

고구마 덩굴처리기 개발

강성일 유수남 최 용 김영주

Development of a Vine Crusher for Harvesting Sweet Potato

S. I. Kang S. N. Yoo Y. Choi Y. J. Kim

Abstract

This study was carried out to develop a vine crusher for harvesting sweet potato. The experimental two-row vine crusher attachable to agricultural tractor composed of vine crushing part with frail type vine crushing blades and vine lifting blades, power transmission part with chain and gear transmission mechanism, crushing height control part with two control wheels and manual levers, and implement frames, was designed and fabricated. And this vine crushing performance was also analyzed.

From vine crushing tests, backward travel direction (i.e., rotational direction of the vine crushing blades) showed better vine crushing performance than forward travel direction. Crushing ratio of remained vine was increased, and length of remained vine and length of crushed vine were decreased as working speed was decreased and rotational speed of vine crushing blades was increased. At a working speed of 0.27 m/s and rotational speed of vine crushing blades of 800 rpm, crushing ratio of remained vine was 98%, length of remained vine was 104 mm, and length of crushed vine was 327 mm. But, when crushing vine on irregular ridges, vines and mulching vinyl were wound in the vine crushing part. Therefore, change of location of power transmission chain mechanism, and an automatic control device for controlling crushing height were needed.

Keywords : Vine crusher, Sweet potato, Frail blade

1. 서론

일반적으로 국내의 고구마 재배방법은 병해충 방지, 수확량 증가 등의 장점으로 비닐피복 재배가 많은 반면, 외국의 경우 재배면적이 대규모로 거의 비닐피복 재배를 하지 않으며, 별도의 덩굴처리작업 없이 수확작업 후 덩굴 및 협잡물로부터 고구마를 선별하고 있다. 따라서 국외의 경우 고구마 덩굴처리기에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

고구마 수확의 기계화에 있어서 줄기절단기와 비닐제거기의 이용으로 ha당 작업시간은 약 8시간으로 보고하였다(Namerikawa, 1989). 또한 줄기견어올림봉과 프레일 type 회

전날 절단방식을 이용한 트랙터 부착형 1조 고구마 경엽처리장치를 이용하여 주행속도 0.35~0.46 m/s, 절단날 주속도 28.6 m/s에서 경엽처리율 91.7~92%, 평균 줄기 절단길이 38~43 cm로 경엽처리 정도가 양호 하였다고 보고하였으며(Park and Choi, 1995), 기존 덩굴절단장치 뒤에 디스크형 덩굴절단장치를 추가로 부착, 개량하여 평균 줄기 절단길이가 15.4 cm로 낮아졌음을 보고하였다(Park and Choi, 1997).

Ha(2006)는 동력 경운기를 이용, 경운기 후방에 1조용 덩굴처리장치를 부착하여 92%의 덩굴처리율, 2.5 h/10a 작업시간으로 관행 인력의 작업시간인 26 h/10a 보다 약 1/10로 작업시간을 절약할 수 있는 것으로 보고하였다. 그리고 마늘

The article was submitted for publication on 2010-11-16, reviewed on 2011-01-19, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2011-01-31. The authors are Sung Il Kang, Graduate Student, Soo Nam Yoo, Professor, Chonnam National University, Gwangju, Korea, Yong Choi, Agricultural Researcher, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon Korea, and Young Joo Kim, Senior Researcher, KSAM member, Environmental Materials & Components Center, Korea Institute of Industrial Technology, Jeonju, Korea. Corresponding author: S. N. Yoo, Professor, Department of Rural and Bio-systems Engineering and College of Agricultural and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju, 500-757, Korea; Tel: +82-62-530-2155; Fax: +82-62-530-2159; E-mail: <snwoo@chonnam.ac.kr>.

수확의 기계화에 있어서 트랙터 부착형 줄기절단 및 비닐피복 제거기를 이용하여 절단높이 100 mm, 주행속도 0.53 m/s, 절단날 주속도 67.86 m/s에서 절단정도 95.5%로 보고한 바 있다(Noh et al., 1999).

