

## 양파 박피기 개발 ( I ) — 뿌리절단장치 —

### Development of An Onion Peeler ( I ) — Root cutting equipment —

민영봉	김성태	정태상	최선웅	김정호
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원
Y. B. Min	S. T. Kim	T. S. Chung	S. W. Choi	J. H. Kim

#### ABSTRACT

With a purpose to manufacture an onion peeler, the root cutting equipment of the onion could be attached to a prototype onion peeler was developed. Before the experiment, the distribution of the dimensions of the Korean native onion were measured. And some types of the blades to cut and remove the root of the onion were designed and such characteristics as feasible revolution, conveying speed, and power requirement were investigated. From the result of the test, the selected one among the various cutters was the wing type blade with the round blade to cut out the root and with the vertical blade to cut a circular line. The optimum operating conditions of the wing type blade were revealed the revolution with no load was at 630 rpm, and the conveying speed was 0.08 m/s. Under these conditions, the maximum torque was 5.25 kg · m and the power requirement was 33 W, respectively.

**Keywords** : Onion peeling device, Dimension of the onion, Root cutting equipment.

#### 1. 서 론

양파의 대량 가공에는 박피의 기계화가 필요한데, 양파 박피작업의 자동화 공정은 양파투입, 정렬, 날개 공급, 꼭지와 뿌리제거, 박피, 양파와 껍질의 분리수거의 순으로 이루어 질 수 있다. 그런데 양파 과실의 구형도(Mohsenin, 1986)는 94.4%로 구에 가까우나 무게중심은 과실과 뿌리를 경계로

높이의 46% 부근, 즉 약간 아래로 치우쳐 있다. 또 꼭지와 뿌리가 달린 상태에서 양파의 정렬은 거의 불가능하므로 이들의 제거는 양파가공의 기계화 및 자동화에 필수적이다.

본 연구에서는 양파박피기 개발을 목적으로 국산 양파의 크기와 무게를 측정하고, 양파를 인력으로 1개씩 박피기계의 양파지지대에 일정 방향으로 올려놓으면 꼭지와 뿌리제거, 박피, 양파와 껍

---

This study was supported by Engineering Research Institute(ERI) and Institute of Agriculture and Life Sciences(IALS) of the Gyeongsang National University. The article was submitted for publication in April 2002, reviewed in June 2002, and approved for publication by the editorial board of KSAM in August 2002. The authors are Y. B. Min and S. T. Kim, Professor, and J. H. Kim, Graduate Student, Gyeongsang National University; T. S. Chung, Professor, Jinju National University, S. W. Choi, Pyunghwa ENG Co. Ltd. The corresponding author is S. T. Kim, Professor, Major of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea. Fax:+82-55-762-0610. E-mail : <kimsungj@nongae.gsnu.ac.kr>

질의 분리수거 등의 공정을 자동화한 시작기를 제작하였다. 본 보에서는 양파의 뿌리를 절단하고 제거하기 위해 직경 30 mm의 회전칼날 11종을 고안 제작하고, 이를 시작기에 부착하여 칼날종류별 시작기의 회전속도, 이송속도, 축토크, 및 소요동력 등의 제 특성을 구명하였으며, 시작기의 최적 작동조건을 결정하여 고능률의 양파박피기 개발에 활용하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 양파의 외형

양파 박피작업의 자동화 공정은 양파투입-정렬-1개씩 공급-꼭지와 뿌리제거-박피-양파와 껍질의 분리수거 순으로 이루어 질 수 있다. 각 공정을 기계화하기 위해서는 양파의 외형특성으로 크기, 형상 및 무게 자료와 정렬특성으로 굴림에 의한 자세유지, 수중부력에 의한 띄움 자세 등이 필요하다. 이들 특성조사는 진주의 농산물도매시장에서 20포대와 서울의 도매시장에서 35포대 등 55포대를 대상으로 하여, 포대당 20개씩 임의로 추출하여 약 1,100개의 양파를 대상으로 실시하였다. 그림 1은 양파의 규격을 정의한 것으로 a는 장경, b는 단경, c는 높이를 나타낸다. 여기에서 축방향 정렬이란 양파를 회전시킬 때 꼭지와 뿌리 중심선을 수평축으로 그림 1의 좌측과 같은 모양으로 회전하는 자세를 유지하는 것으로 정의하였다.

### 나. 시작기

양파박피기 시작기(이하 시작기)는 양파의 뿌리와 꼭지절단부, 절단후 이송부, 박피부, 껍질과 양파 분리부 및 이들 장치부를 상호 연결시키는 프레임과 자동작업 제어부로 구성되었다. 여러 가지 실험 결과 양파의 최외각 껍질에 칼금을 내고 고압고속의 공기류를 칼금에 분출시키면 쉽게 양파의 껍질이 벗어지는 것을 확인하였다. 본 실험에 앞서 수행한 양파의 규격분포를 이용하여, 시작기는 직경이 50~130 mm인 국산 양파의 98% 정도를 박피할 수 있는 구조로 설계하였는데 그림 2는 양파박피기의 조립도이다.

