

부추 수확기 개발을 위한 예취 및 이송특성 구명

전현종 김상헌 홍종태 최 용

Cutting and Conveying Characteristics for Development of Chinese Leek Harvester

H. J. Jun S. H. Kim J. T. Hong Y. Choi

Abstract

This study was conducted to investigate the main factors that contain a rotating velocity ratio between wheel and conveyor belt, a tilt angle of conveyor belt and a rotating velocity of a dick cutter for mechanization of Chinese leek harvest. In the survey on the cultivation of Chinese leek, row spacing of 350 mm and cutting height of 10 mm from the ground were set up for field tests. Test equipment was designed to cut, pick up and convey Chinese leek one row by one row. From the results of material tests, pick-up height of conveyor belt was set up at 60~90 mm from the bottom, and the strain and stress at rupture of Chinese leek was 0.487 m/m and 0.01078 MPa. An elastic coefficient of the rubber (Neoprene) of conveyor belts was 1.1077 under the strain of 0.3 m/m. From the results of field tests, the tilt angle of conveyor belt was the range of 25°~30° under consideration for space of container, the velocity ratio between vehicle and conveying belt was 1 to 2.4~1.7 at 0.1~0.3 m/s of vehicle, and optimum rotating velocity of the disk cutter was 34.8 m/s or more under consideration for soil friction.

Keywords : Chinese leek, Harvester, Disk cutter, Conveyor belt

1. 서 론

최근 국민의 식생활이 향상되면서 신선채소류의 수요가 날로 증대되고 있는데 특히 부추는 다년생 숙근성 채소로서 각종 비타민과 무기성분이 풍부하며 영양가가 높고 잎이 유연하며 특유의 맛과 향이 있어 양념채소로서 소비가 계속 확대되고 있다(RDA, 1994).

부추의 재배면적은 1992년 199 ha에서 1999년 1,073 ha로 증가하였으나 재배면적 확대와 집중출하 등으로 인한 가격의 등락이 심해 부추생산의 안정적 기반을 위해서는 기계화를 통한 생산비 절감이 요구되었다(Jun, 2000).

부추의 재배작형도 노지재배에서 비가림 및 시설하우스재배로 옮겨가는 추세이며, 부추의 고품질 안정생산 및 연중재

배를 위해 재배작형을 다양화하여 재배시기와 출하시기를 조절하고 있고, 부추재배에 투하되는 노동투하시간은 10 a 당 691시간으로 퇴비살포 및 경운작업을 제외한 대부분의 작업이 인력에 의존하며, 작업단계중 노동력이 많이 들어가는 작업은 선별포장, 수확, 제초, 운반, 파종 등의 순으로 나타났다. 또한 선별포장작업 중 포장작업은 부추, 미나리 등의 채소를 결속할 수 있는 채소자동결속기가 개발되어 상용화되었고 파종작업은 1회 파종으로 4~5년간 재배하기 때문에 많은 노동력과 시간이 필요하지 않으나 수확작업은 노지재배의 경우 연간 6~8회, 시설재배 4~5회로 수확횟수가 많고 전체 노동투하시간에서 차지하는 비율이 23%로 가장 높아 기계화가 절실히 요구되는 작업이다(한길수, 1998; Jun, 2000).

따라서 본 연구의 목적은 부추 기계수확의 기초설계요인인

The article was submitted for publication in June 2005, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in August 2005. The authors are Hyeon-Jong Jun, Jong-Tae Hong, Yong Choi, KSAM member, Research Engineer, National Institute of Agricultural Engineering, Sang-Hun Kim, KSAM member, Professor, Division of Agricultural Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, Korea. The corresponding author is H. J. Jun, Research Engineer, Division of Production Machinery Engineering, National Institute of Agricultural Engineering, 249, Seodun-dong, Kwonsun-ku, Suwon City, 441-100, Korea; Fax : +82-31-290-1900; E-mail : <hjjun@rda.go.kr>

재배양식, 예취높이의 설정과 예취 및 이송특성을 구명하는 데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 시험작물

시험작물로 농업공학연구소 포장(입북동)에서 재배한 부추를 사용하였다. 시험작물은 표 1에서와 같이 재배양식은 조건 350 mm 주간 100 mm이고, 초장 330 mm, 및 재배폭 70 mm였다. 또한 시험작물의 품종은 농가에서 90% 이상 재배하고 있는 그린벨트 부추였다.

나. 기계수확요인 설정

1) 재배양식, 수확시기 및 예취높이 결정

부추의 수확을 기계화하기 위해서는 기계화에 적합한 재배양식을 설정하는 것이 우선적으로 요구된다. Jun(2000)에 의하면 우리나라의 부추 재배양식이 지역별로 다양하여 부추수확작업을 기계화 하는데 많은 어려움이 있어 주산지별 재배면적 및 재배양식을 조사한 결과 시설재배인 포항 223 ha이고 노지재배는 김해 158 ha, 하남 151 ha, 양주 95 ha 순으로 나타났으며, 이들 가운데 포항지역이 재배면적이 크고 재배양식이 조건 320~380 mm 두둑의 장변방향으로 파종하여 기계화에 유리한 것으로 보고하였다.