우리나라의 고구마의 총 재배면적은 2003년도 14,161 ha에서 2007년 21,093 ha로 꾸준한 증가 추세에 있으나(MFAFF, 2009), 지금까지 기존의 고구마 덩굴처리기에 대한 연구는 1조용으로 작업능률이 떨어지고 사람이 직접 따라다녀야 하는 단점이 있으며 현재 농가에서는 2조용 고구마수확기가 보급되어 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 2조용 고구마 수확기에 적합하고 기존 고구마 덩굴처리기보다 효율적인 2조용 고구마 덩굴처리기를 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 고구마 덩굴처리기 설계·제작

1) 주요 구조 및 제원

그림 1에서와 같이 트랙터 PTO를 이용하여 동력이 전달되는 트랙터 부착형으로 2조의 두둑 덩굴 파쇄가 가능하도록 제작하였다. 주요구조는 덩굴 파쇄날과 덩굴 걷어올림날로 구성되어 있는 덩굴 파쇄부, 트랙터 PTO에서 취출된 동력을 덩굴 파쇄부 구동축으로 전달해주는 기어박스, 스프로킷, 체인, 기어 등으로 구성된 동력 전달부, 덩굴 파쇄작업 시 두둑의 높이에 따라 미륵의 높낮이를 조절함으로써 덩굴 파쇄부의 높이를 조절할 수 있는 작업높이 조절부, 트랙터 부착장치 및 프레임 등으로 주요부를 구성 설계·제작하였다.

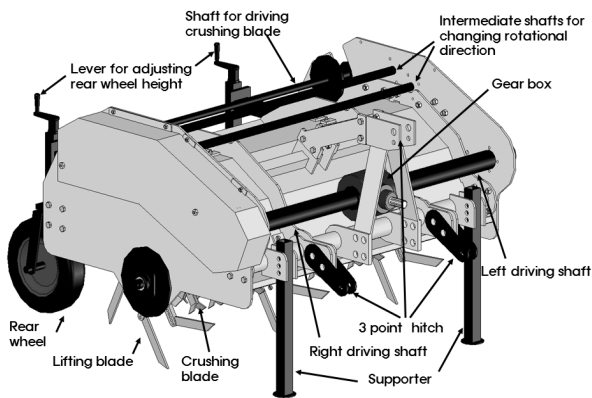


Fig. 1 View of the vine crusher for sweet potato.

2) 덩굴 파쇄부

덩굴 파쇄부는 그림 2에서처럼 회전날 파쇄식으로 덩굴 파쇄날, 파쇄날 부착 브라켓, 파쇄날 구동 중공 축, 덩굴 걷어올림날, 걷어올림날 부착 원판, 걷어올림날 축, 지지 베어링 등으로 구성 제작하였다. 덩굴 파쇄날은 그림 3에서처럼 제조

용으로 많이 쓰이는 길이 120 mm, 두께 5 mm의 프레일날을 사용하였으며, 피치 70 mm 나선으로 좌·우 각각 48개, 총 96개를 배치하였다. 그리고 내경 75 mm 중공축인 파쇄날 축을 베어링으로 끼워 맞춤하여 좌, 우 파쇄날들을 각각 체인 전동장치에 의하여 분리 구동하도록 하였다.

덩굴 걷어올림날은 그림 4에서처럼 끝이 뾰족한 길이 250 mm 6개 직선날을 원주 피치각 60° 간격으로 높이 조절이 가능한 브라켓에 부착하고 브라켓을 원판에 고정하였다. 좌·우·중앙 3곳 6개씩 모두 18개의 날을 사용하였으며, 체인 전동장치에 의하여 덩굴 파쇄날 구동 중공축 안의 직경 35 mm 덩굴 걷어올림날 축을 구동하여 걷어올림 작용을 하도록 하였다.

