

부추 단 묶음 결속기의 개발

김용석*, 박태표⁺, 박성희⁺⁺, 박성호⁺⁺⁺, 양순용⁺⁺⁺⁺

(논문접수일 2008. 7. 2, 심사완료일 2008. 9. 22)

Development of Bundling Machine for Allium-odorum

Yong-Seok Kim*, Te-Pyo Park⁺, Sung-Hee Park⁺⁺, Sung-Ho Park⁺⁺⁺, Soon-Young Yang⁺⁺⁺⁺

Abstract

An Allium-odorum is difficult material to handle because it is soft and weak mechanically. For bundling work of allium-odorum, we must grip in the bundle shape of unit weight. However it is difficult to grip allium-odorum by hand because the bundle bulk is very big. Especially, in packing work, the bundle shape of allium-odorum package is more important than other vegetables because the sale price depend on the bundle shape. In this paper, we propose bundling mechanism for a rectangular shape, and semi-auto bundling mechanism by a eccentric roller and a triangular link. We carry out mechanical model and analysis respectively using the CATIA V5 and SimDesigner. We have manufactured the prototype of the semi-automatic bundling machine, and got satisfied result through field test. This machine is in the process of commercialization.

Key Words : Leek(부추), Allium-odorum(부추), Packing machine(포장기계), Binding machine(결속기), Bundle(단 묶음), Bundling machine(단 묶음기)

1. 서론

부추(Allium-odorum/Leek)는 풍부한 영양가와 유허화합물(Propyl sulfide)이 다량 함유되어 있어 독특한 향취를

풍기는 우리나라 고유의 인기 있는 채소의 하나이다. 피로회복효과와 심장, 간장, 위장 등의 질환의 치료에 효과가 있는 약리성분과 최근 들어 양파, 마늘과 같이 항발암 억제효과가 있는 것으로 알려지면서 건강채소로 관심을 모우고 있다⁽¹⁾.

* 울산대학교 대학원 기계자동차공학과

+ 월드테크(주)

++ 울산대학교 기계자동차공학부

+++ 경일대학교 기계자동차학부

++++ 교신저자, 울산대학교 기계자동차공학부 (soonyy@ulsan.ac.kr)

주소: 680-749 울산광역시 남구 무거2동 산29 남울산우체국 사서함18호 울산대학교 공학23호관 105호

부추는 숙근다년초(宿根多年草)로서 지하경으로 번식하여 1회 파종으로 4~5년 동안 수확이 가능하고, 수확은 노지재배의 경우 연간 6~8회, 시설재배의 경우 연간 4~5회로 생산성이 높아 농가의 소득원으로 선호하는 작물중의 하나로 꼽히고 있다. 그럼에도 불구하고 최근 전국 부추재배 면적은 2004년 1,293ha(hectare), 2005년 1,224ha, 2006년 1,156ha로 점점 감소추세에 있다⁽²⁾. 이는 부추재배가 모두 인력에 의존하고 있으며, 농촌의 노령화와 부녀화로 인한 인력난 때문인 것으로 풀이된다.

또한 부추재배에 투하되는 노동투하시간은 10a(are)당 691시간으로 퇴비살포 및 경운작업을 제외한 대부분의 작업을 인력에 의존하고 있으며, 더욱이 수확과 선별포장에 75.8%(523.6시간/10a)가 투하되는 것으로 나타나고 있다⁽³⁾.

특히 부추는 수분함량이 92%이상으로 높을 뿐 아니라 수확 후에도 대사작용이 왕성하게 일어나기 때문에 수확 후 양적 및 질적 변화가 매우 큰 채소작물로 빠른 시간 내에 포장작업과 출하가 이루어져야만 한다. 뿐만 아니라 부추는 선별도와 결속단의 모양에 따라 상품성에 큰 영향을 미치는 채소작물 중의 하나이다. 따라서 농가에서는 선별작업과 특정한 모양을 내기위한 결속포장작업에 더욱 많은 시간과 인력을 투하하고 있다. 이와 같은 포장결속작업의 인력대체와 신속한 포장작업 그리고 상품성을 높일 수 있는 부추포장결속작업의 기계화가 절실히 요구된다.

