	24.0	18.8	-	21.8	26.1	34.3	-

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

표 3-6. Pectinase 'Macerozyme R-10N' 처리 시 생고추 원료의 고추 과피 및 꼭지부위 물성특성

물성특성		원형 (A)	침지 후 세척				침지 후 1일 방치			
			20분	40분	60분 (B)	(A/B)	20분	40분	60분 (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2050.2	1470.9	1131.9	934.2	2.2	720.8	582.1	437.5	4.7
	S.D	397.9	308.4	485.2	374.5	-	217.8	185.0	306.8	-
	C.V	19.4	21.0	42.9	40.1	-	30.2	31.8	70.1	-
Tensile work (g · s)	Average	7231.8	4279.9	3880.8	2885.3	2.5	2539.6	1510.0	923.1	7.8
	S.D	1342.4	849.2	2794.1	1348.4	-	957.6	635.6	498.3	-
	C.V	18.6	19.8	72.0	46.7	-	37.7	42.1	54.0	-
Deformation modulus (g/s)	Average	274.4	264.7	187.3	169.2	1.6	100.4	124.7	95.1	2.9
	S.D	75.4	81.5	73.7	91.1	-	50.6	88.5	86.8	-
	C.V	27.5	30.8	39.3	53.8	-	50.4	70.9	91.3	-

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

표 3-7. Muti-enzyme complex 'Viscozyme L'처리 시 생고추 원료의 고추 과피 및 꼭지 부위 물성특성

물성특성		원형 (A)	침지 후 세척				침지 후 1일 방치			
			20분	40분	60분 (B)	(A/B)	20분	40분	60분 (B)	(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2050.2	1315.1	1183.8	1137.6	1.8	651.8	490.5	215.9	9.5
	S.D	397.9	627.3	494.1	371.9	-	584.5	82.8	76.6	-
	C.V	19.4	47.7	41.7	32.7	-	89.7	16.9	35.5	-
Tensile work (g · s)	Average	7231.8	4931.9	4263.6	3477.7	2.1	2034.0	1210.2	511.0	1.4
	S.D	1342.4	3285.1	2225.0	1037.5	-	2234.9	334.9	297.3	-
	C.V	18.6	66.6	52.2	29.8	-	109.9	27.7	58.2	-
Deformation modulus (g/s)	Average	274.4	191.6	173.6	195.5	1.4	111.5	100.4	49.6	5.5
	S.D	75.4	70.7	79.7	87.8	-	57.4	50.6	18.8	-
	C.V	27.5	36.9	45.9	44.9	-	51.5	50.4	37.9	-

C.V: Coefficient of variation = S.D/Average*100

제 4 장 생고추 원료의 건조과정의 과피 및 꼭지 선별 기술

여 백

제 1 절 생고추 원료의 세척, 절단, 건조 공정

국내 최초로 설립된 영양군 고추종합처리장 고추 전처리 및 건조과정에서의 생고추 원료 세척, 절단, 건조 공정을 요약하면 다음과 같다.

1. 세척 공정

수작업으로 고추꼭지가 완전 제거된 생고추 원료는 그림4-1과 같이 원료 투입 흡퍼에 공급되어 일정한 속도로 1차 세척기에 공급된다. 1차 세척기에서는 고추표면에 묻은 흙, 이물질, 잎 조각, 고추조각 등을 세척 제거한다. 다음으로 고추는 검사 및 선별 라인으로 보내지며 병과나 결함 있는 고추시료는 작업자의 육안 선별에 의해 제거된다. 선별라인을 통과한 고추는 2차 세척기로 보내져 사용하여 깨끗이 세척되며 2차 세척기에는 세척제의 투입이 가능한 구조로 되어 있어 생고추 원료의 미생물 오염을 방지하고 위생적인 상태로 만든다. 세척작업이 완료된 고추는 절단기로 이송되어진다.

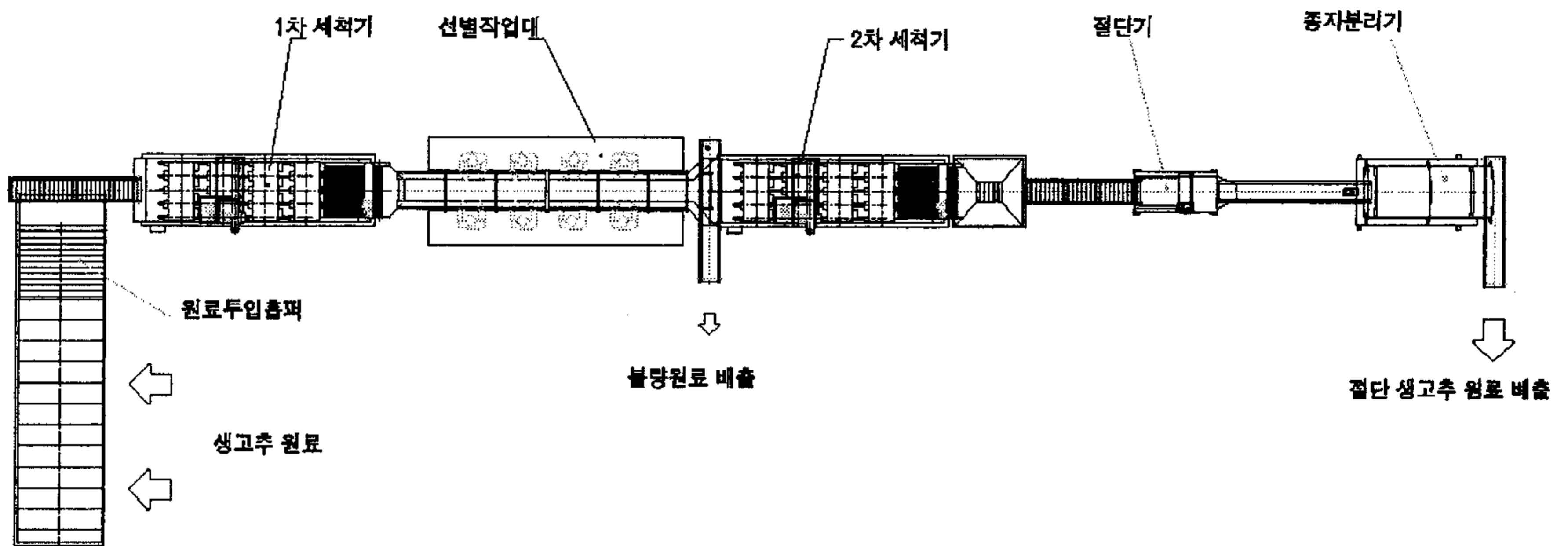
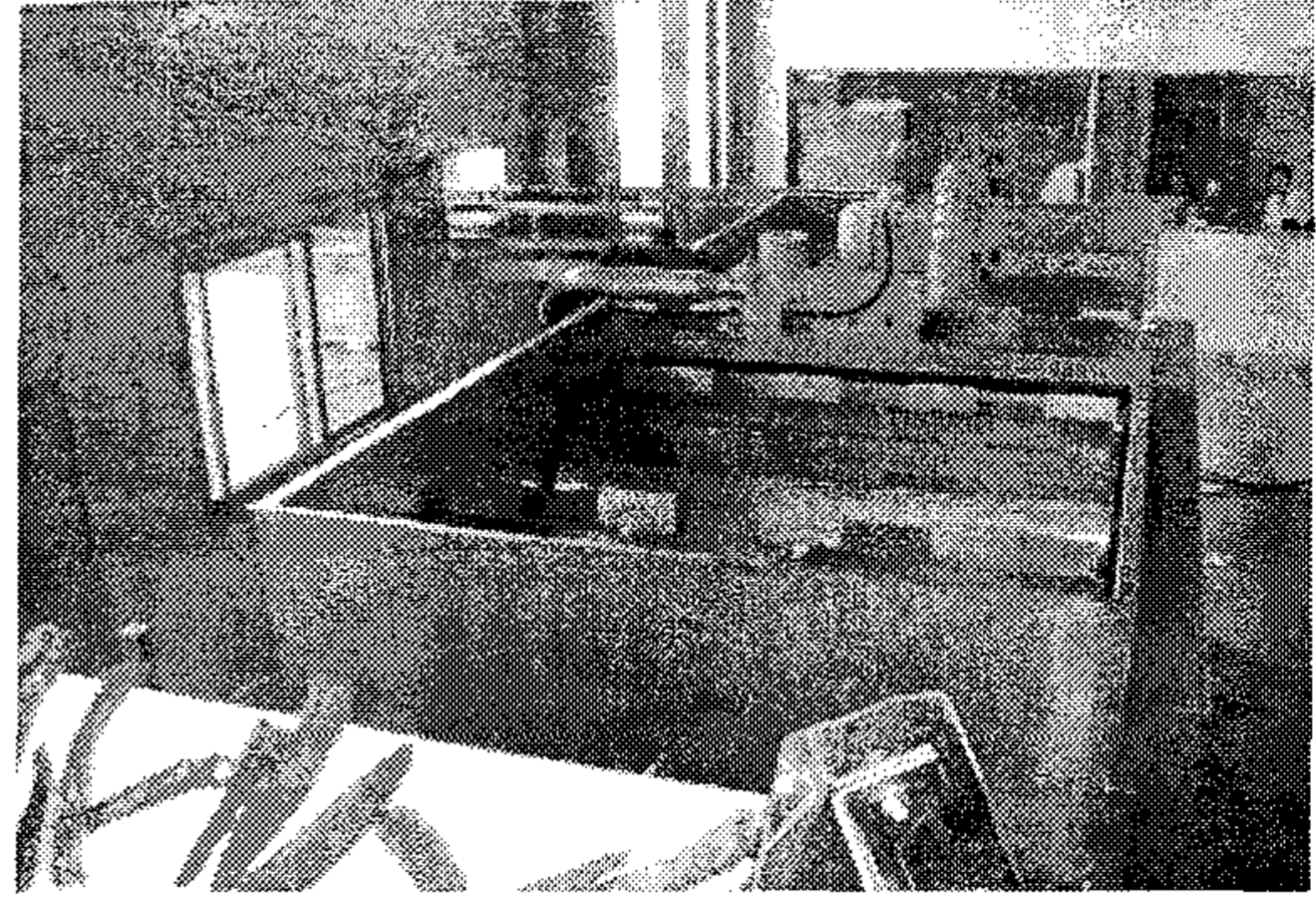


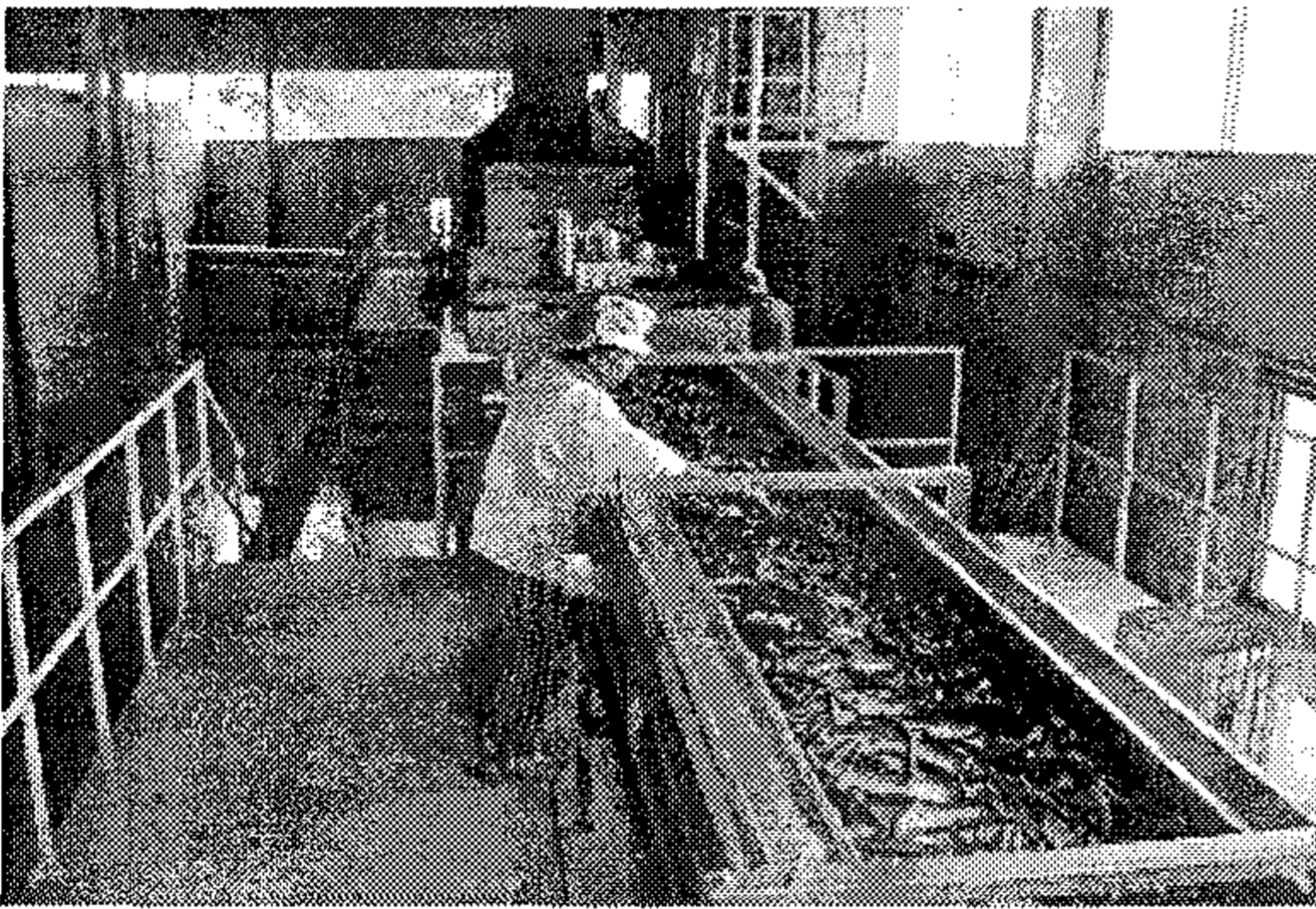
그림 4-1. 고추종합처리장의 생고추 원료 전처리 작업 공정



원료투입



1차 세척



선별작업

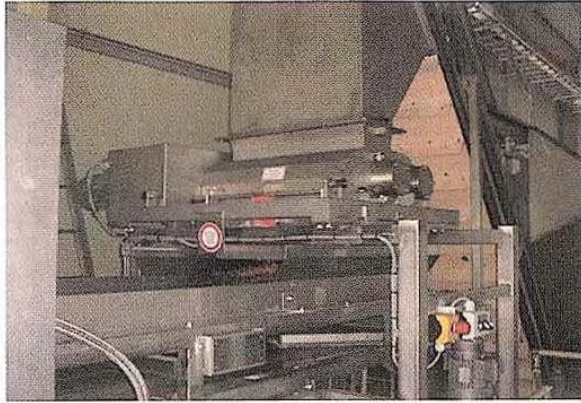


2차 세척

그림 4-2. 고추종합처리장의 생고추 원료 세척 공정

2. 절단 공정

절단 공정은 그림 4-3과 같이 1, 2차 세척이 완료된 생고추 원료는 건조효율과 품질을 높이기 위하여 회전 칼날롤 조합과 플라스틱 가이드 롤로 구성된 절단기로 이송되어 길이방향으로 2~3등분 절단된 후 다공 원통형으로 된 종자분리기를 거치면서 일부분 종자가 제거된 후 절단 생고추 원료 상태로 대형 연속식 건조기로 구성된 건조공정으로 이송된다.



절단



종자제거

그림 4-3. 고추종합처리장의 생고추 원료 절단 공정

3. 건조 공정

고추꼭지와 종자가 제거된 절단 생고추 원료는 연속식 대형 고추 건조기로 이송된다. 건조기는 그림 4-4와 같이 원료 투입장치, 1차 예비 건조기(pre-dryer), 2차 주 건조기(main dryer), 냉각부, 배출부 가열장치, 전원제어반 등으로 구성된다. 그림 4-5는 고추종합처리장의 건조 공정을 나타낸 것이다. 고추 전처리 설비에서 절단된 생고추 원료는 스윙타입의 투입 콘베이어에 의하여 1차 건조기 벨트의 전체 폭에 일정 높이 만큼 균일하게 투입된다. 투입되는 절단 건조고추 시료의 초기 수분은 87%이상 되기 때문에 1차 건조 시 95℃이상의 고온열풍으로 10~15분간 예열하여 5단 벨트로 이루어진 2차 건조기에서 건조온도 60~80℃ 건조시간 2~3시간에서 절단 건조고추 시료의 최종 수분이 12%이하가 되도록 신속하게 건조한다. LPG 버너 또는 스팀 보일러의 열교환기를 통해 건조공기를 가열하며 적정 작업조건을 얻기 위하여 건조 열풍온도와 풍량, 풍속, 원료적재 벨트 콘베어의 이송속도를 조절한다. 특히 최종 함유율이 벨트의 전체 폭에 걸쳐 균일하게 하고 또한 열풍건조 온도에 의한 고추의 비타민 C, 색소(ASTA color 값) 및 기타 영양소의 손실이 최소화되도록 한다.

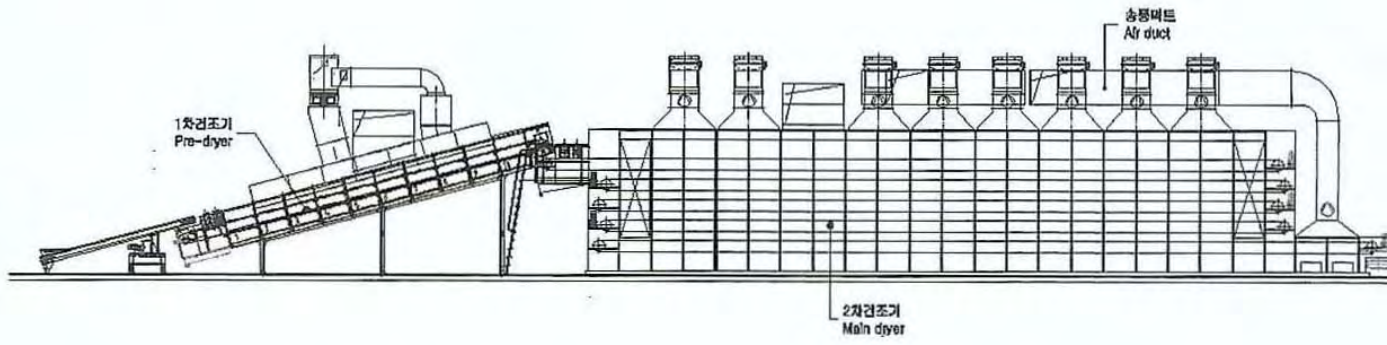


그림 4-4. 고추종합처리장의 연속식 대형 건조기



절단 생고추 원료 투입



1차 예비 건조기(1단 벨트)



2차 주 건조기(5단 벨트)



절단 건조고추 원료 포장

그림 4-5. 고추종합처리장의 건조 공정

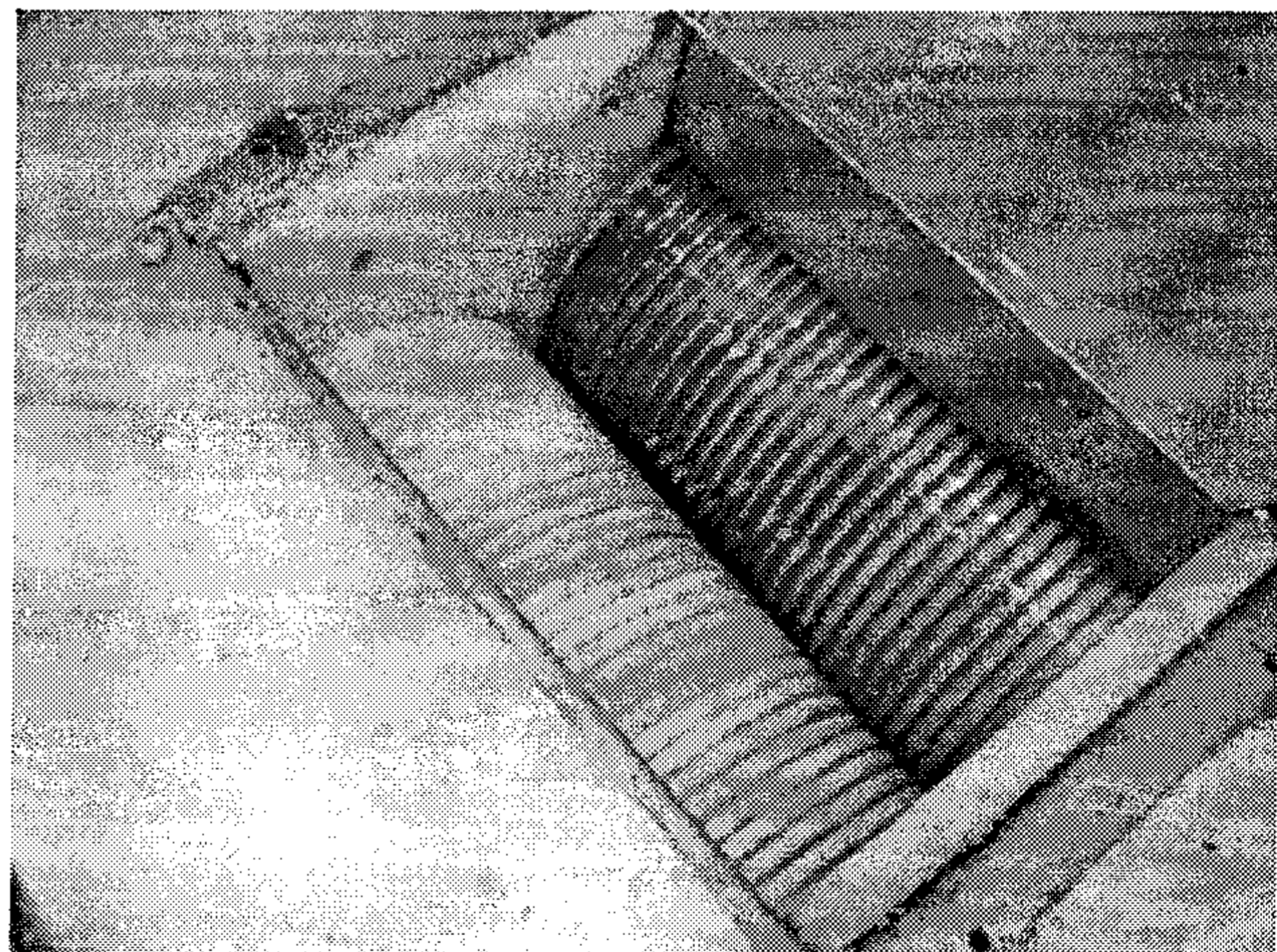
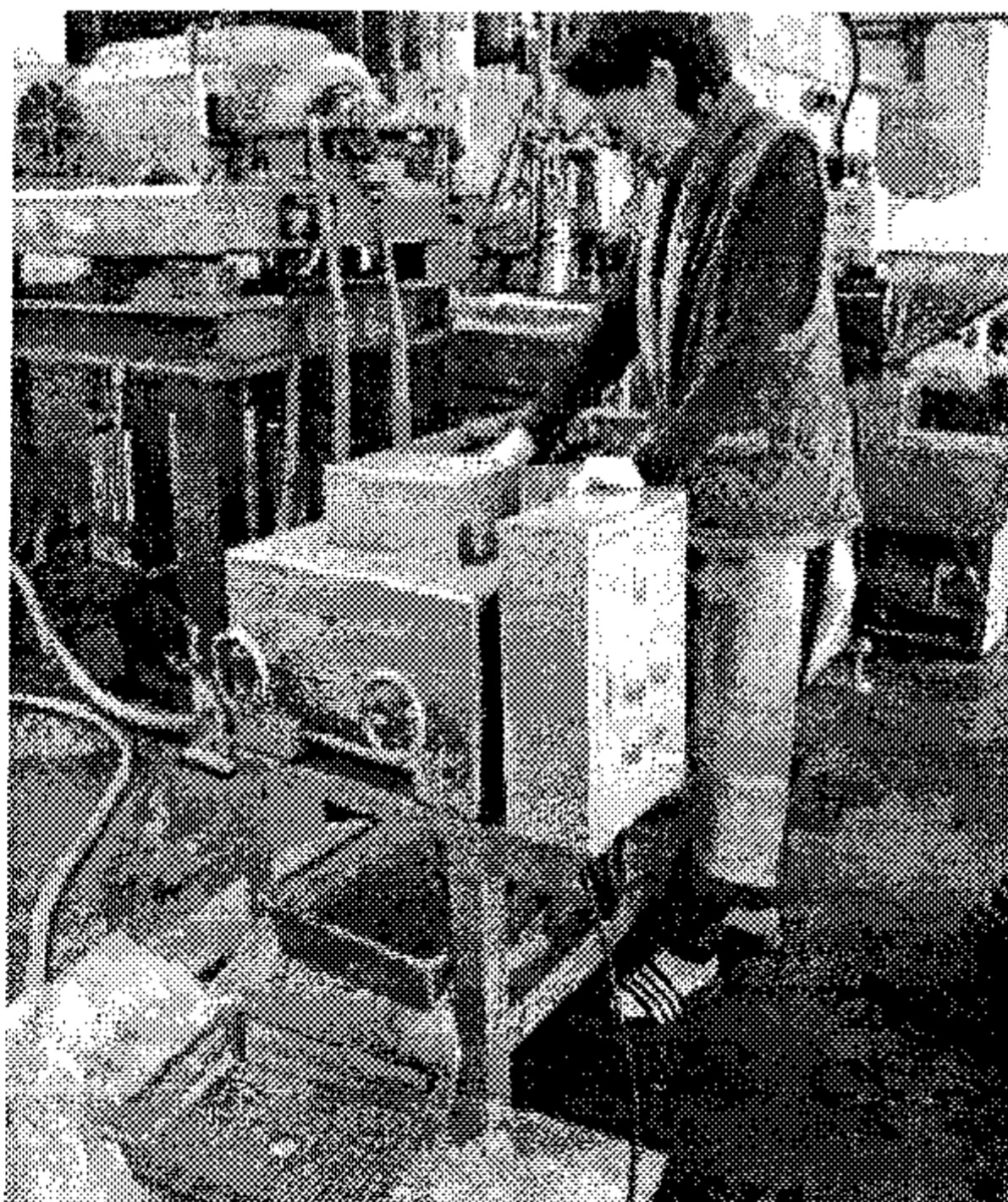
제 2 절 절단 건고추 원료의 과피 및 꼭지 분리 기술

1. 실험재료

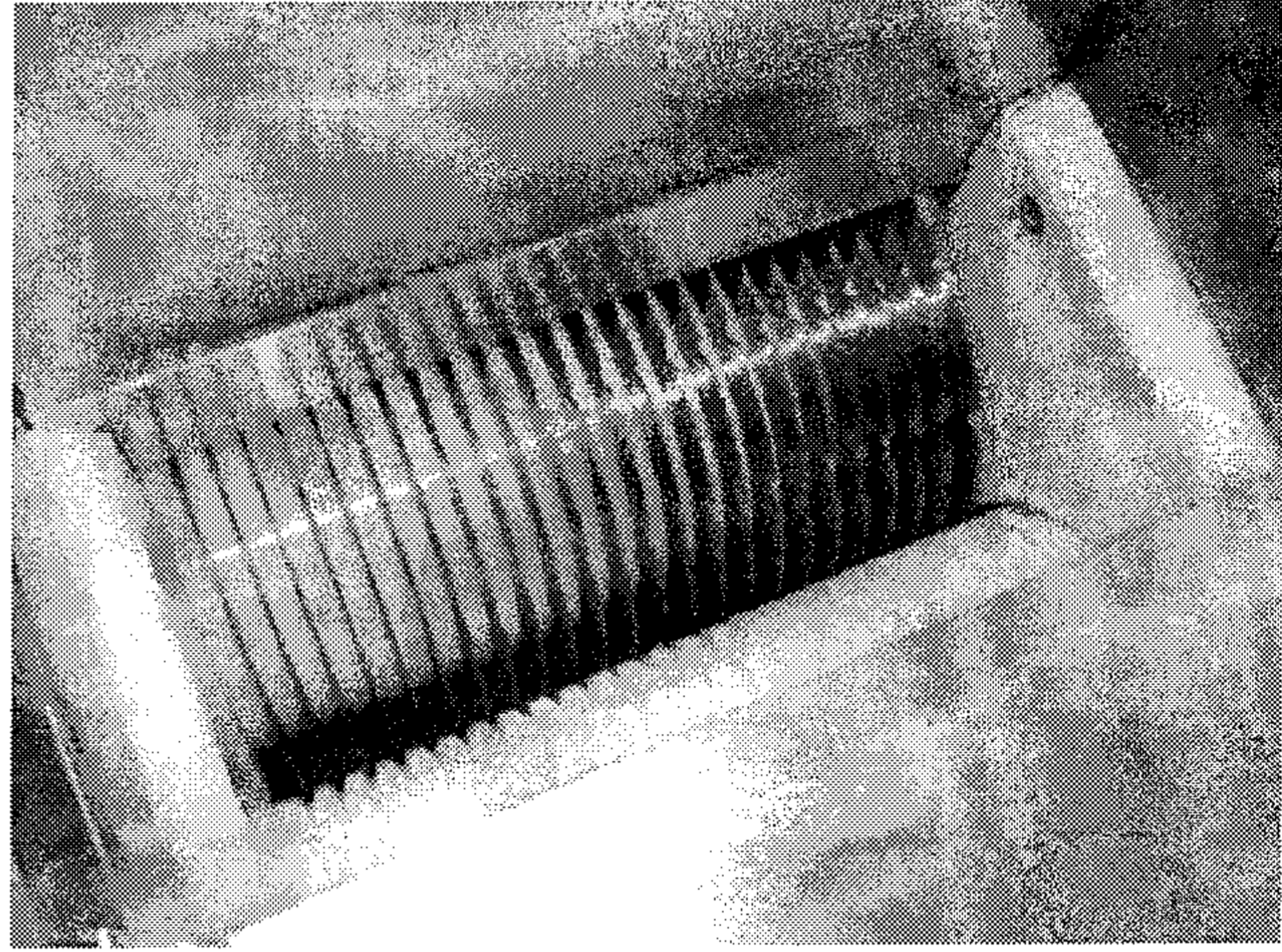
2005년도 11월 경남 진주산 생고추 원료 시료를 20kg을 수집하여 세척 후 시료로 사용하였다.