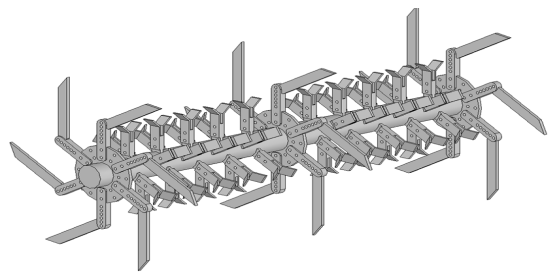


Fig. 2 View of the vine crushing part.

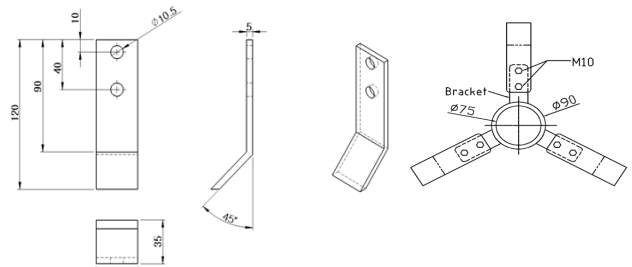


Fig. 3 Schematic of the crushing blade (unit: mm).

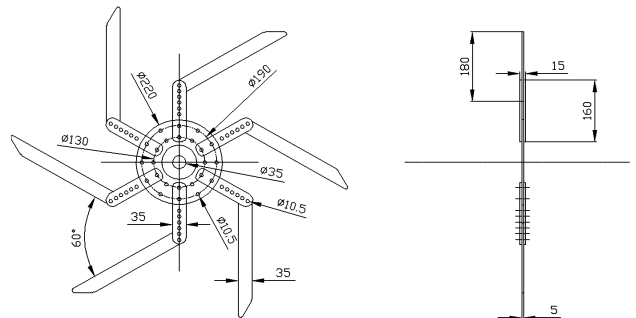


Fig. 4 Schematic of the lifting blade (unit: mm).

3) 동력 전달부

트랙터 PTO에서 취출된 동력이 기어박스에서 2.5배로 증속되어 구동축 좌·우로 나뉘어져 덩굴 파쇄날 축과 덩굴 걷어올림날 축을 구동하는 과정을 그림 5에 나타내었다.

덩굴 걷어올림날 축의 구동은 기어박스 우측의 구동축으로

부터 체인 전동장치에 의하여 중공의 덩굴 파쇄날 축 안에 있는 덩굴 걷어올림날 축을 직접 구동시킨다.

그림 6은 덩굴 파쇄날 구동축의 정회전, 역회전 시의 동력 전달 방법을 나타낸 것이다. 덩굴 파쇄날 축의 트랙터 전진방향 회전(정회전)은 기어박스 좌측의 구동축에서 체인 스프로킷과 기어가 조합된 2개의 방향전환 축과 덩굴 파쇄날 구동축을 거쳐 중공의 덩굴 파쇄날 축을 체인 전동장치로 구동시키고, 덩굴 파쇄날 축의 트랙터 후진방향 회전(역회전)은 기어박스 좌측의 구동축에서 체인 스프로킷과 텐션 스프로킷을 거쳐 중공의 파쇄날 축을 체인 전동장치로 구동시키도록 하였다. 덩굴 파쇄날 축과 덩굴 걷어올림날 축의 회전속도비는 9 : 1로 고랑에 있는 돌에 의한 덩굴 걷어올림날 손상 및 덩굴 걷어올림날에 의한 비닐피복 손상 등의 문제점이 발생할 수도 있기 때문에 회전속도의 차이가 있도록 하였다.