부추재배를 위한 기계화는 부추파종기⁽⁴⁾와 부추수확기⁽⁵⁾가 개발되어 실용화된 바 있다. 포장 결속작업을 위한 자동화분야에도 야채류(미나리, 파) 결속기⁽⁶⁾가 개발되어 실용화되었으나 부추의 포장결속에는 활용이 저조한 것으로 나타나고 있다.

본 연구에서는 기존의 수작업으로 이루어지던 부추결속 포장작업을 대체할 수 있는 수단으로 묶음 단의 모양을 직사각 모양으로 압축하여 잡아주고 철사가 내장된 EVA 밴드를 비틀어 꼬아서 매듭짓는 결속메커니즘을 적용하여 일정한 단면모양의 유지로 상품성의 향상과 결속작업 시간을 단축하여 생산성을 높이는 부추 단 묶음 포장 결속기(이하 결속기)를 개발하고자 한다.

2. 결속장치의 설계제작 및 성능시험

2.1 설계 파라미터

채소류는 부드럽고 약하여 다루기 어려운 재료이다. 채소류의 결속작업은 역학적 물성을 고려하는 것이 매우 중요하다. 결속작업은 채소류의 역학적 물성 이내에서 이루어져야만

손상이 일어나지 않기 때문이다. 선행연구로 제시된 실험적 연구에 의하면 부추의 역학적 물성은 Table 1과 같다. 여기에서 수분함량이 92%인 것은 부추의 수확직후를 의미한다.

농산물의 출하를 위한 포장은 농산물출하표준규격⁽⁹⁾에 따르고 있으나 지역마다 다소 차이가 있는 것으로 조사되었다. 포항지역은 수확과 동시에 0.4kg 씩 단 묶기를 하며, 김해지역은 부추의 손상 때문에 비닐 끈으로 1.0kg 씩 단을 묶고 있다⁽¹⁰⁾. 밀양지역은 0.5kg 씩 단 묶기를 하고, 울산지역은 0.6kg씩 단 묶기를 하고 있다. 현재 시중에 일반부추는 0.5kg씩, 영양부추는 0.1kg씩, 호부추는 0.4kg씩 철사가 삽입된 P.P 밴드를 비틀어 꼬는 방법으로 결속매듭을 지어 출하되고 있다.

채소류의 생산자들은 포장작업에 있어서 묶음단의 단면모양을 원형보다는 타원모양으로 묶기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 이와 같이 타원모양으로 묶는 것은 같은 무게 또는 같은 부피를 포장하더라도 원형으로 포장한 것에 비해 단의 크기가 기하학적으로 아름답고 크게 보여 소비자의 선호도가 높아지기 때문이다.

특히 부추의 포장작업의 경우 밀양지역에서는 경험적으로 타원형보다도 직사각모양으로 묶어 상품성을 향상시키고 있다. 밀양지역에서의 묶음단의 단면은 폭 80mm, 높이 50mm의 직사각모양을 하고 있다. 이 단의 높이와 폭의 비는 1:1.6으로 잘 알려진 황금비(1:1.6184)에 가까움을 알 수 있다. 이것은 농부들의 오래된 경험에 의해서 자연스럽게 얻어진 결과지만 매우 과학적임을 알 수 있는 부분이다. 황금비율(golden ratio)은 기하학적으로 가장 안정적이고 조화롭

Table 1 Mechanical property of Allium-odorum(leek)

Study	Items	Value				
Gong ⁽⁷⁾	water content(%)	92	90	86		
	density(kg/m ³)	15	20	28		
	tension breaking stress(kPa)	392	490	1,078		
Jun ⁽⁸⁾	compression rupture load(N)	92.4				
	compression rupture strain(mm)	0.51				
	compression rupture stress(kPa)	20.5				
	stems number	1	3	5	10	20
	cutting force(N)	2.4	24	41.2	93.1	157.2

게 보이는 비율로써 우리 실생활에 많이 응용되고 있다.