2. 실험장치

생고추 원료를 절단하기 위하여 절단칼날의 깊이와 폭이 서로 다른 2종류의 절단기를 사용하였다. 절단기의 구조는 SUS 420 재질의 고강도 원형 칼날로 된 절단칼날 조합 롤러와 플라스틱 가이드 롤러조합으로 되어 있으며 두 롤러의 회전속도차비가 1.5로 되어 있다. 절단칼날의 깊이와 폭은 각각 8, 10mm로 되어 있으며 생고추 시료의 절단처리용량은 2kg/hr이었다. 절단된 생고추 시료는 배치형 농산물 건조기를 이용하였으며 절단 건고추 시료의 부위별 공기선별 특성을 분석하고자 송풍팬, 풍량조절장치, 공기이송관으로 구성된 종말속도 측정장치를 사용하였다.



(a) 절단 폭, 깊이(8mm)



(b) 절단 폭, 깊이(10mm)

그림 4-6. 절단 폭 및 깊이에 따른 생고추 원료 절단기 종류

3. 실험방법

생고추 시료를 절단칼날의 폭과 깊이가 서로 다른 2대의 절단기를 사용하여 절단을 한 후 배치형 농산물 건조기를 사용하여 건조온도 65℃, 건조시간 5시간으로 건조하여 절단 건조고추 시료를 제조한 다음 공기 이송식 방법을 이용한 절단 건조고추 시료의 과피 꼭지 분리기술의 가능성을 분석하고자 고추 과피, 꼭지, 종자 등의 종말 속도를 분석하였다.

4. 실험결과 및 고찰

그림 4-7.은 절단기 종류에 따른 생고추 시료의 절단 및 건조작업 후 모양이다. 생고추 시료는 절단기의 종류에 따라 시료의 절단 폭과 길이방향의 절단율의 차이가 있었으나 절단 과정에서 고추꼭지가 과피 부착된 상태로 절단되었고 건조과정에서도 고추꼭지가 과피에서 분리되지 않는 것으로 나타났다. 절단 건조고추 시료의 고추 과피, 꼭지, 종자 부위별 공기특성인 종말속도를 분석하면 표 4-1과 같이 각각 10.07, 5.12, 3.33 m/sec로서 나타났으나 절단 및 건조과정에서 꼭지와 과피가 분리되지 않아 공기

선별 방식으로 절단 건고추 시료에서 고추꼭지를 분리할 가능성은 매우 어려운 것으로 판단되었다.



(a) 절단폭, 깊이(8mm)



(b) 절단폭, 깊이(10mm)

그림 4-7. 절단기 종류에 따른 생고추 시료의 절단 및 건조작업 후 모양

표 4-1. 절단 건고추 시료의 부위별 공기특성

고추부위별	종말속도(m/sec)
과피	10.07±0.15
꼭지	5.12±0.04
종자	3.33±0.15

여 백

제 5 장 생고추 원료의 과피 및 꼭지 제거 장치 개발

여 백

제 1 절 회전 드럼식 고추 과피 꼭지 제거 장치

1. 시작품 설계 제작

본 시작품은 생고추 원료를 압축장치로 일정압력으로 압축하여 고추 과피와 꼭지사이의 조직을 연화시킨 다음 직경 15mm의 다공원통형 회전드럼의 외부로 고추꼭지가 돌출되게 하여 꼭지 제거장치로 꼭지를 과피와 분리하여 제거하는 것이며 프레임, 생고추 원료 투입 및 배출구, 절단칼 형태의 생고추 꼭지 제거장치, 생고추이송판, 고추 과피 꼭지 이송원통, 구동 모터 등으로 구성되어 있다. 고추 과피 꼭지 이송원통과 생고추 꼭지 제거장치를 회전시키는 2대의 구동 모터(1, 0.5hp)와 각각의 구동 모터 회전속도제어를 제어하는 인버터가 별도로 설치되었다. 그림 5-1은 회전 드럼식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품 개략도이며 그림 5-2는 시작품의 외형을 나타낸 것이다.

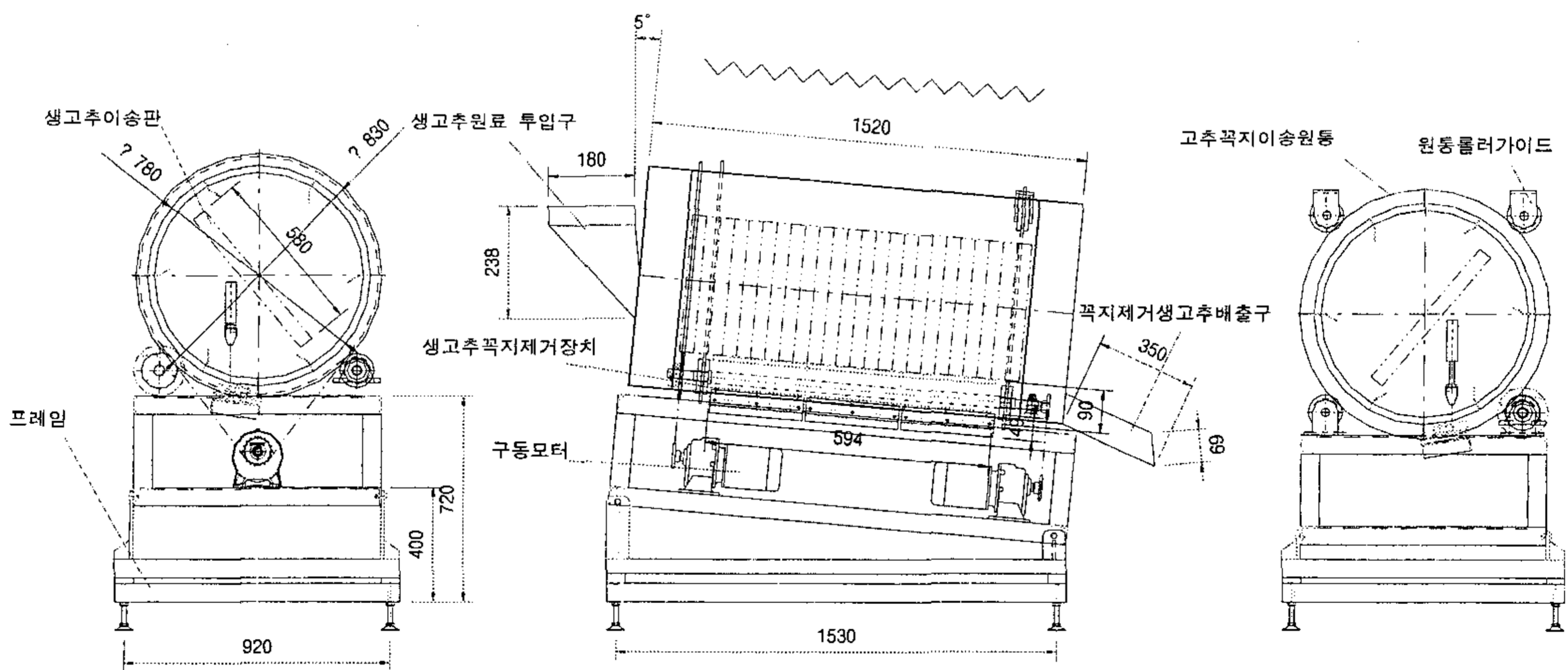


그림 5-1. 회전 드럼식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품 개략도

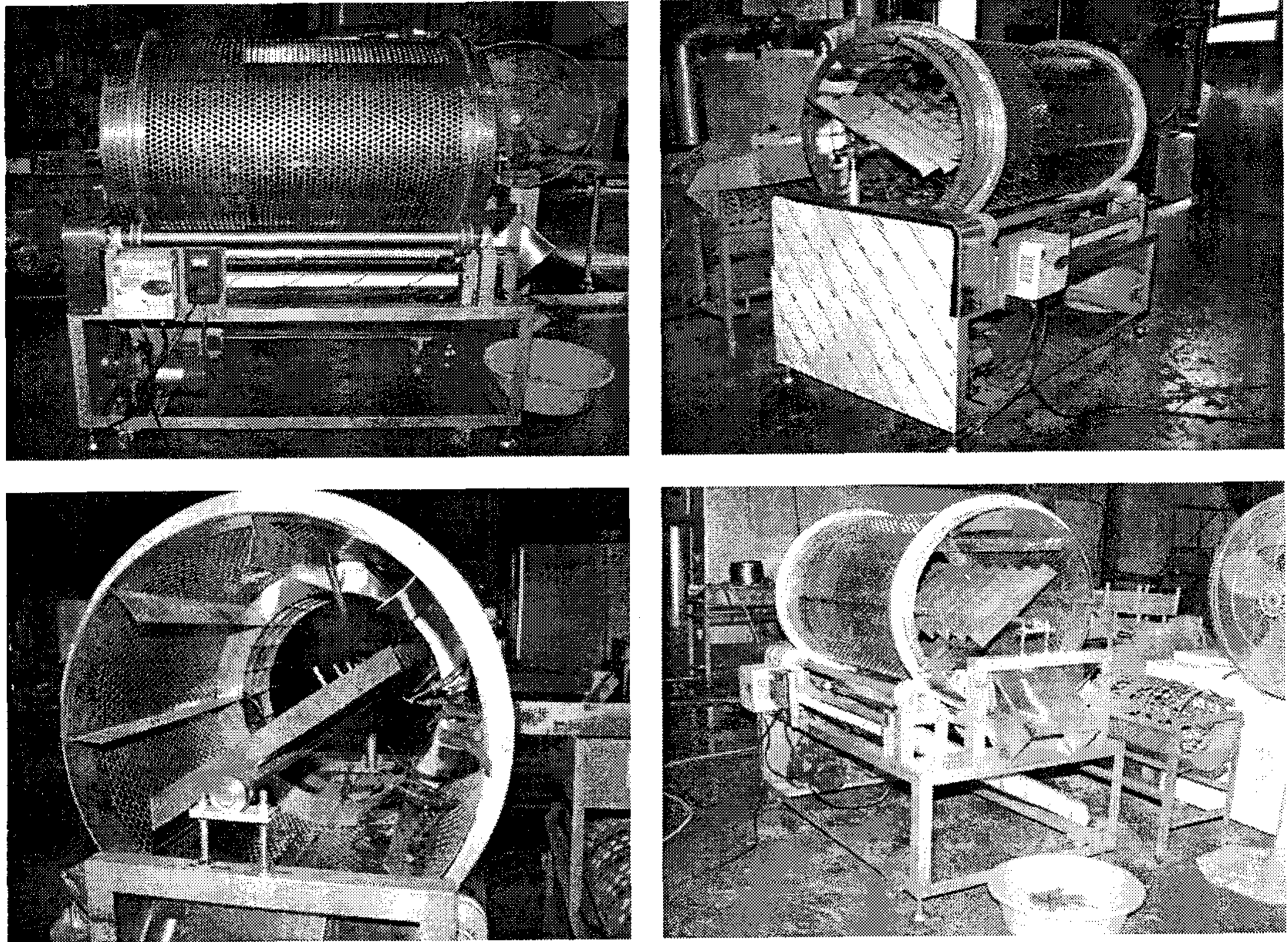


그림 5-2. 회전 드럼식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품

2. 성능실험

회전 드럼식 고추 과피꼭지 제거장치의 처리용량은 생고추 원료 기준으로 시간당 200kg/hr으로 설계되었으나 경사진 생고추 원료 이송판에서 낙하하는 생고추 원료의 꼭지가 원통형 다공철판에 삽입되지 않아 원활한 고추꼭지제거 작업이 이루어지지 않았다. 본 시작품의 가장 큰 문제점은 생고추 원료가 회전 드럼식 내에서 이송하면서 외부로 쉽게 돌출될 수 않아 생고추 꼭지 제거작업이 매우 어려운 것으로 평가되었다.

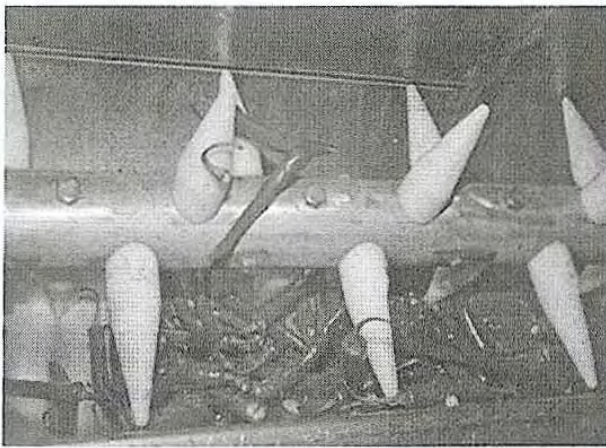
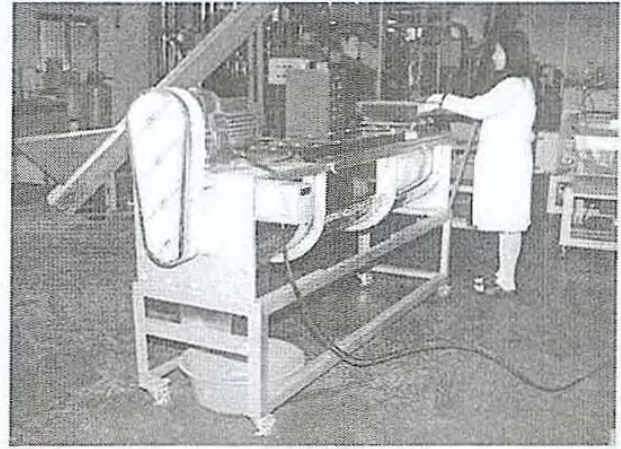
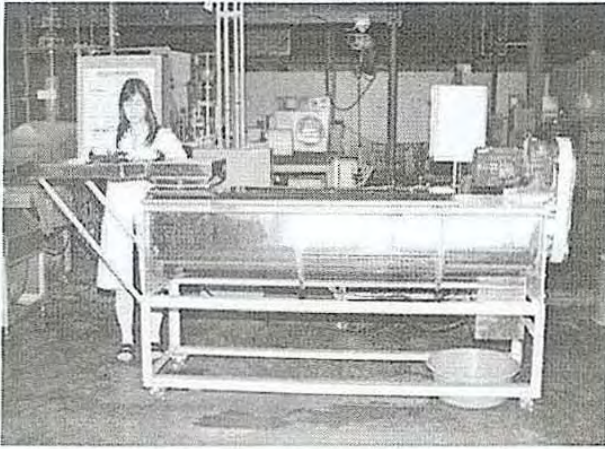


그림 5-4. 충격식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품

2. 성능실험

가. 1차 성능실험

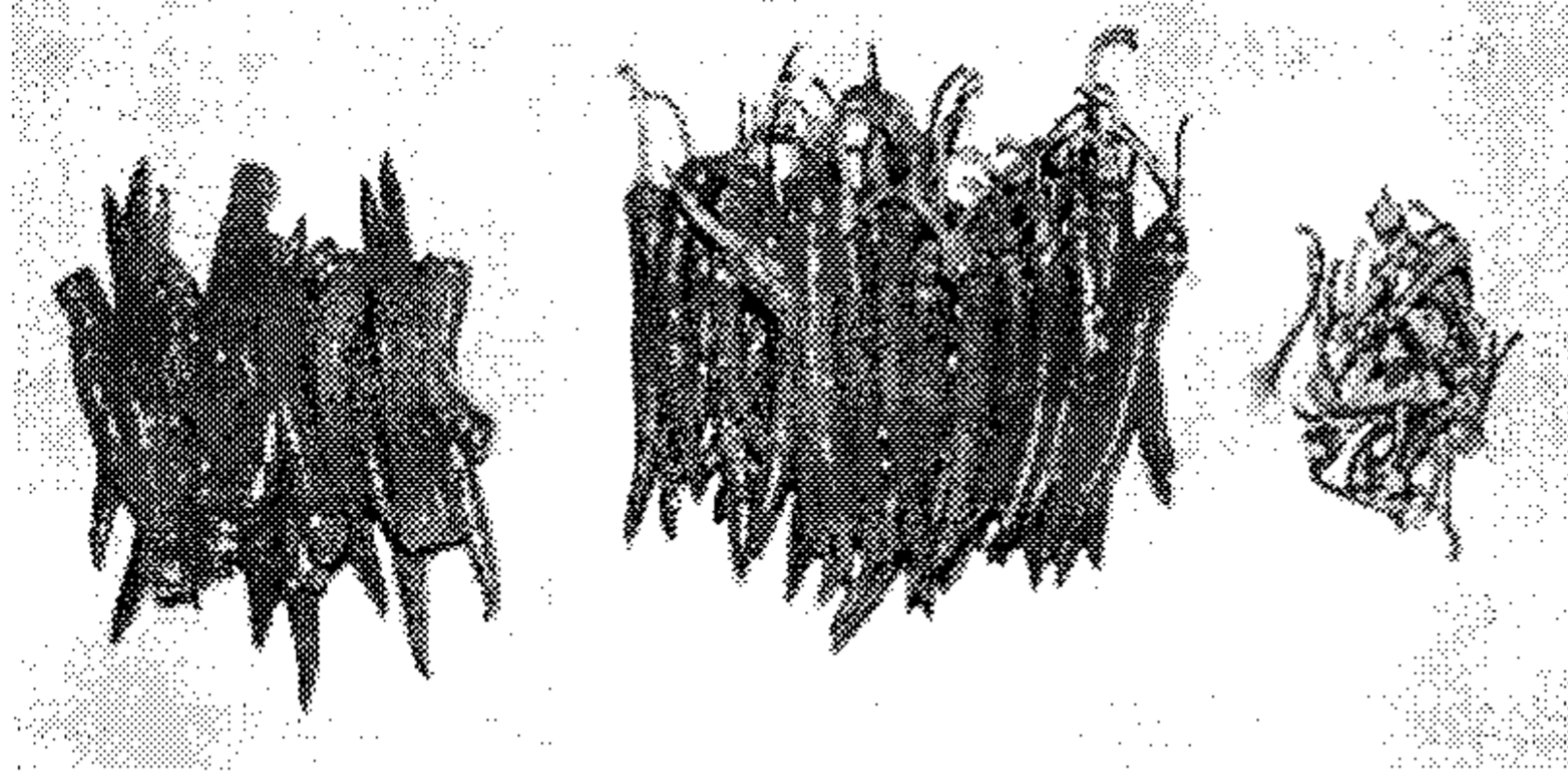
1차 성능 실험에 사용된 고추는 2005년 12월 경남 진주지역에서 수확된 것이며 앞서 생고추 원료의 생리특성 분석 시 사용한 시료와 동일 한 것으로 꼭지길이가 5.37 cm, 과피 길이가 12.08 cm로 과피 폭은 2.27 cm로 대과종 고추 시료에 속하는 것이다.

표 5-1과 그림 5-5는 생고추 원료를 압축 변형을 30%, 50%로 압착 후 0.1% 농도

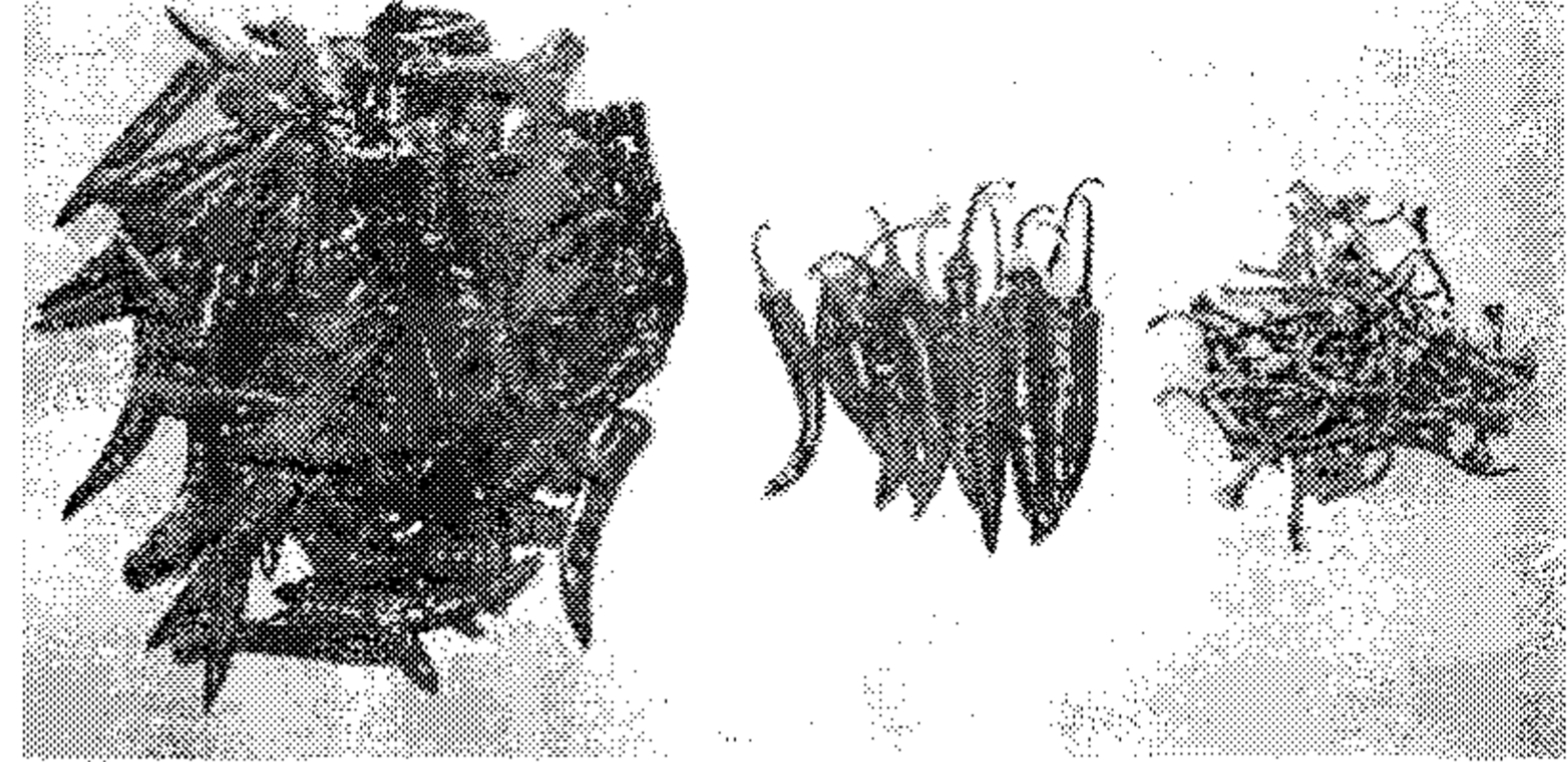
의 Viscozyme L 효소 용액에 1분간 처리한 후 18℃에서 1, 3, 6시간 저장 한 후 충격식 고추 과피 꼭지 제거 장치 시작품을 이용해 생고추 원료의 과피와 꼭지의 분리특성을 나타낸 것이다. 실험은 한 처리구 당 100개씩 3회 반복실험을 하였으며 처리용량은 시간당 250 kg/hr이었다. 압축 변형을 30%의 생고추 시료의 경우 Viscozyme L 효소 처리 후 저장시간 1, 3, 6 시간에서 평균 꼭지 제거율은 27.7, 34.3, 40.0%로 비교적 낮았으나 압축 변형을 50%의 경우 평균 꼭지 제거율은 91.3, 94.7, 95.7%로 매우 높게 나타났다.

