

구기자의 가지 및 열매의 특성에 관한 연구

Physical Characteristics of Stem and Fruit of

Lycium chinense Mill

서 정 덕*

정회원

J. D. So

허 윤 근**

정회원

Y. K. Huh

이 상 우**

정회원

S. W. Lee

ABSTRACT

Physical characteristics of stem (i.e., length and diameter) and branch, and detachment force of mature and immature fruits of 12 species of the *Lycium chinense* Mill at a cultivar were determined. The number of stems and branches were counted after the first and second pruning of each plant. Length and diameter of the stem were average of 113.5 cm and 9.5 mm for 12 species of the *Lycium chinense* Mill, respectively. Average number of stem and number of branch after the first and second pruning in each plant were 5, 30, and 61, respectively. Diameter of major and minor axis of the fruit was average of 13.8mm and 8.3mm, respectively, and the sphericity of fruits was average of 0.7 for 12 species of *Lycium chinense* Mill. Detachment force of mature and immature fruits was average of 1 N and 2.7 N, respectively, for 12 species of the *Lycium chinense* Mill. The maximum and minimum detachment force of the mature fruits was 2.06 N and 0.39 N, respectively, and that of the immature fruits was 3.72 N and 1.27 N, respectively. The force-weight ratio showed a decreasing trend as the weight of fruit increasing for all samples.

주요용어(Key Words): 구기자(*Lycium chinense* Mill), 물리적 특성(Physical characteristic), 탈립력(Detachment force), 힘-무게 비(Force-weight ratio)

1. 서 론

구기자(*Lycium Chinense* Mill)는 가지과에 속하는 높이 1m 내외의 낙엽성 관목으로서 열매는 주로 한 약재나 건강음료로 이용되며 잎이나 뿌리는 약재로

이용된다. 구기자는 6월부터 개화가 시작되어 8~11월 사이에 5~7차례 수확하며, 열매가 익으면서 꽃도 피는 무한화서를 이룬다. 구기자 열매는 줄기의 눈에서 4~10개의 열매가 순차적으로 익고, 구기자 가지에서 익은 상향, 열매는 하향을 취하고 있다(청

* 충남대학교 농업과학연구소

** 충남대학교 농업기계공학과

양구기자시험장, 1997).

전국의 구기자 단위 평균 생산량은 1986년도에 1.6 ton/ha이었으나 1996년도에는 2.5 ton/ha로 증가하였으며, 과거 10년 동안에 재배면적과 생산량 역시 각각 약 4배와 5배로 증가하였다(이봉춘 외 4인, 1994). 하지만, 구기자 생산 과정에서 소요되는 전체 노동력의 84% 이상이 수확작업에 소요되며, 또한 노동력에 의한 수확작업의 한계성으로 인하여 개별 농가의 재배면적이 약 10a 정도의 수준에 지나지 않는다(송전의 외 2인, 1993). 따라서 수확작업의 기계화는 노동력 수요를 줄이고 생산원가를 낮추는 동시에 농가소득을 높이는 효과를 가져와 재배농가의 안정적 수입을 가능케 하는 수단으로서 반드시 해결해야 할 과제이다. 현재까지는 구기자의 품종개량 및 재배기술에 관한 연구는 많이 진행되어 왔으나 수확작업의 기계화에 필요한 제반 연구는 매우 부족한 실정이다.

구미 여러 나라에서는 1960년대부터 노동생산성 향상을 위한 곡물, 과일, 야채 등의 수확 기계 개발에 대한 연구활동이 활발하게 진행되어 왔으며, 이러한 연구 결과를 바탕으로 많은 종류의 수확기가 실용화되어 농가에 보급되어 있다(Wang, 1965; Markwardt et al., 1964). 또한 작업기계 혹은 자동 수확기 개발에 필수적인 곡물, 과일 및 야채에 관한 역학적 또는 물리적 특성에 관한 연구가 선행되어 이를 기초로 하여 밀, 옥수수 등의 곡물과 사과, Cherry 등의 과일, 그리고 토마토, 양배추 등의 채소의 수확작업의 기계화가 이루어졌다(Kondo et al., 1996; Edan and Miles, 1993; Nyborg and Coulthard, 1969; Coppock et al., 1969).