2.2 결속 메커니즘의 설계

본 결속기는 경매시장의 농산물표준출하규격과 밀양지역의 출하기준에 준하고, 부추의 역학적 물성을 고려하여, 묶음 단의 단면이 황금비율을 가지는 직사각모양으로 묶음포장결속 할 수 있는 결속메커니즘으로 설계하였다⁽¹¹⁾.

본 결속기는 부추를 올려놓는 컵부와 컵부에 올려진 부추를 압축하고 파지(grip)하는 장력조절 압축부 및 덮개장치 그리고 장력조절 압축부를 구동하는 구동장치부로 구성된다. 부추 단 묶음 결속메커니즘의 구성을 도시하면 Fig. 1과 같다.

컵부(loading cup)는 부추의 뿌리 부분을 맞추고 정렬하여 올려놓는 부분이다. 컵부는 테이블의 상부보다 10mm정도 낮게 설치를 하며, 이것은 부추의 뿌리부가 잎 부분보다 부피가 크므로 수평으로 정렬 시 균형을 이루도록 하기 위하여 고려된 것이다.

컵부의 덮개장치는 스프링 힘을 이용하여 부추의 량(채소류의 부피는 같은 무게에서도 줄기의 굵기와 길이에 따라 변화가 많다.)에 따라 유연하게 상하 또는 좌우로 조절되도록 하여 과다한 압축으로 인한 부추가 상하는 것을 방지하는 기능을 한다. 덮개장치는 덮개를 작업자가 직접 덮고 클램프를 체결한다.

장력조절 압축부(pressing & tension adjustment part)는 컵부에 올려진 부추를 양쪽에 슬라이딩되는 압축 가이드로 하여금 부추에 압축을 가하도록 하는 부분이다. 장력조절 압축부는 구동부(driving part)의 편심롤러(eccentric roller) 회전과 편심량에 따른 상하작용에 의해 삼각링크(triangle link)를 회전시켜 압축가이드가 슬라이딩 바를 따라 좌우운

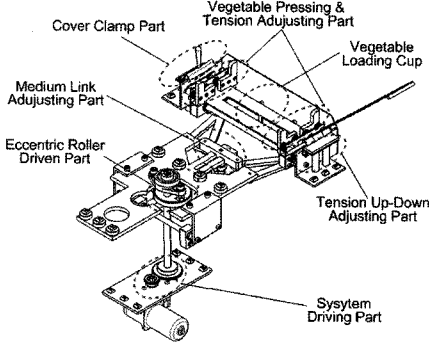


Fig. 1 Scheme of bundling system

동을 하도록 구성된다. 그리고 압축가이드 부분에 흡수 스프링을 적용하여 부추의 량에 따라 가압력이 달라지는 것과 부추가 상하는 것을 방지하도록 구성된다.

구동부는 모터, 기어, 편심롤러, 편심롤러 케이싱, 선형 슬라이딩 가이드, 조절링크 등으로 구성된다. 구동부는 선형 슬라이딩 가이드에 의하여 상하운동만 할 수 있도록 구속하고 편심롤러의 회전과 편심량에 따라 작동된다. 또한 조절링크에 의한 길이조정으로 결속 묶음단의 크기를 조절할 수 있게 된다.

시스템에 적용한 모터의 특징은 전류를 인가하면 최소 1회전하는 특징이 있어 구동축의 기어와 종동축의 기어비를 1:2로 하여 초기 1회전은 압축을 하고, 차기 1회전은 풀리도록 구성된다.