또한 부추는 파종 후 매년 평균 20 mm씩 뿌리가 뻗어나가기 때문에 넓게 줄뿌림을 하는 포항지역의 경우 파종 5년 후

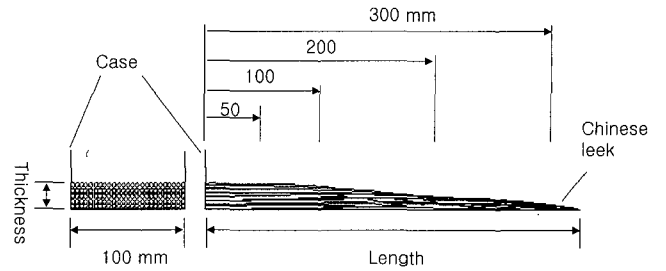


Fig. 2 Schematic diagram for thickness measurement of Chinese leek put in the case.

에 평균 160 mm까지 넓어지며, 점뿌림은 파종 5년 후 평균 150 mm까지 부추 폭이 확대되는 것으로 나타났고 이러한 부추 폭의 증가로 조건사이의 폭이 좁아지기 때문에 수확작업을 기계화할 경우 차륜폭 및 예취폭 등을 고려한 재배양식이 설정되어야 하는 것으로 나타났다. 부추의 수확시기는 상품성을 고려하여 잎 끝이 등글고 길이가 250 mm 이상 되는 잎이 전체의 80% 이상 될 때이며(포항시농촌지도소, 1995), 부추를 절단할 때는 지면 밑으로 자르면 후기 생육에 지장을 주기 때문에 지면에서 10~15 mm 위 부분을 자르는 것이 작물의 생장에 좋은 것으로 연구 보고되었다(이우승, 1994; Jun, 2000).

따라서 부추의 기계수확을 위한 재배양식을 설정하기 위해 우리나라 겨울부추 생산지인 포항지역의 재배양식 및 부추의 증가폭을 고려하여 그림 1과 같이 기계화재배양식을 조건 350 mm, 부추의 예취높이는 지면에서 10 mm 높이로 설정하였다.

Table 1 Characteristics of Chinese leek for the test

Plant height (mm)	Planted width (mm)	Diameter of stem (mm)	The number of leaves (leaves/stem)	Leaf width (mm)
330	70	2.5	5	5

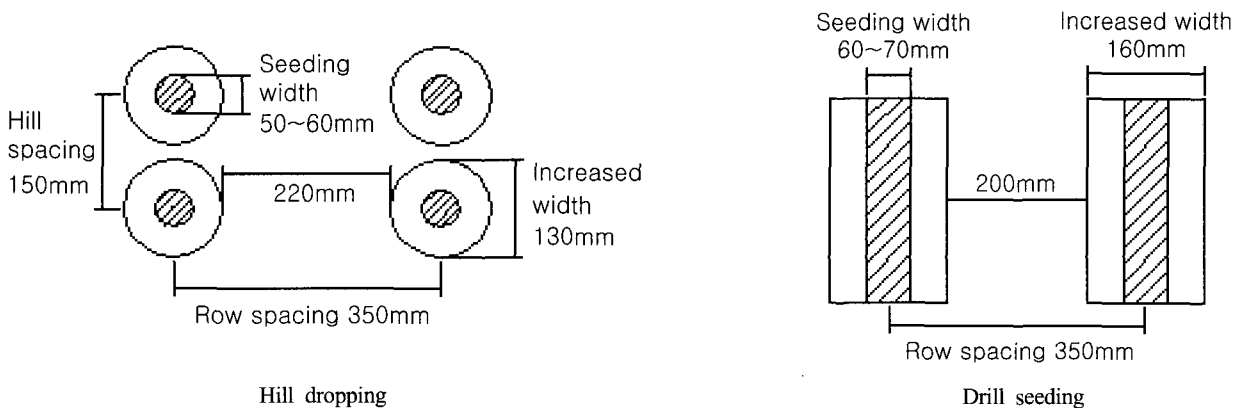


Fig. 1 Two methods for cultivation of Chinese leek with increased stem volume after 5 years.

2) 협지높이

부추를 예취와 동시에 이송벨트로 협지(이송벨트에 고정)할 때 부추의 형태적 특성에 따른 적정 협지높이를 설정하기 위하여 부추 재배양식에 따라 부추의 양을 측정하였다. 두둑의 장변방향으로 줄 재배한 시험작물(표 1)을 지면과 같은 높이에서 폭 70 mm, 길이 100 mm에서 생산되는 평균적인 부추의 무게가 0.92 N이었다. 또한 시험작물을 지면과 같은 높이로 절단한 0.92 N의 부추를 그림 2와 같이 폭 100 mm, 높이 100 mm, 길이 400 mm의 틀 속에서 부추의 두께를 3번복으로 측정하여 평균값을 산출하였다. 부추의 두께 측정은 두께 1 mm, 무게 0.62 N의 수평자를 각 측정위치에 수평으로 놓은 후 틀의 바닥에서부터 수평자까지 높이를 측정하였다.