국내에서는 최근 과일, 야채 등을 기계적 혹은 자동 수확을 위해 수확작업의 기계화에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있어 발작물의 재배 및 수확작업의 기계화가 곧 실현될 수 있을 것으로 전망된다(윤진하, 1996).

구기자 열매를 수확하는데 있어서 기계적 수확 방

법(진동 혹은 다른 방법)을 이용할 경우 수확 장치가 가하는 힘의 특성, 시간, 열매와 줄기의 역학적 특성 등이 열매의 탈립성을 결정하는 요인으로 작용할 것이다. 본 연구는 구기자 수확기 개발을 위한 기초연구로서 구기자의 품종별 생육 및 열매 특성, 그리고 성숙과와 미숙과의 탈립력을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 구기자 줄기의 길이 및 직경, 주당 줄기 수 및 분지수 등 재배학적 특성, 열매의 과장, 과경, 무게, 착과수 등 열매의 물리적 특성, 성숙과와 미숙과의 탈립 특성 등을 조사하기 위하여 아래와 같은 시료와 기기 등을 사용하였다.

가. 실험 재료

구기자의 생육 및 열매 특성을 파악하기 위해 사용한 공시재료는 1997년도에 청양구기자시험장에서 재배되었던 12가지의 구기자 품종(청양재래, 진부재래, 진도재래, 금산재래, 해남재래, 유성1호, 유성2호, 중국1호, 중국2호, 영하, 일본1호, 청양구기자)이다.

나. 측정 항목 및 방법

(1) 구기자의 생육 및 열매 특성

가) 줄기 특성

구기자의 줄기 길이(경장) 및 직경은 10월말 품종별로 20주를 무작위로 추출하여 버어니어 캘리퍼스 측정 후 평균값으로 나타내었으며, 주당 줄기수 및 1차와 2차 적심 후의 분지수 등을 분석하였다. 줄기의 직경은 주 가지의 하단에서 측정하였다.

나) 엽면적

구기자의 엽면적은 구기자 품종별 20주를 선택한 후 각 주에서 20개의 엽을 채취한 후 엽면적 측정기 (모델 LI-3100, LI-COR, Inc)를 사용하여 측정한 다음 평균값으로 나타내었다.

다) 열매의 물리적 특성

구기자 열매의 과장(mm), 과경(mm), 구형을 (Sphericity) 및 100과중(100 fruit mass, g) 등을 품종별로 측정하였다. 열매의 특성은 품종별로 포장에서 20주씩 선택한 후 각주에서 수확 시에 20개의 열매를 채취하여 버어니어 캘리퍼스로 측정한 후 평균값으로 나타내었고, 구형율은 기하학적 평균직경(Geometric Mean Diameter)을 장경(Major Diameter)으로 나눈 값을 사용하였다(Mohsenin, 1970). 기하학적 평균 직경은 (과장 × 과경 × 과폭)^{1/3}으로 계산하였으며 여기서 과경과 과폭은 동일한 것으로 가정하였다. 100과중(g)은 열매 100개의 무게로 환산한 값을 나타낸다. 또한 100과중을 생중(g)과 건중(g)으로 표기하였으며 생중(g)은 수확 직후의 무게를 나타낸 것이며 건중(g)은 수확한 구기자를 60℃에서 24시간 오븐 건조시킨 후에 무게를 측정된 것이다. 착과수는 주당 연간 산출량을 품종별로 조사한 것이다. 수량(kg/10a)은 품종별 20주에서 연간 생산된 양을 주당 평균값으로 환산한 후 주당 재배간격 (120cm × 40cm)을 고려한 환산면적 10a에 적용하여 산출한 값이다.