결속 시스템의 기구해석을 위한 좌표계의 설정을 도시하면 Fig. 2와 같다. 장력조절 압축부의 압축행정은 삼각링크의 기하형상과 편심롤러의 편심량에 따라 결정된다. 그리고 장력조절 압축부의 폭(즉 단 묶음의 크기조절)은 조절링크의 길이조정에 따라 조절된다.

장력조절 압축부의 궤적의 변화량 Lb 는 편심롤러의 회전각도에 따른 변화하는 La 에 대하여 나타낼 수 있다.

편심롤러의 회전각 α 에 따른 상하 궤적 변화량 La 는 식 (1)과 같이 표현할 수 있다. 그리고 La 의 변화에 따른 중간

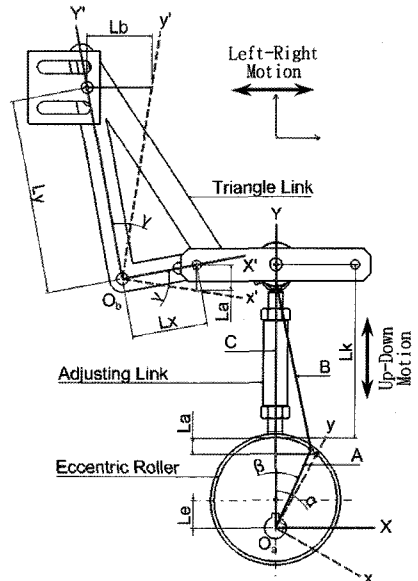


Fig. 2 Scheme of system coordinate

삼각링크의 회전각도 γ 는 식 (2)와 같이 표현되고 장력조절 압축부의 궤적의 변화량 Lb 는 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$La = Le[1 - \cos(\alpha)] \quad (1)$$

$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{La}{Lx}\right) \quad (2)$$

$$Lb = Ly \cdot \tan(\gamma) \quad (3)$$

세변 ABC가 이루는 삼각형에서 변A, 변B, 변C는 각각 $A = Rr + Le$, $B = Lk$, $C = A + B - La$ 와 같이 되고, 상하 움직임 La 의 변화에 따른 변A의 각도 변화 β 는 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{-B^2 + A^2 + C^2}{2AC}\right) \quad (4)$$

여기에서, Lx 는 삼각링크의 X방향 초기거리(mm), Ly 는 삼각링크의 Y방향 길이(mm), Le 는 편심롤러의 편심량(mm), Lk 는 조절링크의 길이(mm) 그리고 Rr 는 편심롤러의 반경(mm)을 각각 나타낸다.

2.3 시험방법

성능시험방법은 농업공학연구소(NIAE : National Institute of Agriculture Engineering)의 시험기준 NAMRI T 6050⁽¹²⁾과 검사기준 NAMRI S 6050⁽¹³⁾에 준하여 수행한다. 검사방법은 다음과 같다.

결속능력(bundling capacity, 다발/시간)은 100단의 결속 시간을 측정하여 식 (5)에 의하여 산출한다.

$$Cb = \frac{Nb}{Tb} \times 60 \quad (5)$$

여기에서, Cb 는 결속능력 이며, Nb (100다발)는 표준목음단의 수이며, Tb (분)는 100다발을 묶는 데 걸리는 시간을 나타낸다.

불완전 결속율(imperfection bundling rate, %)은 결속성능시험 후 식 (6)에 의하여 조사한다.

$$Rb = \frac{n1 + n1 + n3}{N} \times 100 \quad (6)$$

여기서, Rb 는 불완전 결속율 이고, N 는 전체결속 다발수(불완전결속다발 포함)이며, $n1$, $n2$, $n3$ 는 각각 결속끈이 끊어진 다발수, 결속되지 않은 다발수, 그리고 결속 끈에 20N의 인장력을 주었을 때 끈이 풀어지는 다발수를 나타낸다.