표 5-1. Viscozyme L 효소처리 후 저장시간에 따른 생고추 원료의 생고추 원료의 과피 꼭지 분리특성

압착변형율	저장시간	실험횟수	시료 수	과피꼭지분리 상태	
				분리	미분리
30%	1h	1차	100	29	71
		2차	100	30	70
		3차	100	24	76
		평균		27.7±3.2	72.3±3.2
	3h	1차	100	36	64
		2차	100	41	59
		3차	100	26	74
		평균		34.3±7.6	65.7±7.6
	6h	1차	100	52	48
		2차	100	24	76
		3차	100	44	56
		평균		40±14.4	60±14.4
50%	1h	1차	100	89	11
		2차	100	91	9
		3차	100	94	6
		평균		91.3±2.5	8.7±2.5
	3h	1차	100	93	7
		2차	100	97	3
		3차	100	94	6
		평균		94.7±2.1	5.3±2.1
	6h	1차	100	94	6
		2차	100	94	6
		3차	100	99	1
		평균		95.7±2.9	4.3±2.9



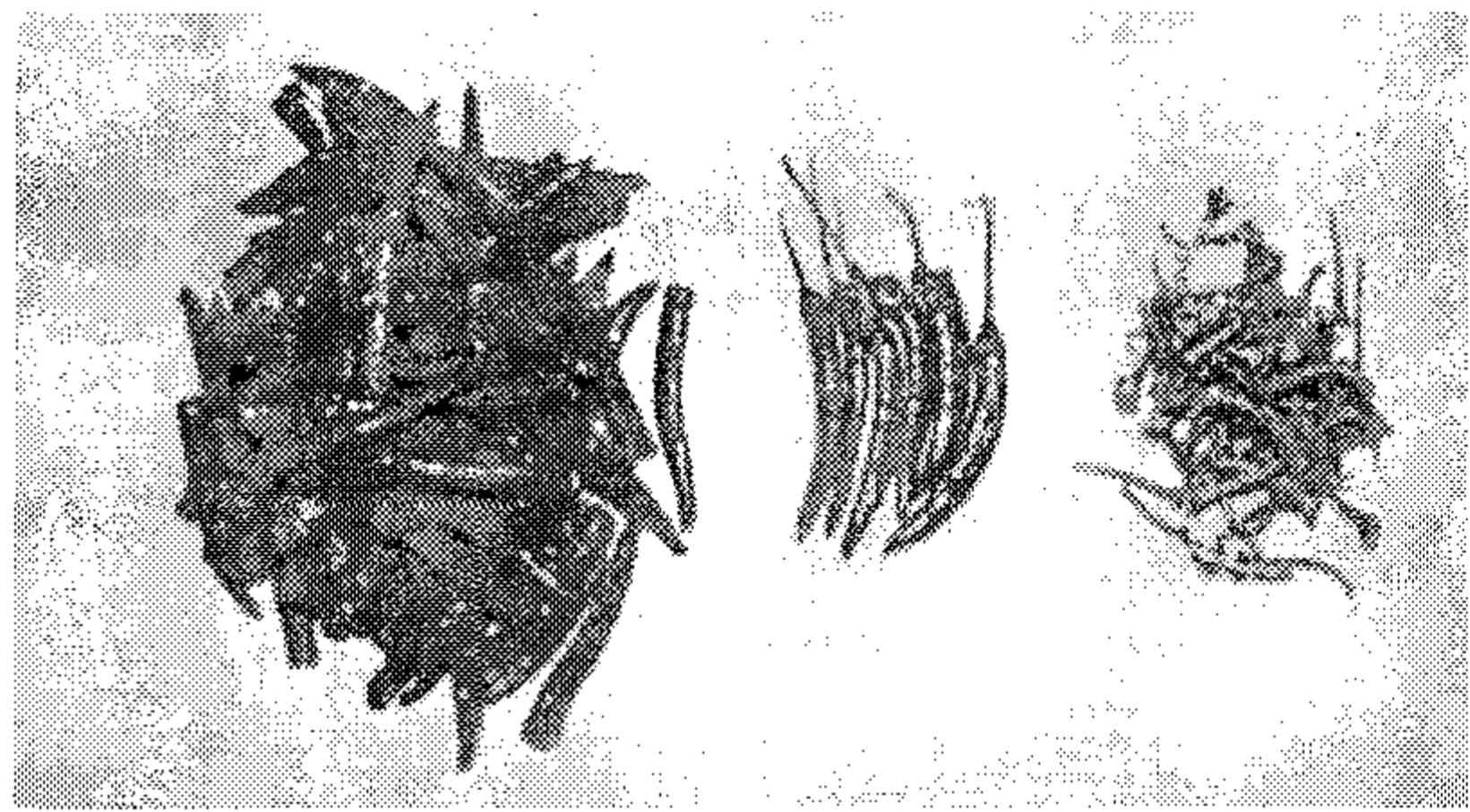
Viscozyme L 30% 1h



Viscozyme L 50% 1h



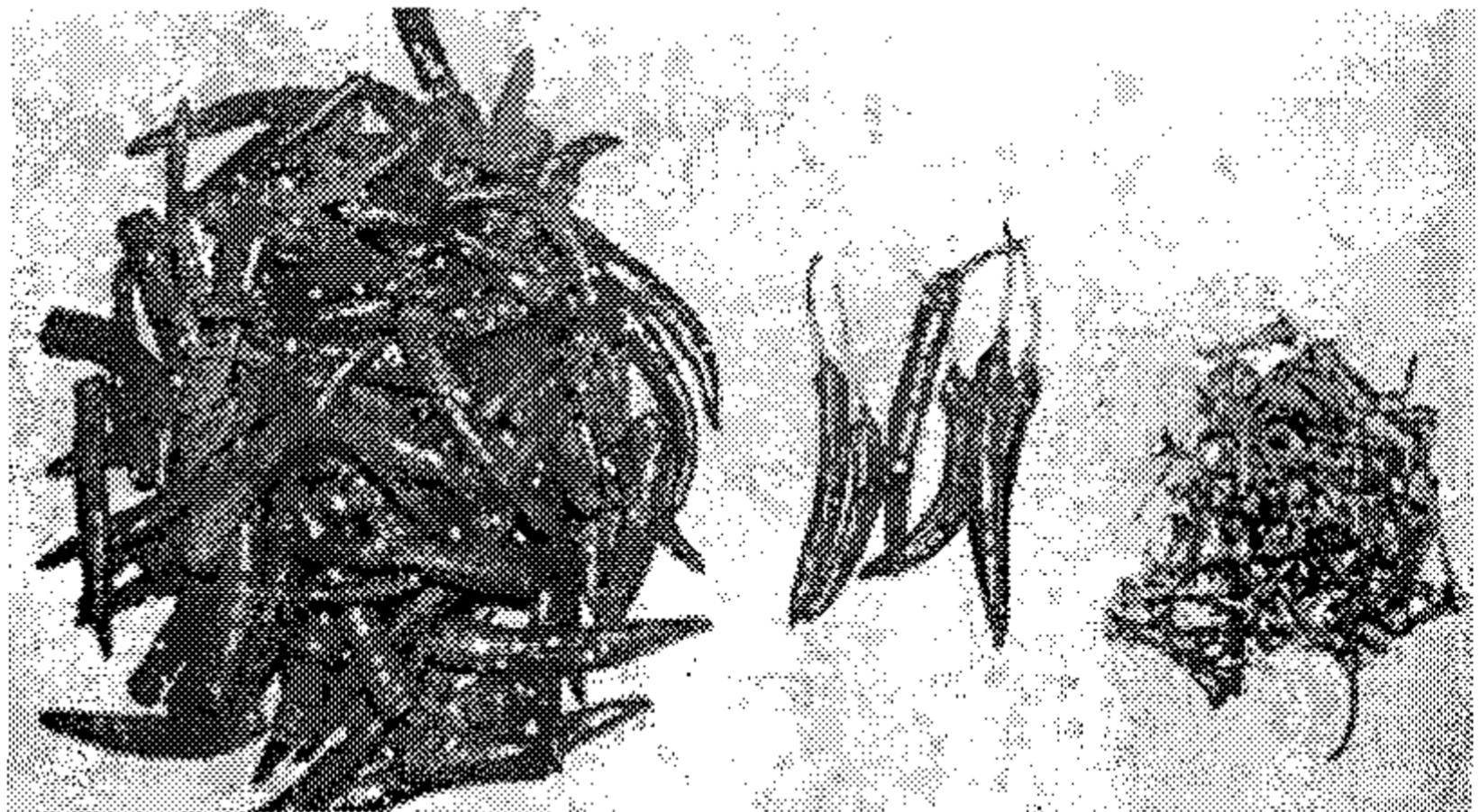
Viscozyme L 30% 3h



Viscozyme L 50% 3h



Viscozyme L 30% 6h



Viscozyme L 50% 6h

그림 5-5. Viscozyme L 효소처리 후 저장시간에 따른 생고추 원료의
과피 꼭지 분리실험 결과

표 5-2와 그림 5-6은 압착한 생고추 원료를 0.1% 농도의 Viscozyme L 효소 용액

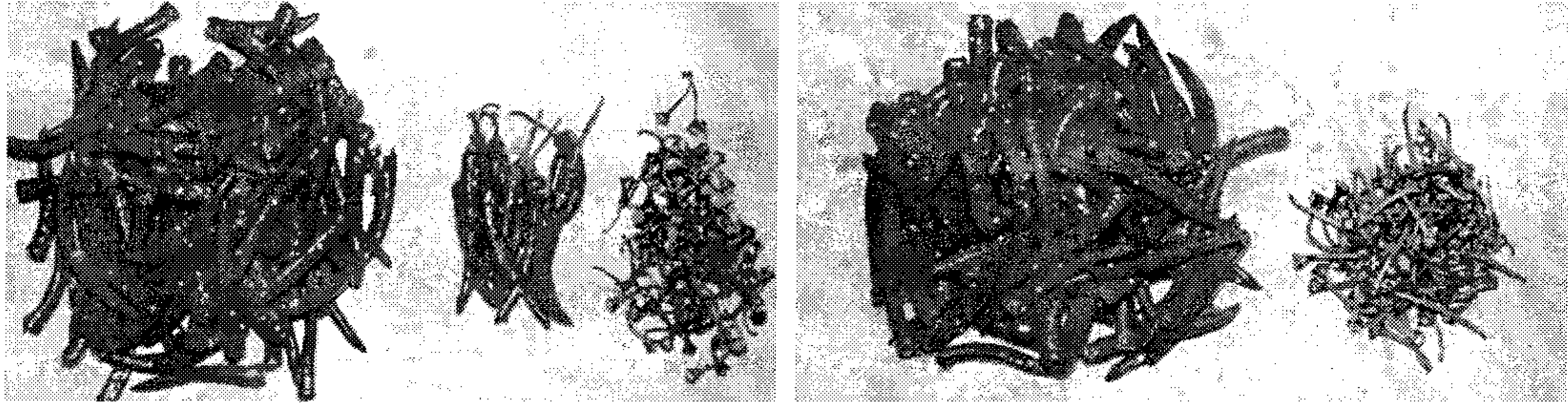
에 1분간 처리한 후 18℃에서 1일 저장 후 충격식 고추꼭지 제거기를 이용한 생고추 원료의 고추 과피와 꼭지의 분리특성을 나타낸 것이다. 압축 변형율 30%, 50%에서 생고추 시료의 평균 꼭지 제거율은 각각 90%, 100%로서 Viscozyme L 효소처리 효과는 압축 변형율에 관계없이 매우 높았다.

결론적으로 0.1% 농도의 Viscozyme L 효소 용액에 1분간 처리한 생고추 원료는 압축 변형율이 30%일 때 꼭지 제거율을 90%이상 높이려면 18℃의 상온에서 저장기간이 1일 이상이 요구되며 압축 변형율이 50%일 경우 저장시간 1~6시간 사이에 꼭지 제거율은 93.1~95.7%로 높았으며 1일 이상 저장 시 평균 꼭지 제거율은 100%에 달하였다.

이상의 결과를 종합하면 압축 변형율 50%이상의 생고추 원료를 0.1% 농도의 Viscozyme L 효소 용액에 1분간 처리한 다음 18℃의 상온에서 저장기간이 3시간 이상 저장 시 충격식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품을 이용하면 평균 꼭지 제거율이 95%로서 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 Viscozyme L 효소처리로 인한 작업의 연속성이 어려우며 별도의 효소제 처리 공정이 필요하고 생고추 원료의 꼭지 제거 작업 후 분리된 고추 과피와 꼭지를 분리하는 별도의 선별작업이 요구되어 고추종합처리장에 적용 시 불편함 점이 많을 것으로 생각된다.

표 5-5. 18℃ 1일 저장 후 생고추 원료의 과피 꼭지 분리특성

압축변형율	실험횟수	시료수	과피 꼭지분리 상태	
			분리	미분리
30%	1회	100	91	9
	2회	100	87	13
	3회	100	92	8
	평균		90±2.6	10±2.6
50%	1회	100	100	-
	2회	100	100	-
	3회	100	100	-
	평균		100±0.0	-



Viscozyme L 30% 1일 방치

Viscozyme L 50% 1일 방치

그림 5-6. 18°C 1일 저장 후 생고추 원료의 과피 꼭지 분리 실험 결과

나. 2차 성능실험

2차 성능실험에 사용한 생고추 시료는 2006년 10월 11일에 영양지역에 수확한 것으로 대과종과 소과종으로 구분하였으며 외형적 특성은 표 5-6과 같다.

표 5-6. 2차 성능실험의 생고추 시료의 외형적 특성(2006. 10)

품종	무 게(g)	꼭지길이(cm)	과피길이(cm)	전체길이(cm)	과피폭(cm)
영양 (대과종)	23.96±3.99	3.93±1.24	13.31±1.29	17.21±1.64	2.15±0.19
영양 (소과종)	15.90±0.93	4.92±1.27	8.48±0.72	13.15±1.22	1.81±0.19

생고추 시료의 압축 변형율은 40%였으며 0.1% 농도의 Viscozyme L 효소 용액에 1분간 처리한 다음 18°C의 상온에서 1, 3시간 저장 후 충격식 고추 과피 꼭지제거 장치를 사용하여 꼭지제거 실험을 수행하였다. 표 5-7은 Viscozyme L 효소 처리 후 상온에서 1시간 저장한 생고추 시료의 과피 꼭지 분리특성을 나타낸 것이다. 대과종 시료의 평균 꼭지 제거율은 64.7%, 소과종은 33.7%로 제거율이 낮았다. 표 5-8과 그림 5-7은 Viscozyme L 효소 처리 후 상온에서 3시간 저장한 생고추 시료의 과피 꼭지 분리특성을 나타낸 것이다. 대과종 시료의 평균 꼭지 제거율은 81.3%, 소과종의 경우 54.3%였다. 이러한 2차 성능실험의 평균 꼭지 제거율이 1차 성능실험 보다 낮은 이유는 생고추 시료의 압축 변형율이 40%로서 1차의 50%보다 낮았고 시료의 수확시기

가 일반적인 노지 고추수확시기인 9월 중순보다 1개월 정도 늦은 10월 중순으로 이 때 생고추 과피와 꼭지부분의 섬유질 조직의 강도가 증가하였기 때문인 것으로 보인다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 앞으로 Viscozyme L의 농도를 조절하고 효소 처리후 저장시간을 증가시키며 충격식 고추 과피 꼭지 제거 장치의 구조를 변경할 필요가 있는 것으로 판단된다.

표 5-7. Viscozyme L 효소처리후 상온에서 1시간 저장한 생고추 시료의 과피
과피 꼭지 분리특성

	처리방법	실험횟수	시료수 (개)	과피와 꼭지	
				분리	미분리
대과종	원형	1회	100	36	64
	Viscozyme L	1회	100	68	32
		2회	100	66	34
		3회	100	60	30
		평균		64.67±4.16	32.00±2.00
소과종	원형	1회	100	12	88
	Viscozyme L	1회	100	54	46
		2회	100	25	75
		3회	100	22	78
		평균		33.67±17.67	66.33±17.67

표 5-8. Viscozyme L 효소 처리 후 상온에서 3시간 저장한 생고추 시료의 과피
꼭지 분리특성

	처리방법	실험횟수	시료수 (개)	과피와 꼭지	
				분리	미분리
대과종	원형	1회	100	48	52
	Viscozyme L	1회	100	80	20
		2회	100	82	17
		3회	100	82	17
		평균		81.33±1.15	18.00±1.73
소과종	원형	1회	100	21	79
	Viscozyme L	1회	100	51	49
		2회	100	58	42
		3회	100	54	46
		평균		54.33±3.51	45.7±3.51



대과종



소과종

그림 5-7. Viscozyme L 효소 처리 후 상온에서 3시간 저장한 생고추 시료의
과피 꼭지 분리 실험 결과

제 3 절 압축 실리콘롤 조합식 고추 과피 꼭지 제거 장치

1. 시작품 설계 제작

본 시작품은 생고추 원료를 압축 후 별도의 생리 및 효소 처리를 하지 않는 상태에서 기계적인 분리방법으로 고추 과피와 꼭지를 분리할 수 있도록 설계되었으며 직경 60mm, 길이 200mm의 홈이 있는 실리콘롤 2개로 구성된 3개의 압축 실리콘롤 조합, 구동모터, 프레임으로 구성되어 있으며 생고추 원료가 원활히 이송되도록 경사지게 설치되었다. 그림 5-8은 압축 실리콘롤 조합식 고추 과피 꼭지 제거 장치 시작품 개략도이며 그림 5-9. 시작품의 외형을 나타낸 것이다. 3개의 압축 실리콘롤 조합의 회전속도는 각각 90, 180, 360 rpm였으며 압축롤 간의 간격은 90mm로서 압축된 생고추 원료가 통과하면서 고추 과피와 꼭지가 압축롤의 압축력과 회전속도차이에 의하여 분리되도록 되어있다. 생고추 원료의 투입은 장치의 원리 개발단계에 있기 때문에 수작업으로 하였다.

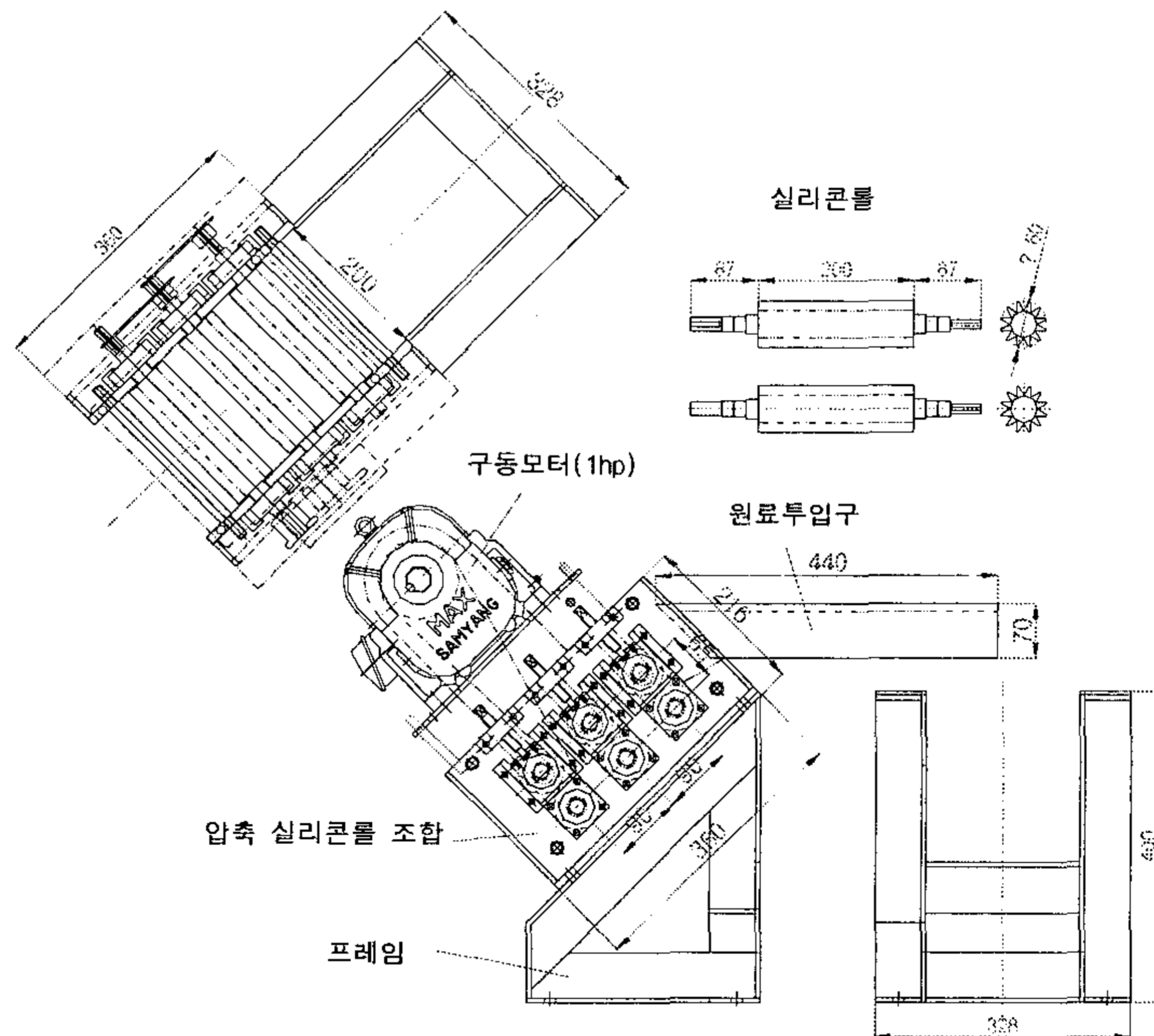


그림 5-8. 압축 실리콘롤식 고추 과피 꼭지제거 장치 시작품 개략도

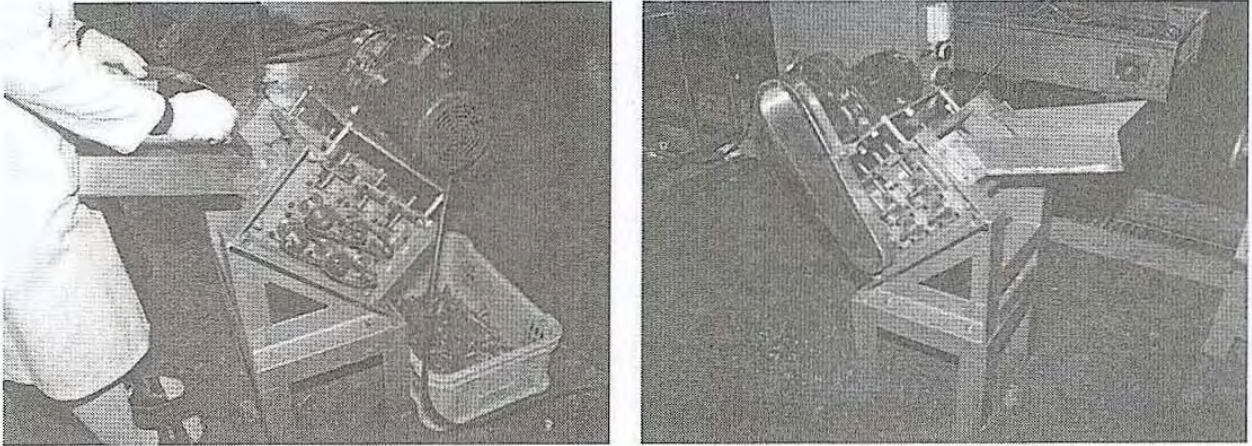


그림 5-9. 압축 실리콘물식 고추 과피 꼭지 제거 장치 시작품

2. 성능실험

본 성능실험에 사용한 생고추 원료는 앞서 충격식 고추 과피 꼭지제거 장치의 1차 성능실험에 사용한 것과 동일하였다.

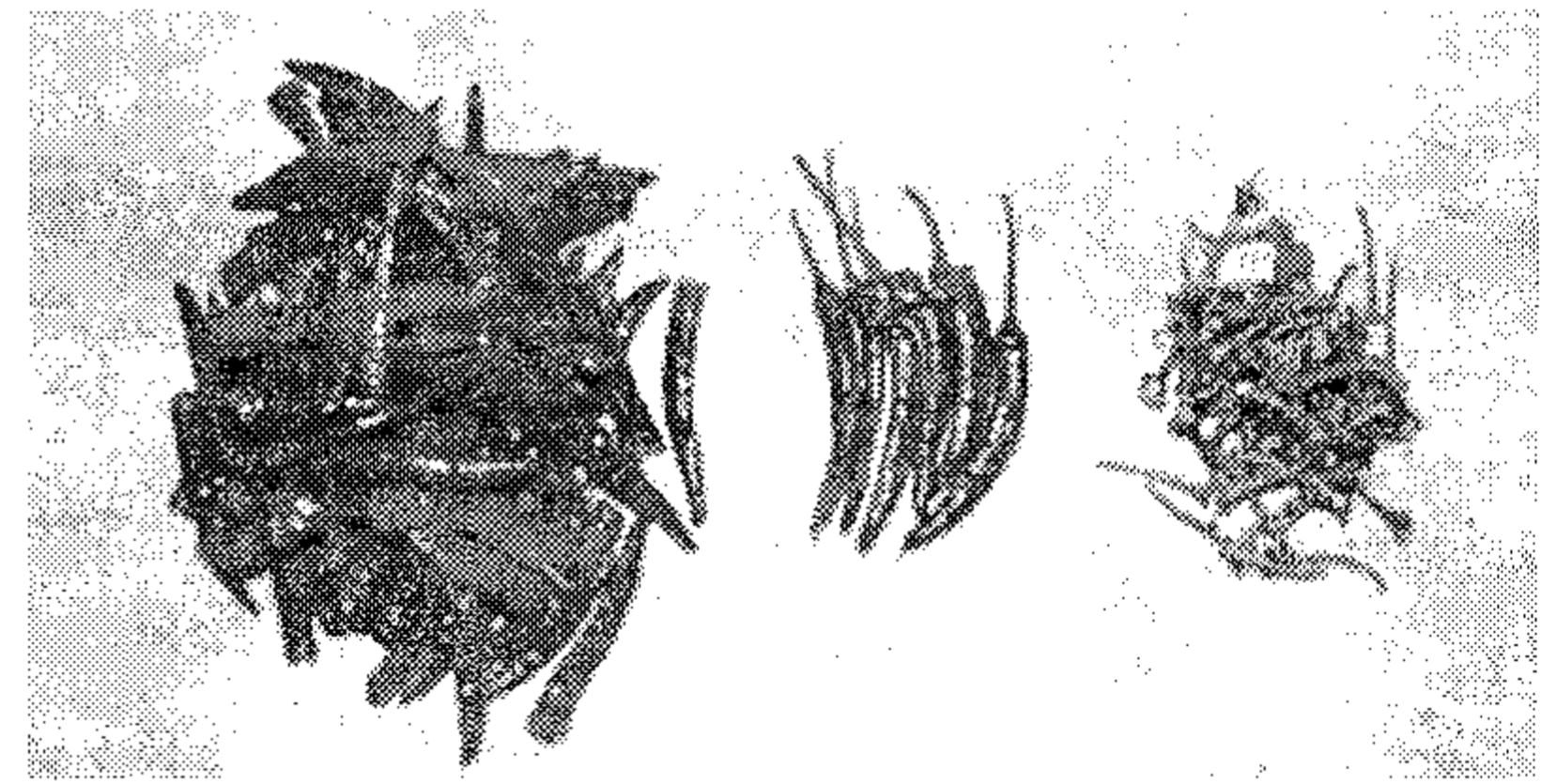
표 5-8과 그림 5-10은 생고추 원료를 압축 변형을 30%, 50%로 압축한 후 압축 실리콘물식 고추 과피 꼭지제거 장치를 통과한 후 고추 과피와 꼭지의 분리 특성 결과를 나타낸 것이다. 실험은 한 처리 구 당 100개씩 3회 반복실험을 하였다. 본 시작품의 처리용량은 150 kg/hr였다. 압축 실리콘물식 고추 과피 꼭지 제거 장치의 꼭지 제거율은 압축 변형을 30% 일 때 90% 였으며, 50%일 때 92.6%로 매우 높게 나타났으며 2차년도에 압축 률조합을 3~4개정도 증가시키면 꼭지제거율이 95%이상인 시작품 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

표 5-8. 압축 실리콘롤 조합식 고추 과피 꼭지제거장치에 의한 생고추 원료의 생고추 원료의 과피 꼭지 분리특성

압착 변형율	실험횟수	시료 수	과피 꼭지분리 상태	
			분리	미 분리
30%	1회	100	90	10
	2회	100	90	10
	3회	100	90	10
	평균		90±0.0	10±0.0
50%	1차	100	94	6
	2차	100	91	9
	3차	100	93	7
	평균		92.6±1.5	7.3±1.5



압축 변형율 30%



압축 변형율 50%

그림 5-10. 압축 실리콘롤 조합식 고추 과피 꼭지제거장치에 의한 생고추 원료의 생고추 원료의 과피 꼭지 분리 실험 결과

여 백

제 6 장 생고추 원료의 꼭지 제거 시스템 개발

여 백

제 1 절 서론

고추 주산지에 설립되는 고추종합처리장의 대형 건조설비는 건조시간을 단축하고 건조비용을 줄이며 고품질의 건조고추 원료를 생산하기 위하여 생고추 원료를 세척 후 절단하여 저온 열풍건조를 하고 있다. 생고추 원료를 절단하는 과정에서 꼭지가 제거되지 않으면 절단칼날의 마모가 심하며 건조 후 절단 건조고추 과피와 꼭지를 분리하는 것은 현재까지 연구된 선별기술로서는 매우 어려운 실정이다. 또한 건조고추 원료를 사용하여 고품질의 청결 고춧가루를 제조하는 고춧가루 가공공장에서 대부분 수작업으로 꼭지제거를 하고 있으며 일부 기계적인 꼭지제거장치를 이용하는 곳도 수작업 선별작업을 병행하고 있어 많은 작업인력과 비용이 소요되고 있다. 따라서 고추종합처리장의 생고추 원료 건조 시 원료 전처리 과정에 반드시 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 설치 운영이 절실히 요구되고 있다.