(2) 탈립력

구기자의 품종별 탈립력(N) 측정 실험은 무작위로 선정한 30개의 시료를 사용하여 1997년 11월에 포장에서 직접 실시하였으며, 성숙과와 미숙과의 구별은 육안으로 성숙과는 빨간색, 미숙과는 녹색으로 구분하였다. 또한, 공시 품종별 성숙과와 미숙과의 탈립력의 차이를 분석하고자 Duncan의 다중범위시험(Steel and Torri, 1980)을 실시하였다.

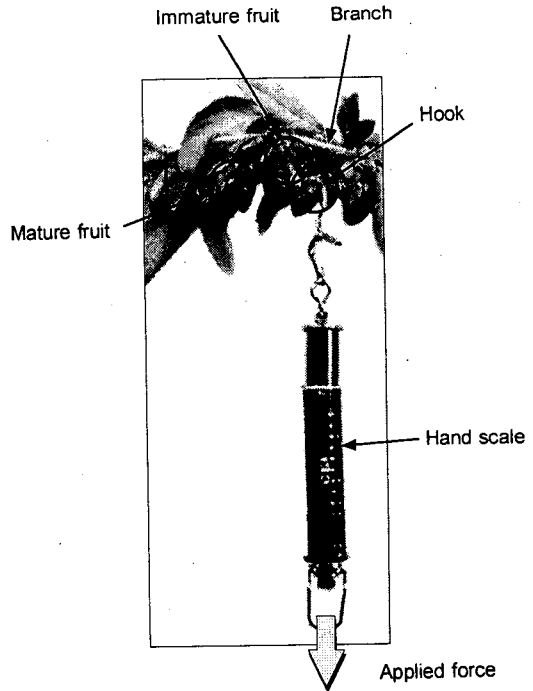


Fig. 1 Assembled picture of fruit detachment force test.

탈립력은 구기자 열매를 최대용량이 500g이고, 한 눈금당 4g씩 증가하는 매달림 지시저울(L200, Dae Hwa)을 이용하여, 포장에서 열매가 가지에 매달린 상태에서 고리를 열매에 걸어 아래로 수직으로 당기면서 열매가 꽃받이에서 떨어질 때의 힘을 측정하였다(그림 1). 이 때 구기자 열매가 수직으로 매달려 있기 때문에 열매의 무게도 탈립력에 포함되어 있다.

(3) 힘-무게 비

힘-무게 비(Force-weight ratio)는 각 열매의 탈립력과 과일 무게의 비(F/W)를 나타내며, 탈립력(N)을 열매의 100과중으로부터 구한 개별 열매의 무게(g)로 나누고 단위환산 후 소수로 표기하였다.

3. 결과 및 고찰

나. 구기자 열매 특성

가. 줄기 및 엽의 특성

품종별 구기자 줄기의 경장(cm), 직경(mm), 줄기수(ea/plant), 분지수(ea/plant) 및 엽면적(cm²)의 측정 결과를 표 1에 나타내었다. 공시한 구기자 전 품종의 평균 경장 및 줄기 직경은 각각 113.5cm와 9.5mm로 나타났으며, 평균 줄기수는 5개, 평균 분지수는 1차 및 2차 적심 후 각각 30개와 61개로 나타났다. 본 실험에서 공시한 품종 중 경장과 줄기 직경이 가장 크고 줄기수가 가장 적은 것은 중국1호이며 줄기 수가 가장 많은 것은 유성2호인 것으로 나타났다. 분지수(ea/plant)는 영하가 1차 적심 후 40개로 가장 많았고 2차 적심 후에는 유성1호가 79.9개로써 가장 많은 것으로 나타났다. 구기자의 엽면적은 품종별로 다소의 차이가 있으며, 그 중 유성2호가 엽면적이 30.4cm²로 가장 큰 것으로 나타났다.