결속강도(bundling strength, N)는 결속된 다발의 끈을 절단하여 길이를 측정하고, 동 다발에 절단한 길이만큼 새로운 끈을 감아 당길 때의 인장력으로 10다발을 각각 측정하여 평균한다.

손상율(damage rate, %)은 결속된 50개의 다발 중 결속 부위가 절단 또는 꺾어진 각 다발의 줄기(포기)수를 조사하여 식 (7)에 의하여 산출한다.

$$Rd = \frac{Nd}{Na} \times 100 \quad (7)$$

여기에서, Rd 는 손상율이고, Nd 는 손상줄기(포기)수 이며, Na 는 조사표본 수(50다발의 줄기(포기) 수)을 나타낸다.

2.4 메커니즘의 시뮬레이션 및 고찰

결속 메커니즘의 사양 결정을 위해 기구해석과 소프트웨어를 이용한 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션 수행은 MatLab과 CATIA V5와 인터페이스한 MSC사의 SMO(SimDesigner Motion) module⁽¹⁴⁾을 활용하였고, 후처리과정은 ADAMS 2003 PostProcess⁽¹⁵⁾을 활용하였다.

결속메커니즘의 기구적 모델링에 의한 궤적의 변화는 Fig. 3과 같다. 편심롤러의 회전각도 변화에 따른 상하운동의 폭은 La 이며 상하운동 폭에 따른 좌우운동 폭은 Lb 이다.

여기에서 La 와 Lb 는 편심롤러의 편심량과 삼각링크의 기구적 형상에 의하여 결정된다. 그리고 Lbs 는 단 묶음의 폭 크기를 나타낸다. Lbs 는 조절링크의 길이 조절에 따라 변화시킬 수 있다.

결속메커니즘의 기구적인 작동상태를 나타내면 Fig. 4와 같다. 편심롤러의 회전 각도에 따른 장력조절 압축가이드의

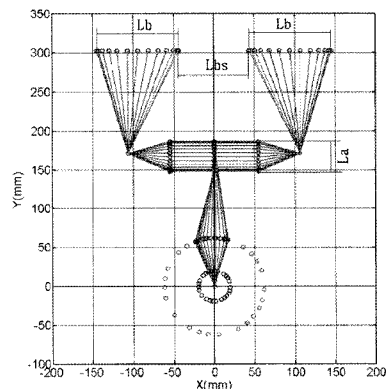


Fig. 3 Trajectory of bundling mechanism

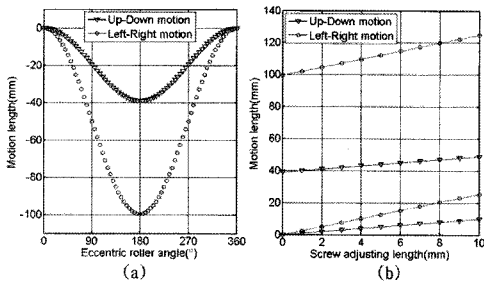


Fig. 4 Relation of trajectory variation by the rotation angle of eccentric roller and the length adjustment of adjusting link

변화량은 Fig. 4 (a)와 같고 조절링크의 길이조정에 따른 묶음단의 크기 변화는 Fig. 4 (b)와 같다.

본 결속메커니즘은 기구적으로 묶음이 가능한 초기 단 묶음의 폭은 80mm이다. 이때의 편심롤러 반경은 42.5mm이며 조절링크의 길이는 119.1mm이다. Fig. 4 (b)에서 확인할 수 있는 바와 같이 조절링크의 조절에 따른 단 묶음의 크기 변화는 122mm까지 가능하다. 그리고 단의 크기를 더욱 크게 조절할 수 있는 수단도 아울러 마련되어 있다. 따라서 설계목표인 부추 단 묶음의 폭 80mm의 작업이 가능하고, 122mm까지 조절이 가능하므로 단 묶음의 크기가 큰 다른 기타지역에서도 활용이 가능함을 확인할 수 있다.