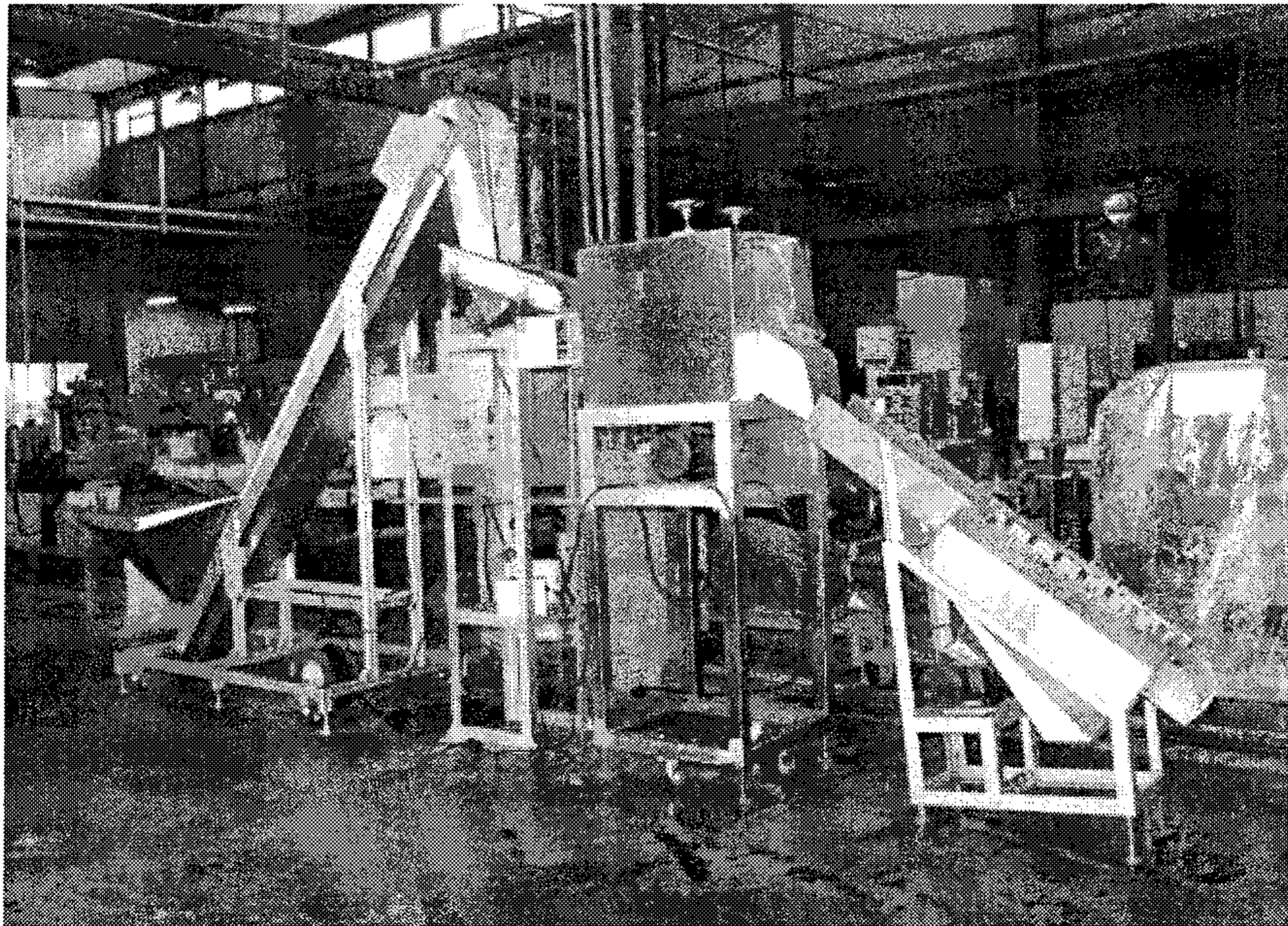
1차 연도의 지역별, 품종별 생고추 원료의 외형과 물성 특성에 관한 연구와 생고추 원료의 과피 꼭지제거 방법과 시작품 장치의 성능 실험의 결과를 검토하여 2차 연도에서 고추종합처리장에 적합한 생고추 원료 꼭지제거 시스템을 개발하고자 하였다. 앞서 연구한 생고추 원료의 과피 꼭지 제거장치 시작품의 특성을 살펴보면 회전 드럼식 고추 과피 꼭지 제거 장치는 꼭지부분이 회전드럼의 다공판 밖으로 잘 돌출되지 않아 꼭지제거 작업이 원활하지 못하였다. 그리고 생고추 원료를 일정한 압력으로 압축한 후 Viscozyme L 같은 효소처리를 하고 상온에서 3~6 시간 저장한 다음 회전 충격판에 의하여 꼭지가 과피에서 분리되는 충격식 고추 과피 꼭지 제거 장치는 꼭지 제거율은 90%이상으로 높으며 대당 처리용량이 크나 작업공정이 연속적이지 못하고 효소 처리제 사용의 불편과 분리된 고추 과피와 꼭지를 별도로 선별하는 장치가 필요한 단점이 있다. 마지막으로 경사진 실리콘롤 조합을 이용하여 압축된 생고추 원료의 과피에서 꼭지를 제거하는 실리콘롤 조합식 고추 과피 꼭지 제거 장치는 꼭지제거율이 90%이상으로 높고 생고추 원료의 압축과정 이외에 별도의 전처리 작업공정이 필요하지 않으며 장치의 구조가 비교적 간편하고 소규모여서 공장 내의 설치가 쉽기 때문에 생고추 원료의 꼭지 제거 시스템 개발에 활용하고자 하였다.

제 2 절 시작품 설계 제작 및 성능 실험

1. 1차 시작품 설계 제작 및 성능 실험

가. 1차 시작품 설계 제작

1차 시작품은 생고추 원료를 일정량 적재하는 홉퍼, 생고추 원료를 원료 진동공급기로 이송하는 이송콘베어, 생고추 원료를 균일하게 공급하는 원료 진동공급기, 공급되는 생고추 원료를 연속적으로 일정한 무게로 압축하는 생고추 원료 연속 압축기, 압축된 생고추 원료를 경사면에서 이동시키는 안내판, 생고추 원료의 과피와 꼭지를 분리하는 압축 실리콘롤 조합, 분리된 생고추 원료의 꼭지 배출 콘베어, 과피배출구, 프레임, 구동모터 등으로 구성되어 있다. 그림 6-1은 시작품의 외형 모습이며 그림 6-2는 생고추 원료 꼭지제거 장치의 1차 시작품의 개략도를 나타낸 것이다.



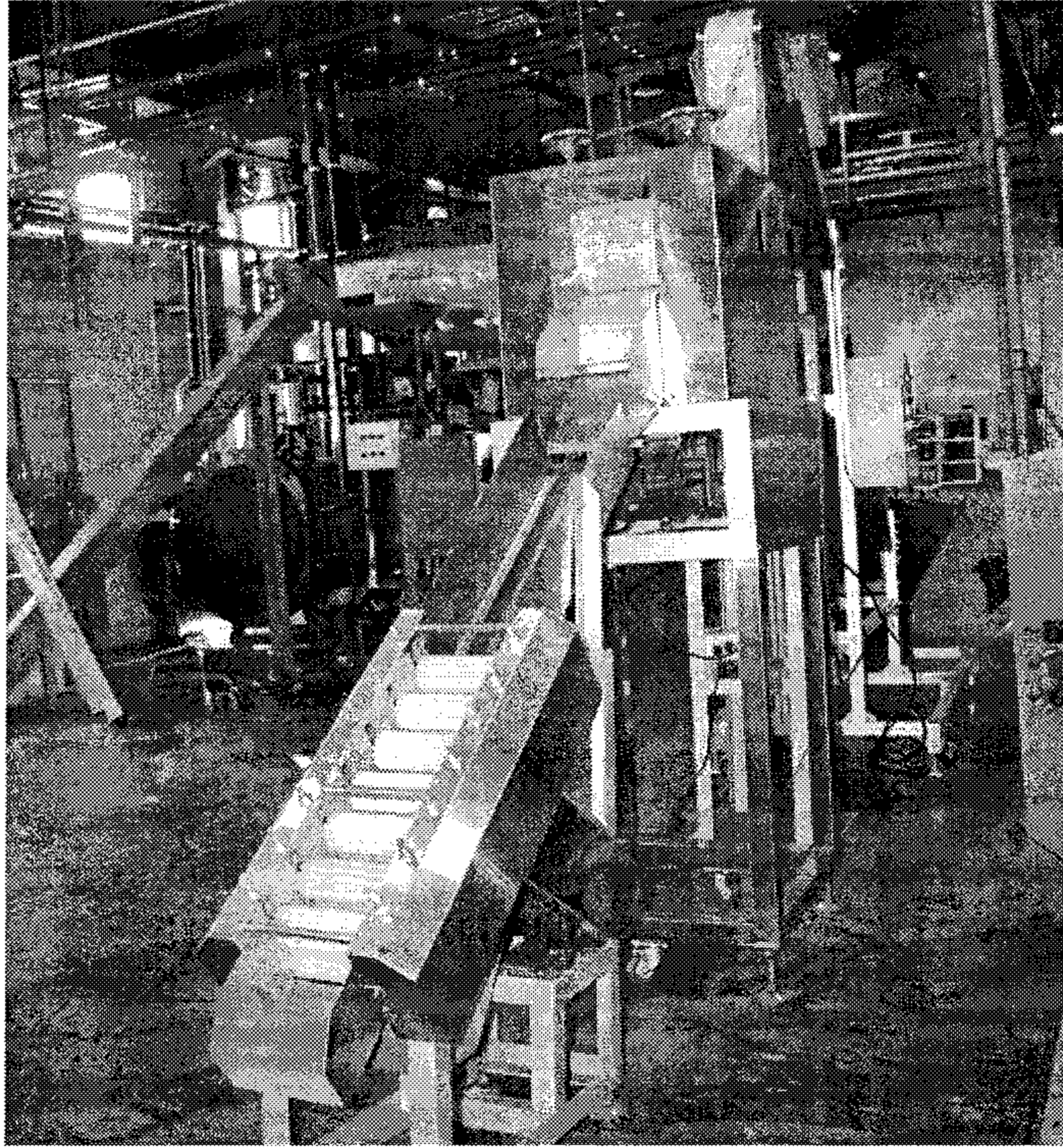


그림 6-1. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품

생고추 원료의 꼭지제거 기본 원리는 흙퍼에 투입된 생고추 원료는 이송콘베어로 진동공급기에 이송되고 진동공급기에서 균일하게 생고추 원료가 생고추 연속 압축기로 이송된다. 여기서 생고추 원료는 직경 기준으로 40~50% 정도 수직압축을 하여 과피와 꼭지 접합부의 인장강도를 약하게 한 다음, 경사진 안내판에 의하여 생고추 원료 공급벨트로 이송된다. 그 다음 6개로 구성된 실리콘롤 조합을 통과시키면서 실리콘롤의 수직방향의 압력과 수평방향의 속도차이에 의하여 생고추 원료의 과피와 꼭지가 쉽게 분리되도록 설계되었다. 본 장치의 가장 큰 장점은 생고추 원료의 과피와 꼭지 부분의 공급 방향에 관계없이 과피꼭지 분리과정이 쉽게 이루어지고 꼭지부분이 생고추 과피 부분에서 완전하게 제거되기 때문에 절단공정에서 과피 절단기의 칼날 마모를 최소화하며 고품질의 절단 건고추 원료를 제조할 수 있는 것이다.

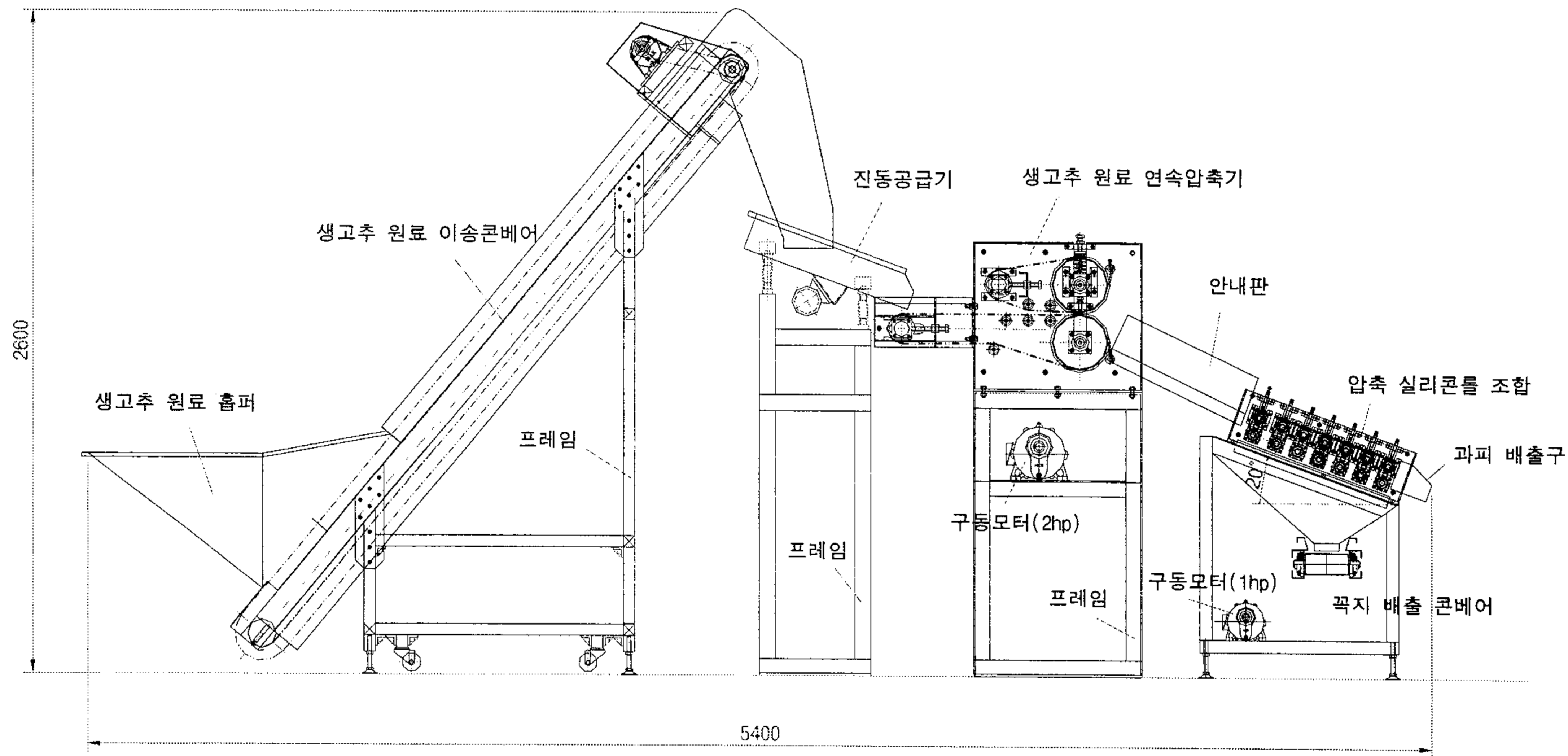
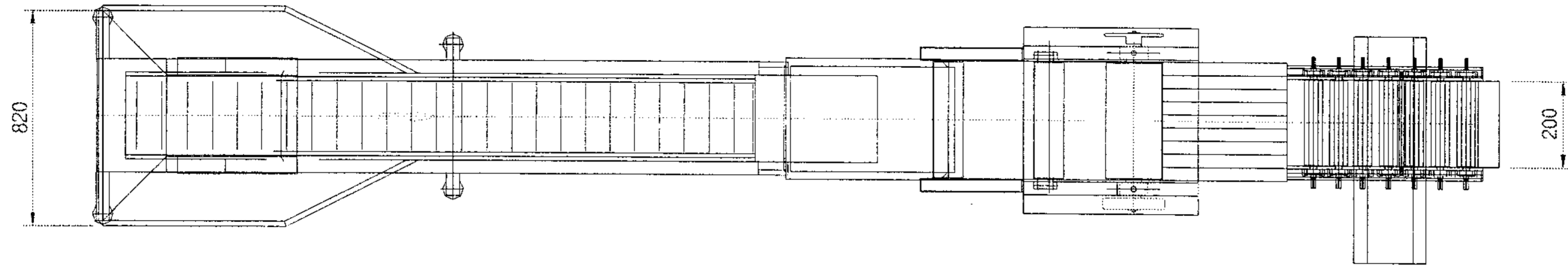


그림 6-2. 생고추 원료의 꼭지 제거 시스템 1차 시작품의 개략도

본 생고추 원료 꼭지제거 장치 1차 시작품의 가장 주요 부분인 생고추 원료 꼭지제거 압축 실리콘롤 조합에 관하여 상세히 설명하고자 한다.

압축 실리콘롤 조합은 압축력 조절볼트, 프레임 고정판, 압축 스프링, 실리콘봉 이송 및 고정 베어링케이스로 구성되어 있으며 수평에서 20° 기울기로 경사지게 프레임에 설치되어 있다. 이러한 경사각도는 실리콘롤 조합사이로 생고추 원료의 이동을 원활하게 한다. 실리콘롤의 크기는 직경 70mm, 폭 200mm이며 12개의 돌기가 가공되어 있으며 상하 2개의 실리콘롤이 조합으로 되어 모두 7개가 설치되었다. 그림 6-3은 1차 시작품의 개략도이며 그림 6-4는 외형 모습을 나타낸 것이다. 생고추 원료의 꼭지제거 과정에서 실리콘롤의 압축 시 신축성을 높이기 위하여 돌기에 폭 3mm, 깊이 10 mm의 홈이 길이방향으로 가공되어 있다. 그림 6-5는 실리콘롤 조합의 단면도를 나타낸 것이다.

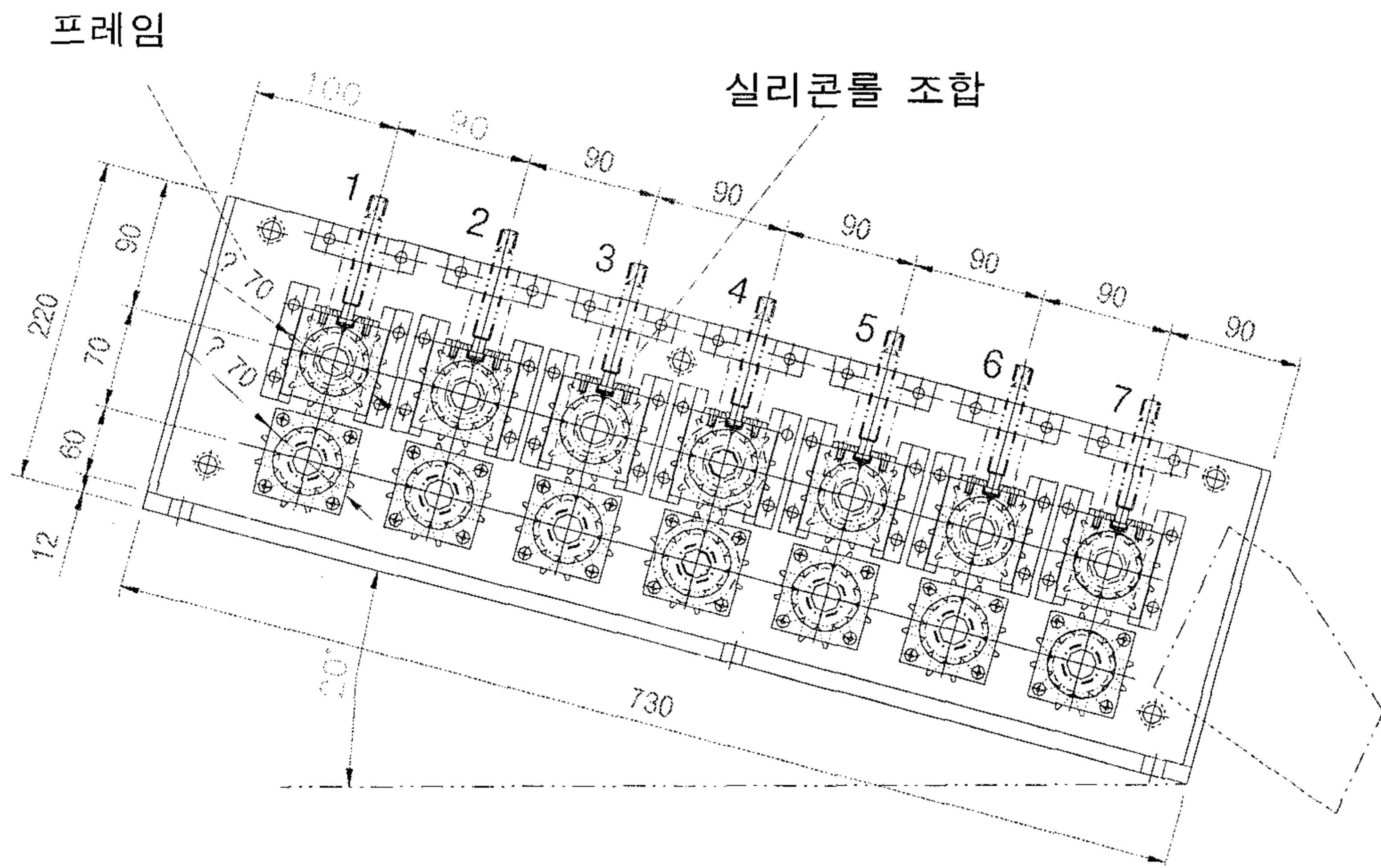


그림 6-3. 1차 시작품의 압축 실리콘롤 조합의 개략도

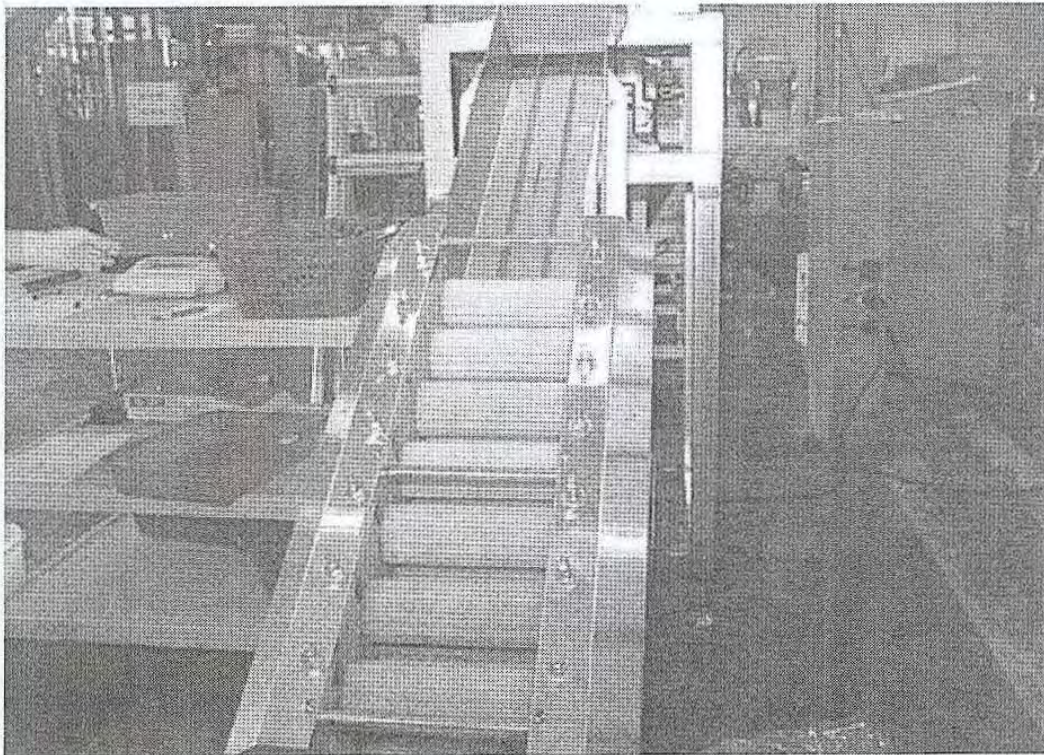
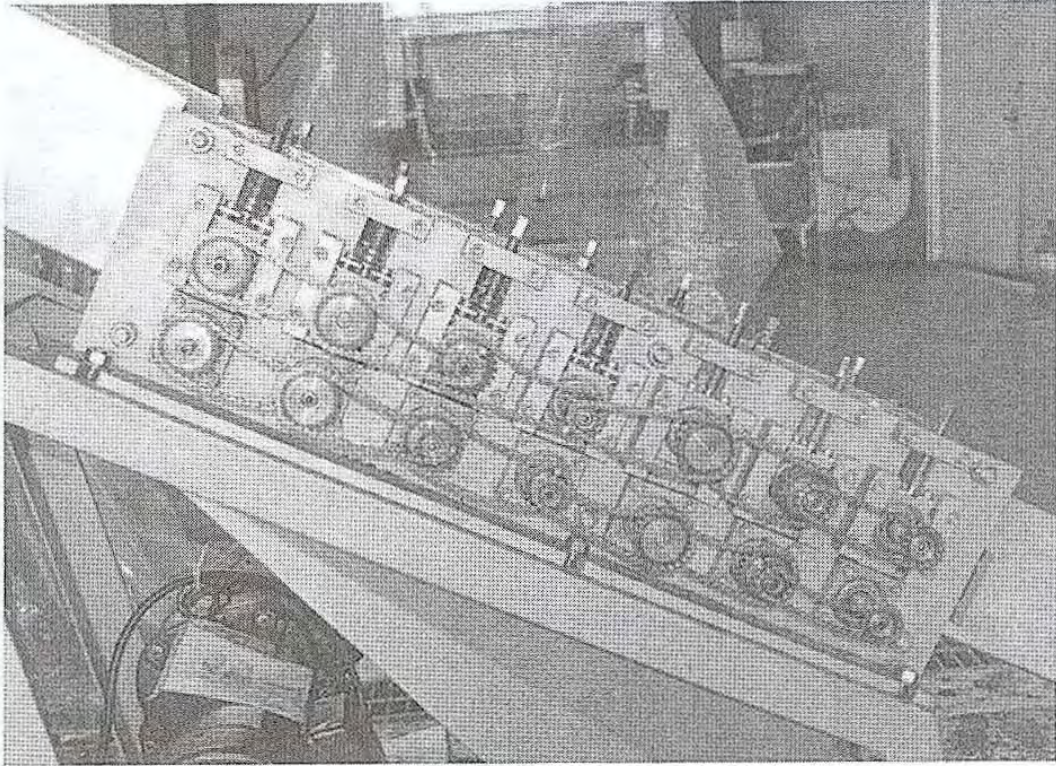


그림 6-4. 1차 시작품의 압축 실리콘롤 조합의 외형

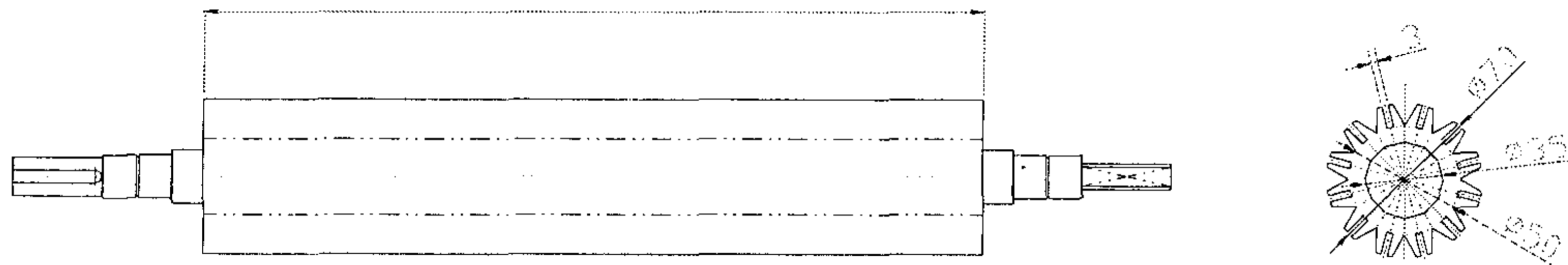


그림 6-5. 1차 시작품의 실리콘롤 조합의 단면도

실리콘롤 조합의 구동모터의 소요동력은 1hp이며 전원 220V 3상이며 인버터를 이용하여 실리콘롤의 회전속도를 조절한다. 회전동력은 4번축의 실리콘롤 회전축에 전달되어 나머지 1번 축에서 7번 축까지 상호 연결된 체인 스프로킷으로 전달된다.