품종별 구기자의 과장(mm), 과경(mm), 구형율(Sphericity) 및 100과중(g)을 표 2에 나타내었다. 구기자 전체 품종의 평균 과장과 과경은 각각 약 14mm와 8mm이고, 100과중의 생중 및 건중의 평균은 각각 34.7g과 12.1g이었다. 구기자 열매의 구형율은 평균 0.7이며, 전 품종에 있어서 구형율의 범위는 0.63~0.76이었다. 또한 주당 평균 착과수는 997개인 것으로 나타났다.

공시 품종 중 중국1호가 과장, 과경은 가장 작았으며, 또한 100과중의 생중은 가장 큰 반면 건중은 가장 작은 품종으로 분석되었다. 한편, 100과중 건중의 무게가 가장 큰 품종은 금산재래로서 14.7g이었다. 품종별 주당 착과수는 유성2호, 청양구기자, 금산재래 순으로 많이 나타났으며 영하 품종이 가장 낮은 값으로 나타났다.

공시한 구기자 품종의 연간 평균 수량(kg/10a)은

Table 1 Physical characteristics of stems, branches, and leaves of the *Lycium chinense* Mill

Species	Stem		No. of stems (ea/plant)	No. of branches (ea/plant)		Area of leaf (cm ²)
	Length (cm)	Diameter (mm)		1st	2nd	
Chongyangjaerae	101	8.1	5.3	30.8	43.3	22.0
Jinbujaerae	107	8.6	4.6	29.1	57.5	23.6
Jindojaerae	110	8.9	5.6	37.5	69.0	27.0
Keumsanjaerae	110	10.5	4.7	31.1	66.5	28.9
Hanamjaerae	109	10.1	5.1	37.4	72.8	22.9
Yousung1ho	115	10.1	5.5	36.4	79.9	29.6
Yousung2ho	119	9.5	7.2	39.9	64.2	30.4
Joongkuk1ho	133	11.3	4.5	30.9	52.8	26.6
Joongkuk2ho	119	9.7	4.9	34.7	75.0	24.2
Youngha	122	9.3	6.6	40.0	58.6	17.6
Ilbon1ho	94	7.9	6.6	34.3	76.3	17.4
Chongyangkukija	123	10.0	5.6	37.9	75.2	24.9
Mean	113.5	9.5	5.1	30.1	61.0	24.6

Table 2 Physical characteristics of the fruits of the *Lycium chinense* Mill

Species	Fruit		Sphericity	100 fruit mass (g)		No. of fruits (ea/plant)	Amount of harvest (kg/10a)	
	Length (mm)	Diameter (mm)		Wet	Dry		Wet	Dry
Chongyangjaerae	15.3	8.2	0.64	31.5	11.9	995	402	152
Jinbujaerae	15.9	8.3	0.63	32.1	12.3	966	467	179
Jindojaerae	14.3	8.6	0.70	25.2	11.7	890	262	122
Keumsanjaerae	16.2	9.2	0.70	36.8	14.7	1,173	489	195
Hanamjaerae	15.2	8.3	0.65	28.5	12.1	1,112	564	239
Yousung1ho	12.4	7.1	0.67	20.9	10.6	823	445	226
Yousung2ho	14.5	9.5	0.74	35.0	14.2	1,623	697	283
Joongkuk1ho	10.4	7.0	0.75	38.8	10.1	752	384	100
Joongkuk2ho	12.8	8.8	0.76	28.1	12.3	720	323	141
Youngha	13.0	7.7	0.70	19.2	10.8	655	199	112
Ilbon1ho	12.8	8.8	0.76	23.5	10.4	845	210	93
Chongyangkukija	13.5	8.6	0.72	32.0	13.8	1,414	664	286
Mean	13.8	8.3	0.7	34.7	12.1	997.3	425.5	177.3

생종과 건종 각각 426(kg/10a)과 177(kg/10a)이었으며, 품종별 생종 수량은 유성2호(697kg/10a), 청양구기자(664kg/10a) 순으로 큰 것으로 나타났고, 건종은 청양구기자(286kg/10a), 유성2호(283kg/10a) 순인 것으로 나타났다.