부추의 기계적 물성에 따른 장력조절 압축부의 흡수력을 확보하기 위한 시뮬레이션결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5의 그래프에서 장력조절 압축가이드(tension guide)의 궤적이 장력조절 지지대(tension support)의 궤적을 따라가다가 1.0 초 부근에서 수평을 유지하는 것은 피결속체(여기서는 부추)에 의하여 흡수스프링에 압축력이 흡수되고 있음을 의미한다. 이때 흡수스프링 힘은 32N(압축에 의한 부추의 파괴하중은 92.4N이지만 안전상 1/3을 고려함)이며, 동시에 장력조절 압축가이드와 장력조절 지지대와의 궤적 차이는 5mm이다. 따라서 본 결속시스템의 묶음 단에 장력을 주기위한 흡수스프링의 상수는 6.4N/mm인 것으로 선정한다. 이렇게 함으로써 장력조절가이드(높이:50mm, 폭:130mm)에 의해 부추의 묶음 단 측면에 작용하는 압력은 4.9kPa이 되어, 부추의 파괴응력은 20.5kPa이므로 부추에는 손상이 일어나지 않음을 확인할 수 있다.

본 결속기의 결속 메커니즘의 설계사양에 따른 3D-CAD 설계모델은 Fig. 6과 같다.

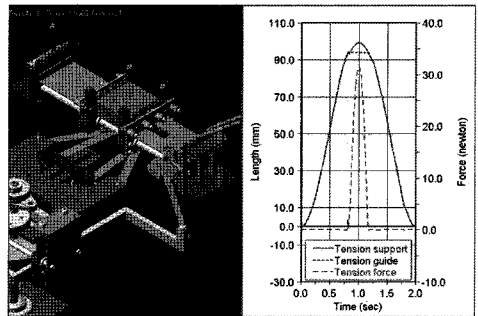


Fig. 5 Spring modulus for absorption-force by compression

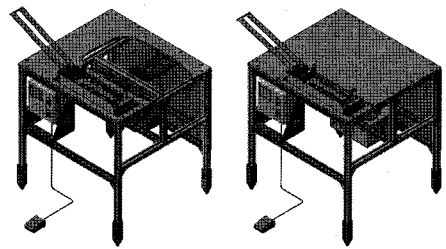


Fig. 6 3D-CAD Model of bundling machine

2.5 시제품제작과 성능시험 및 고찰

본 결속기의 시제품제작을 위한 제작도면은 기 모델링된 3D-CAD데이터로부터 2D Draft 기능을 활용하여 작성하였다. 시제품제작에 있어서는 결속 끈 자동공급 및 절단장치 그리고 저울을 포함시켰다. 설계사양에 따라 제작한 부추 전용 포장 결속기의 시제품은 Fig. 7과 같다. 그리고 부추 결속 작업의 과정은 Fig. 8과 같다.

본 시제품의 성능시험에서는 부추를 0.5kg씩 단을 지어 총 10단을 결속지어 검사하였다.

본 결속기의 결속성능시험에서 결속 사이클 타임은 평균 23초가 걸렸다. 일반적으로 수작업에 의한 결속능력은 시간당 60~70단을 묶을 수 있다. 이를 비교하면 본 결속기의 결속성능은 시간당 156단을 묶을 수 있었으며 수작업에 비해 약 2배 이상의 결속성능을 나타내었다.

불완전결속과 손상의 검사는 결속다발에 대한 부추의 포기를 하나하나 헤아리는 것은 무리가 있어 다발수를 헤아리고 육안검사로 손상유무를 판단하였다. 결속손상과 불완전결속은 거의 나타나지 않았으며 결속강도는 수작업에 비해 아주 단단하였다.