다. 예취 및 이송 시험장치

1) 시험장치 설계 제작

시험장치는 앞에서 구명된 기계수확요인들을 고려하여 그림 3과 같이 제작하였다. 원판날로 줄기를 절단하는 예취부,

부추를 협지하여 수평으로 이송하는 이송부 및 주행부로 구성하였다. 시험장치는 가이드로 1줄씩 부추를 유도하여 원판날로 예취와 동시에 이송벨트로 협지하도록 하였고, 전원 AC 220 V를 동력원으로 이용하여 예취, 이송 및 주행부에 부착된 각각의 구동모터 속도를 임의로 조절이 가능하도록 제작하였다. 지면으로부터 예취날의 높이는 10 mm, 이송벨트의 부추 협지높이는 80 mm이다. 또한 Hong(1999)은 배추수확기개발을 위한 기초연구에서 이송벨트 각도를 30~40° 범위에서 시험을 하였고 35° 일 때 이송상태가 양호하였다고 보고하였다. 그러나 부추는 배추보다 초장이 작고 연약한 작물이어서 이송벨트의 이송각도를 배추수확기보다 낮은 범위인 20~35°로 설정하였다. 유입부 이송벨트의 중심축간 거리는 이송벨트의 직경이 125 mm로 최소거리는 125 mm가 되며, 여기에 부추의 최대 두께 20 mm를 협지 할 수 있도록 125~150 mm로 조절되도록 제작하였다. 표 2는 시험장치의 제원이다.

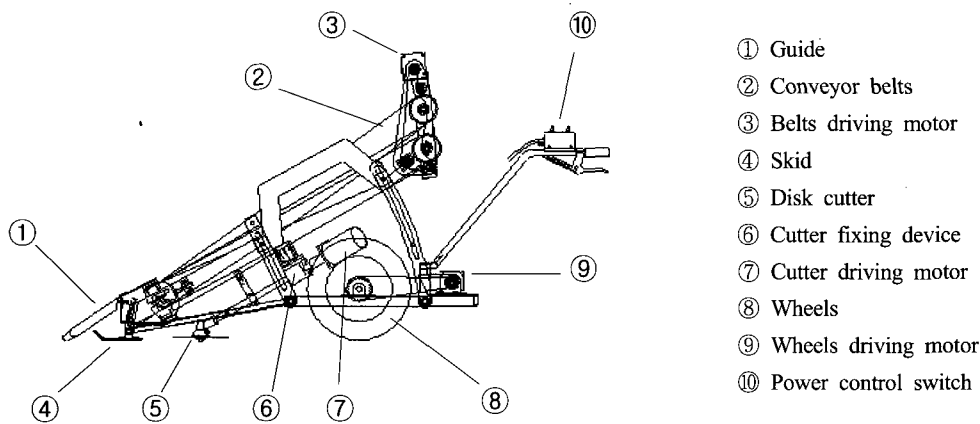


Fig. 3 Schematic diagram of test equipment for Chinese leek harvest.

Table 2 Specifications of test equipment

Items		Specifications
Disk cutter	Material	SK-5
	Diameter (mm)	Ø255
	Thickness (mm)	1.4
	The number of blades	4
Belt	Materials	Flat belt + Rubber (Neoprene)
	Diameter (mm)	125
	Width (mm)	125
	Rubber thickness (mm)	25.4
Wheel	Diameter (mm)	400
	Width (mm)	100
	Distance between wheels (mm)	300~400

2) 예취날, 차륜, 이송벨트의 회전속도 측정시스템

예취날, 차륜 및 이송벨트의 회전속도 측정은 그림 4에서와 같이 근접스위치(Proximity switch)를 이용하였고 근접스위치에서 나오는 신호를 데이터수집시스템(Iotech co., Daqbook 200)으로 받아 컴퓨터에서 DasyLab 4.0 프로그램을 이용하여 측정하였다. 예취날 회전속도 측정은 예취날을 근접스위치로 감지하여 식 (1)에 의해 산출하였다.

$$V_c = \pi \times D_c \times N_c / t \tag{1}$$

- V_c : 예취날 회전속도(m/s)
- D_c : 예취날의 직경(m)
- t : 기계의 전진이동시간(sec)
- N_c : t 시간의 예취날 회전수(= t 시간 동안 측정된 날수/예취날의 날수)

또한 이송벨트 및 차륜의 구동속도를 측정하기 위해 각각의 구동축에 부착된 여러 개의 잇수를 가진 스프로킷을 근접스위치로 감지하여 식 (2)와 식 (3)에 의해 산출하였다.

$$V_b = \pi \times D_b \times N_b / t \tag{2}$$

- V_b : 이송벨트 이송속도(m/s)
- D_b : 이송벨트 직경(m)
- t : 기계의 전진이동시간(sec)
- N_b : t 시간의 이송벨트 회전수(= t 시간 동안 측정된 잇수/1회전 당 잇수)

$$V_w = \pi \times D_t \times N_w / t \tag{3}$$

- V_w : 차륜의 구동속도(m/s)
- D_t : 차륜 직경(m)
- t : 기계의 전진이동시간(sec)
- N_w : t 시간의 차륜 회전수(= t 시간 동안 측정된 잇수/1회전 당 잇수)

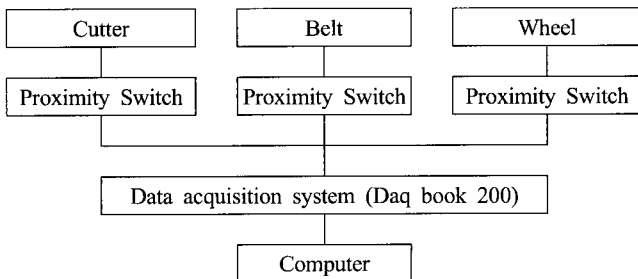


Fig. 4 Measuring system for the rotating velocity of cutter, belt and wheel.