다. 탈립력

표 3은 품종별 성숙과와 미숙과의 평균 탈립력을 나타낸 것이다. 성숙과와 미숙과의 평균 탈립력은 각각 1.00N과 2.70N으로서 미숙과의 탈립력이 2.7배 높았다. 품종별로 성숙과의 경우 탈립력이 가장 높은 것은 유성1호로 1.37N이며 가장 작게 나타난 것은 중국1호로 0.66N이었다. 미숙과의 탈립력은 청양구기자가 3.02N으로 가장 컸으며, 영하가 2.05N으로 가장 작은 것으로 나타났다.

외대 재배한 청양1호의 탈립력은 표 4에 나타난 바와 같이 9월과 11월에 측정한 성숙과의 평균 탈립력은 각각 1.054N 및 1.047N으로 조사되었으며, 미

숙과의 평균 탈립력은 각각 2.461N과 2.299N으로 나타났다. 이는 미숙과의 탈립력이 성숙과 보다 두 실험 시기에서 약 2.2배 많은 것으로서 성숙과와 미숙과의 탈립력에 있어서 현격한 차이를 보였다. 또한, 구기자 열매의 탈립력은 성숙과와 미숙과 모두 11월에 실험 조사한 값이 9월에 실험한 값보다 조금 낮게 나타났다.

라. 힘-무게 비

진동을 이용한 기계적 수확방법에서 과립을 가지로부터 이탈시키는데 영향을 미치는 요인중의 하나가 관성이며, 관성의 크기는 힘-무게 비(Force-weight ratio)에 의존한다(Wang, 1965). 따라서 열매의 무게나 탈립력은 수확장치의 성능에 영향을 미치는 중요한 특성이다(Markwardt et al., 1964). 그림 2는 품종별 성숙과와 미숙과의 F/W비의 분포를 나타내고 있다. 공시한 모든 품종에 있어서 성숙과와 미숙과의 평균 F/W비는 각각 365.43과 962.04로 미숙과

Table 3 Fruit detachment force of the *Lycium chinense* Mill in each species (N)

Detachment force (N)				
Mature				
Species	Avg.	Duncan Grouping*	Min.	Max.
Yousung1ho	1.37	A	1.18	2.06
Jinbujarae	1.27	AB	0.69	1.96
Jindojaerae	1.16	BC	0.59	1.57
Keumsanjaerae	1.12	BC	0.49	1.67
Chongyangjaerae	1.02	CD	0.69	1.57
Yousung2ho	1.01	CD	0.59	1.47
Joongkuk2ho	1.00	CDE	0.49	1.67
Chongyangkukija	0.99	CDE	0.69	1.18
Ilbon1ho	0.88	DE	0.49	1.27
Hanamjaerae	0.83	E	0.49	1.18
Youngha	0.67	F	0.39	0.98
Joongkuk1ho	0.66	F	0.39	1.08
Mean	1.00		0.62	1.48
Immature				
Species	Avg.	Duncan Grouping*	Min.	Max.
Chongyangkukija	3.02	A	2.06	3.72
Jinbujarae	2.98	A	2.16	3.63
Yousung1ho	2.90	AB	2.45	3.63
Yousung2ho	2.87	ABC	1.96	3.63
Keumsanjaerae	2.87	ABC	1.96	3.72
Chongyangjaerae	2.84	ABC	1.96	3.33
Ilbon1ho	2.70	ABCD	2.16	3.14
Joongkuk2ho	2.56	BCD	2.06	3.63
Hanamjaerae	2.48	CD	1.47	3.63
Joongkuk1ho	2.42	D	1.47	3.63
Jindojaerae	2.32	DE	1.47	3.43
Youngha	2.05	E	1.27	2.94
Mean	2.67		1.87	3.50

* Means with the same letter are not significantly different.