6개의 실리콘롤 조합의 설치간격은 90mm로서 실리콘롤 조합 사이로 압축 이송되면서 분리된 생고추 원료 과피의 평균 길이는 120~160mm이고 폭지는 40~50mm가 되어 과피와 폭지가 분리된 다음 폭지가 실리콘롤 조합 사이로 이송하면서 아래 방향으로 자유 낙하하여 분리되게 하였다.

초기 생고추 원료의 과피와 폭지의 분리과정은 1번에서 4번 실리콘롤의 조합에서 발생하며 이때의 실리콘롤 조합의 회전축 속비는 1.3~2.0였다. 회전축 속비가 증가하면 실리콘롤 사이를 통과하는 압축된 생고추 시료의 과피와 폭지사이에 수평방향으로 상호 인장력을 작용시키는 효과가 있다. 분리된 생고추 원료 과피와 폭지를 선별하는 과정에서 5번에서 7번 실리콘롤 조합의 회전축 속비는 0.5~1.0으로 회전축 속비가 감소하면서 생고추 원료 과피는 실리콘롤 사이로 이송되고 길이가 짧은 폭지는 실리콘롤 조합 사이에서 아래로 떨어져 분리된다.

그림 6-6은 실리콘롤 조합의 설치 구조 개략도를 나타낸 것이다. 실리콘롤 조합은 이송 및 고정 베어링 케이스에 설치되고 프레임 고정판에 부착된 압력조절볼트, 압축력 조절 스프링, 안내판 등에 의하여 생고추 원료의 폭지 제거 시 적정 수직 압축력을 유지하도록 조정된다.

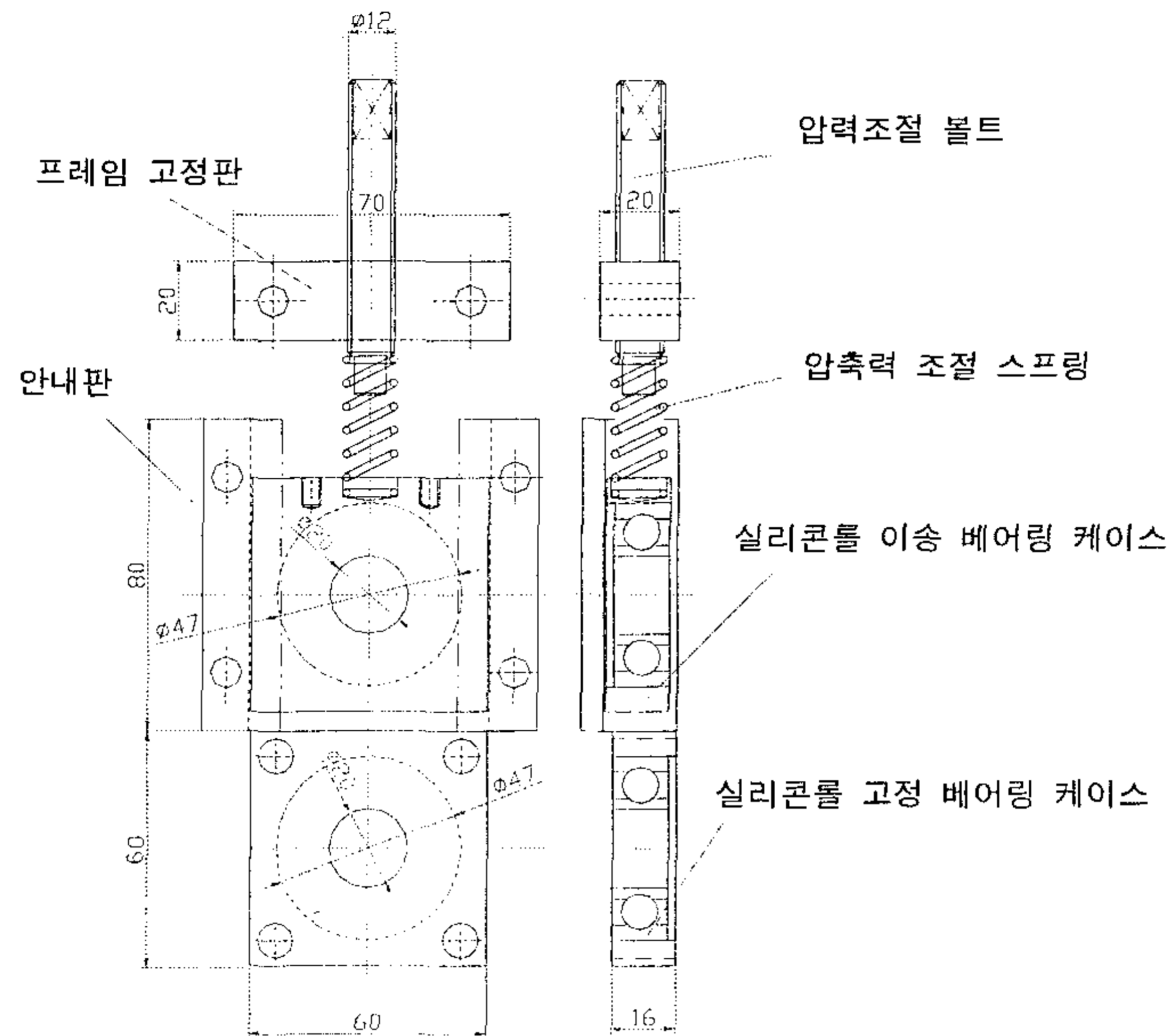


그림 6-6. 실리콘롤 조합의 설치 구조 개략도

나. 1차 시작품의 성능 실험

생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 1차 시작품의 성능실험은 모두 4차에 걸쳐 고풍종과 실리콘롤의 회전축 속비 변화에 따른 꼭지제거율을 분석하였다.

(1) 1차 성능실험

1차 성능실험의 생고추 시료는 전국 고추주산지 영양, 안동, 괴산, 임실, 영월 등 4개 지역에서 9월 초에 노지에서 수확한 8개 품종으로 2℃의 저온창고에 보관하면서 꼭지제거 실험에 사용하였다. 시료들의 외형적 특성은 앞서 2장의 표 2-2와 같다. 꼭지제거율 실험에는 1회에 30개의 시료를 3반복하여 평균 꼭지제거율을 분석하였다.

1차 성능실험은 2회에 걸쳐 수행하였으며 압축 실리콘롤 조합의 주동력 전달 4번

축의 회전속도를 173, 266 rpm으로 변화할 때 1번에서 7번 축까지 회전속도 변화를 보면 표 6-1과 같다. 그리고 실리콘롤 조합간의 회전 속비를 분석하면 표 6-2와 같다. 생고추 원료의 과피에서 꼭지를 제거하는 1번에서 4번 축 사이의 회전 속비는 2.0~1.3였으며 제거된 꼭지를 과피에서 분리하는 5번에서 7번 축 사이의 회전 속비는 1.0으로 일정하게 하였다.

표 6-1. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 실리콘롤 회전속도(1차실험)

회전속도 실험횟수	1번 축	2번 축	3번 축	4번 축	5번 축	6번 축	7번 축
1회	32	64	131	173	173	173	173
2회	50	100	200	266	266	266	266

표 6-2. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 실리콘롤 조합의 회전속비(1차 실험)

실리콘롤 조합	1, 2번 축	2, 3번 축	3, 4번 축	4, 5번 축	5, 6번 축	6, 7번 축
감속비	2.0	2.0	1.3	1.0	1.0	1.0

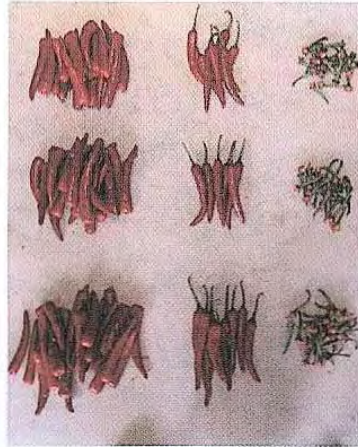
1차 시작품의 1차 꼭지제거 성능실험의 결과는 표 6-3과 같다. 실리콘롤 조합의 4번 구동축 회전 속도가 173 rpm 일 때 생고추 시료의 평균 꼭지제거율은 73.3~94.3%였으며 회전속도가 266 rpm 경우 77.6~94.3%로서 구동축 회전속도에 따른 꼭지제거율의 차이는 거의 없었으나 회전속도가 증가할수록 시료의 처리량이 증가한다. 본 실험에서 회전속도가 266 rpm의 경우 시료 처리용량을 시간당 200 kg/hr으로 평가되었다. 그림 6-7은 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 1차 성능실험시의 품종별 꼭지제거 실험 결과를 나타낸 것이다.

표 6-3. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 성능실험 결과(1차 실험)

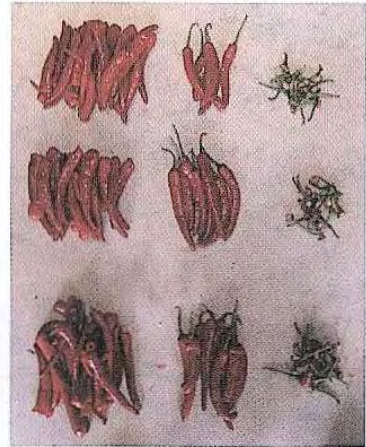
품종	실험 횟수	시료수 (개)	생고추 원료의 과피꼭지 분리 상태					
			173 rpm			266 rpm		
			분리	미분리	제거율 (%)	분리	미분리	제거율 (%)
천하통일	1회	30	23	7		25	5	
	2회	30	25	5		27	3	
	3회	30	24	6		26	4	
	평균		24.0±1.00	6.00±1.00	80.0	26.01±1.00	4.00±1.00	86.7
참마니	1회	30	21	9		23	7	
	2회	30	22	8		25	5	
	3회	30	23	7		23	7	
	평균		22.0±1.00	8.00±1.00	73.3	23.7±1.15	6.3±1.15	79.0
슈퍼마니따	1회	30	21	9		22	8	
	2회	30	24	6		23	7	
	3회	30	28	2		25	5	
	평균		24.3±3.51	5.67±3.51	81.0	23.3±1.53	6.67±1.53	77.6
독야청정	1회	30	27	3		26	4	
	2회	30	28	2		28	2	
	3회	30	29	1		26	4	
	평균		28.0±1.00	2.00±1.00	93.3	26.7±1.15	3.33±1.15	89.0
국 보	1회	30	25	5		22	8	
	2회	30	25	5		26	4	
	3회	30	25	5		21	9	
	평균		25.0±0.00	5.00±0.00	83.3	23.0±2.65	7.00±2.65	76.7
슈퍼비가림	1회	30	28	2		25	5	
	2회	30	25	5		27	3	
	3회	30	25	5		25	5	
	평균		26.0±1.73	4.00±1.73	86.7	25.7±1.15	4.33±1.15	85.6
삼백섬골드	1회	30	27	3		30	0	
	2회	30	27	3		26	4	
	3회	30	26	4		27	3	
	평균		26.7±0.58	3.33±0.58	89.0	27.7±2.08	2.33±2.08	92.3
금 향	1회	30	29	1		28	2	
	2회	30	27	3		29	1	
	3회	30	29	1		28	2	
	평균		28.3±1.15	1.67±1.15	94.3	28.3±0.58	1.67±0.58	94.3



천하통일



참마니



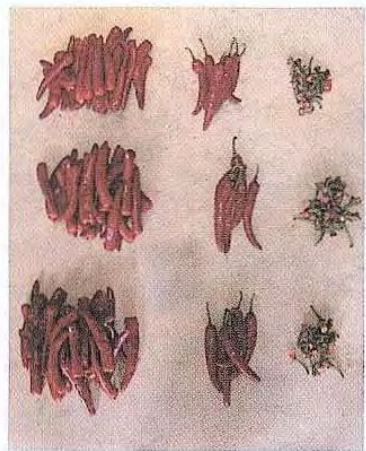
슈퍼마니파



독야청청



국보



슈퍼비가림



삼백섬골드



금향

그림 6-7. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 꼭지제거율 실험 (1차 실험)

(2) 2차 성능실험

생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 2차 성능실험에서 생고추 시료는 1차와 동일하였으며 실리콘롤 조합의 회전 속비가 차이가 있었다. 표 6-4와 6-5는 2차 성능실험에 사용한 실리콘롤 조합의 회전속도와 상대 회전 속비를 나타낸 것이다. 1번에서 4번 축의 회전 속비는 2.0~1.3으로서 1차 실험과 동일하나 5번에서 7번 축의 회전비는 0.5~0.7로서 차이가 있었다. 이것은 실리콘롤 조합의 후반부인 5, 6, 7번 축 사이에서 상대 회전속도를 감소시키면서 과피에서 분리된 꼭지의 제거율을 높이고자 하였다.

표 6-4. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 실리콘롤 회전속도(2차실험)

회전속도 실험수	1번 축	2번 축	3번 축	4번 축	5번 축	6번 축	7번 축
1회	32	64	131	173	89	71	49
2회	50	100	200	266	134	100	76

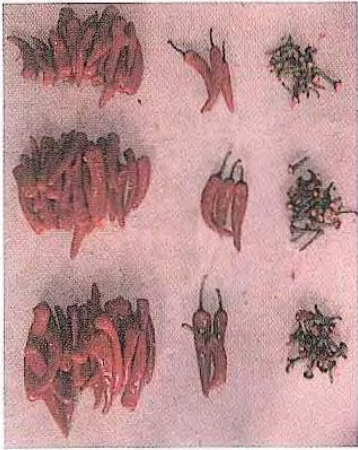
표 6-5. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 실리콘롤 조합의 회전속비(2차실험)

실리콘롤 축조합	1, 2번 축	2, 3번 축	3, 4번 축	4, 5번 축	5, 6번 축	6, 7번 축
감속비	2.0	2.0	1.3	.0.5	0.8	0.7

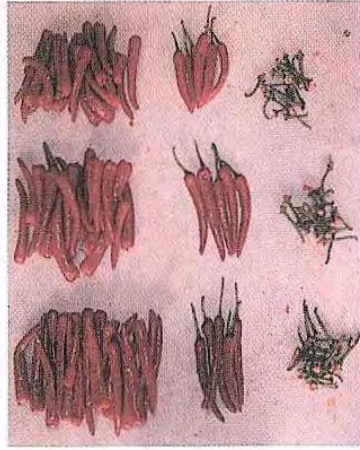
표 6-5은 꼭지제거 2차 성능실험의 결과를 나타낸 것이다. 실리콘롤 조합의 4번 구동축 회전 속도가 173 rpm 일 때 생고추 시료의 평균 꼭지제거율은 79.0~96.7% 였으며 회전속도가 266 rpm 경우 82.3~96.7%로서 1차 실험보다 꼭지제거율이 조금 증가하는 경향을 보였다. 그림 6-8은 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 2차 성능실험시의 품종별 꼭지제거 실험 결과를 나타낸 것이다.

표 6-5. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 성능실험 결과(2차 실험)

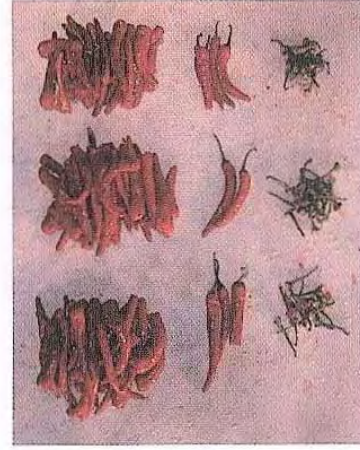
품종	실험 횟수	시료수 (개)	생고추 원료의 과피꼭지 분리 상태					
			173 rpm			266 rpm		
			분리	미분리	제거율 (%)	분리	미분리	제거율 (%)
천하통일	1회	30	29	1		27	3	
	2회	30	26	4		27	3	
	3회	30	28	2		27	3	
	평균		27.7±1.53	2.33±1.53	92.3	27.0±0.00	3.00±0.00	90.0
참마니	1회	30	24	6		25	5	
	2회	30	22	8		25	5	
	3회	30	25	5		24	6	
	평균		23.7±1.53	6.33±1.53	79.0	24.7±0.58	5.33±0.58	82.3
슈퍼마니따	1회	30	28	2		26	4	
	2회	30	30	0		27	3	
	3회	30	27	3		28	2	
	평균		28.3±1.53	1.67±1.53	94.3	27.0±1.00	3.00±1.00	90.0
독야청정	1회	30	27	3		29	1	
	2회	30	27	3		28	2	
	3회	30	25	5		26	4	
	평균		26.3±1.15	3.67±1.15	87.7	27.7±1.53	2.33±1.53	92.3
국 보	1회	30	25	5		26	4	
	2회	30	25	5		25	5	
	3회	30	27	3		27	3	
	평균		25.7±1.15	4.33±1.15	85.6	26.0±1.00	4.00±1.00	86.7
슈퍼비가림	1회	30	25	5		27	3	
	2회	30	25	5		28	2	
	3회	30	23	7		26	4	
	평균		24.3±1.15	5.67±1.15	81.0	27.0±1.00	3.00±1.00	90.0
삼백섬골드	1회	30	30	0		28	2	
	2회	30	30	0		30	0	
	3회	30	29	1		29	1	
	평균		29.7±0.58	0.33±0.58	99.0	29.0±1.00	1.00±1.00	96.7
금 향	1회	30	29	1	96.7	29	1	96.7



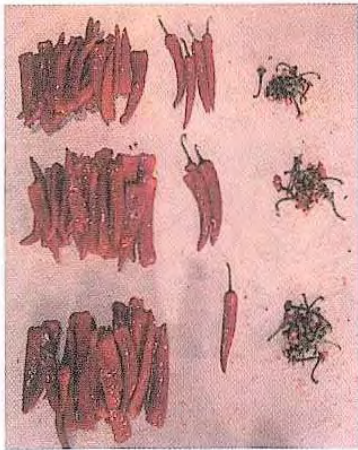
친하통일



참마니



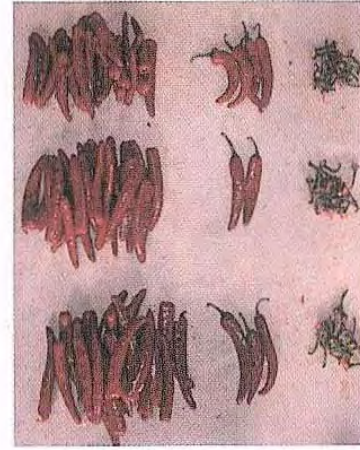
슈퍼마니마



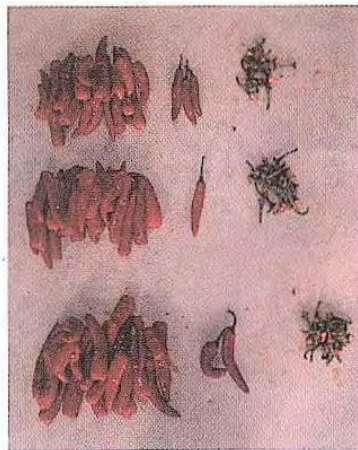
독야청청



국보



슈퍼비가림



삼백섬골드



금향

그림 6-8. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 꼭지제거율 실험 (2차 실험)
 (3) 3차 성능실험

생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 3차 성능실험에서 생고추 시료는 2006년 10월 11일 영양에서 수확하였으며 과피의 크기에 따라 소, 대과종으로 구분하였다. 1회 실험당 시료수는 100개였으며 3반복 실험을 하여 평균 꼭지제거율을 구하였다. 3차 성능실험에서는 실리콘롤 조합의 4번 구동축의 회전속비를 266, 357 rpm으로 1, 2차 실험보다 증가시켰으며 실리콘롤 조합의 상대 회전속비는 2차 실험과 동일한 조건이었다. 표 6-6와 6-7은 3차 성능실험에 사용한 실리콘롤 조합의 회전속도와 상대 회전속비를 나타낸 것이다.

표 6-6. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 실리콘롤 회전속도(3차실험)

회전속도 실험수	1번 축	2번 축	3번 축	4번 축	5번 축	6번 축	7번 축
1회	50	100	200	266	134	100	76
2회	66	133	266	357	177	134	99

표 6-7. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 실리콘롤 조합의 회전속비(3차실험)

실리콘롤 축조합	1, 2번 축	2, 3번 축	3, 4번 축	4, 5번 축	5, 6번 축	6, 7번 축
감속비	2.0	2.0	1.3	0.5	0.8	0.7

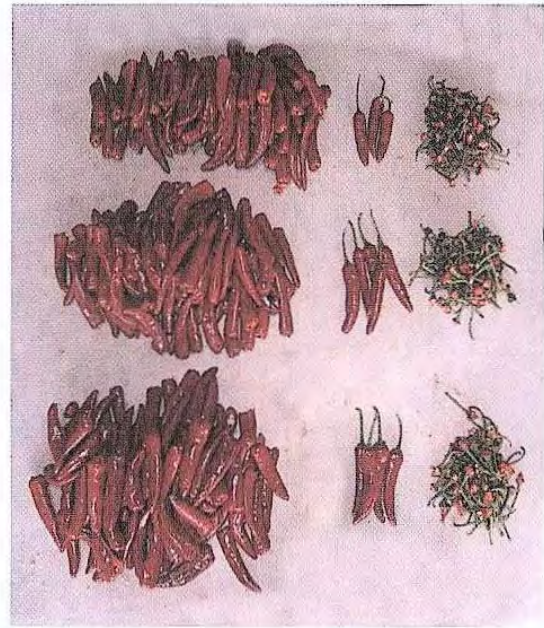
표 6-8은 꼭지제거 2차 성능실험의 결과를 나타낸 것이다. 실리콘롤 조합의 4번 구동축 회전 속도가 266, 357 rpm 일 때 대과종 생고추 시료의 평균 꼭지제거율은 모두 96%로 매우 높고 동일하여 실리콘롤의 회전속도가 증가에 영향을 받지 않았다. 그러나 소과종 시료의 경우 각각 86.3, 81.3%로 나타나 실리콘롤의 회전속도가 증가하면 꼭지제거율이 조금 감소하는 경향을 보였다. 소과종 시료가 대과종보다 꼭지제거율이 낮은 이유는 생고추 시료의 과피와 꼭지의 크기가 적어 실리콘롤 조합에서 압축인장 강도가 감소하였기 때문인 것으로 생각된다. 그림 6-9는 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 3차 성능실험시의 품종별 꼭지제거 실험 결과를 나타낸 것이다.

표 6-5. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 성능실험 결과(3차 실험)

시료	rpm	실험횟수	시료수 (개)	생고추 원료의 과피꼭지 분리 상태		
				분리	미분리	제거율(%)
대과종	266	1회	100	97	3	
		2회	100	94	6	
		3회	100	97	3	
		평균		96.0±1.73	4.00±1.73	96.0
	357	1회	100	96	4	
		2회	100	95	5	
		3회	100	97	3	
		평균		96.0±1.00	4.00±1.00	96.0
소과종	266	1회	100	83	17	
		357	100	86	14	
		3회	100	90	10	
		평균		86.33±3.51	13.67±3.51	86.3
	357	1회	100	81	19	
		2회	100	82	18	
		3회	100	81	19	
		평균		81.33±0.58	18.67±0.58	81.3



대과종(266rpm)



대과종(357rpm)



소과종(266rpm)



소과종(357rpm)

그림 6-8. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품의 꼭지제거율 실험 (3차 실험)

2. 2차 시작품 설계 제작 및 성능 실험

가. 2차 시작품 설계 제작

2차 시작품은 1차 시작품과 큰 차이가 없으며 개선된 부분을 보면 생고추 원료의 꼭지제거 처리량을 증가 시키고 생고추 원료 연속압축기에서 압축된 시료가 압축 실리콘 조합에 공급이 원활하도록 안내판 중간에 생고추 원료의 정열 회전판을 설치하고 실리콘롤의 폭을 200 mm에서 350mm로 증가시켰다. 이에 따라 2차 시작품의 생고추 원료의 꼭지제거 처리량은 1차 시작품 대비 시간당 200 kg/hr에서 300kg/hr으로 증가되었다. 그리고 경사진 안내판에서 미끄러져 공급되는 생고추 원료가 첫 번째 실리콘롤 조합에서 공급이 잘 되도록 실리콘롤의 직경을 70 mm에서 100 mm으로 증대시켰다. 압축 실리콘롤 조합의 설치 경사각은 15°로 1차 시작품보다 경사도 20° 보다 기울기를 5° 낮추었다. 2차 시작품은 생고추 원료 흡퍼, 생고추 원료 이송콘베어, 진동 공급기, 생고추 원료 연속압축기, 생고추 원료 정열 회전판, 안내판, 압축 실리콘롤 조합, 꼭지 배출 콘베어, 과피 배출구, 구동모터, 프레임 등으로 구성되었다. 그림 6-9은 시작품의 외형 모습이며 그림 6-10은 생고추 원료 꼭지제거 장치의 2차 시작품의 개략도를 나타낸 것이다.