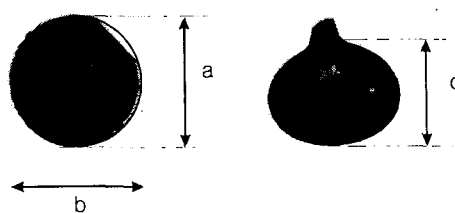
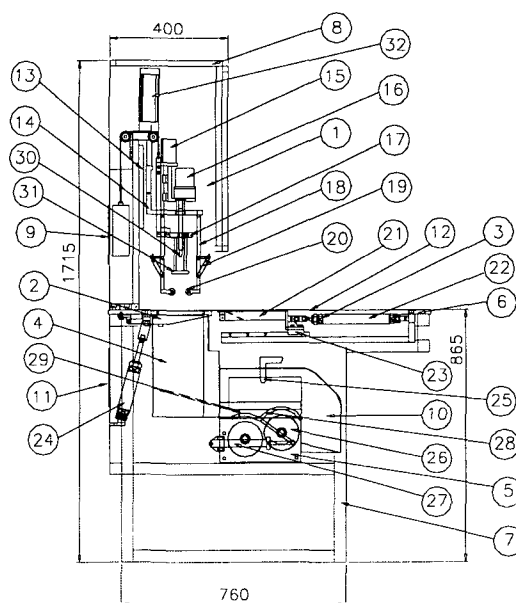


Fig. 1 Size arrangement of onion (a: maximum diameter, b: minimum diameter, c: height).



- ① Upper cutting part ② Support plate ③ Horizontal stem cutting part ④ Guide box ⑤ Peeling roller ⑥ Surface plate ⑦ Lower frame ⑧ Upper frame ⑨ Upper cover ⑩ Peeling room ⑪ Lower cover ⑫ Surface cover ⑬ Slider ⑭ Upper cutting frame ⑮ Air cylinder ⑯ Geared motor ⑰ Ring holder frame ⑱ Bar ⑲ Disc cutter supporter ⑳ Disc cutter ㉑ Stem cutter ㉒ Air cylinder ㉓ Slider ㉔ Air cylinder ㉕ Air injection nozzle ㉖ Roller ㉗ Air cylinder ㉘ Pick up ㉙ Guide plate ㉚ Rotary cutter ㉛ Ring holder ㉜ Air cylinder

Fig. 2 Schematics of the prototype onion peeler.

제어장치에는 PLC를 채용하여 가공속도와 가공 및 작동정밀도의 향상, 비용의 절감, 조작의 편리성 등에 주안점을 두었다. 곧 완성된 박피기는 1

인이 걸상에 앉아서 작업하기 편하고, 기계 하부에 분리수거 상자 설치공간 확보, 운반과 조작의 편이성, 기계 상부에 가공 전의 충분한 양파적재 공간 확보 및 상품성 있는 외관의 디자인을 고려하여 바로 실용화가 가능하도록 개발하였다.

그림 2의 시작기의 작동과정과 각 부분의 기능은 다음과 같다. 그림 3에서와 같이 재료양파의 뿌리부를 위로 꼭지부를 밑으로 하여 양파받침대(2)의 직경 40 mm 구멍의 중심에 바르게 올려놓는다. 자동작동 스위치를 누르면 상부절단부(1)이 공압실린더(32)의 작동으로 슬라이드(13)을 따라 110 mm 내려오면 프레임(14)과 프레임에 연결된 4개의 수직막대(18)도 110 mm 내려오게 된다. 그러면 수직막대(18)에 핀과 스프링체결로 연결된 1자프레임(19)의 끝에 핀으로 고정한 4개의 금긋기 원형칼(20)이 양파받침대(2)의 상부면과 5

mm인 높이까지 내려와서 멈춘다. 그림 4는 그 때의 상태를 나타낸 것이다. 금긋기 원형칼(20)은 1자의 스프링작동 지지레버(19)의 하부 끝단 각각에 직경 10 mm, 폭 5 mm인 2개의 베어링 사이에 2 mm 만큼 돌출되게 장치하였다. 상부절단부(1)이 내려올 때 원형칼(20) 외측의 롤러베어링은 양파의 외부를 압박하여 양파를 수직자세로 유지시키고 롤러외부로 돌출된 칼날 깊이만큼 양파의 최외각 껍질에 칼금을 4줄로 긋게 된다. 또한 상부절단부(1)이 내려올 때 회전칼날(30)을 감싸고 있는 내경 35 mm 두께 3 mm의 양파누름링(31)이 양파의 뿌리부 중심 주위를 일정한 힘으로 누르게 된다. 누름링(31)은 프레임(17)에 연결되고 프레임(17)은 슬라이드에 장치되어 있으므로 양파의 높이에 따라 누름링의 위치가 다르게 함으로써 크기가 다른 양파에 적응하게 하였다.