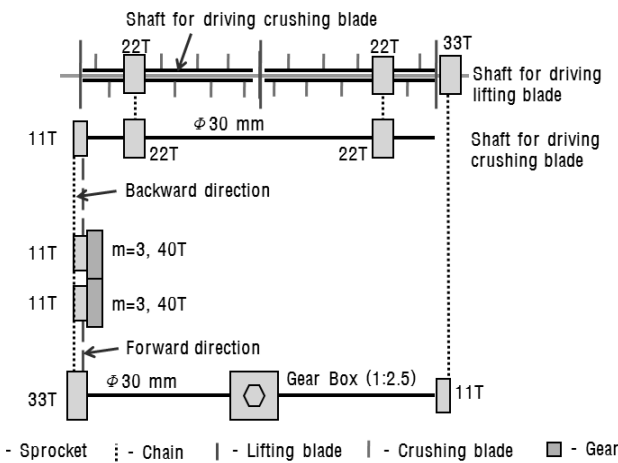


Fig. 5 Schematic of the power transmission.

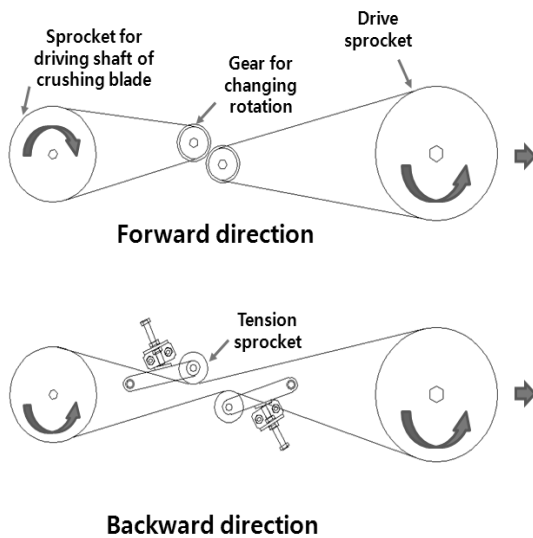


Fig. 6 Schematic of the power transmission mechanism for changing rotational direction.

4) 작업높이 조절부

덩굴처리 작업 시 덩굴 파쇄부의 파쇄높이를 제어하며, 고랑을 이탈하지 않고 작업기의 주행 안정성을 높이기 위하여 설치한 미륵의 구조를 그림 7에 나타내었다. 미륵은 직경 400 mm, 폭 100 mm로 두둑의 형상에 따라 덩굴파쇄부의 높낮이를 위쪽의 레버를 회전시켜 조절할 수 있도록 하였으며, 높이 조절은 300 mm까지 가능하도록 하였다. 미륵의 설치 위치는 작업기 후방 작업기를 중심으로 좌우 2개, 미륵 중심간 거리가 1400 mm가 되도록 부착하였다.

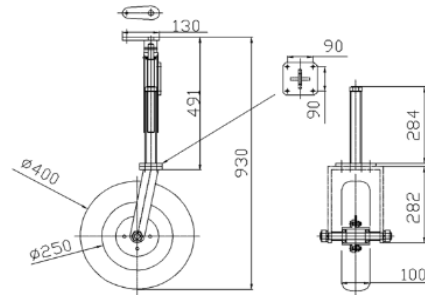


Fig. 7 Schematic of the rear wheel for adjusting crushing height(unit: mm).

나. 고구마 덩굴처리기 성능실험

1) 실험포장 및 재료

고구마 덩굴처리기의 실험 중 파쇄날 회전방향에 따른 파쇄성능 실험 대상 고구마는 울미 품종으로 고구마 덩굴의 평균 함수율은 83.0%로 나타났으며, 실험포장의 토성은 사양토, 조간거리 70 cm, 주간거리 20 cm, 두둑폭 30 cm, 두둑높이 25 cm로 둥근두둑 비닐피복 재배 포장이었다.

주행속도 및 파쇄날 회전속도별 파쇄성능 실험 대상 고구마는 신태미 품종으로 고구마 덩굴의평균 함수율은 79.1%로 나타났으며, 토성은 사질토, 조간거리 70 cm, 주간거리 20 cm, 두둑폭 40 cm, 두둑높이 30 cm로 둥근두둑 비닐피복 재배 포장이었다.