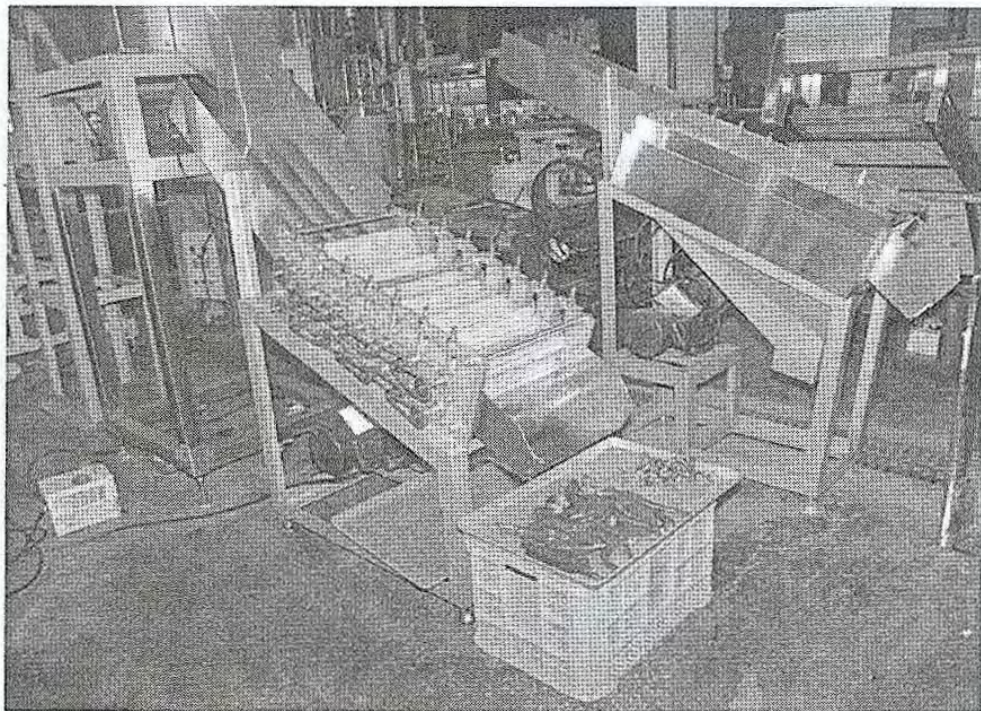
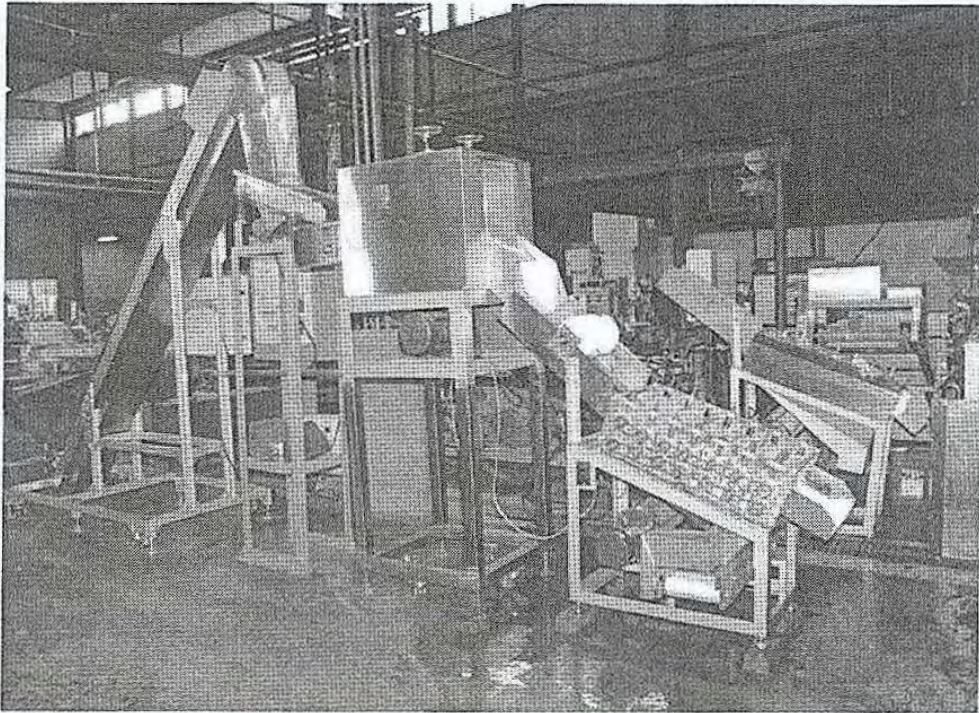


그림 6-9. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1차 시작품

생고추 원료 꼭지제거 장치 2차 생고추 원료 꼭지제거 압축 실리콘롤 조합에 관하여 상세히 설명하고자 한다. 압축 실리콘롤 조합은 1차 시작품과 같이 압축력 조절볼

트, 프레임 고정판, 압축 스프링, 실리콘봉 이송 및 고정 베어링케이스로 구성되어 있으며 수평에서 15° 기울기로 경사지게 프레임에 설치되어 있다. 이러한 경사각도 증가는 실리콘롤 조합사이로 생고추 원료의 이동시 수직 압축력을 증가시켜 꼭지 제거율을 높이고 제거된 꼭지가 실리콘롤 축 사이에서 쉽게 분리되는 역할을 한다. 7개의 실리콘롤 조합의 폭의 350 mm로 동일하나 1번 축 실리콘롤의 직경은 100 mm이며 나머지 6개는 1차 시작품과 같은 70mm이며 실리콘롤 조합의 축간 거리는 100 mm였다. 그림 6-11은 2차 시작품 압축 실리콘롤 조합의 개략도이며 그림 6-12는 외형 모습을 나타낸 것이다. 그림 6-13는 2차 시작품의 실리콘롤 조합의 단면도를 나타낸 것이다. 생고추 원료의 꼭지제거 과정에서 실리콘롤의 압축 시 신축성을 높이기 위하여 1번 축의 실리콘롤은 24개의 돌기에 폭 1mm, 깊이 10 mm의 홈이 길이방향으로 가공되어 있으며 2번에서 7번 축은 1차 시작품과 같이 12개의 돌기에 폭 2 mm, 깊이 10 mm의 홈이 가공되어 있다.

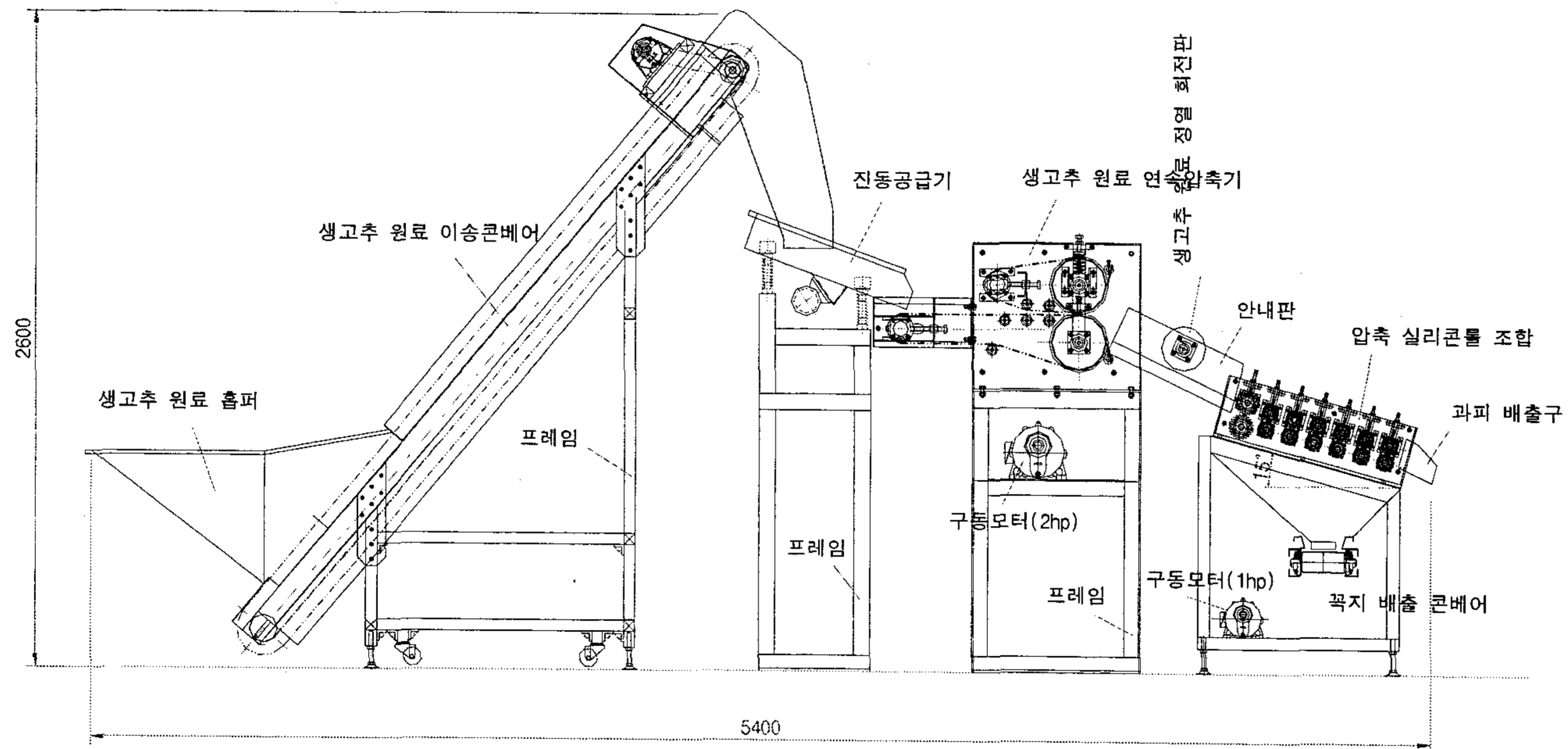
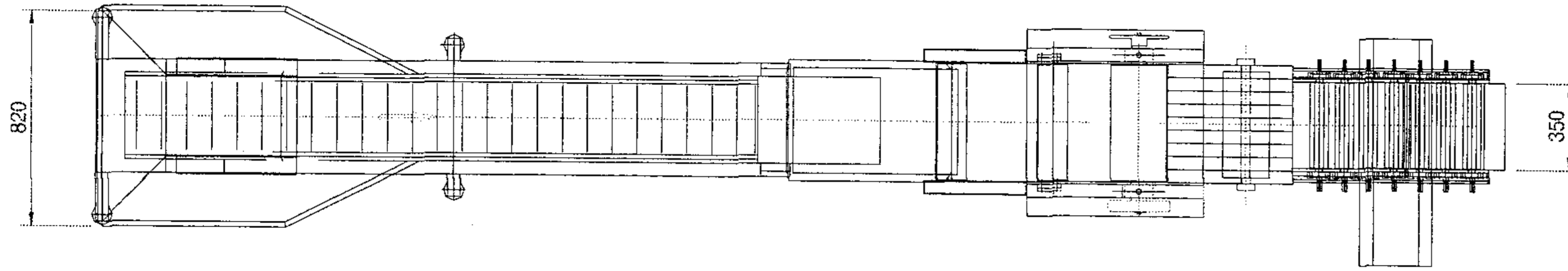


그림 6-10. 생고추 원료의 꼭지 제거 시스템 2차 시작품의 개략도

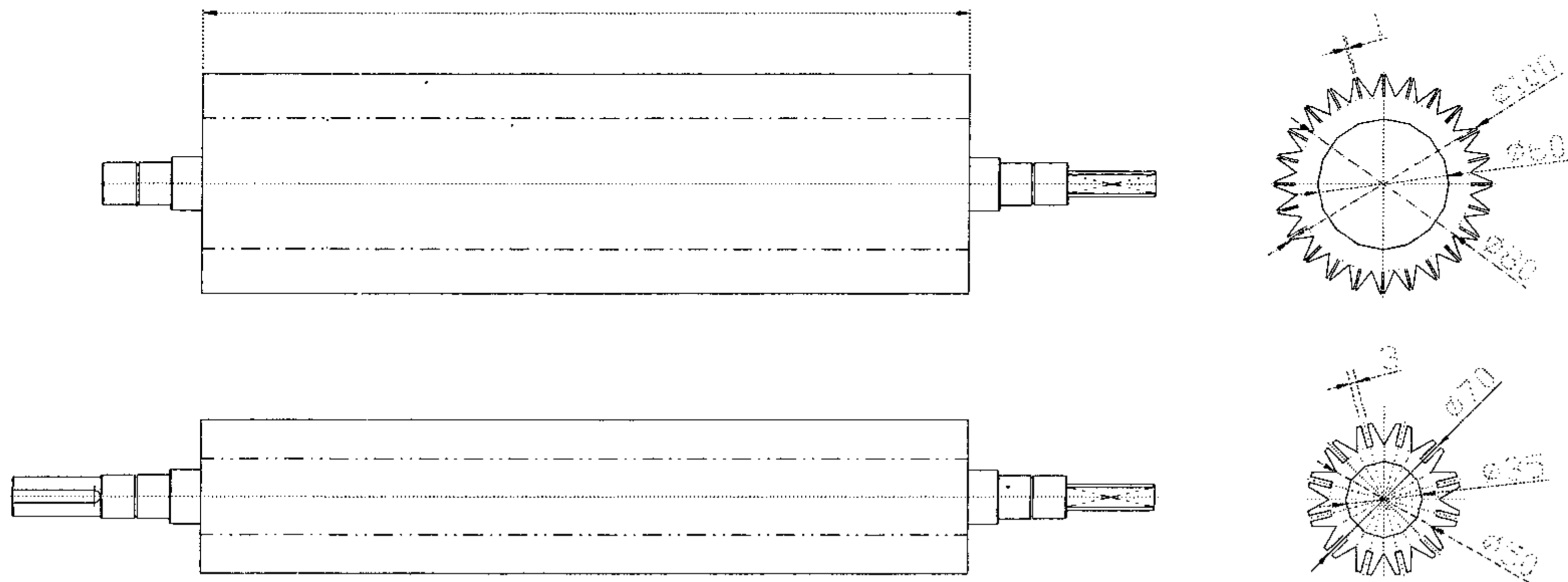


그림 6-13. 1차 시작품의 실리콘롤 조합의 단면도

나. 2차 시작품의 성능 실험

생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 2차 시작품의 성능실험은 2차에 걸쳐 실리콘롤의 회전축 속비 변화에 따른 꼭지제거율을 분석하였다.

(1) 1차 성능실험

2차 성능실험의 생고추 시료는 진주지역에서 2007년 2. 22일에 수확한 하우스 생고추 시료였으며 시료의 크기에 따라 대과종과 소과종으로 구분하였으며 2℃의 저온창고에 보관하면서 꼭지제거 실험에 사용하였다. 시료들의 외형적 특성은 표 6-6과 같다. 꼭지제거율 실험에는 1회에 100개의 시료를 3반복하여 평균 꼭지제거율을 분석하였다.

표 6-6. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 성능실험의 시료의 외형적 특성

시료	무 게(g)	꼭지길이(cm)	과피길이(cm)	전체길이(cm)	과피폭(cm)
대과종	21.62±3.02	4.15±0.75	13.32±0.93	17.69±0.69	2.06±0.13
소과종	21.62±2.01	3.01±0.55	12.21±1.15	15.37±1.09	1.51±0.19

1차 성능실험은 압축 실리콘롤 조합의 주동력 전달 4번 축의 회전속도를 232 rpm 으로 변화할 때 1번에서 7번 축까지 회전속도 변화를 보면 표 6-7과 같다. 그리고 실리콘롤 조합간의 회전 속비를 분석하면 표 6-8와 같다. 생고추 원료의 과피에서 꼭지를 제거하는 1번에서 4번 축 사이의 회전 속비는 2.0~1.3였으며 제거된 꼭지를 과피에서 분리하는 5번에서 7번 축 사이의 회전 속비는 1.5~0.7였다.

표 6-7. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 실리콘롤 회전속도(1차 실험)

회전속도 실험수	1번 축	2번 축	3번 축	4번 축	5번 축	6번 축	7번 축
1회	32	64	114	155	230	155	108
2회	50	100	173	232	350	232	153

표 6-8. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 실리콘롤 조합의 회전속비(1차 실험)

실리콘롤 축조합	1, 2번 축	2, 3번 축	3, 4번 축	4, 5번 축	5, 6번 축	6, 7번 축
감속비	2.0	1.7	1.3	1.5	0.7	0.7

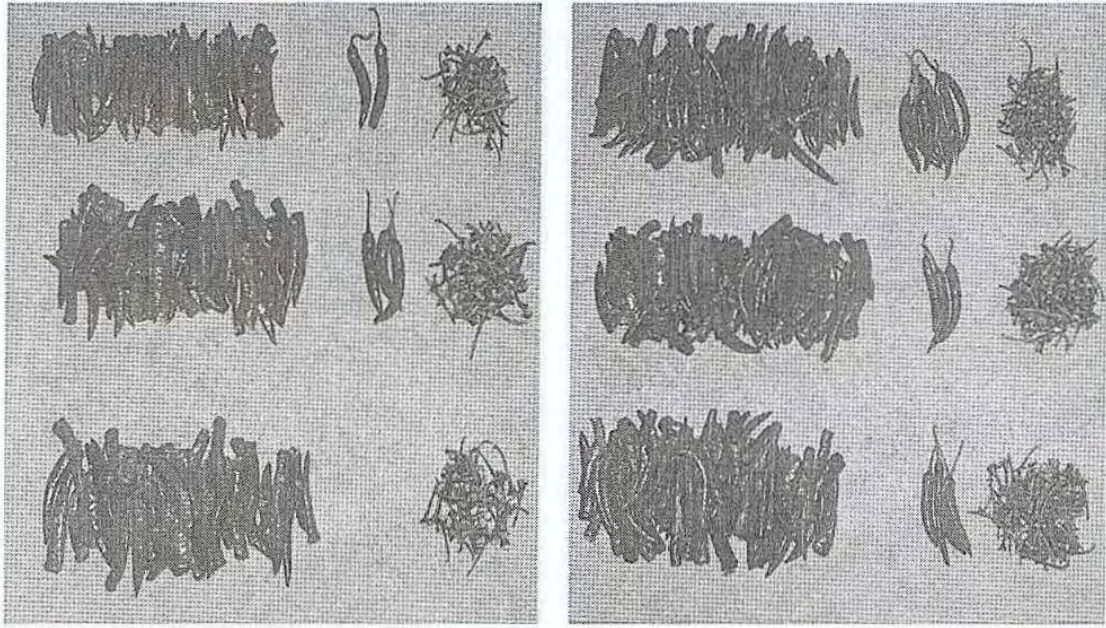
2차 시작품의 1차 꼭지제거 성능실험의 결과는 표 6-9와 같으며 실험 과정은 그림 6-14와 같다. 실리콘롤 조합의 4번 구동축 회전 속도가 232 rpm 일 때 대과종 생고추 시료의 평균 꼭지제거율은 98.3 %였으며 소과종 시료는 95.0%였다. 그림 6-15는 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 1차 성능실험시의 품종별 꼭지제거 실험 결과를 나타낸 것이다.



그림 6-14. 생고추 원료 꼭지 제거 시스템 2차 시작품의 성능실험 과정(1차 실험)

표 6-9. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 성능실험 결과(1차 실험)

시료	실험횟수	시료 수(개)	생고추 원료의 과피꼭지 분리상태		
			232rpm		
			분리	미분리	제거율(%)
대과종	1회	100	98	2	
	2회	100	97	3	
	3회	100	100	0	
	평균		98.33±1.53	1.67±1.53	98.3
소과종	1회	100	92	8	
	2회	100	97	3	
	3회	100	96	4	
	평균		95.00±2.65	5.00±2.65	95.0



대과종

소과종

그림 6-15. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 꼭지제거율 실험 (1차 실험)

(2) 2차 성능실험

생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 2차 시작품의 2차 성능실험에서 압축된 생고추 원료가 경사진 안내판을 따라 1번 축 실리콘롤에 공급될 때 균일한 정열이 잘 되지 않아 동시에 다수의 시료가 공급되어 실리콘롤 축에 과부하가 걸리고 꼭지제거율이 저하되는 현상이 발생하였다. 이를 개선하기 위하여 안내판에 그림 6-16과 같이 생고추 원료 정열 회전판을 설치하였다.

생고추 시료는 앞서 1차 실험과 동일하였으며 실리콘 축 조합의 4번 구동축의 회전 속도는 155, 232 rpm으로 구분하였다. 2차 성능실험의 결과는 표 6-10과 같으며 실험 과정은 그림 6-17과 같다. 실리콘롤 조합의 4번 구동축 회전 속도가 155, 232 rpm 일 때 대과종 생고추 시료의 평균 꼭지제거율은 각각 99.3, 100 %였으며 소과종 시료는 97.0, 98.7%로 매우 높은 꼭지제거율을 보였다. 그림 6-18은 생고추 원료의 꼭지제거

시스템 2차 시작품의 1차 성능실험시의 품종별 꼭지제거 실험 결과를 나타낸 것이다.

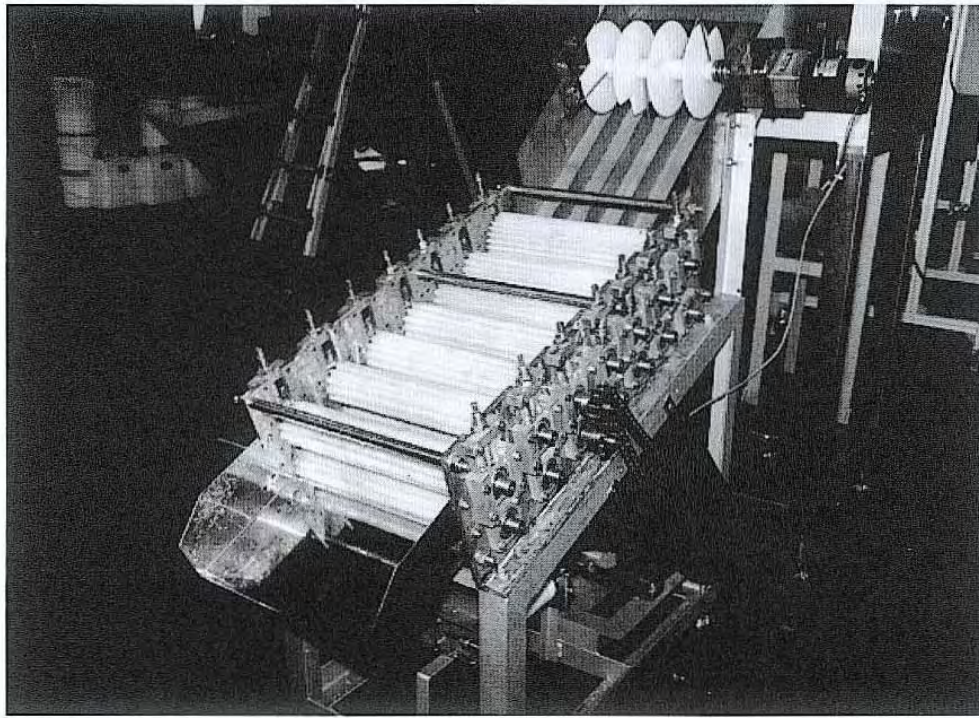


그림 6-16. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 원료 정렬 회전판(2차 실험)

표 6-10. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 성능실험 결과(2차 실험)

시료	실험횟수	시료수 (개)	생고추 원료의 과피꼭지 분리생태					
			155 rpm			232 rpm		
			분리	미분리	제거율 (%)	분리	미분리	제거율 (%)
대과종	1회	100	99	1		100	0	
	2회	100	100	0		100	0	
	3회	100	99	1		100	0	
	평균		99.33±0.58	0.67±0.58	99.3	100±0.00	0	100
소과종	1회	100	98	2		98	2	
	2회	100	97	3		98	2	
	3회	100	97	3		100	0	
	평균		97.33±0.58	2.67±0.58	97.3	98.67±1.15	1.33±1.15	98.7

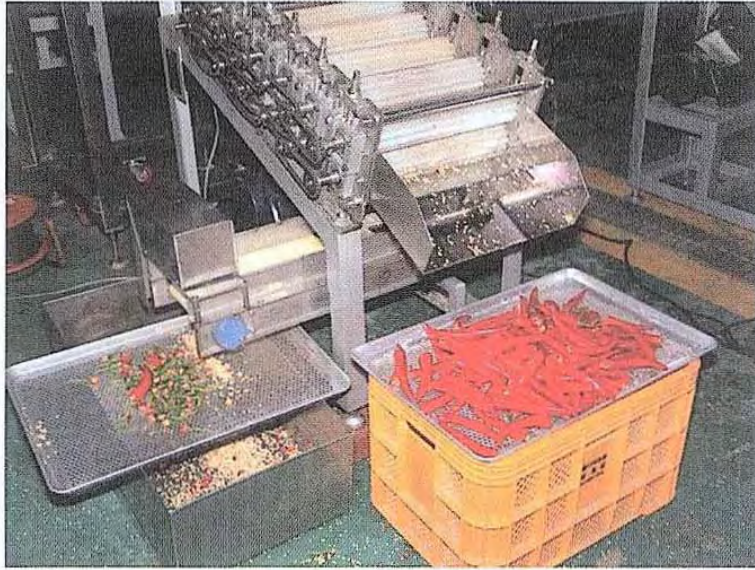


그림 6-18. 생고추 원료 꼭지 제거 시스템 2차 시작품의 성능실험 과정(2차 실험)



대과종(155rpm)



대과종(232rpm)



소과종(155rpm)



소과종(232rpm)

그림 6-15. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 2차 시작품의 꼭지제거율 실험 (2차 실험)

3. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 개선 방안

생고추 원료의 꼭지제거 시스템 1, 2차 시작품의 성능실험 결과를 토대로 꼭지 제거율 향상을 고려하여 시스템의 가장 주요한 부분인 압축 실리콘롤 조합을 개선하고자 하였다. 시작품의 성능 실험 결과 개선할 문제점은 크게 두가지로 나타났다. 첫째는 압축된 생고추 원료의 공급으로서 압축과정에서 생고추 표면에 수분 또는 과피의 당액이 묻게 되어 1번 축 실리콘롤의 직경을 100mm로 증대하여도 일정한 작업시간이 지나면 공급이 부분적으로 정체되는 현상이 발생하였다. 둘째는 압축 실리콘롤 조합의 축 간격을 100mm로 넓혀도 실리콘롤 조합이 15°로 경사지게 설치되어 있어 생고추 과피에서 제거된 꼭지가 별도로 분리되지 않고 과피와 함께 약 10~20%가 배출되어 별도의 과피 꼭지 선별공정이 필요한 것이다. 그림 6-19는 이상의 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 시작품의 압축 실리콘롤 조합의 문제점을 개선한 것이다. 실리콘롤 조합의 폭은 앞서와 같이 350 mm이다. 생고추 원료의 일정량 공급을 할 수 있는 생고추 원료 공급벨트를 설치하였으며 실리콘롤 조합의 수를 현재 7개에서 1개 증가하여 모두 8개하였다. 또한 제거된 꼭지를 과피에서 분리작업이 쉽게 되도록 실리콘롤 조합 5번에서 8번 축의 설치방향이 수평이 되도록 하였다. 본 개선된 실리콘롤 조합 시작품은 향후 고추종합처리장의 생고추 원료의 꼭지제거 시스템에 설치될 예정이다.