누름링부(17, 31)의 무게에 의해 양파가 과도하게 눌러 파손되는 것을 막기 위해 적당한 평형추를 달았다. 4개의 금긋기 칼날(20)의 대각선 내측 폭은 40~140 mm지 유동되도록 지지레버(19)는 스프링작동 구조로 4개의 수직지지대(18)에 연결하였다. 누름링(31)이 양파를 누른 다음에 양파받침대(2) 판의 밑면과 1 mm 간격으로 떨어진 양파꼭지 절단용 수평칼(21)이 공압실린더(22)에 의해 200 mm 뒤로 작동하여 양파의 꼭지를 자르며, 이와 동시에 상부의 회전칼날(30)이 회전하면서 양파의 뿌리부를 파내려 와서 누름링의 끝면과 뿌리절단 칼날 끝면이 10 mm 차이일 때 멈추고 제자리 회전 후 상부칼날부(1)이 상승한다. 이 과정에서 양파는 표면에 4개의 칼금을 내고 꼭지가 직선으로 절단되고 뿌리부는 깊이 5 mm, 직경 25~35mm의 홈으로 절단되는 과정을 완료한다. 꼭지 절단용 수평칼은 두께 2 mm의 스테인리스칼날재질(SUS420)이며, 칼날각은 15°, 절단각은 30°, 칼날폭은 100 mm로 제작하였다.

상부칼날부(1)이 상승하고 꼭지와 뿌리부가 절단된 양파는 양파지지판에 남게 되는데, 이후 곧 공압실린더(24)가 작동하여 양파지지판(2)을 밑으로 60° 만큼 기울이면 양파는 아래쪽으로 굴러 내리며 경사안내판(29)을 따라 굴러, 박피실의 회전하는 2개의 롤러(26)위에 놓이게 됨과 동시에 회전력을 받는다. 1초 정도 시간이 지나면 양파는 회전에 의해 직경방향으로 정렬되며 이때 상부에 설

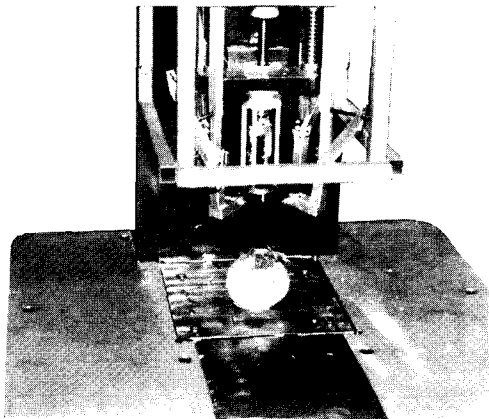


Fig. 3 Onion put on the fixing plate.

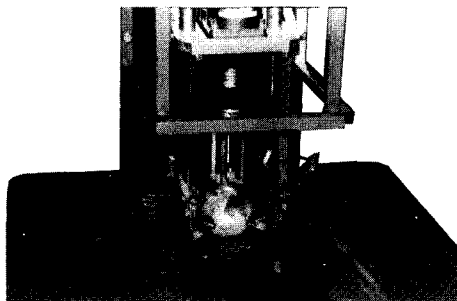
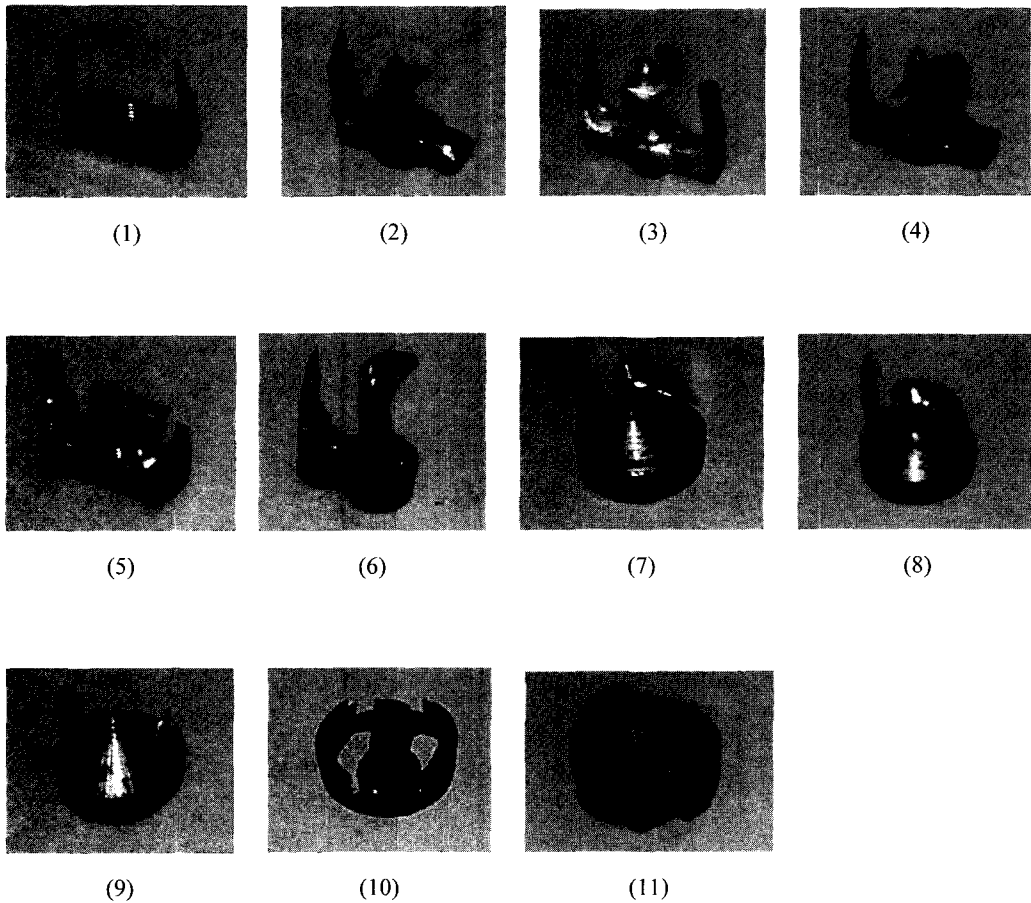


Fig. 4 The rotary cutter come down with rotating.