가 성숙과에 비해 약 2.6배 높은 것으로 나타났으며, 전반적인 성숙과와 미숙과의 F/W비의 범위는 각각 103.09~634.92와 526.32~1,770.34이었다. 그림 1에

서 진도재래를 제외한 모든 품종에서 미숙과와 성숙과의 F/W비는 현격한 차이를 보이고 있으며, 이는 기계식 수확기를 개발하는데 미숙과와 성숙과를 구

Table 4 Fruit detachment force of the *Lycium chinense* Mill, Cheongyang1ho (N)

	Fruit detachment force (N)					
	September			November		
	Avg.	Max.	Min.	Avg.	Max.	Min.
Mature	1.054	1.274	0.784	1.047	1.666	0.686
Immature	2.461	3.528	1.764	2.299	3.087	1.372

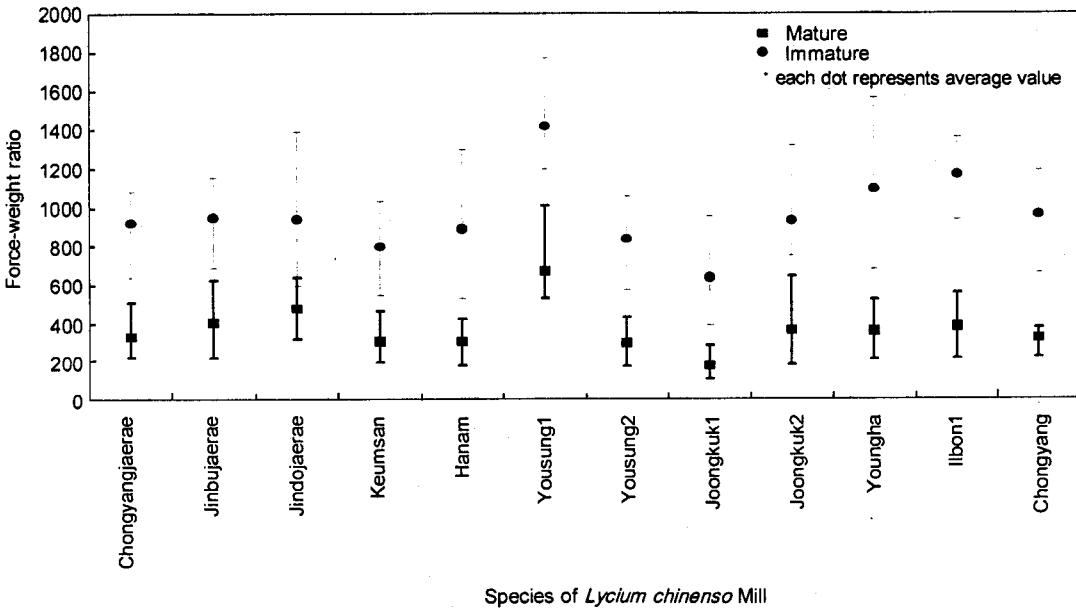


Fig. 2 Force-weight ratio distribution of each species of *Lycium chinense* Mill fruits.

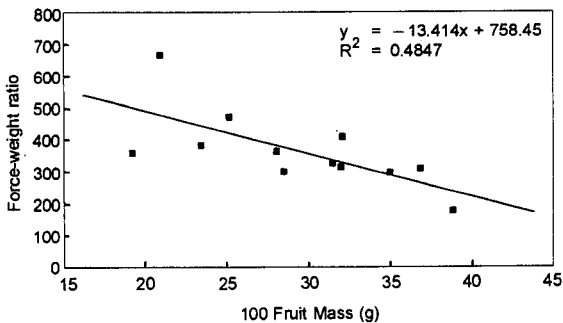


Fig. 3 Relationship between 100 fruit mass and force-weight ratio.