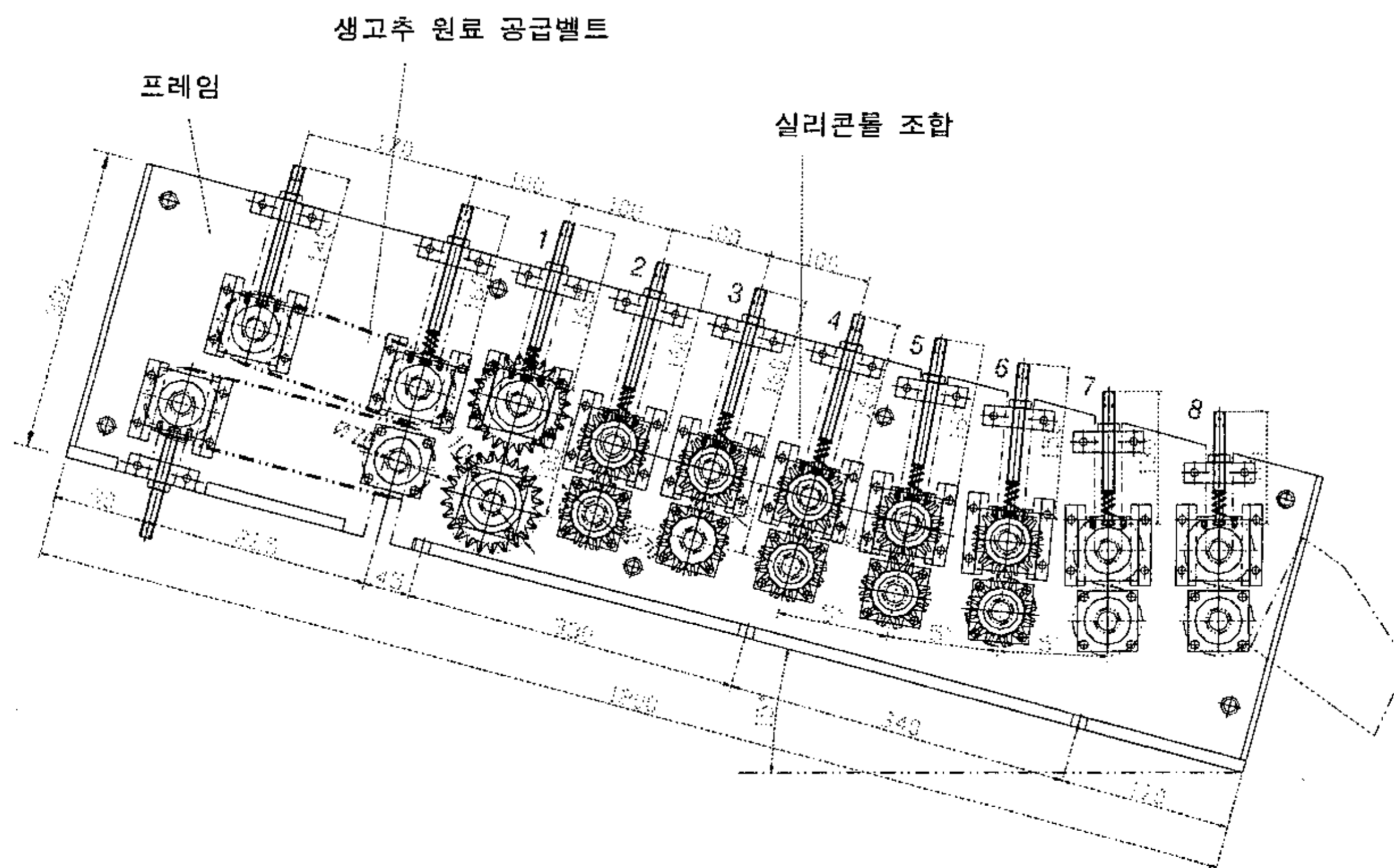


그림 6-19. 개선된 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 압축 실리콘롤 조합의 개략도

제 3 절 생고추 원료의 전처리 및 건조 작업

1. 생고추 원료의 전처리 작업

꼭지가 제거된 생고추 원료를 건조하려면 세척 및 절단 공정을 거쳐야 한다. 꼭지가 제거된 생고추 원료는 세척 공정에서 꼭지가 제거된 부분을 통하여 과피 내부로 세척수가 들어갈 우려가 있으며 이러한 경우 세척수로 인한 오염이 발생할 수 가능성이 있다. 이러한 문제점을 분석하고자 현재 고추종합처리장의 생고추 원료 세척 시 세정액으로 사용하는 차아염소산나트륨(NaOCl)을 사용하여 수작업으로 꼭지를 제거한 시료와 생고추 원료 꼭지제거 시스템 시작품을 사용하여 기계적으로 꼭지를 제거한 시료간에 세척 후 미생물 총균수를 분석하였다.

실험에 사용한 생고추 시료는 2006년도 10월에 영양지역에서 수확하였다. 실험에 사용한 시료수는 30개였으며 3반복 실험을 하였다. 시료의 세척수 용량은 3ℓ 하였으며 물세척은 2회 하였으며 세정액을 사용한 시료는 물세척 1회를 한 다음 200 ppm의 NaOCl 세정액으로 1회 세척한 후 다시 물세척을 1회하였다. 표 6-11은 수작업과 꼭지제거 시스템으로 꼭지가 제거된 생고추 원료의 세척과정에서 살균효과를 나타낸 것이다. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 시작품으로 꼭지제거한 생고추 시료를 200 ppm의 NaOCl 세정액으로 세척할 경우 총균수는 10^3 CFU/g으로 수작업으로 꼭지 제거한 시료의 총균수 10^4 CFU/g보다 낮아 위생적인 생고추 원료 전처리 작업이 가능한 것으로 분석되었다.

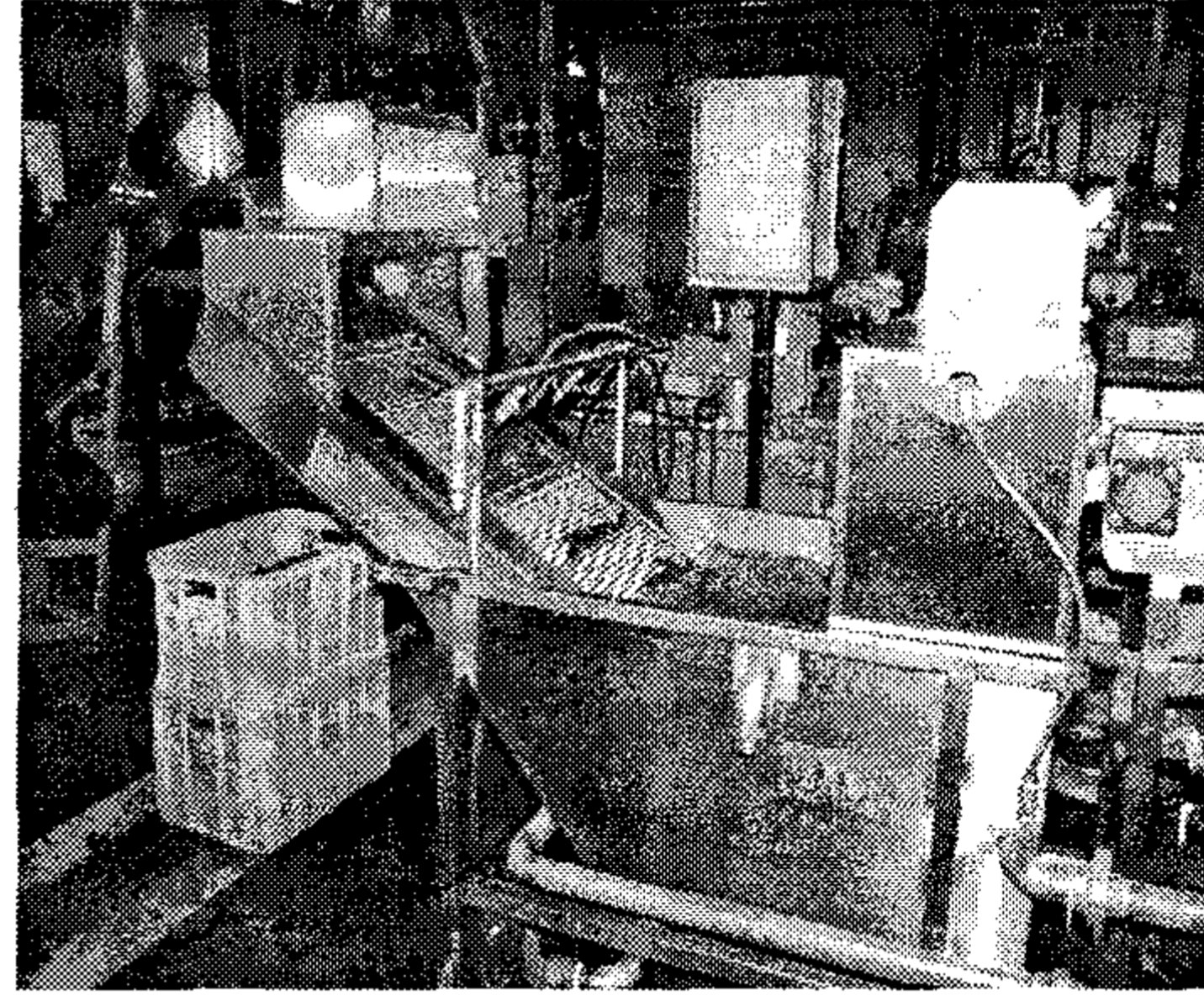
표 6-11. 꼭지제거 생고추 원료의 세척과정에서 살균효과 분석

세정방법	꼭지제거방법	총균수 (CFU/g)
물세척	꼭지제거 시스템	4.3×10^4
	수작업	3.2×10^4
NaOCl 200ppm	꼭지제거 시스템	1.3×10^3
	수작업	2.9×10^4

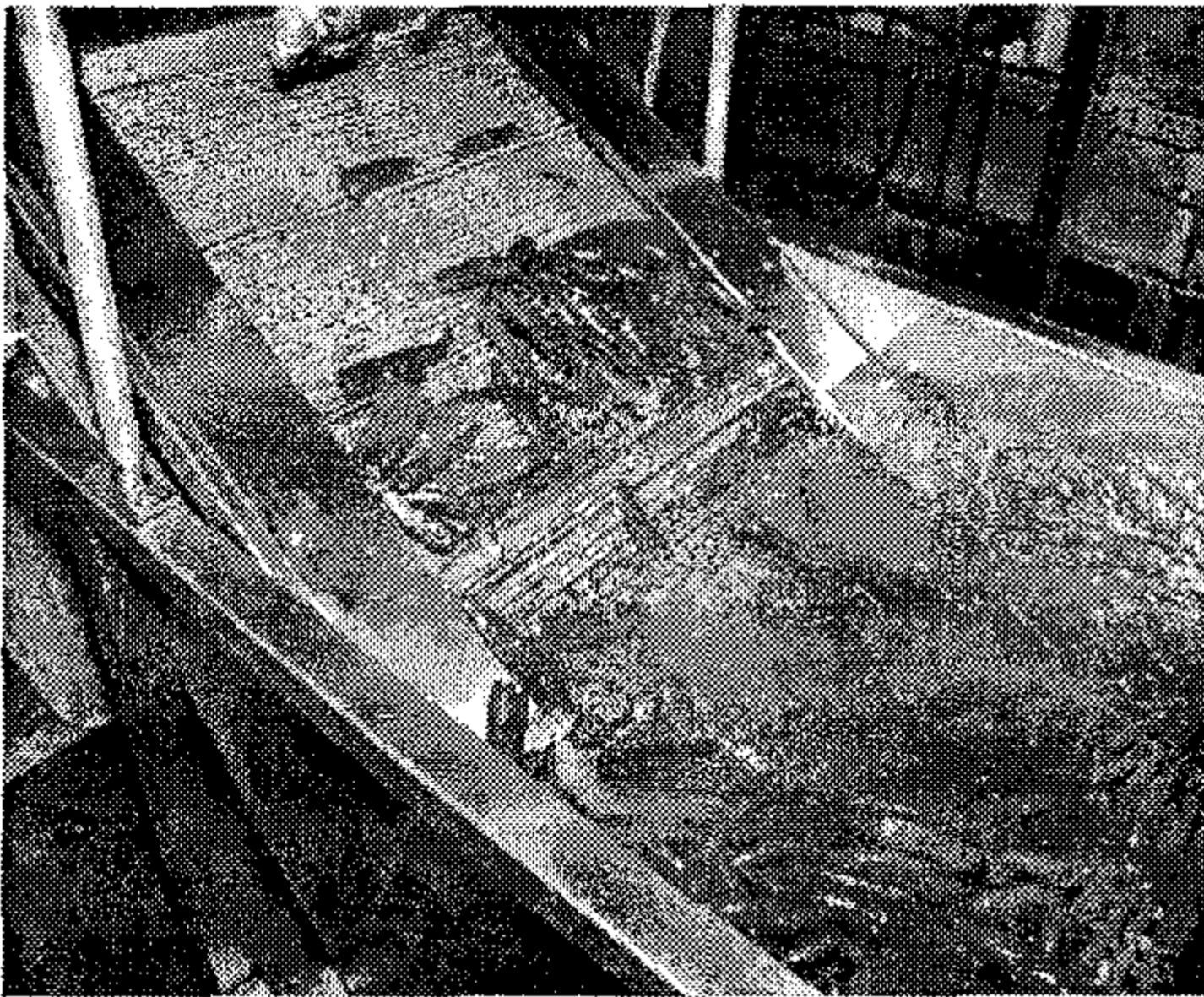
그림 6-20은 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 시작품으로 처리된 생고추 원료를 건조하기 위한 세척 및 절단 등의 전처리 작업을 나타낸 것이다.



꼭지제거된 생고추 원료



생고추 원료 세척장치

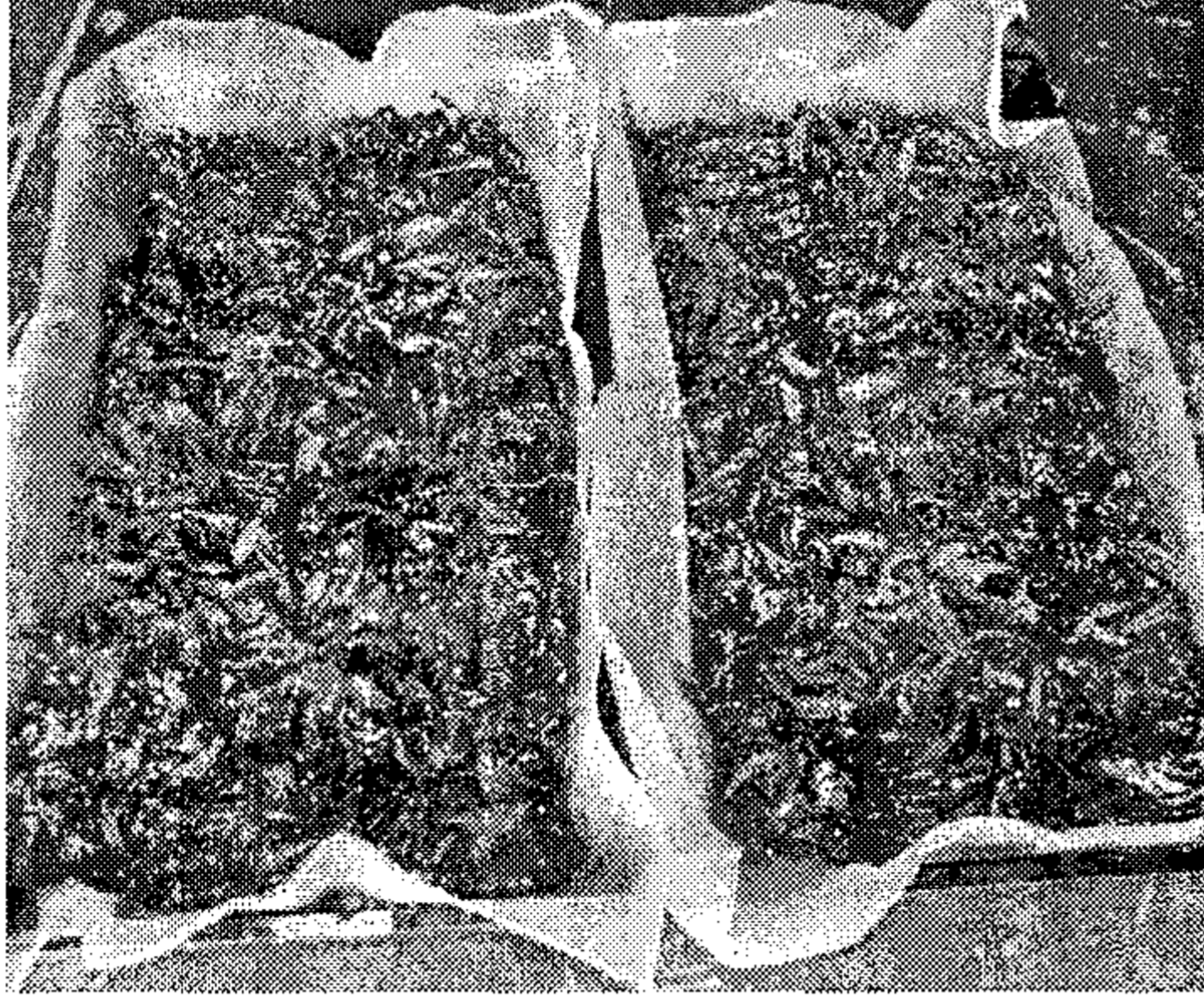


생고추 원료 세척

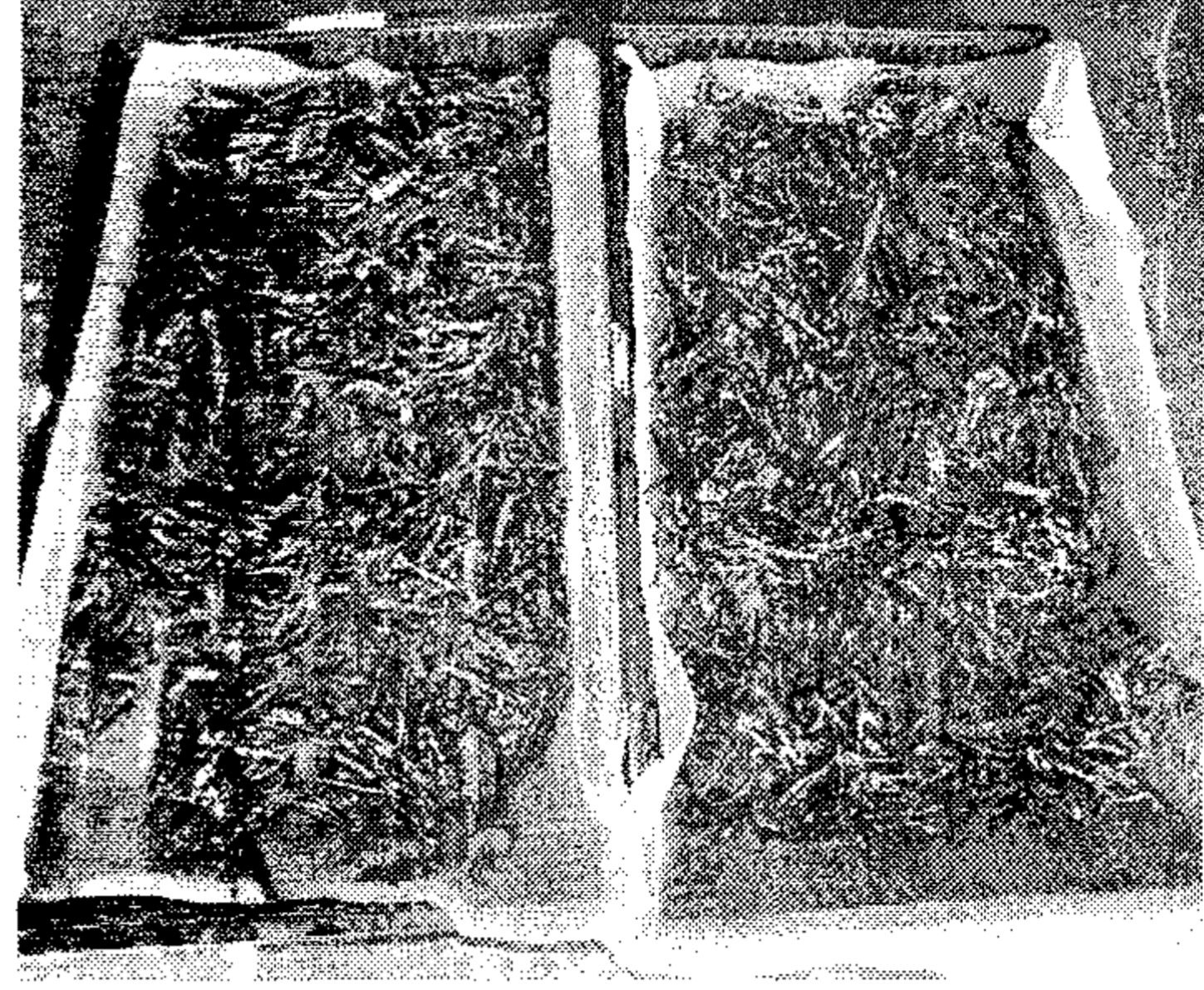


생고추 원료 절단

그림 6-20. 꼭지제거된 생고추 원료의 전처리 작업



절단 생고추 원료



절단 건고추 원료

그림 6-21. 꼭지제거된 생고추 원료 절단 및 건조 작업

2. 생고추 원료의 건조 작업

앞서 꼭지제거 생고추 원료를 절단하여 농산물 배치 건조기에서 건조온도 65℃, 건조시간 5시간으로 저온 열풍건조를 하여 그림 6-21과 같은 고품질의 절단 건고추 원료를 생산할 수 있었다.

**제 7 장 고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지 제거 시스템
설치 방안**

여 백

제 1 절 고추종합처리장의 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 설치 방안

1. 고추종합처리장의 대규모 건조 설비내 설치방안

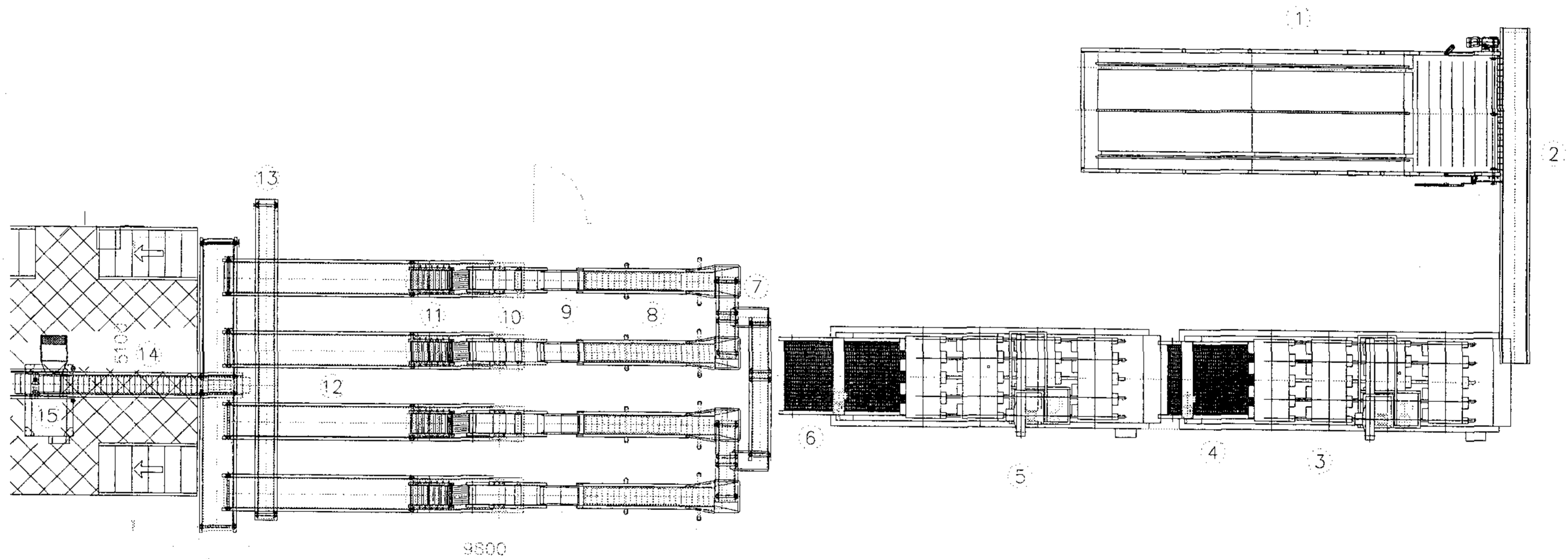
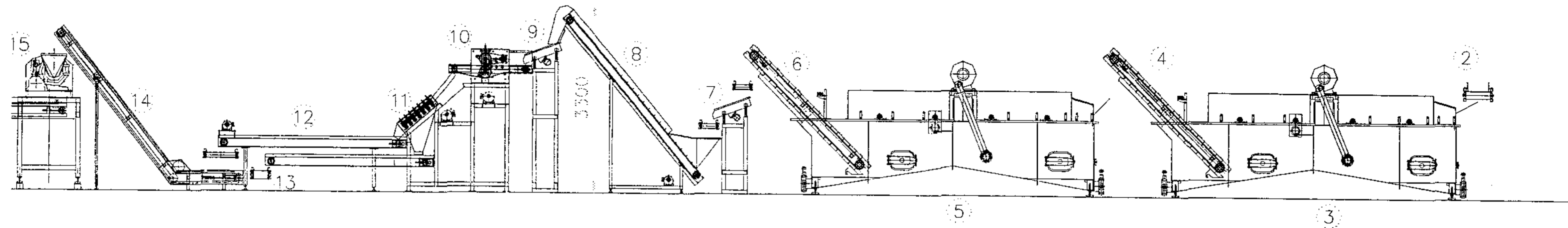
본 연구에서 개발된 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 시작품을 영양군 고추종합처리장 시범사업에 설치하여 현장 시운전을 실시하고자 하였으나 시작품 개발과정에서 많은 개선점이 발생하여 이를 수정 보완하는데 많은 시간이 소요되었다. 또한 생고추 원료 전처리 및 대형 건조설비가 본 연구에 앞서 설치되어 이미 건조작업에 사용되고 있어 새로 개발된 시작품의 설치면적 부족과 과대한 공사비용이 추가로 소요되어 본 시작품의 현장 실증실험은 향후 고추 주산지에 신규사업으로 설치되는 고추종합처리장에서 수행하기로 하였다.

고추종합처리장에 설치 운영되는 대형 건조설비의 시간당 생고추 처리량은 3톤 규모로 예상되고 있다. 따라서 일일 작업시간을 10~20시간으로 가정하면 고추종합처리장에 입고되는 생고추 원료는 40~60톤/일 규모로 보인다. 생고추 원료의 건조 가능일수를 보면 고추 수확시기를 2개월과 수확 후 저장기간 1개월을 포함하여 전체 작업기간은 3개월로 가정된다. 따라서 시간당 3톤 생고추 건조능력을 가진 대형 건조설비가 설치된 고추종합처리장에서 연간 최대 생고추 원료 처리량은 1,800톤이지만 2006 영양군 고추종합처리장의 대형 건조설비를 시운전해보면 작업처리가 원활한 단계에 되어도 연간 평균 건조처리량은 1,200톤 규모로 보는 것이 합리적이다. 건조고추의 품질과 건조비용을 고려한 고추종합처리장의 대형 건조설비의 적정 건조처리량은 시간당 3톤 규모로 평가되고 있다. 그러므로 고추종합처리장의 생고추 원료의 전처리 공정에 설치될 꼭지제거 시스템의 시간당 처리량은 3톤 규모로 예측된다.

생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 설치 장소는 원료의 1, 2차 세척과정에서 고추 과피 내부로 오염된 세척수가 침투되지 않고 종자가 외부로 탈종되지 않으려면 세척

후 원료절단공정 앞부분이 적합하다. 이 경우 고추 전처리 작업공정은 원료투입, 1차 세척, 2차 세척, 꼭지제거, 선별, 절단 등으로 구성되어야 할 것이다.