치된 고압의 공기분사노즐(25)로부터 3초 정도 고속기류를 양파에 가하게 하여 양파의 껍질을 벗긴다. 그 다음 양파집어내기 레버(28)가 공기압실린더(27)에 의해 작동하여 박피된 양파를 집어내어 박피통(10) 안내판을 통해 기계 오른쪽 수거박스에 떨어지게 된다. 이 때 절단된 양파꼭지와 뿌리부 및 박피된 껍질은 박피실에 모여 롤러회전과 공기분사에 의해 박피실 밑으로 떨어지며 바닥에 설치한 수거 자루에 모이게 된다.

제어장치는 PLC를 이용하였고, 공압실린더 작동용 솔레노이드밸브와 리미트, 모터 작동용 릴레

이 및 접점 그리고 가동·정지·자동·수동 스위치를 입출력회로로 구성하였다. PLC는 COMFILE TECHNOLOGY Co.의 TinyPLC로서 TPC32모듈을 이용하였고(Comfile Technology, 1999), 제어프로그램은 전용의 프로그램작성 소프트웨어를 이용하여 PC에서 작성하고 RS232통신에 TPC32모듈로 전송하여 사용하였다. 제어프로그램은 Display 모듈과 연결하여 대화식으로 작동조건입력과 작동상태 확인이 가능하도록 하여 사용자 조작의 편이를 기하였다. 뿌리부 제거장치의 시험에서는 이 제어장치를 이용하여 장치의 작동조작을 행하였다.



(1) Wing type, (2~6) Wing and center type, (7~9) Conical body type, (10~11) Cylindrical type.

Fig. 5 Rotary blades for root cutter of the onion.

다. 뿌리절단날

시작기에 사용될 뿌리절단용 회전칼날의 최적 형태를 구명하기 위하여 그림 5와 같은 11종류의 칼날을 고안 제작하고 시작기의 회전칼날 부착봉(그림 1의 30번)에 장착하여, 뿌리절단 시 칼날별 회전속도와 이송속도의 변화에 따른 뿌리부 절단여부, 최대부하토크 및 절단면의 거칠기 등을 조사하여 최적의 칼날형태를 찾아내고, 칼날구동모터의 용량을 결정하고자 하였다.

실험에 사용한 칼날은 편의상 양날형(1), 축날형(2, 3, 4, 5, 6), 원추형(7, 8, 9) 및 원통형(10, 11) 등으로 명명하였다. 그림 6는 양날형 칼날의 상세치수이며 칼날은 SUS420의 스테인리스칼날 재질로 두께는 1.5 mm이었으며 칼날각은 20°로 하였다. 다른 종류의 칼날도 외형치수는 동일하게 제작하였다.

그림 7은 양파의 뿌리절단시의 축토크를 측정하기 위한 장치로서 그림 2의 상부장치를 이용하였다.

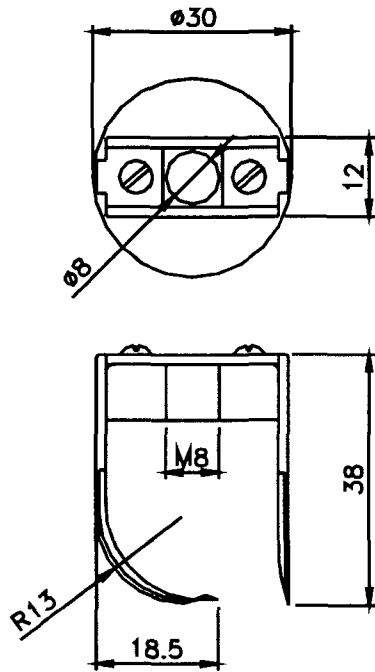


Fig. 6 Detail of rotary cutter.

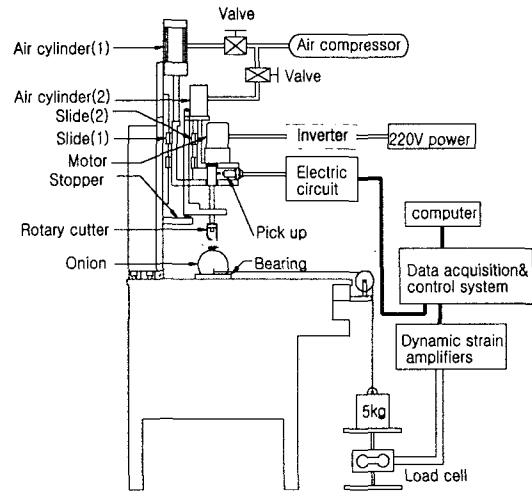


Fig. 7 Torque measuring device.