라. 예취·이송요인시험

1) 부추의 물성 측정

부추의 물성을 측정하기 위해 하중을 가하는 Probe는 두께 6 mm 크기 100 mm × 100 mm의 철판이며 그림 5에서와 같이 부추의 흐트러짐을 방지하기 위해 철판으로 된 틀 속에 부추를 놓고 측정하였다. 또한 시험작물 부추를 0.92 N씩 3개의 샘플을 준비하여 철판 틀에 넣고 줄기의 끝에서 80~180 mm 부분에 Probe가 위치하도록 하였다. 부추의 물성측정은 물성 측정시험기 TA-XT2_Texture Analyzer_SMS를 이용하여 하중재하속도 30 mm/min에서 15 mm까지 압축하여 응력-변형 관계를 분석하였다. 그림 6은 부추의 물성을 측정하기 위해 구성된 실험장치이다.

2) 이송벨트의 고무(Neoprene) 특성

이 시험장치에 사용된 이송벨트의 고무 재질은 소프트하면서도 탄성 및 내구성이 좋은 고무(Neoprene)로 시중에서 규격품으로 유통되는 것을 사용하였다. 시험에 사용한 고무재료는 두께 25.4 mm로 고무의 한쪽 면에 나일론 천이 도포되어있다. 이 고무재료의 특성을 알기위해 직경 30 mm, 60 mm, 90 mm로 각각 3개씩 제작하여 그림 7과 같이 물성측정

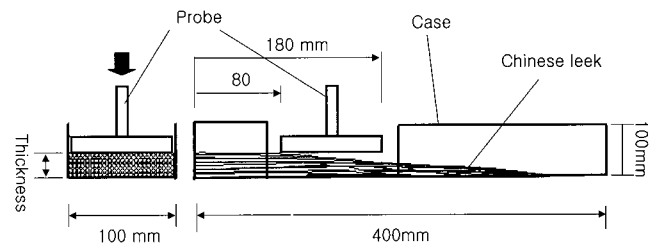


Fig. 5 Schematic diagram of measuring device for physical properties of Chinese leek.

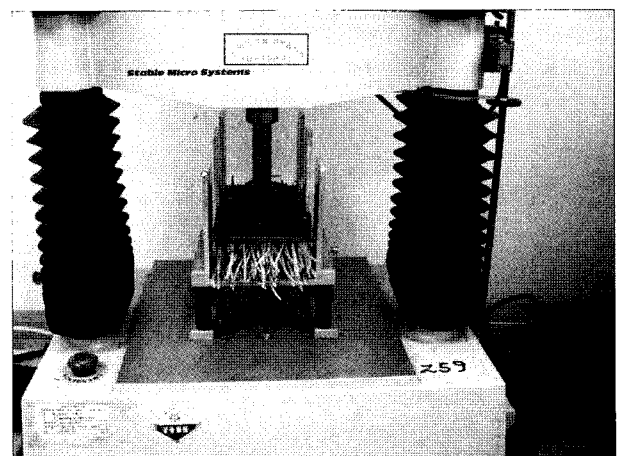


Fig. 6 Measuring device for physical properties of Chinese leek.

시험기 TA-XT2_Texture Analyzer_SMS에서 시험하였다. 또한 하중을 가하는 Probe의 크기는 100 mm × 100 mm, 두께 6 mm의 철판으로 그림 7에서와 같이 평행한 판 사이에 고무(Neoprene)시료를 놓고 5 mm/min의 재하속도로 20 mm까지 압축하였다. 또한 각 직경별 고무 시험재료를 압축하여 결과 값을 평균하여 산출하였고 압축변형에 대한 응력 관계를 분석하였다.

3) 이송벨트의 경사각별 부추 협지상태

이송벨트의 적정 경사각을 구명하기 위해 여러 번의 예비 시험을 통하여 예취날의 회전속도 34.8 m/s, 차륜의 구동속도 0.22 m/s, 이송벨트속도 0.4 m/s에서 이송벨트의 경사각 4수준(20°, 25°, 30°, 35°)으로 시험하였다. 부추 협지상태는 그림 8과 같이 이송벨트와 부추줄기 사이의 각을 측정하였다.

4) 시험장치와 이송벨트의 속도비

예취 및 이송작업이 가능한 시험장치와 이송벨트의 적정 속도비를 구명하기 위하여 예취날의 속도 34.8 m/s, 이송벨트의 경사각 25° 일 때 시험장치속도 0.1~0.28 m/s에서 4수준, 이송벨트속도 0.11~0.54 m/s에서 8수준으로 이송벨트에서 부추 협지상태를 조사하였다. 부추의 협지상태 측정은 그림 8

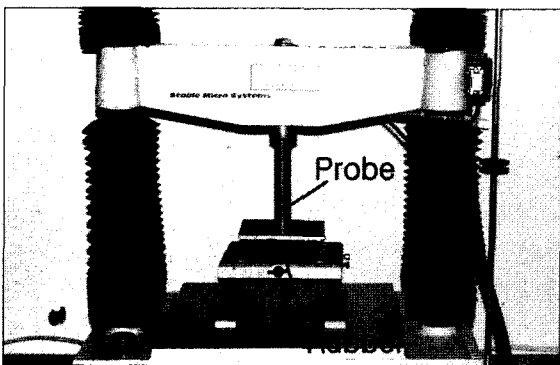


Fig. 7 Measuring device for properties of rubber conveyor (Neoprene).