그림 7-1은 고추종합처리장 대형 건조 설비내에서 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 설치에 관한 개략도이다. 꼭지제거 시스템은 생고추 원료 투입 홉퍼, 1차 세척기, 2차 세척기, 진동 공급기, 원료 연속압축기, 압축 실리콘롤 조합, 과피 선별 벨트콘베어, 꼭지배출 콘베어, 원료 절단기, 원료이송 콘베어 등으로 구성된다. 설치 장소의 크기는 9.8(L) × 5.1(W) m, 50 m²이며 높이는 3.3 m이다. 생고추 원료의 꼭지제거 시스템은 모두 4대의 단위 꼭지제거 장치로 이루어지며 전체 처리용량은 시간당 3톤 규모이고 평균 꼭지제거율은 95%이다. 꼭지제거 작업 후 생고추 과피 선별 콘베어를 설치하여 일부분 미 분리된 꼭지를 선별 처리한다. 선별 콘베어 당 작업인원은 4명이며 모두 24명의 작업인원이 소요된다.



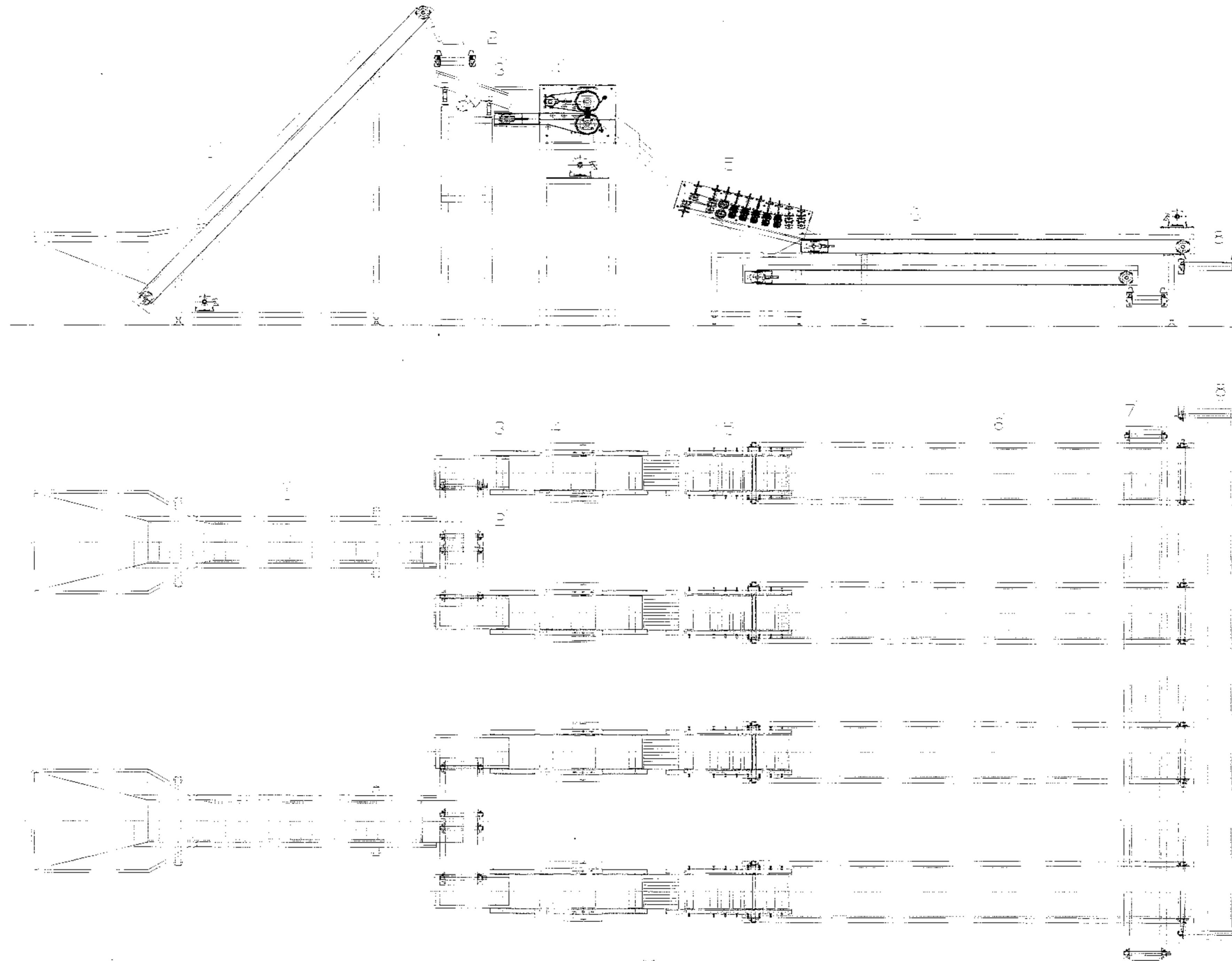
1. 생고추 원료 투입 홉퍼
2. 원료이송콘베어
3. 1차 세척기
4. 원료이송 콘베어
5. 2차 세척기
6. 원료이송 콘베어
7. 진동 공급기
8. 원료이송 콘베어
9. 진동 공급기
10. 원료 연속압축기
11. 압축 실리콘롤 조합
12. 과피선별 벨트콘베어
13. 꼭지배출 콘베어
14. 원료이송 콘베어
15. 원료 절단기
16. 원료이송 콘베어

그림 7-1. 고추종합처리장의 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 설치 개략도

2. 생고추 원료의 집하장내 설치방안

고추 수확 시기는 재배지역에 따라 조금 차이는 있지만 대부분 8월 초 순부터 10월 초순까지 2개월 정도로 볼 수 있다. 이러한 짧은 고추 수확시기에 농가에서 수확된 대량의 생고추 원료가 모두 고추종합처리장으로 운송이 되면 원료수급의 균형을 맞추기가 어려워지며 물류비용도 증가하고 원료보관 저온설비의 부족현상이 생길 우려도 있다. 그러므로 고추종합처리장을 중심으로 생고추 원료를 농가로부터 1차 수집하여 저온창고에 보관하며 원료 선별 및 꼭지제거작업을 할 수 있는 생고추 원료의 집하장 시설이 여러 곳 설치 운영되어야 할 것이다.

그림 7-2는 고추종합처리장 주변의 생고추 원료의 집하장에 설치될 생고추 원료의 꼭지 제거 시스템의 설치에 관한 개략도이다. 꼭지제거 시스템은 생고추 원료 투입 콘베어, 원료 이송콘베어, 진동 공급기, 원료 연속압축기, 압축 실리콘롤 조합, 과피 선별 벨트콘베어, 꼭지배출 콘베어, 과피 배출 콘베어 등으로 구성된다. 설치 장소의 크기는 11(L) × 6.0(W) m, 66 m²이며 높이는 3.5 m이다. 앞서와 같이 4 대의 단위 꼭지제거 장치가 설치되며 전체 처리용량은 시간당 3톤 규모이고 평균 꼭지제거율은 95%이다. 꼭지제거 작업 후 생고추 과피와 미 분리된 꼭지를 선별 처리하는 선별 콘베어 당 작업인원은 4명이며 모두 24명의 작업 인원이 소요된다. 꼭지 제거된 생고추 원료는 저온창고에 보관된 다음 고추종합처리장으로 운송되어 원료 세척, 선별, 절단 등의 전처리 작업을 거쳐 연속식 대형 건조기로 공급되어 고품질의 절단 건고추 원료가 생산된다.



1. 생고추 원료 투입 콘베어
2. 원료이송 콘베어
3. 진동 공급기
4. 원료 연속압축기
5. 압축 실리콘롤 조합
6. 과피 선별 콘베어
7. 꼭지 배출 콘베어
8. 과피 배출 콘베어

그림 7-2. 생고추 원료 집하장의 꼭지제거 시스템의 설치 개략도

제 2 절 고추종합처리장의 고품질 절단 건고추 원료 생산기술 확립

1. 고추종합처리장의 고품질 절단 건고추 원료 생산 공정

영양군 고추종합처리장의 고추 세척기 및 대형 건조기를 이용하여 2005년 8월부터 9월까지 생고추 원료를 절단 건조하였다. 생고추 원료투입량은 시간당 평균 3톤 규모였으며, 초기 생고추 원료 함수율은 87%였다. 고추종합처리장에 입고된 생고추 원료는 농가단위에서 포장에서 고추꼭지를 제거한 원료를 수집하였다.

가. 생고추 원료 투입 공정

생산농가에서 꼭지가 제거된 생고추 원료는 농산물 플라스틱 상자에 15kg 정도로 적재되어 고추종합처리장에 입고된다. 생고추 원료는 품종별로 구분된 후 원료투입호퍼에 시간당 3톤 규모로 공급되고 수평이송벨트와 상승 콘베어로 원료 이송벨트를 이용하여 1차 세척조로 공급된다. 균일한 원료공급이 이루어지고 있으며 이송과정에서 생고추 원료의 손상이 일어나지 않았다.



생고추 원료 입고



호퍼 투입



원료 적재



원료 투입

그림 7-3. 생고추 원료투입 공정 관련 설비

나. 세척 및 선별 공정

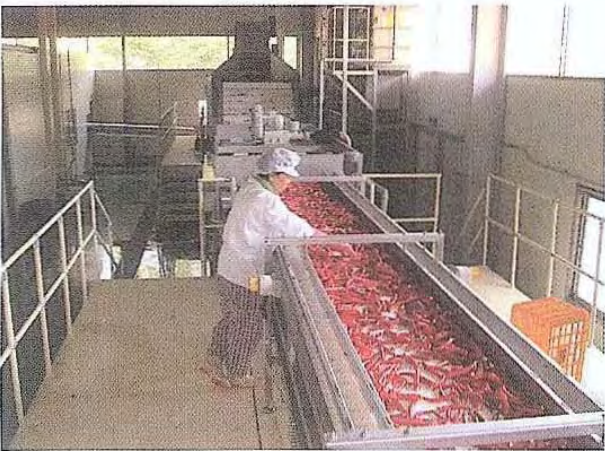
원료 투입 흡퍼에서 이송벨트로 공급되는 생고추 원료는 1차 세척 조에서 생고추 원료에 부착된 낙엽, 풀잎, 먼지, 돌 등의 이물질이 제거되고 세척된 다음 원료 검사선별 콘베어로 이송되면서 3~4명의 작업자에 의하여 미숙과, 병과 등이 선별된다. 그리고 2차 세척 조에 공급된다. 여기서는 원료 살균효과를 높이기 위하여 차아염소산나트륨(NaOCl)을 100~300 ppm 사용한다. 2차 세척 조에서 완전 세척 및 살균된 생고추 원료는 건조효율을 높이기 위하여 절단기로 이송된다. 1, 2차 세척 조에서 생고추 원료의 세척과정이 효과적으로 이루어졌고 차아염소산 나트륨 공급 장치로 정상적으로 작동하였다. 검사선별 콘베어가 설치된 작업대의 공간도 4-6명의 작업자가 배치될 수 있는 공간이 확보되어 있었다.



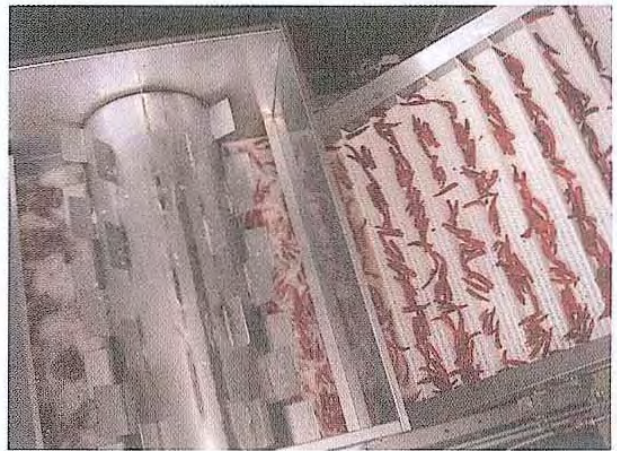
원료 1차 세척



원료 2차 세척 공급



원료 선별



원료 2차 세척(NaOCl세정액 사용)

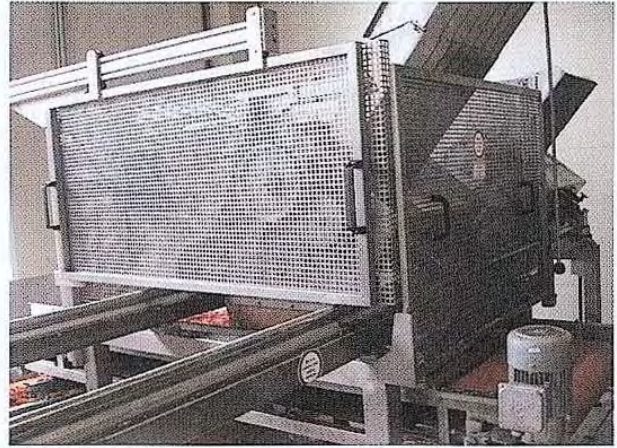
그림 7-4. 생고추 원료 세척 및 선별 공정 관련 설비

다. 원료 절단 및 종자 분리 공정

세척이 완료된 생고추 원료는 상승 콘베어를 통하여 이송되고 삼각형 모양의 굴곡이 있는 안내판을 따라 길이방향으로 생고추 절단기로 투입되어 길이방향으로 2~3등분 절단된 후 수평이송벨트로 예비건조기로 이동된다. 생고추 절단기는 작업 중 교체가 쉽도록 2대가 설치되었으며 절단칼날을 연마하는 장치가 준비되어 있어 일정시간 작업 후 절단 칼날을 교체하여 연마하여 재사용할 수 있다. 원통 드럼형 고추 종자분리기는 종자분리작업은 우수하였으나 종자분리에 따라 절단 건고추 수율이 감소되어 종자 분리율을 감소시키는 방안이 필요하였다.



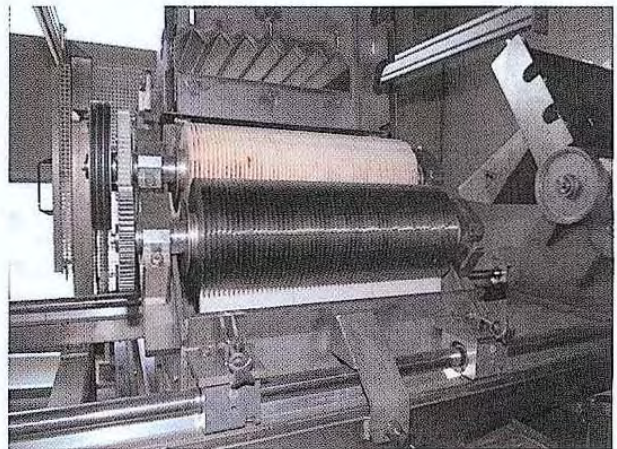
생고추 원료 절단기 투입안내관



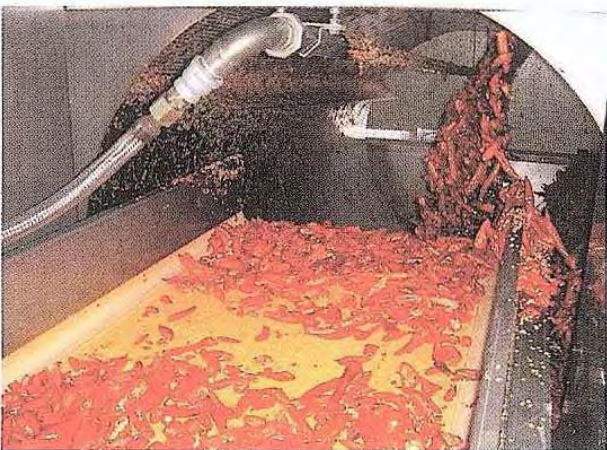
생고추 원료 절단기



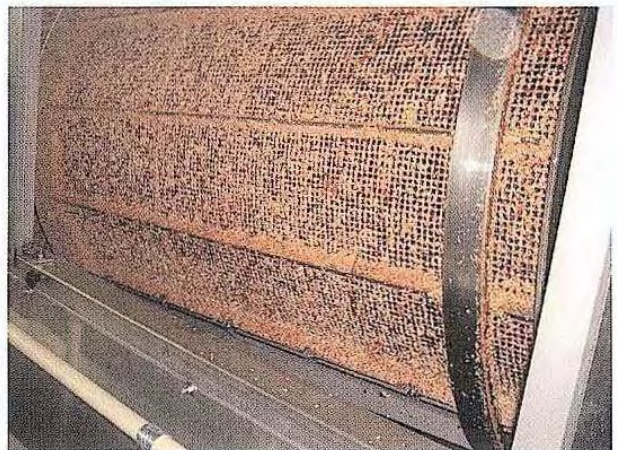
절단 생고추 원료 이송벨트



생고추 원료 절단기 내부



절단 생고추 이송

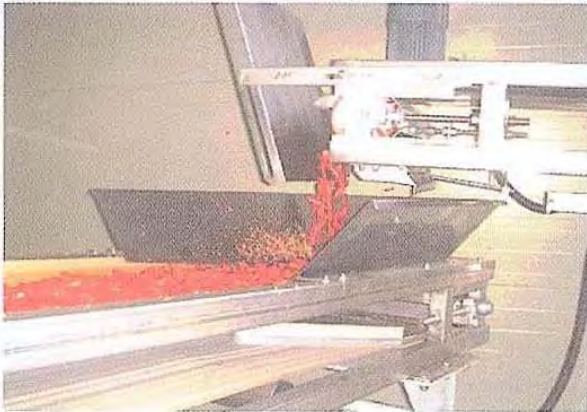


종자 제거 드럼

그림 7-5. 생고추 원료 원료 절단 및 종자분리 공정 관련 설비

라. 예비 건조 공정

절단된 생고추 원료는 좌우 일정폭으로 스윙하는 콘베어를 이용하여 예비 건조기로 투입된다. 건조기 투입 시 생고추 적재 두께가 10~15 cm로 건조기 폭 전체에 균일하게 유지되고 있으며 예비건조 조건은 건조온도 105℃, 건조시간 10~15분이었다.



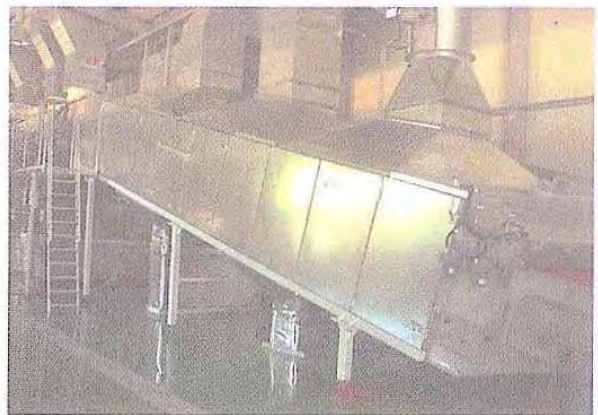
절단 생고추 원료 이송



원료 스윙 콘베어 공급



원료 예비 건조기 투입



원료 예비 건조

그림 7-6. 생고추 원료 예비 건조 공정 관련 설비

마. 주 건조 공정

예비건조기에서 1차 건조된 생고추 원료는 5단 벨트로 이루어진 주 건조기로 공급된다. 건조온도는 1단에서 5단 벨트 사이에 75, 70, 68, 65, 60 ℃, 전체 건조시간은 2시간30분에서

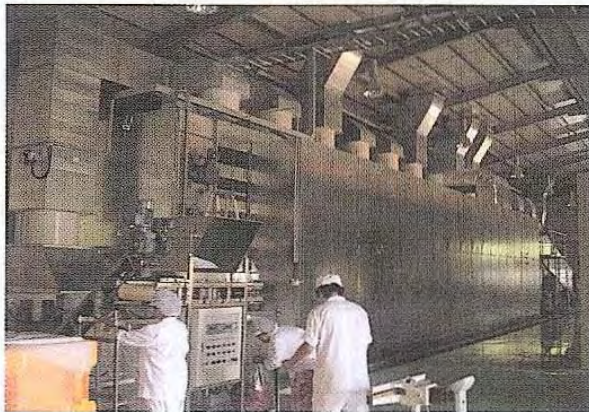
3시간으로 평가되었다. 건조열원은 LPG 연소 열 교환 장치에서 공급되었다. 최종 절단 건고추 품질은 수분함량 11~12%였으며 ASTA 색상 값이 120~160으로 우수하고 총균수도 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g으로 매우 위생적인 제품으로 분석되었다.



주 건조기 외부



주 건조기 상부



주 건조기 전경



절단 건고추 원료 배출

그림 7-7. 절단 생고추 원료 주 건조 공정 관련 설비

바. 포장 공정

건조가 완료된 절단 건고추 원료는 고추 종자 분리장치와 원료 선별 콘베어를 통하여 자동 계량장치로 공급되며 비닐포장재에 10kg단위로 자동 포장되며 3~4명의 작업인원이 소요되었다.



절단 건고추 이송



절단 건고추 포장



절단 건고추 포장

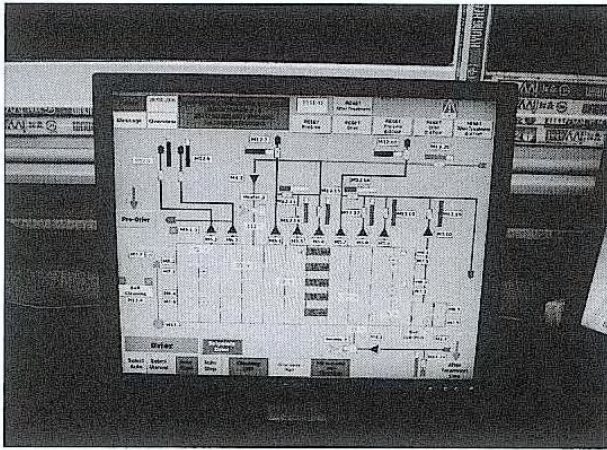


절단 건고추 원료

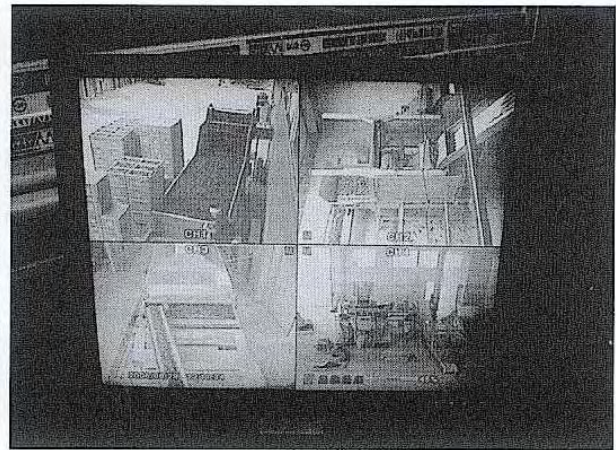
그림 7-8. 절단 건고추 원료 포장 공정 관련 설비

사. 설비 자동제어 공정

고추종합처리장의 고추전처리기 및 건조기 관련 모든 단위기계는 중앙 제어실에 설치된 컴퓨터와 화상처리장치를 통하여 자동 제어되고 있어 적정 작업조건을 쉽게 설정 및 제어할 수 있는 것으로 평가된다.



설비 컴퓨터 자동제어 화면



작업공정 화상처리 시스템

그림 7-9. 설비 자동제어 공정 관련 설비

2. 절단 건고추 원료의 품질 분석

영양군 고추종합처리장에 2005년 8월에서 11월까지 생산된 절단 건고추 원료를 수집하여 시료의 수분, 색상(ASTA color), 신미성분, 당도, 미생물 총균수 등을 분석하였다. 표 7-1은 영양고추종합처리장에서 2005년도 8월부터 9월까지 생산된 절단 건고추 시료를 10회 수집하여 시료의 성분 분석을 한 것이다. 평균 수분은 11.7%였으며 ASTA color 값은 148.9, 신미 성분 14.4 mg/100g, 유리당은 23.9 %였다. 그리고 총 균수는 $2.0 \times 10^3 \sim 4.7 \times 10^4$ 였다. 고추의 품질요인 중 가장 중요한 색상은 ASTA color 값 기준으로 모두 평균 145 이상으로 매우 높았으며 모든 절단 건고추 시료는 3.0×10^3 CFU/g 로 국내의 고춧가루 시료의 경우 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g 와 비교하면 매우 청결하고 위생적인 건고추 원료로 분석되었다. 이러한 고품질 위생 절단 건고추 원료를 사용하면 세계 최고 품질의 청결 고춧가루 제품이 가능한 것으로 평가되었다. 그림 7-10은 고추종합처리장에서 생산된 고품질 절단 건고추 시료이다.

표 7-1. 고추종합처리장의 절단 건고추 시료 성분분석

시 료	수분 (%)	색상 (ASTA color)	신미성분 (mg/100g)	유리당(%)	총균수 (CFU/g)
8/19 16:30 보통맛	11.44±0.11	147.33±1.97	13.44±0.31	25.72±0.31	4.3×10 ³
8/21 17:40 보통맛	12.12±0.12	123.17±1.22	17.66±0.92	24.58±0.29	1.7×10 ³
8/26 9:30 순한맛	12.00±0.10	119.78±1.63	14.26±0.25	22.32±0.15	4.0×10 ³
8/28 12:10 보통맛	11.32±0.16	133.88±2.45	17.20±0.43	24.17±0.57	2.4×10 ³
8/29 12:00 순한맛	11.62±0.18	150.21±1.28	15.17±0.12	23.66±0.82	2.7×10 ³
8/29 22:50 순한맛	12.35±0.03	147.68±0.09	13.05±0.07	26.11±2.19	3.1×10 ³
9/2 10:37 보통맛	10.27±0.07	153.75±1.38	13.30±0.25	19.63±0.21	2.5×10 ³
9/2 15:56 순한맛	11.52±0.60	169.74±0.89	13.52±0.15	23.53±2.85	2.5×10 ³
9/3 20:08 순한맛	11.52±0.10	173.51±1.93	13.44±0.24	25.49±0.26	3.3×10 ³
9/4 9:21 순한맛	12.68±0.10	170.18±3.74	13.26±0.23	23.98±0.53	3.3×10 ³
평 균	11.68±0.17	148.92±1.32	14.43±0.54	23.92±1.32	3.0×10 ³



그림 7-10. 고추종합처리장에서 생산된 고품질 절단 건고추 원료

참고 문헌

1. 박재복 외 11명, 고춧가루 가공공장의 자동화 시스템 개발, 한국식품개발연구원 연구보고서(1999)
2. 이승규 외 5명, 가공용 홍고추 꼭지제거 장치 개발, 경상대학교 연구보고서/현장으로 기술개발 사업 연구 성과 보고서(2001)/농림부 농림 기술 관리 센터
3. 나우정 외 4명, 전개·정열·절단 성능에 영향을 미치는 홍고추 형상요인 분석, 한국농업기계학회지, 제26권 제6호, pp. 563~570(2001)
4. 송대빈 외 2명, 회전날을 이용한 홍고추 꼭지 절단 경향 분석, 한국농업기계학회지, 제28권 제3호, pp. 209~216(2003)
5. 박재복 외 9명, 수출용 고품질 고춧가루 생산을 위한 가공용 고추원료 건조시스템 개발, 한국식품개발연구원 연구보고서(2003)
6. 박재복 외 6명, 주산지 고추산업의 경쟁력 제고를 위한 고추종합처리장 설립방안, 한국식품연구원 연구보고서(2004)
7. 박재복 외 9명, 영양군 고추종합처리장 설립 기반 구축 및 고품질 고춧가루 생산기술 지원 사업, 한국식품연구원 연구보고서(2006)