2) 실험내용 및 방법

가) 덩굴 파쇄날 회전방향별 덩굴 파쇄성능 실험

덩굴 파쇄날의 회전방향별 파쇄성능의 차이를 조사하기 위하여 실시한 실험으로 트랙터 엔진 회전속도 변화에 따라 주행속도, PTO 회전속도 변화가 없도록 트랙터 엔진속도를 2000 rpm으로 고정하고, 주행 변속단수를 Park and Choi (1995)가 보고한 주행속도 0.35, 0.46 m/s에서 주행속도가 낮을수록 덩굴 파쇄율이 높았으며, 농가에서 주로 저속 1, 2단을 사용하는 것을 고려하여 본 실험도 저속 1, 2단에 맞추어 주행속도를 각각 0.27, 0.37 m/s로 설정하였다.

덩굴 파쇄날 회전방향 정회전, 역회전 변경은 그림 6에서

와 같이 동력 전달장치를 변경하여 수행하였으며, 트랙터 PTO 변속단수를 1단에 맞추어 덩굴 파쇄날의 회전속도는 570 rpm으로 설정하였다. 실험요인과 요인별 수준에 따라 실험구간은 50 m 구간을 2곳 반복 작업하였으며, 이 중 10 m, 3구간을 임의로 선택하여 잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이를 측정하였다.

본 실험에서 덩굴 제거 후, 비닐 멀칭 제거작업 시 방해가 되지 않는 덩굴길이는 약 300 mm 이내로 판단되어, 잔류 덩굴 파쇄비율은 10 m 임의의 3측정 구간 중 전체 주수에 대한 덩굴 파쇄작업 후 잔류 덩굴길이가 300 mm 미만인 주수의 비율로 정의하였으며, 잔류 덩굴길이는 10 m 임의의 3구간에서 주에 남아 있는 덩굴의 길이로 최대, 최소, 평균길이를 조사하였다.

나) 주행속도 및 덩굴 파쇄날 회전속도별 덩굴 파쇄성능 실험

주행속도 및 덩굴 파쇄날 회전속도별 덩굴 파쇄성능 실험의 실험요인과 요인별 수준은 주행속도 0.27, 0.37 m/s 2수준, 덩굴 파쇄날의 회전속도는 570, 800 rpm(덩굴 파쇄날 원주속도는 각각 10.7, 15.1 m/s) 2수준으로 실험하였으며, 덩굴 파쇄날 회전방향은 역회전으로 고정하였다.

실험방법 중 주행속도는 회전방향별 덩굴 파쇄성능 실험과 같은 방법으로 각각 0.27, 0.37 m/s로 설정하였으며, 트랙터 PTO 변속단수를 1, 2단에 맞추어 덩굴 파쇄날의 회전속도를 570, 800 rpm으로 각각 설정하였다. 실험요인과 요인별 수준에 따라 실험구간은 100 m구간을 4곳 반복 작업하였으며, 이 중 20 m, 3구간을 임의로 선택하여 잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이, 파쇄 덩굴길이를 측정하였다.

잔류 덩굴 파쇄비율과 잔류 덩굴길이의 정의는 덩굴 파쇄날 회전방향별 파쇄성능 실험에 나타난 바와 같으며, 파쇄 덩굴길이는 잔류 덩굴의 파쇄비율을 조사한 20 m 3구간에서 수집한 파쇄덩굴 중 임의의 파쇄 덩굴 100개를 채취하여 최대, 최소, 평균길이를 조사하였는데, 조사 이유는 길게 파쇄된 덩굴이 고구마 수확 작업 시 고구마 수확기의 굴취부 걸림, 선별부 선별능력 저하를 초래할 수도 있기 때문이었다.

3. 결과 및 고찰

가. 덩굴 파쇄날 회전방향별 덩굴 파쇄성능

덩굴 파쇄날 회전방향 및 주행속도별 덩굴 파쇄성능을 표 1에 나타내었다. 잔류 덩굴 파쇄비율은 주행속도가 0.37, 0.27 m/s일 때 역회전에서는 각각 95.3, 97.8%, 정회전에서는 각각 90.2, 93.8%로 나타나 덩굴 파쇄날 회전방향이 정회전 보다는 역회전에서, 그리고 주행속도가 느릴수록 잔류 덩굴 파쇄비율은 크게 나타나는 경향을 보였다. 또한 덩굴 파쇄날 회전방향 역회전, 주행속도 0.27 m/s일 때 잔류 덩굴 파쇄비율은 97.8%로 가장 크게 나타났다.