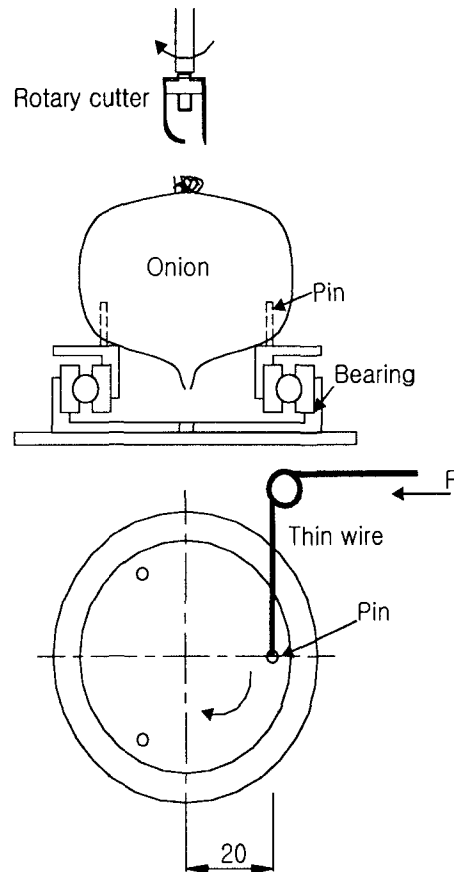


Fig. 8 Onion supporter.

양파를 그림 7에서의 베어링받침 위에 설치된 3개의 핀에 중심을 일치시켜 꽂아 놓고 자동제어 장치의 시작버튼을 누름으로서 절단시험이 이루어지게 하였다. 절단시험 중 회전칼날이 양파의 뿌리부를 10 mm 깊이로 일정하게 자르도록 하기 위하여 스톱퍼를 설치하였다. 뿌리가 절삭될 때 절삭력은 양파의 회전반력으로 전달되고, 이 반력은 베어링 중심에서 2 cm 반경에 설치한 핀과 연결한 끈에 인장력을 유발한다. 이 인장력을 로드셀을 통해 검출하였다.

로드셀의 신호증폭을 위하여 스트레인증폭기(DPM-700B, Kyowa, Japan)를 사용하였다. 스트레인증폭기의 아날로그 전압출력을 데이터계측장치(System 10 K7, Daytronic, U.S.A)의 전압입력카드에 연결하여 컴퓨터로 뿌리부 절단시의 부하토크 변화를 측정할 수 있게 하였다.

칼날의 회전수 조정은 인버터(220V 10A, 60 Hz 입력, 0~120 Hz 출력)를 이용하여 1:3 변속기어가 붙은 25 W 정격모터의 입력전원의 주파수를 조절함으로써 가능하게 하였다. 그리고 뿌리부 절단시의 회전수 변화를 측정하기 위하여 픽업과 그림 9의 펄스신호 발생회로를 이용하였고, 이 펄스신호를 데이터계측장치의 카운터카드에 입력하여 회전수를 측정하였다.

양파는 저장기간이 길어질수록 노화되어 뿌리부 및 껍질이 질기게 되므로 칼로 절단 시 절단저항이 증가할 것이 예상된다. 시험에 사용한 양파는 6월에 수확하여 저장한 것이며 직경은 6~11 cm에 분포하였고 임의로 선택하여 시험하였다. 본 시험은 11월 중순에 실시하였기 때문에 노화가 상당히 진행된 양파이다. 시험 시 회전칼날의 무부하시 회전속도는 각각 480 rpm, 530 rpm, 580 rpm, 630 rpm, 및 680 rpm으로 조정하였다. 회전칼날의 이송속도는 기초실험 결과 속도가 빠를 경우는 양파의 뿌리부 제거 중 정지하는 경향이 나타났고, 너무 늦을 경우는 그만큼 작업시간이 길어지므로, 회전칼날 이송용 공압실린더(그림 2의 15)의 공기유입조절밸브를 조절하여 각각 0.069 m/s, 0.074 m/s, 0.08 m/s, 0.087 m/s, 0.096 m/s로 조정하였다. 공기압 발생용 공기압축기는 3 ps로 내경 6 mm의 비닐호스로 각 실린더에 연결하여 작동시

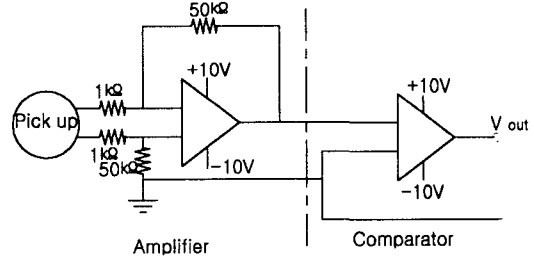


Fig. 9 Pulse signal generator.

공기압의 저하가 발생하지 않음을 확인하였다. 각 조건별 시험에서 적합한 회전칼날 선정시험은 10회, 최적작동조건 시험은 20회씩 반복하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 양파의 외형

그림 10은 양파의 직경별 분포를 조사한 것으로 양파의 평균 직경은 79.71 mm이었으며, 95%의 양파가 직경 70~110 mm 사이인 것으로 나타났다. 그림 11은 양파의 무게별 분포를 나타낸 것이다. 양파의 평균 무게는 평균 228.4 g이었고 130~340 g 사이에 양파의 95%가 포함되었다. 양파의 직경과 무게의 관계를 조사한 결과, 직경이 커지면 무게가 많아지는 거의 직선적인 관계로 나타나며 회귀분석 결과 결정계수 0.801로 직경과 무게는 일정한 선형관계가 있음을 알 수 있었다. 양파의 높이와 무게의 관계를 조사한 결과 높이가 증가하면

