

# 팥콩 탈협기 개발을 위한 기초 연구(I)

## Study on Development of Soybean's Pod-Thresher(I)

김태한\*      임학규\*\*      오대건\*  
정희원  
T. H. Kim      H. G. Lim      D. G. Oh

### 1. 서론

최근 식품 공업 및 외식 산업의 발달로 인하여 신선한 팥콩을 부식 및 간식용으로 많이 소비하는 추세에 있으며, 또한 청정 건강 식품으로 인식되어져서 국외는 물론 국내에서도 그 수요가 점차적으로 증가하고 있는 추세에 있다. 이에 따라서 국내 농가에서도 팥콩을 재배하기 시작하였으며, 최근 대 일본 팥콩 수출 실적은 1989년 약 5톤에서 1990년에는 34톤으로 급증하였고, 1999년에는 공급물량의 부족으로 인하여 수출을 할 수 없을 정도인 것으로 나타났다.

팥콩 소비를 보면 일본의 경우 국내에서의 생산량은 연간 104,500톤 정도이고, 수입량은 40,071톤으로 주로 수입은 대만으로부터 이루어지고 있다. 그러나 대만으로부터의 수입단가는 2,206원/kg 정도로서 우리 나라의 국내 가격이 약 1,600원/kg에 비해 22~38% 정도 높은 것으로 나타나(홍은희외,1992) 양질의 팥콩을 생산한다면 수출에 대한 전망이 밝다.

한편 국내의 팥콩 재배 농가의 소득은 10a당

시설 재배의 경우는 189만원~400만원 정도이며, 노지재배 농가의 경우는 65만원~150만원 정도로(홍은희외,1992) 농가들이 고소득 작물로 인식하고 있다.

이러한 고소득 작물로 인식되고 있는 팥콩의 재배에 있어서 가장 많은 노동력을 요하는 작업이 팥콩의 탈협 및 선별작업이다. 인력에 의한 팥콩 탈협 및 선별작업에 소요되는 시간은 53시간/10a 정도로 전체 팥콩 재배에 소요되는 노동시간의 약 80%를 차지하므로(홍은희외,1992) 팥콩 재배농가의 생산비 절감을 위해서 탈협 및 선별을 할 수 있는 탈협기 개발이 강력히 요구되고 있는 실정이다.

팥콩 탈협기를 연구·개발하여 실용화한 일본 및 대만의 경우 대당 가격이 약 1,300만원~3,000만원에 이르고 있으며 대만의 경우 수 십대를 일괄 수입해야만 구입이 가능한 실정이다. 이렇게 고가의 장비를 수입해서 사용하기에는 우리 나라의 팥콩 재배농가의 경제적인 여건이 열악한 것이 현실이다.

또한 외국제품을 도입하여 국내에 보급하고자 할 경우에는 경제성이 떨어질 뿐만 아

+ 본 연구는 농림부 특정연구과제 연구비 지원에 의해 수행되었음

\* 경북대학교 농업기계공학과

\*\* 삼화기계

나라 해당국가의 재배 품종, 재배 양식 등을 고려하여 설계·제작되어 졌기 때문에 국내 환경에 대한 적응성이 떨어지게 된다.

이런 상황에서 국내에서는 아직 풋콩 탈협기에 대한 개발 연구가 거의 수행되지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 우리나라 농가의 경영 규모 및 재배환경에 적합한 풋콩 탈협기를 개발하기 위하여 기초연구를 수행하였다.

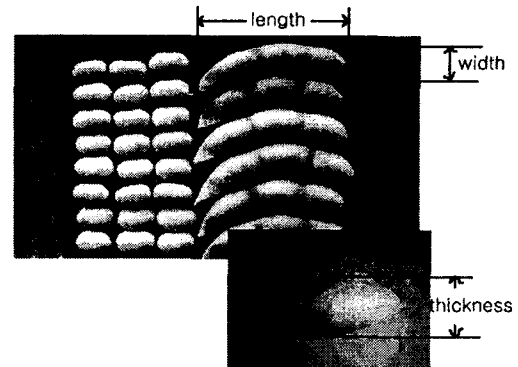


Fig. 1 Length, width and thickness of soybean

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시 재료

탈협기 개발을 위해 사용한 풋콩 품종은 석량(Glycine max(L))이며 경북 영주의 한 농가에서 재배한 것을 사용하였다. 파종은 4월 초순에서 7월 중순사이에 걸쳐 몇 단계로 실시하였고 수확은 7월말에서 10월 초순사이에 하였다.