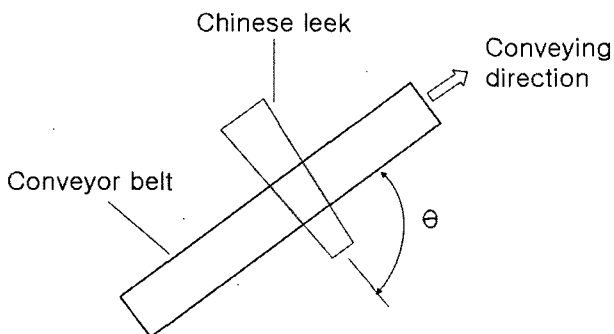


Fig. 8 Measuring device for properties of rubber conveyor (Neoprene).

과 같이 이송벨트와 부추줄기 사이의 각을 측정하였다.

5) 예취날의 회전속도

시험포장에서 작업시 예취날에 가해지는 저항을 고려한 예취날의 적정작업속도를 구명하기 위해 토양경도를 기준으로 하였고 순수한 부추만을 예취할 경우 예취날의 저항은 동일한 것으로 보았다. 예취날의 회전속도 측정은 동일 토양에서 토양경도가 다른 시점에서 시험을 하였다. 토양경도 측정은 토양경도계(SR-2)를 이용하여 3반복으로 측정하였다. 예취시험은 예취시험장치의 주행속도 0.22 m/s, 예취날의 예취높이 10 mm일 때 예취날의 회전속도를 11.3~38.4 m/s까지 8수준으로 시험하였고 각각의 시험에서 예취날의 회전속도는 예취날에 저항이 없는 상태에서 측정한 후 예취작업상태를 조사하였다.

4. 결과 및 고찰

부추의 기계수확요인을 결정하기 위해 시험장치를 제작하고 협지높이와 예취 및 이송요인을 결정하는 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

가. 협지높이

부추의 길이별 두께 측정결과를 그림 9에 나타내었다. 부추는 줄기부분이 두꺼운 반면 잎 부분은 얇은 특징을 갖고 있어 부추의 길이가 90 mm 부분에서 두께가 급격하게 줄어들어 길이 90 mm 이하를 협지할 경우 전체적으로 두께가 20~22 mm로 10% 오차범위 안에 있으며 이송벨트의 고무(Neoprene)의 두께가 25.4 mm씩 총 50.8 mm이므로 벨트의 신축성으로 상기 오차의 변화를 수용할 수 있는 범위였다. 따라서 이송벨트의 하부에 있는 예취장치의 높이가 50 mm 이상 이어야 하므로 지면에서 60~90 mm 범위부터 협지하도록 설정하였다.

나. 부추의 물성

시험작물의 물성을 측정한 결과 압축력의 증가에 따라 변

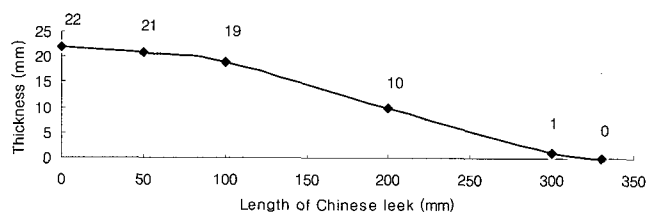


Fig. 9 Thickness by lengths of Chinese leek.

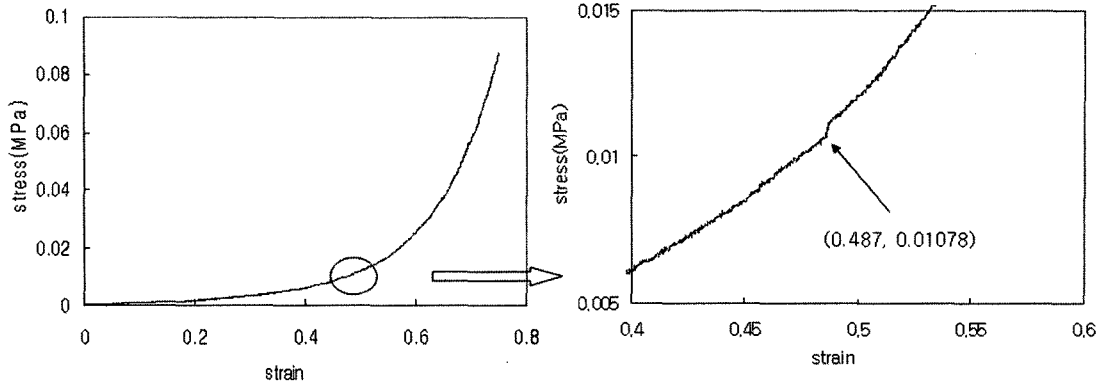


Fig. 10 Stress-strain relationship of Chinese leek with a steel plate probe.