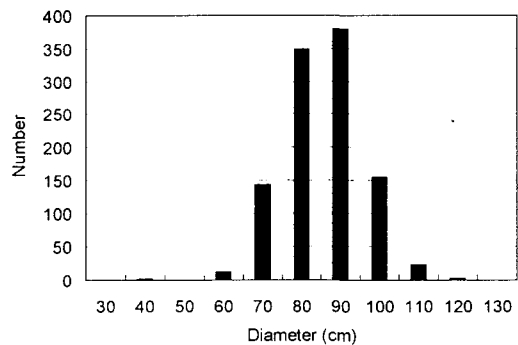


Fig. 10 Size distribution of onion.

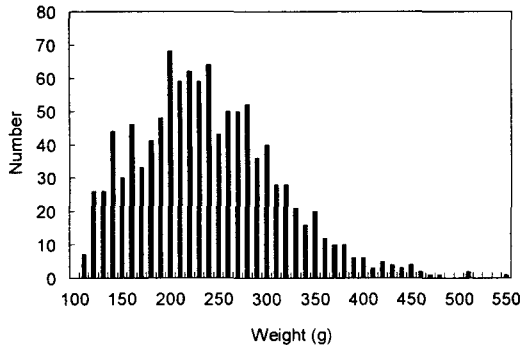


Fig. 11 Weight distribution of onion.

무게가 증가하는 경향을 가지나 회귀분석 결과 결정계수가 0.36으로 높기와 무게의 관계는 선형관계로 취급할 수 없는 것을 알 수 있었다. 양파의 장경, 단경, 그리고 높이의 비율에 의하여 결정하는 구형도를 계산한 결과 양파의 구형도는 대부분이 85% 이상이었으며, 평균 구형도는 93.5%로 나타났다. 과일류인 사과나 배의 구형도(Mohsenin, 1986)가 90%인 것을 감안하면 양파는 거의 구의 형태로 단정할 수 있다.

나. 칼날의 선정

칼날별 양파의 뿌리부 절단여부를 판단하기 위하여 그림 1의 시작기로 각 칼날을 사용해 양파의 절단시험을 수행하였는데, 칼날의 무부하 회전수는 580 rpm, 이송속도는 0.08 m/s로 일정하게 하였다. 그림 12는 뿌리부의 완전절단성공률을 나타낸 것인데, 칼날이 멈추지 않고 양파의 절단부가 매끈하게 절삭된 경우를 완전절단성공으로 판정하였다. 1~6번, 즉 양날형과 축날형에서의 완전절단성공률은 약 60% 이상으로 나타났으나, 7~11 즉, 원추형과 원통형의 경우에는 뿌리부 절단이 불가능하였다. 이들의 경우, 초기에는 약간 절단된 후 몸체부가 양파에 닿거나 양파 절삭칩이 몸체와 칼날사이에 끼이거나, 양파의 껍질이 잘리지 않고 찢어져 칼날과 몸체에 부착되어 더 이상의 절단이 진행되지 못하였다. 또 칼날의 중심부가 뿌리부와 마찰하고 칼날과는 접촉이 없어 더 이상의 제거

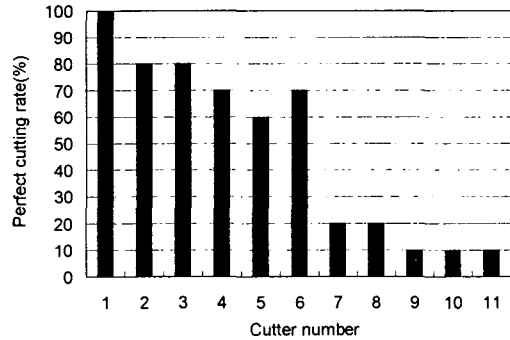


Fig. 12 Perfect root cutting rate of each blade.

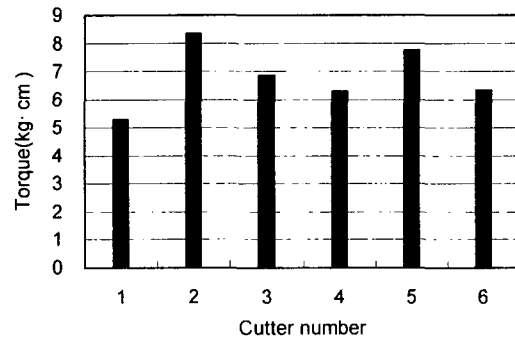


Fig. 13 Maximum torque at each blade.

작업이 불가능한 경우도 있었다. 따라서 1~6번의 양날형과 축날형 칼날을 이용하여 절단토크 측정 시험을 실시하였다. 그 결과는 그림 13과 같다. 그림에서 최대 토크는 1번 양날형이 가장 낮았고 절단면도 깨끗하게 나타났다. 축날형인 2~6의 경우는 절삭은 가능하였으나, 회전토크가 크고 절삭면이 깨끗하지 않은 단점이 있어 적절하지 않은 것으로 판단되었다. 뿌리부 절단시의 최대토크가 제일 낮았던 칼날은 1번의 양날형으로 최대토크가 5.25 kg·cm로 나타났다. 각 칼날별 평균토크는 각각 4.80 kg·cm, 8.90 kg·cm, 6.54 kg·cm, 6.01 kg·cm 및 6.13 kg·cm으로 나타났다. 따라서 양파의 절단은 양날형과 같이 칼날이 예리하여야 하며 구부린 칼날로 파내기를 하고 수직날로 금긋기를 동시에 하는 형태가 좋은 것으로 사료된다.