### 나. 물성 조사

효율적인 탈협장치 개발을 위하여 풋콩 꼬투리의 길이, 폭, 두께를 버니어 캘리퍼스를 사용하여 측정하였으며 전자 저울(0.01g)을 사용하여 꼬투리 무게를 측정하였다. 풋콩의 경장은 줄자를 사용하여 측정하였다. 그림 1에는 풋콩 꼬투리의 길이, 폭, 두께를 측정하는 방법을 나타내었다.

### 다. 이탈력 측정 실험

그림2는 풋콩의 줄기로부터 꼬투리를 떼어내는데 소요되는 힘을 측정하는 장치를 나타낸 것이다. 저항 측정용 Ring에 4개의 스트레인 게이지를 부착하여 Bridge 회로를 구성하여 풋콩 꼬투리가 줄기로부터 이탈될 때의 저항을 스트레인 앰프를 통해, 컴퓨터에 연결하여 측정하였다. 링의 축 하단부에 금속편을 링의 축과 수직이 되게 고정시키고, 금속편에 풋콩의 줄기부를 결속한 후 수직방향으로 아주 느린 속도로 외력을 가하여 꼬투리가 줄기에서 이탈될 때의 저항 값을 측정하였다.

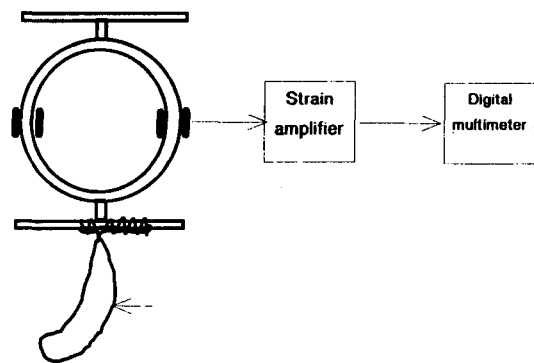


Fig. 2 Measuring system of detachment force for soybean

라. 탈협 성능 시험

팻콩의 탈협 성능 시험을 위하여, 급치의 배열 조절이 가능한 급동과 급동의 회전수를 조절할 수 있는 모터인버터 및 모터로 구성된 실험장치를 제작하였다. 그림3에 탈협 실험장치를 나타내었다.