평균 잔류 덩굴길이는 주행속도가 0.37, 0.27 m/s일 때 역회전에서는 각각 72, 58 mm, 정회전에서는 각각 380, 325 mm로 나타나 덩굴 파쇄날 회전방향이 정회전 보다는 역회전에서, 그리고 주행속도가 느릴수록 평균 잔류 덩굴길이는 짧아지는 경향을 보였다. 덩굴 파쇄날 회전방향 역회전, 주행속도 0.27 m/s일 때 평균 잔류길이는 58 mm로 가장 짧게 나타났다. 표에서 최소 잔류 덩굴길이가 0 mm인 경우는 두둑이 고르지 못하여 덩굴 파쇄날에 의하여 비닐피복이 손상을 입고 비닐피복 안쪽으로 덩굴이 파쇄된 것으로 판단되었다.

나. 주행속도 및 덩굴 파쇄날 회전속도별 덩굴 파쇄성능

1) 잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이

주행속도 및 덩굴 파쇄날 회전속도별 잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이를 표 2에 나타내었다.

잔류 덩굴 파쇄비율은 주행속도가 0.27 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도가 570, 800 rpm일 경우는 각각 96.2, 98.0%로 나타났으며, 주행속도가 0.37 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도가 570, 800 rpm일 경우에는 각각 94.4, 95.7%로 나타나 주행속도가 느릴수록 그리고 덩굴 파쇄날 회전속도가 커질수록 잔류 덩굴 파쇄비율은 크게 나타나는 경향을 보였다. 이 중 주행속도 0.27 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도 800 rpm일 때 잔류 덩굴 파쇄비율은 98.0%로 가장 크게 나타났다.

평균 잔류 덩굴길이는 주행속도가 0.27 m/s일 때 덩굴 파쇄날 회전속도가 570, 800 rpm일 경우는 각각 111, 104 mm, 주행속도가 0.37 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도가 570, 800 rpm

Table 1 Vine crushing performance according to rotational direction of vine crushing blade and working speed

Rotational direction of vine crushing blade	Working speed (m/s)	Crushing ratio of remained vines (%)	Length of remained vines (mm)				
			Max.	Min.	Ave.	S.D	C.V
Backward	0.27	97.8	550	0	58	95.8	165.2
	0.37	95.3	670	0	72	88.3	122.6
Forward	0.27	93.8	570	10	325	125.4	38.6
	0.37	90.2	450	12	380	76.3	20.1

일 경우에는 각각 149, 124 mm로 나타나 주행속도가 느릴수록 그리고 덩굴 파쇄날 회전속도가 커질수록 평균 잔류 덩굴 길이는 짧아지는 경향을 보였다. 잔류 덩굴 파쇄비율과 마찬가지로 주행속도 0.27 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도 800 rpm일 때 평균 잔류 덩굴길이는 104 mm로 가장 짧게 나타났다. 전반적으로 최대와 최소 잔류 덩굴길이는 각각 450~560 mm, 25~40 mm로 주행속도, 덩굴 파쇄날 회전속도 변화에 따라 일정한 경향을 보이지는 않았다.

잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이를 고려해 볼 때 허용하는 한 주행속도를 낮추고 덩굴 파쇄날의 회전속도를 높이는 것이 우수한 덩굴 파쇄성능을 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

2) 파쇄 덩굴길이

주행속도, 덩굴 파쇄날 회전속도별 파쇄 덩굴길이의 최대, 최소, 평균값을 표 3에 나타내었다. 평균 파쇄 덩굴길이는 주행속도 0.27 m/s일 때 덩굴 파쇄날 회전속도가 570, 800 rpm일 경우는 각각 401, 327 mm, 주행속도가 0.37 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도가 570, 800 rpm일 경우에는 각각 468, 341 mm로 나타나 덩굴 파쇄날 회전속도가 같을 경우 주행속도가 느릴수록, 그리고 주행속도가 같을 경우 덩굴 파쇄날 회전속도가 커질수록 평균 파쇄 덩굴길이는 짧아지는 경향을 보였다. 잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이와 마찬가지로 주행속도 0.27 m/s, 덩굴 파쇄날 회전속도 800 rpm일 때 평균 파쇄 덩굴길이는 327 mm로 가장 짧게 나타났다. 또한 최대와 최소 파쇄 덩굴길이도 각각 853~1385 mm, 76~155 mm로 나타났는데 덩굴 파쇄날 회전속도가 같을 경우 주행속도가 느릴수록, 그리고 주행속도가 같을 경우 덩굴 파쇄날 회전속도가 커질수록 최대 및 최소 파쇄 덩굴길이는 짧아지는 경향이 나타나고 있음을 그림 8의 파쇄 덩굴길이 분포도를 통하여 알 수 있다.

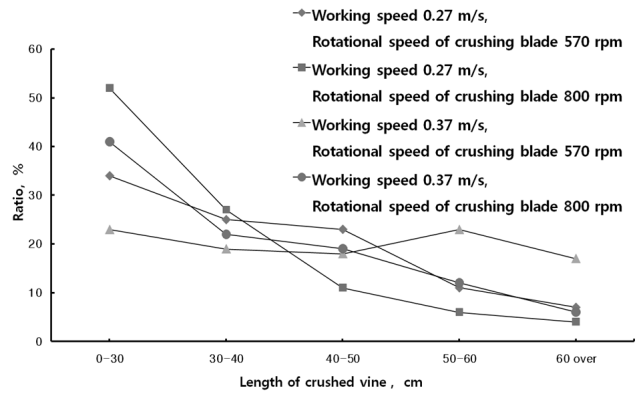


Fig. 8 Distribution of length of crushed vine according to working speed and rotational speed of vine crushing blade.

다. 작업성능 및 개선점



Fig. 9 View of the mulching vinyl damaged by improper control of vine crushing height.

Table 2 Vine crushing performance according to working speed and rotational speed of vine crushing blade

Working speed (m/s)	Rotational speed of vine crushing blade (rpm)	Crushing ratio of remained vines (%)	Length of remained vines (mm)				
			Max.	Min.	Ave.	S.D	C.V
0.27	570	96.2	500	25	111	76.9	69.2
	800	98.0	480	30	104	68.7	66.1
0.37	570	94.4	560	40	149	90.8	60.9
	800	95.7	450	32	124	103.1	83.1

Table 3 Length of crushed vines according to working speed and rotational speed of vine crushing blade

Working speed (m/s)	Rotational speed of vine crushing blade (rpm)	Length of crushed vines (mm)				
		Max.	Min.	Ave.	S.D	C.V
0.27	570	980	105	401	175	43.6
	800	853	87	327	142	43.4
0.37	570	1385	155	468	255	54.5
	800	948	76	341	169	49.6



Fig. 10 View of the mulching vinyl and vines caught in vine crushing part.

고구마 덩굴처리기의 덩굴 파쇄성능은 잔류 덩굴 파쇄비율이 94.4~98.0%로 Park과 Choi(1995, 1997)가 연구한 트랙터 부착형 1조식의 91.7~92.0%, Ha(2006)가 연구한 동력경운기 부착형 고구마 덩굴처리장치의 92% 보다 약간 높게 나타났다. 잔류 덩굴길이 또한 11.1~14.9 cm로 Park과 Choi(1995, 1997)가 연구한 트랙터 부착형 1조식의 1차 38~43 cm, 2차 15.4 cm 보다 우수하였다. 작업능률은 약 0.2 ha/h 까지 작업 가능할 것으로 보여 Park과 Choi(1995, 1997)가 연구한 트랙터 부착형 1조식과 Ha(2006)가 연구한 동력경운기 부착형 고구마 덩굴처리장치에 비하여 각각 1.5, 5.0배 작업능률이 높을 것으로 판단된다.