다. 최적작동조건

본 시험은 뿌리부 절단성공률이 가장 높고, 최대부하토크가 가장 낮았던 양날형 칼날을 사용하여 뿌리부 완전절단이 가능하고 소요동력이 최소로 되는 칼날회전수와 이송속도를 구명하고자 실시하였다. 그림 14는 회전칼날이 뿌리부를 절삭하는 동안의 축회전수, 부하토크 및 소요동력의 변화특성을 나타낸 것이다.

회전칼날이 초기의 무부하에서 584 rpm으로 회전하다가 양파의 뿌리부를 파고 들어가는 시작점에서 약 0.6초 후 547 rpm까지 급격히 떨어지다가 제일 딱딱한 부분인 뿌리부가 제거된 후부터는 회전수가 증가하였다. 부하토크는 뿌리부 절삭시 최대값으로 증가하여 뿌리부를 제거한 후에도 계속 양파를 파고 들어가기 때문에 약 1초간 최대토크인 약 4 kg·cm를 유지하였다. 소요동력은 토크가 거의 일정한 동안 회전수의 증가로 뿌리부 절삭의 끝지점에서 최대값을 나타내었다.

그림 15는 양날형 칼날의 회전속도와 이송속도에 따른 뿌리부의 완전절단이 가능했던 절단률을 나타낸 것이다. 완전절단률이 100% 이하인 경우는 뿌리부 절단시 부하토크가 25 W 모터의 최대토크보다 큰 경우로서 회전칼날이 뿌리부에 꼽혀 정지되어 절단이 진행되지 않았던 경우이다. 완전절단률은 회전속도가 빠를수록, 이송속도가 느릴수록 높은 것으로 나타났다. 이것은 1회전 당 칼날의 이송량이 작을수록 칼날에 걸리는 저항이 적고 절단면이 매끈하게 되기 때문으로 판단된다. 절단

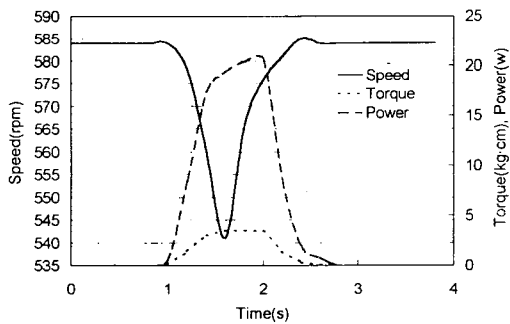


Fig. 14 Load characteristics of the root cutting.

시간을 단축하려면 이송속도와 회전속도를 높여야 되는데 과도한 절삭속도는 칼날의 수명을 단축하는 원인이 되고 절삭동력도 많이 소모되므로 회전속도는 630 rpm, 이송속도는 0.08 m/s가 적당한 것으로 판단된다.

그림 16은 양날형 칼날로 양파의 뿌리부를 절단할 때 칼날의 회전속도와 이송속도에 따른 부하토크의 범위를 나타낸 것이다. 회전속도가 증가함에 따라 부하토크는 약간씩 감소하였으며, 이송속도에 따른 부하토크의 차이는 나타나지 않았다. 최대부하토크가 10 kg·cm 이상인 경우에는 뿌리부 절단시 칼날이 정지하여 완전절단이 이루어지지 않았고, 부하토크의 측정한계를 넘는 경우가 1번 이상 나타난 시험구간이었다. 정지하지 않고 최대와 최소 부하토크가 발생하는 시험구에는 그 범위

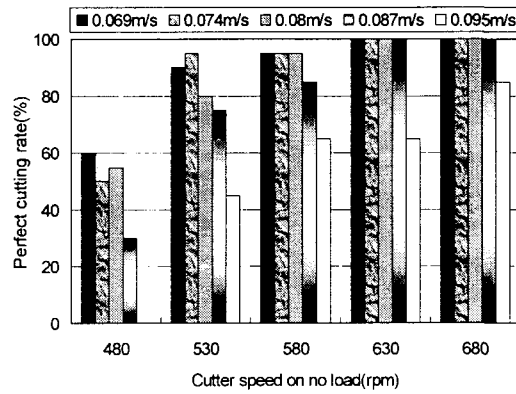


Fig. 15 Cutting rate of the wing type blade.

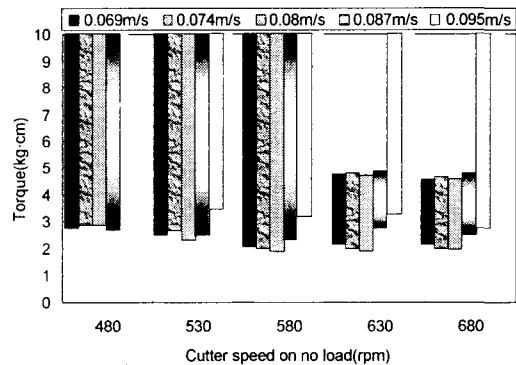


Fig. 16 Maximum torque of the wing type blade.