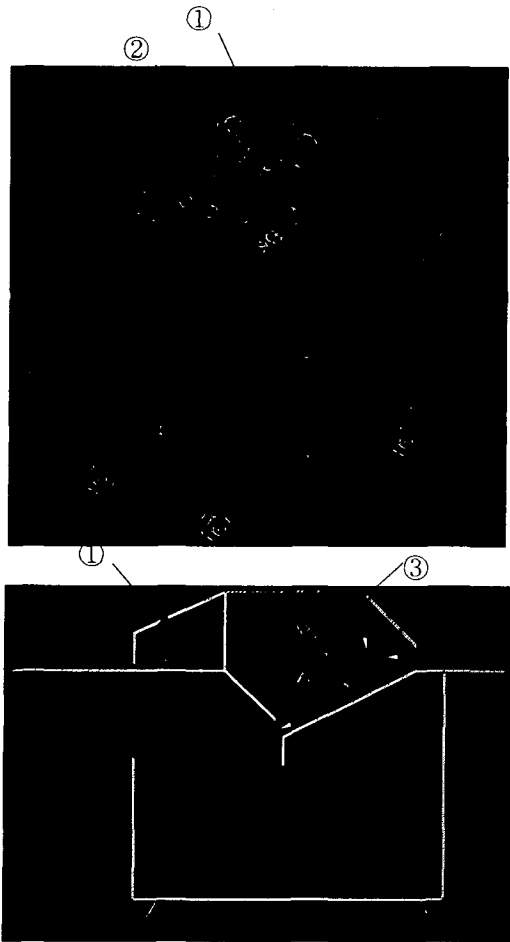


Fig. 3 first prototype

- ① Motor(1HP)    ② V-belt    ③ Drum
- ④ Pod-threshing tooth

이 장치는 급치의 배열 간격을 2~6칸(64~160mm)으로 조정할 수 있고(1칸의 간격

은 32mm) 급동 회전수도 1,600rpm까지 임의로 변화시킬 수 있다. 탈협시험은 급동 회전수를 400, 600, 800, 1000, 1200rpm의 5수준으로 하였고 측정은 탈협 후 가지에 붙어 있는 팻콩의 전체무게, 완전 탈협된 것 중 손상되지 않은 팻콩의 무게, 완전 탈협된 것 중 손상된 팻콩의 무게, 완전 탈협된 것 중 미숙립 전체 무게, 탈협물 중 지경에 부착된 팻콩의 무게, 탈협물 중 지경의 무게, 잎 등 기타 불순물 전체의 무게를 각각 측정하였다.

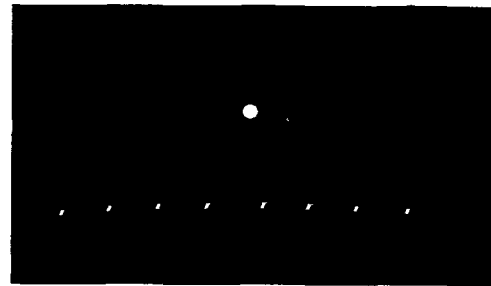


Fig. 4 Schematic figure of pod-threshing tooth

- ① Rubber material    ② Inner steel frame
- ③ Drum surface

그림 4는 급치의 단면을 나타낸 것이다. 급치는 급치 프레임 주위를 경도 80인 고무 재질로 두께 20mm로 둘러싸여 있다. 또한 탈협시 급치 외부의 고무가 급치 프레임으로부터 이탈되는 것을 방지하기 위하여 그림에서와 같이 급치 내부에 원형의 철판을 급치 프레임에 용접하여 급형 제작하였다.

### 3. 결과 및 고찰

가. 물성 분석 결과

표 1은 풋콩 물성치를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 표에서와 같이 종실수가 3개(3립), 2개(2립), 1개(1립)의 풋콩 꼬투리 무게는 각각 평균 4.09, 2.69, 1.36g으로 감소하고 꼬투리의 길이도 각각 평균 61.25, 52.61, 41.00mm로 감소하나 꼬투리의 폭은 각각 평균 14.08, 13.84, 13.37mm로 큰 차이가 없으며, 꼬투리의 두께도 각각 평균 9.97, 9.41, 8.41mm로 별 차이가 없음을 알 수 있다.

탈협된 꼬투리를 선별할 경우 종실수가 1개인 꼬투리는 상품이 되지 않아 선별되어야 하므로 선별시스템 설계시 이들의 특성을 고려하여야 할 것으로 생각된다.

또한 풋콩의 경장을 측정된 결과 평균 경장은 68.22cm이었다.

#### 나. 이탈력 측정 결과

표 2은 풋콩꼬투리가 식물체로부터 이탈 될 때의 저항을 측정된 결과를 나타낸 것이다.

표에서와 같이 종실수가 3개, 2개, 1개인 꼬투리의 이탈력은 각각 평균값이 1.53, 1.23,

0.76kgf로 감소하고 3립의 경우는 1립의 경우의 2배 정도였다. 또한 1립은 이탈력이 평균 최소 0.24kgf, 최대 1.43kgf이고, 2립은 최소 0.55kgf, 최대 2.54kgf이었고, 3립은 최소 0.68kgf, 최대 2.72kgf로 나타났다.