형이 그림 10과 같이 증가하였다. 또한 시험자물은 일정한 응력 이상에서 파괴되어 응력과 변형이 일정하게 변화하지 않는 점을 찾을 수 있었으며 그 시점을 파괴응력으로 규정하였다. 따라서 부추의 압축에 의한 변형률 0.487일 때 응력 0.01078 MPa에서 파괴가 되어 파괴응력은 0.01078 MPa이었다.

다. 이송벨트의 고무(Neoprene) 특성

본 실험에서 시험재료의 변형은 허용 가능한 범위인 고무(Neoprene)의 항복점에 도달하지 않은 것으로 판단되었으며, 이송벨트에 부착된 고무(Neoprene)의 응력-변형도 관계는 그림 11과 같이 곡선변형을 나타냈다. 변형률 0.3 이하에서는 그림 12에서와 같이 거의 직선변형을 나타냈으며 응력은 0.338 MPa 이하로 나타났다. 부추의 파괴점 응력 0.01078 MPa과 비교할 때 직선 응력-변형관계의 범위 내에서 작업이 가능한 것으로 판단된다. 또한 직선변형구간의 직선회귀방정식을 구한 결과 $y=1.1077x+0.0059$ 이었고 결정계수는 $R^2=0.999$ 이었으며 고무(Neoprene)의 탄성계수는 1.1077이었다.

라. 이송벨트의 이송각도별 협지 및 수집상태

이송벨트에서 부추의 협지상태는 부추의 자세가 이송벨트와 이루는 각을 3단계로 구분하여 측정하였다. 부추의 자세가 85~95°인 경우 양호(구분 I), 95~110°(구분 II), 110° 이상(구분 III)으로 하여 측정한 결과는 표 3과 같다.

이송벨트의 경사각별 협지상태는 표 3에서와 같이 20° 일 때 부추의 이송상태가 가장 양호하였고 25°와 30°에서도 양호하였으나 35°에서는 불량하였다. 따라서 부추를 예취와 동

Table 3 Conveyed condition of Chinese leek according to the angle of conveyor

Tilt angle of belt conveyor (°)	Conveyed condition (Class)	Height of conveyor belt (H) (mm)
20	I	480
25	II	600
30	II	760
35	III	814

* Conveyed condition of Chinese leek (angle between conveyor and Chinese leek)

Class I (90°), Class II (100~130°), Class III (135° or more)

* The velocity of vehicle 0.22 m/s, The velocity of belt 0.4 m/s,

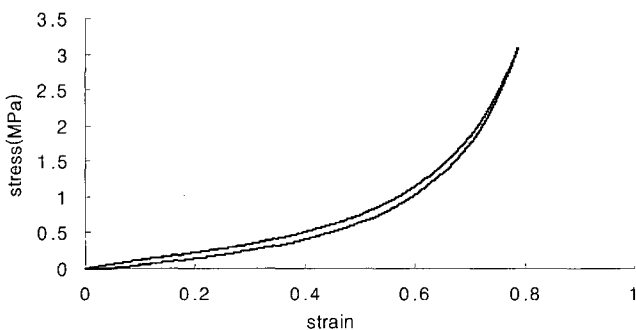


Fig. 11 Stress-strain relationship of the rubber (Neoprene) within 80% strain.

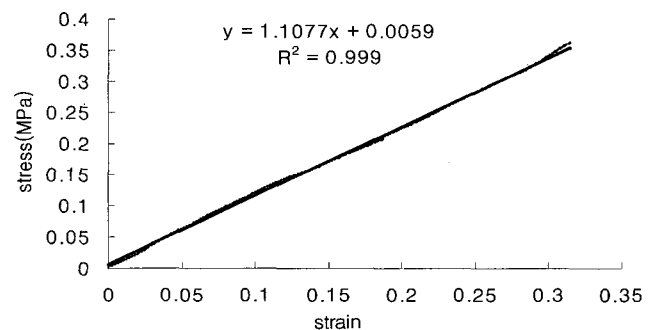


Fig. 12 Stress-strain relationship of the rubber (Neoprene) within 30% strain.

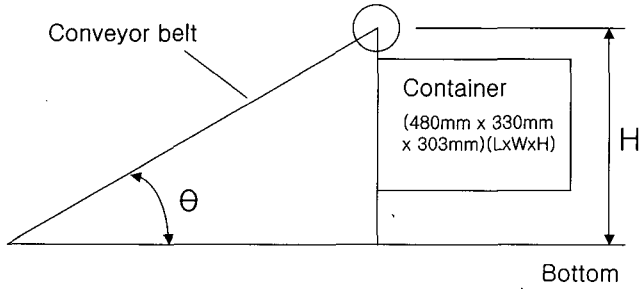


Fig. 13 Diagram of the height of conveyor belt for the space of the container.

시에 협지하여 이송할 경우 이송벨트의 경사각이 작을수록 이송상태가 좋은 것으로 나타났다. 또한 그림 13에서와 같이 이송벨트에서 배출되는 부추를 수집할 수 있는 높이가 지상에서부터 이송벨트의 중심까지 0.6 m였고, 이때의 수집공간

의 기준은 적재한 부추가 흐트러지지 않은 상태에서 98 N 정도의 무게를 수납할 수 있는 크기인 480 mm × 330 mm × 303 mm(L×W×H)로 설정하여 설계하였다. 이송벨트에 의해 이송된 부추가 수집될 수 있는 각도를 계산한 결과 25°도였다. 이송벨트의 경사각이 20°일 때는 부추의 수집이 불가하였다. 따라서 이송벨트의 경사각은 25°~30° 범위가 적합한 것으로 나타났다.