본 결속기의 최대 목표는 묶음단의 단면모양이 황금비율의 사각형으로 결속되어 지는 것이다. 본 결속기에 의해 결

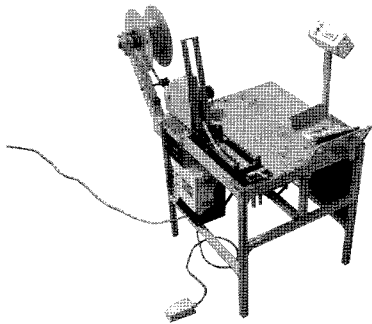


Fig. 7 A picture of the prototype of the bundling machine

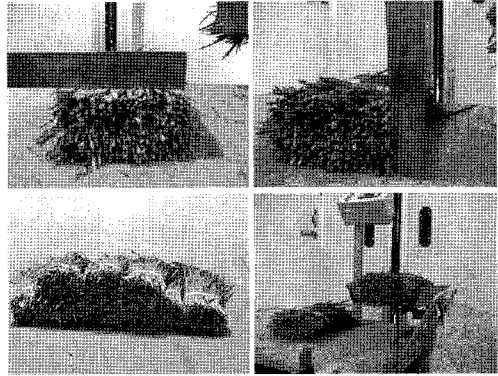


Fig. 9 Bundle shape of Allium-odorum(leek)



Fig. 8 Procedure of bundling work

속된 단 묶음 형상을 Fig. 9에 나타내었다. 묶음 단의 단면 모양은 직사각형으로 묶어진 것을 확인할 수 있으며, 이것의 폭(110mm)과 높이(65mm)의 비는 1.69로 황금비(1:1.618)에 가까움을 확인할 수 있다.

본 시제품의 성능시험 결과를 Table 2에 정리하였다.

본 성능시험에서는 개발한 부추 전용 포장결속기의 묶음 단의 단면모양을 직사각 모양으로 압축하여 잡아주는 과정의 자동화와 이러한 자동화는 결속된 부추 묶음단의 모양을 일정하게 유지하여 상품성을 향상시키고, 지속적인 작업이 가능할 뿐만 아니라 결속작업 시간을 단축하여 생산성이 향상됨을 확인할 수 있었다. 그리고 본 결속기의 차후의 과제로는 작업과정에 있어서 덮개를 자동으로 닫힘과 열림이 이루어지도록 개선하여 결속능률을 더욱 높일 필요가 있음을

Table 2 Performance test results of prototype

Test	Bundling capacity (sheaf/hr)	Imperfect on bundle rate (%)	Bundling strength (N)	Damage rate (%)
Standard	Design Max	Less than 5%	More than 20N	Less than 5%
Results	156	0	23.2	0

아울러 확인하였다.

3. 결론

본 연구에서는 묶음단의 모양을 황금비율의 사각형으로 묶기 위한 결속메커니즘과 편심롤러와 삼각링크에 의한 가압메커니즘을 제안하였다. 그리고 결속메커니즘의 기구학적인 모델링과 해석을 각각 수행하여 설계파라미터를 도출하였다. 설계파라미터를 바탕으로 전적으로 수작업에 의해 이루어지던 부추포장 결속작업을 반자동형으로 설계하고 시제품을 제작하여 시제품에 대한 성능테스트를 수행하였다. 또한 상품화를 추진 중에 있으며, 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 본 결속기의 묶음 단 결속 압축부 크기는 폭 80mm, 높이가 50mm로 설계되었으며, 묶음단의 크기에 따라 폭을 122mm까지 조절이 가능하도록 개발하였다.
- (2) 본 결속기의 결속능력은 수작업에 비해 2배 이상의 결속능률을 보였다.
- (3) 본 결속기의 불완전결속이나 부추의 결속손상은 거의 발생하지 않았으며 결속형상의 단면은 황금비율의 직사

각형으로 양호한 상태를 보였다.