이러한 이탈력 측정은 종실수에 따라서 1립은 약 100여 개, 2립은 약 200개 정도를 대상으로 측정하여 산출하였다. 이탈력 시험에서는 순수한 정적인 이탈력 측정만을 고려하였으며, 동적인 이탈 특성은 고려하지 않았다.

#### 다. 탈협 성능 시험 결과

그림 5는 급동의 회전수를 400rpm에서 1200rpm까지 5단계, 급치의 배열 간격을 64mm에서 192mm까지 5단계 수준으로 변화시켰을 때의 풋콩의 미탈협율을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 급동 회전수별 미탈협율은 400rpm에서 가장 높고 600, 800, 1,000, 1,200rpm으로 증가할수록 미탈협율은 감소하였으며 급치 배열간격별 미탈협율은 급치

Table 1 Physical properties of soybeans

| No. of grain<br>Classi. | 1     |       |       | 2     |       |       | 3     |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         | Mean  | Min   | Max   | Mean  | Min   | Max   | Mean  | Min   | Max   |
| Weight(g)               | 1.36  | 0.27  | 6.96  | 2.69  | 0.97  | 4.10  | 4.09  | 1.71  | 6.00  |
| Length(mm)              | 41.00 | 30.09 | 53.48 | 52.61 | 38.73 | 67.82 | 61.25 | 52.57 | 69.51 |
| Width(mm)               | 13.37 | 11.10 | 16.04 | 13.84 | 11.76 | 16.28 | 14.08 | 12.02 | 16.74 |
| Thickness(mm)           | 8.41  | 4.58  | 11.28 | 9.41  | 7.74  | 11.08 | 9.97  | 7.61  | 11.36 |
| Number                  | 111   |       |       | 195   |       |       | 192   |       |       |

Table 2 Detachment force (kgf)

| Classi<br>No. of grain. | Mean | Min  | Max  | Number |
|-------------------------|------|------|------|--------|
| 1                       | 0.76 | 0.24 | 1.43 | 111    |
| 2                       | 1.23 | 0.55 | 2.54 | 195    |
| 3                       | 1.53 | 0.68 | 2.72 | 192    |

배열 간격이 좁을수록 감소하여 급동회전수 400rpm의 경우 급치배열 64mm에서 1.5%로 최소였고 192mm에서 5.5%로서 최대치를 나타냈으며 평균 3%였다. 또한 600rpm의 경우는 급치배열 64mm에서 미탈협율이 0%로서 완전 탈립 되었고 급치간격 192mm에서 4%로 최대였으며 평균 2%였다. 그리고 800rpm에서는 급치배열 64mm에서 미탈협율이 0%로서 완전 탈립 되었고 급치간격 192mm에서 3%로 최대였다. 또한 1,000rpm에서는 급치배열 간격이 96mm에서 0.5%로 최대였고 그 외의 간격에서는 완전탈협 되었으며 1,200rpm에서는 급치배열 간격에 관계없이 완전 탈협 되었다.

따라서 급동회전수 600rpm 이상에서는 급치배열 간격 64~160mm범위 내에서 거의 완전 탈협이 이루어지는 것으로 나타났다.

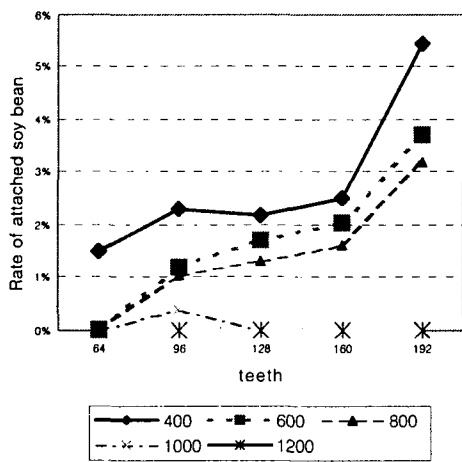


Fig. 5 Rate of attached soybean at stem after threshing work

그림6은 급동의 회전수를 400rpm에서

1,200rpm까지 5단계, 급치의 배열 간격을 64mm에서 192mm까지 5단계 수준으로 변화시켰을 때의 탈협된 풋콩의 손상율을 나타낸 것이다.