마. 시험장치와 이송벨트의 속도비 분석

부추를 예취와 동시에 이송벨트로 협지하여 이송하기 위해 시험장치의 전진속도를 0.1~0.28 m/s 범위에서 시험장치와 이송벨트의 속도비에 따라 부추의 협지이송상태를 시험한 결과는 표 4와 같다. 그림 14는 표 4를 협지이송상태에 따라 구분 I, 구분 II, 구분 III으로 나타내었다. 시험장치 속도가 0.1

Table 4 Conveyed conditions of Chinese leek by velocity ratio (belt/wheel)

Forward velocity of vehicle (m/s)	Velocity of conveyor belt (m/s)	Velocity ratio (belt/wheel)	Conveyed condition of Chinese leek, Class
0.1	0.11	1.1	III
	0.18	1.8	I
	0.25	2.5	I
	0.33	3.3	I
	0.4	4.0	II
	0.47	4.7	II
	0.52	5.2	II
	0.54	5.4	II
0.17	0.11	0.6	III
	0.18	1.1	III
	0.25	1.5	I
	0.33	1.9	I
	0.4	2.4	I
	0.47	2.8	II
	0.52	3.1	II
	0.54	3.2	II
0.23	0.11	0.5	III
	0.18	0.8	III
	0.25	1.1	II
	0.33	1.4	I
	0.4	1.7	I
	0.47	2.0	I
	0.52	2.2	I
	0.54	2.4	II
0.28	0.11	0.4	III
	0.18	0.6	III
	0.25	0.9	II
	0.33	1.2	II
	0.4	1.4	I
	0.47	1.7	I
	0.52	1.8	I
	0.54	1.9	I

* Conveyed condition of Chinese leek (angle between conveyor and Chinese leek)
Class I (70~110°), Class II (110~135°, 45~70°), Class III (cutting impossible)

m/s에서 부추의 이송작업이 가능한 시험장치와 이송벨트의 속도비 범위는 1.8~5.4로 나타났고, 시험장치 속도가 0.28 m/s에서는 0.9~1.9 범위로 나타났다. 따라서 저속에서 시험장치와 이송벨트 속도비가 높아도 협지이송작업이 가능한 것을 알 수 있다. 또한 표 4에서 부추의 협지이송상태가 양호한 경우(구분 I) 시험장치 속도 0.1 m/s에서는 시험장치와 이송벨트의 속도비는 1.8~3.3이었고 0.28 m/s에서는 1.4~1.9였다. 이러한 결과로부터 표 4에서 시험장치 속도별 부추의 협지이송상태가 양호(구분 I)한 이송벨트속도를 평균하여 그림 15에

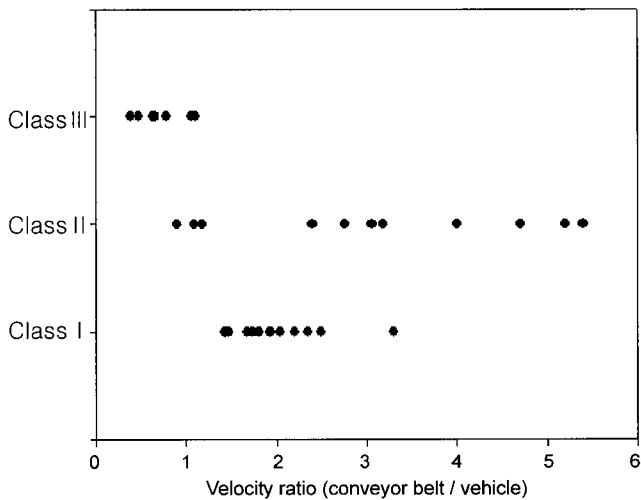


Fig. 14 Conveyed conditions of Chinese leek by velocity ratio (belt/wheel).

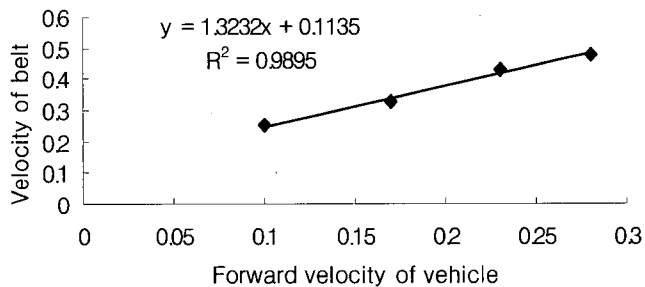


Fig. 15 Relationship between velocity of belt and forward velocity of vehicle.

나타내었고 회귀분석결과 직선회귀식에 의한 시험장치와 이송벨트의 적정 속도비는 시험장치 속도 0.1~0.28 m/s, 이송벨트의 속도 0.24~0.54 m/s일 때 2.4~1.7 범위로 나타났다.