- (4) 본 부추 단 묶음 결속기는 묶음단의 단면모양을 황금비율의 사각형으로 결속이 가능하여 상품성 향상과 농촌 인력의 노령화로 장시간 작업의 어려움을 개선하여 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 울산대학교 교내연구비와 지식경제부 지정 경일대학교 자동차부품시험 지역혁신센터의 일부지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- (1) Park, Y. J., Kim, M. H., and Bae, S. J., 2002, "Anticarcinogenic Effects of *Allium tuberosum* on Human Cancer Cells," *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.*, Vol. 34, No. 4, pp. 688-693.
- (2) NAQMS., 2006, *The cultivation trend of main crop classified by local area*, National Agricultural Products Quality Management Service, Registered number: 11-1380729-000017-10, pp. 14.
- (3) RDA., 1999.12, *The labor input times by classification of the work step and the main crop*, The Rural Development Administration(the room of management of agriculture), Research report of agriculture management, Registered number: 31200-51710-57-9962, Vol. 84, pp. 59.
- (4) Jun, H. J., Kim, C. K., Choi, Y., Park, W. J., Hong, J. T., and Kim, Y. K., 2001, "Development of Chinese leek Seeder," *Korean Society of Agricultural Machinery, Proceedings of The KSAM 2001 Summer Conference*, pp. 46-52.
- (5) Jun, H. J., Hong, J. T., Choi, Y., and Kim, S. H., 2001, "Development of Chinese leek Harvester," *Korean Society of Agricultural Machinery, Proceedings of The KSAM 2001 Summer Conference*, pp. 39-45.
- (6) Han, K. S., Son, J. Y., Yun, J. H., Park, W. K. and Kang, C. H., 1999, "Development of automatic binding machine for vegetables," *Proceedings of The KSAM 1999 Winter Conference*, pp. 668-673.
- (7) Gong, J. Y., 1986, "Relation the Role of Water in Withering and Mechanical Properties of Some Leafy Vegetables. 1. Effect of Withering on Viscoelastic Properties of Spinach and Leek," *J. KOREAN SOC. FOOD NUTR.*, Vol. 15, No. 3, pp. 286-293.
- (8) Jun, H. J., 2006, *Development of a stem-cutting type harvester for non-head leafy green vegetables*, A Thesis for a Doctorate, Kangwon National University, Republic of Korea, pp. 45-47.
- (9) STANDARD of MFAFFK., 1999.1, *The standards book for shipments of farm produce*, the Ministry of Food- Agriculture -Forestry and Fisheries of Korea, pp. 94-97.
- (10) Jun, H. J., Hong, J. T., Choi, Y., Sim, S. Y., and Kim, S. H., 2000, "A Survey of Mechanization for Chinese Leek Production," *Korean Society of Agricultural Machinery, Proceedings of The KSAM 2000 Winter Conference*, pp. 63-69.
- (11) Kim, Y. S., Park, S. H., Lee, C. D., and Yang, S. Y., 2008, "A study on Design of Package Bundling Mechanism for *Allium-Odorum*," *Korean Society of Machine Tool Engineers, Proceeding of the KSMTE Spring Conference 2008*, pp. 164-168.
- (12) STANDARD of NIAE, 2007.3, *Experiment method of binding Machine for agricultural products*, National Institute of Agriculture Engineering, NAMRI T 6050.
- (13) STANDARD of NIAE, 2004.12, *Checkup standards of binding Machine for agricultural products*, National Institute of Agriculture Engineering, NAMRI S 6050.
- (14) MSC, 2005, *SimDesigner Catia V5 R14 Manual, Chap: 'SMO' guide part*, MSC Software, Santa Ana, CA 92707 USA, pp. 90-96.
- (15) MSC., 2001, *Basic ADAMS Full Simulation Package Training Guide. Version 12.0. Chapter: Adams Postprocessor guide part*, MSC Software, Santa Ana, CA 92707 USA, pp. 47-60.