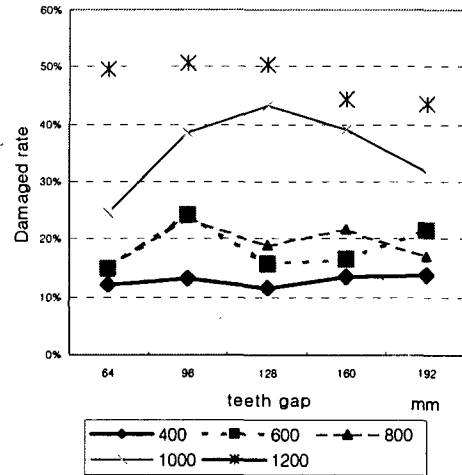


Fig. 6 Damaged rate of pod-threshed soybean

그림에서와 같이 급동회전수에 따른 손상율을 보면 급동회전수가 증가할수록 손상율이 증가하는 경향을 나타내고 있으며 400rpm의 경우 손상율이 평균13%정도이나 1200rpm의 경우에는 평균 48%로서 4배정도 높음을 알 수 있다. 또한 급치의 간격별 손상율을 보면 급동 회전수 400~800rpm에서는 급치간격이 128mm에서 손상율이 가장 낮고 이 간격보다 좁거나 넓게 배열하면 손상율이 증가함을 알 수 있다. 또한 급동회전수 1000rpm에서는 급치 배열 간격이 64mm에서 손상율이 24%로서 가장 낮고 128mm에서 43%로서 가장 높았으며 급동회전수 1200rpm의 경우에는 급치 배열간격이 160, 192mm에서 각각 44%였고 64, 96, 128rpm에서는 손상율이 각각 50%로서 비슷하였다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구는 풋콩 탈협기 개발을 위한 기초자료를 얻기 위하여 급동 회전수와 급치의 배열 간격을 조절할 수 있는 실험장치를 제작하고 풋콩의 물성 조사 분석, 이탈력 측정, 탈협 성능 등을 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 풋콩의 경장은 68.22cm이고 풋콩 꼬투리의 길이는 종실이 3개인 것이 평균 61mm, 2개인 것이 평균 52mm, 1개인 것이 평균 41mm였다.

2) 풋콩 꼬투리의 폭은 종실수에 관계없이 각각 평균 14mm였고 풋콩 꼬투리의 두께는 종실이 3개인 것이 평균 10mm, 2개인 것이 평균 9mm, 1개인 것이 평균 8mm였다.

3) 풋콩 꼬투리의 무게는 종실이 3개, 2개, 1개의 것이 각각 평균 4g, 3g, 1g이었다.

4) 풋콩 꼬투리의 이탈력은 종실이 3개, 2개, 1개의 것이 각각 평균 1.5kg<sub>f</sub>, 1.2kg<sub>f</sub>, 0.8kg<sub>f</sub>로 나타났으며 최대 이탈력은 3립의 경우로서 평균 2.7kg<sub>f</sub>였다.

5) 풋콩의 미 탈협율은 급동 회전수 1,200rpm에서 평균 0%, 400rpm에서 평균 3%로 나타나 급동 회전수가 증가함에 따라 감소하였다. 또한 급동 회전수 600rpm 이상에서는 급치배열 간격 64~160mm 범위 내에서 미탈협율이 2% 이내로 나타났다.

6) 탈협된 풋콩의 손상율은 급동 회전수 1200rpm에서 평균 48%, 400rpm에서 평균 13%로 나타나 급동 회전수가 감소함에 따라 감소하였다. 또한 급동 회전수 400, 600, 800rpm에서는 급치배열 간격을 128mm로 했을 때 손상율이 각각 10, 15, 19%로 최저였다.

#### 5. 참고 문헌

1. 홍은희 외. 1992. 수출유망품목 생두 생산 기술 및 유통 조사연구, 농촌진흥청연구 보고서.
2. (주식회사)マツモト. 1998. えだまめ自動脱莢機 카타로그