## 양파 박피기 개발 (I)

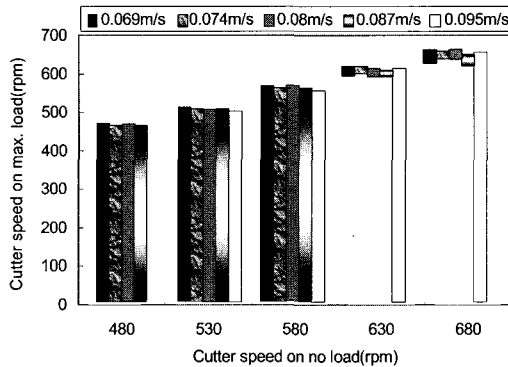


Fig. 17 Variation of the rotational speed.

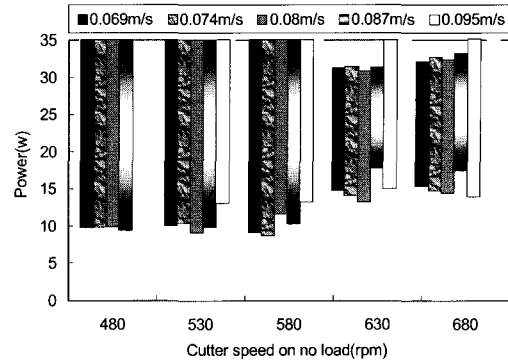


Fig. 18 Maximum power requirement.

를 표시하였다. 이송속도 0.095 m/s에서는 부하토크가 10 kg·cm를 넘는 경우가 40% 이상 발생하였다.

그림 17은 인버터를 이용하여 모터의 무부하 회전수를 조정된 후 양파뿌리부를 절단 시에 감소한 회전수의 최대값과 최소값의 범위를 나타낸 것이다. 무부하 회전수가 580 rpm 이하에서는 양파의 뿌리부 절단시 칼날의 회전수가 0 rpm까지 떨어지는 것으로 나타났는데 이것은 부하토크가 모터의 최대토크보다 높아져서 회전칼날이 정지한 때문이었다. 정지하지 않고 최대와 최소회전수가 발생하는 시험구에서는 그 최대값과 최소값의 범위를 나타내었다. 무부하 회전수가 630 rpm 이상이고 이송속도가 0.087 m/s 이하에서는 뿌리부 절단시 회전수 감소는 약 40 rpm 전후로 나타났다.

그림 18은 뿌리부를 절단할 때의 최대소요동력의 범위를 나타낸 것이다. 모터의 초기 무부하 회전수가 높을수록 최대소요동력의 편차가 적고, 소요동력은 약간씩 높아지는 것으로 나타났다. 소요동력은 토크와 속도의 곱으로, 회전속도가 높을수록 소요동력이 높게 되므로 회전속도는 뿌리부가 완전히 절단되는 최저속도로 제한하는 것이 바람직한 것으로 생각된다. 이상에서 양파의 뿌리부가 완전히 절단되고 소요동력이 낮으면서 절단시간을 단축할 수 있는 최적의 작동조건은 칼날의 무부하 회전수 630 rpm, 이송속도 0.08 m/s인 것으로 나타났다. 그때의 최대토크는 5.25 kg·cm이며 최소

요동력은 33 W로 나타났다. 이때 전동기는 유도전동기를 사용한다면 정격 25 W가 적합할 것으로 판단된다.

## 4. 요약 및 결론

양파박피기의 개발을 목적으로 수행된 본 연구에서는 국산 양파의 크기와 무게를 분석하고, 양파의 박피공정에 필요한 뿌리절단장치에 관하여 분석하였다. 뿌리를 절단, 제거하는 데 적합한 칼날의 종류, 회전속도와 이송속도, 및 소요동력 등 제 특성을 구명하여 적절한 회전칼날을 제작 사용함으로써 능률 높은 양파박피기를 개발하고자 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 양파의 직경별 분포를 조사한 결과 양파의 평균 직경은 79.7 mm이었으며, 95%의 양파가 직경 70 ~ 110 mm 사이인 것으로 나타났다. 양파의 평균 무게는 평균 228.4 g이었고 130 ~ 340g 사이에 양파의 95%가 포함되었다.

2) 양날형, 축날형, 원추형, 및 원통형 등 직경 30 mm의 칼날을 제작하여 실험하였던 바, 양파의 뿌리절단에는 구부린 칼날로 파내기를 하고 수직 칼날로 금긋기를 동시에 할 수 있는 양날형이 가장 좋은 것으로 나타났다.

3) 양파의 뿌리부가 100% 절단이 되고 소요동력이 낮으면서 절단시간을 단축할 수 있는 최적의 작동조건은 칼날의 무부하 회전수 630 rpm, 이송

속도 0.08 m/s인 것으로 나타났고, 그때의 최대토크는 5.25 kg·cm이었으며 최소소요동력은 33 W 이었다.

2. Mohsenin Nuri N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York, p. 79-127.

### 참 고 문 헌

1. Comfile Technology. 1999. "Programmable Logic Controller TinyPLC", User's Manual, Korea Comfile Technology, Seoul.