그러나 그림 9에서와 같이 두둑이 고르지 못할 경우 덩굴 파쇄날의 파쇄높이 조절 곤란으로 멀칭 비닐이 손상된 경우가 발생하여 추후 고구마 수확 시 멀칭 비닐 수거에 어려움이 예상되었으며, 또한 그림 10에서와 같이 덩굴 파쇄날로의 동력 전달 문제 등으로 인한 작업기 내부 덩굴 파쇄부 축에 비닐 및 덩굴이 감기는 문제점이 발생하여 제거에 많은 노력이 필요하였다. 따라서 덩굴 파쇄부의 작업높이를 자동으로 정밀 제어할 수 있는 장치의 보완, 덩굴 파쇄부로의 동력전달 방법 개선이 필요한 것으로 판단되었다.

4. 요약 및 결론

덩굴 파쇄부, 동력 전달부, 작업높이 조절부 등으로 고구마 덩굴처리기 주요부를 구성 설계·제작하여 성능 실험한 결과 아래와 같은 결과를 도출하였다.

- (1) 덩굴 파쇄날의 회전방향은 작업기 진행방향과 반대인

역회전 방향으로 구동하는 것이 잔류 덩굴 파쇄비율, 잔류 덩굴길이 면에서 유리한 것으로 나타났다.

- (2) 덩굴처리기의 주행속도가 느릴수록, 덩굴 파쇄날 회전속도가 빠를수록 잔류 덩굴 파쇄비율은 크게, 평균 잔류 덩굴길이와 평균 파쇄 덩굴길이는 짧게 나타나는 경향을 보였으며, 덩굴 파쇄날 회전속도 800 rpm, 주행속도 0.27 m/s에서 잔류 덩굴 파쇄비율 98%, 평균 잔류 덩굴길이 104 mm, 평균 파쇄 덩굴길이 327 mm로 나타나 가장 좋은 덩굴 파쇄성능을 보였다.
- (3) 그러나 두둑 높이가 균일하지 못한 경우 작업높이 조절의 어려움으로 덩굴 및 멀칭 비닐의 덩굴 파쇄날 축 감김 현상이 발생하여 두둑 높이에 따라 덩굴 파쇄날의 작업높이를 자동으로 조절할 수 있는 장치의 추가와 함께 덩굴 파쇄날 축 동력전달 장치의 위치 개선이 필요한 것으로 판단되었다.
- (4) 따라서 향후 효율적인 고구마 덩굴처리기 개발을 위하여 작업여건, 덩굴 파쇄성능, 소요동력 등을 고려한 덩굴파쇄부의 적정 설계, 작업기 제어부의 제어성능 개선, 고구마 덩굴처리기의 구조 단순화 및 경량화 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. Ha, C. H. 2006. Development of sweet potato vines cutter attached to the cultivator. The 30th Annual Agricultural Teacher's Field Research Report. Balan Bioscience High School, Hwaseong. (In Korean)
2. Namerikawa, H. 1989. Mechanization of the sweet potato harvest. Farming Mechanization. pp. 16-19. Shinnorinsha, Tokyo. (In Japanese)
3. Noh, K. M., S. H. Yong, and J. G. Park. 1999. Development of a Labor-Saving Pre-Harvester for Garlic Production. — A Stem-Cutter and Vinyl-Remover —. Kon-Kuk Journal of Natural Science and Technology, 10(1):67-78. (In Korean)
4. Park, H. J. and Y. Choi. 1995. Agricultural Mechanization Annual Research Report. pp. 158-162. Rural Development Administration, Suwon. (In Korean)
5. Park, H. J. and Y. Choi. 1997. Agricultural Mechanization Annual Research Report. pp. 180-184. Rural Development Administration, Suwon. (In Korean)
6. The Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2009. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. pp. 74-79. (In Korean)