분하여 수확하는데 중요한 자료가 될 것으로 판단된다.

그림 3은 구기자의 품종에 관계없이 100과중과 F/W비의 관계를 나타낸 것으로 과중이 많을수록 F/W비가 감소하는 경향을 나타내었다.

4. 결론 및 요약

본 실험에서 실시한 구기자의 생육 및 열매특성, 그리고 성숙과와 미숙과의 탈립력 및 F/W비 등을 실험 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 구기자의 경장과 줄기 직경은 각각 113.5cm와 9.5mm로 측정되었으며, 주당 평균 줄기수는 5개로 나타났다.

2) 구기자 열매의 평균 과장과 과경은 각각 13.8 mm와 8.3mm이고, 평균 구형율은 0.7로 나타났다.

3) 미숙과와 성숙과의 탈립력은 공시한 모든 품종에 있어서 미숙과가 성숙과에 비하여 약 2.7배 높은 것으로 나타났다.

4) 수확시기별 구기자의 성숙과와 미숙과의 탈립력은 수확 시기가 늦어질수록 감소하는 경향이 있는데, 모든 품종의 특성을 파악하기 위해서는 몇 년간 지속적인 연구의 필요성이 제기된다.

5) 각 품종의 평균 F/W비는 열매의 무게가 무거울수록 감소하는 경향을 나타내었다.

6) F/W비의 범위는 기계식 수확기를 이용하여 성숙과와 미숙과를 구분하고 수확시 95~100%의 수확능률을 나타낼 수 있는 수확기 개발의 중요한 자료로 사용될 수 있다고 판단된다.

본 실험에서 연구된 구기자 열매의 탈립력과 F/W비는 기계식 방법을 이용한 구기자 수확기를 개발하는데 중요한 설계변수로 사용할 수 있을 것으로 판단되며, 앞으로 탈립에 소요되는 시간, 수확시기, 재배방법 등의 특성에 따른 탈립력과 F/W비에 대한 상세한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 송전희, 권경학, 한규홍. 1993. 구기자의 합리적 경영규모에 관한 연구. 충청남도 농촌진흥원, 청양구기자시험장. 청양, 충남.
2. 윤진하. 1996. 원예생산의 기계화. Horticulture World 1(4):9-11.
3. 이봉춘, 서관석, 조임식, 백승우, 노재관. 1994. 청양지방의 구기자 (*Lycium chinense* Mill) 재배 현황. J. Oriental Bot. Res 7(1):23-28.
4. 청양구기자시험장. 1997. 구기자 품종의 생육 특성 및 수량성.
5. Coppock, G. E., S. L. Hedden and D. H. Lenker. 1969. Biological properties of citrus fruit related to mechanical harvesting. Transactions of the ASAE 12(4):561-563.
6. Edan, Y. and G. E. Miles. 1993. Design of an agricultural robot for harvesting melons. Transactions of the ASAE 36(2):593-603.
7. Kondo, H., Y. Nishitsuji, P. P. Ling and K. C. Ting. 1996. Visual feedback guided robotic cherry tomato harvesting. Transactions of the ASAE 39(6):2331-2338.
8. Markwardt, E. D., R. W. Guest, J. C. Cain and R. L. LaBelle. 1964. Mechanical cherry harvesting. Transactions of the ASAE 7(1):70-74, 84.
9. Mohsenin, N. N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers. New York.
10. Nyborg, E. O. and T. L. Coulthard. 1969. Design parameters for mechanical raspberry harvesters. Transactions of the ASAE 12(5):573-576.
11. Steel, R. G. D. and J. H. Torri. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, New York, NY.
12. Wang, J. K. 1965. Mechanical coffee harvesting (Part A and B). Transactions of the ASAE 8(5):400-405.