바. 예취날 저항에 따른 예취날 회전속도

예취날의 회전저항에 따라 토양경도별로 예취날의 작업회전속도를 시험한 결과 표 5에서와 같이 예취날이 지면에 닿지 않을 경우 예취날의 회전속도 11.3 m/s 이상에서 예취가 가능하였고, 토양과의 마찰이 있는 경우 토양경도 49 N/cm²에서는 20.0 m/s 이상, 토양경도 147 N/cm²의 토양에서는 34.8 m/s 이상에서 예취작업이 가능하였다. 그림 16은 토양경도 49 N/cm²일 때 예취 전과 예취시의 예취날 회전속도관계를 나타내었고, 직선회귀식을 이용하여 예취할 때의 예취날 회전속도를 산출하였다.

따라서 지면의 토양경도가 높은 147 N/cm² 이상의 토양에서 부추를 예취할 경우 원활한 기계수확작업을 위해서는 예취날의 회전속도는 34.8 m/sec 이상 되어야 하는 것으로 나타났다.

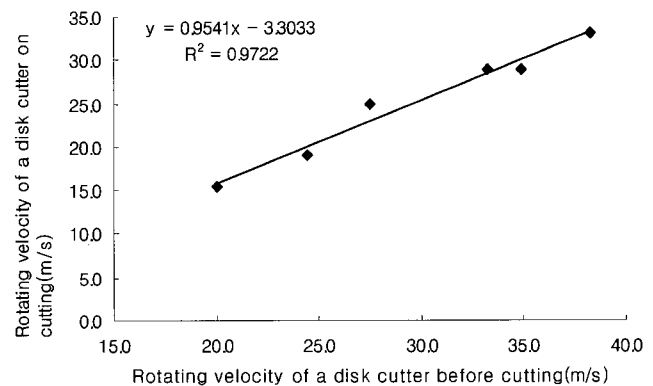


Fig. 16 Relationship of rotating velocity of a disk cutter before and on cutting (soil friction 49 N/cm²).

Table 5 The cut conditions of Chinese leek by soil hardness and rotating velocity of disk cutter

Soil hardness (N/cm ²)	The cut conditions of Chinese leek by rotating velocity of disk cutter (m/sec)							
	11.3	16.0	20.0	24.8	28.4	31.6	34.8	38.4
0(*)	○	○	○	○	○	○	○	○
49	×	×	○	○	○	○	○	○
147	×	×	×	×	×	×	○	○

* ○ possible range of cutting, × impossible range of cutting
(*) No soil resistance

5. 요약 및 결론

본 연구는 부추의 기계수확을 위한 예취 및 이송요인을 구명하기 위해 부추와 관련된 기계수확요인을 실험적으로 구명하였다. 또한 구명된 결과를 고려하여 시험장치를 설계 제작하고 시험작물인 부추에 대해 예취 이송요인시험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 부추의 협지높이는 예취장치 및 부추의 특성을 고려하여 지면에서 60~90 mm 범위부터 협지하도록 설정하였다.
- (2) 시험작물인 부추의 물성은 변형이 0.486 m/m일 때 응력 0.01078 MPa에서 파괴가 일어났다
- (3) 이송벨트에 부착된 고무(Neoprene)는 곡선변형을 나타냈으나 변형도가 0.3 이하에서는 직선변형을 나타냈다. 또한 이때 응력은 0.338 MPa 이하이었고 탄성계수는 1.1077로 나타났다.
- (4) 수집상자를 고려한 이송벨트의 이송각도는 25°와 30° 범위에서 적합하였다.
- (5) 고무가 부착된 이송벨트로 부추를 협지하여 이송할 경우 이송상태가 양호한 시험장치와 이송벨트의 속도비는 시험장치속도 0.1~0.3 m/s일 때 1 : 2.4~1.7인 것으로 나타났다.
- (6) 예취날의 회전속도는 지면의 토양경도가 147 N/cm²일

때 34.8 m/sec 이상 요구되었다

- (7) 시험장치는 재배양식 조건 350 mm, 주간 100 mm의 부추를 예취높이 10 mm로 예취 및 이송작업이 가능하였다.

참고문헌

1. 이우승. 1994. 백합과 채소재배기술. 경북대학교출판부. pp. 211-236.
2. 포항시농촌지도소. 1995. 부추재배기술 교본.
3. 한길수, 손재룡, 최홍기, 강창호, 박상길. 1998. 농업기계화연구소 채소자동결속기 개발. 농업기계화시험연구보고서. pp. 100-108.
4. 日本國特許廳. 1999. なら等の葉菜收穫裝置. 特開平11-225542.
5. Hong, J. T. 1999. A fundamental study for development of Chinese cabbage harvester. Ph.D. thesis, Kungpook National University, Taegu, Korea. (In Korean)
6. Jun, H. J., Hong, J. T., Choi, Y., Sim, S. Y. and Kim, S. H., 2000. A survey of mechanization for Chinese leek production. Proceeding of the KSAM 2000 Winter conference 5(1):63-69. (In Korean)
7. Jun, H. J., Hong, J. T., Choi, Y. and Kim, S. H. 2001. Development of Chinese leek harvester. Proceeding of the KSAM 2000 Winter conference 6(2):39-45. (In Korean)
8. RDA (Rural Development Administration). 1994. Studies on effect of rainshelter and shading in Chinese Chive (*Allium tuberosum* R.). Research Report. (In Korean)