

마늘파종기 개발에 관한 연구 (I)

— 마늘의 파종실태 및 물리적특성 조사 —

Development of a Garlic Clove Planter (I)

— Survey for planting condition and physical properties of garlic clove —

박원규	최덕규	김영근
정희원	정희원	정희원
W. K. Park	D. K. Choi	Y. K. Kim

SUMMARY

Upright positioning of garlic cloves has been considered as an essential process for mechanical planting because positioning affects the quality and yield of garlic production. Due to the geometrical uniqueness and irregularity of garlic cloves in shape, the planting operation has been conducted by manual. Manual planting requires intensive labors and high production cost.

The overall goal of this research was to develop a garlic clove planter which maintains a garlic clove upright. Specific objective was investigating planting condition and physical properties of garlic clove. The results were summarized as follows : Based on the survey results, a garlic clove planter should have a planting capacity of at least 140 cloves in a pyung (3.3m²) with the row spacing of 140mm and hill spacing of 120mm for a productive cultivation.

Keywords : Garlic clove planter, Planting condition, Physical property, Nanji type garlic clove, Hanji type garlic clove.

1. 서 론

우리 나라의 마늘 재배면적은 42,416ha이며, 생산량은 483,778톤(1999년도 기준)으로 고추와 더불어 밭작물의 중요한 농가 소득원이다. 마늘의 재배공정을 순서대로 보면 종자준비, 기비사용, 경운정지, 파종, 비닐피복 및 복토, 추비사용, 비닐뚫기, 방제, 제초, 쫓뽑기, 관수, 수확 그리고 건조작업 등이다. 이 중 파종작업에 투입되는 노동시간

은 총노동투하시간의 15%로 높은 비율을 차지하고 있다. 더욱이 파종작업은 꾸부려서 해야되는 힘든 작업으로 기계화가 되지 않으면 생산비 절감은 물론 경쟁력 향상에 한계가 있다(농촌진흥청, 1996). 특히 마늘은 1립씩 파종해야 하고, 종자의 파종자세가 마늘의 생육, 수확량 및 상품성 등에 영향을 미치므로 가능한한 발근부가 지면에 접하고 맹아부가 위로 오도록 마늘을 세워서 파종하여야 한다. 그러나 씨마늘의 형상이 특이하기 때문에

This article was submitted for publication in April 2001; reviewed and approved for publication by editorial board of KSAM in May 2001. The authors are W. K. Park, D. K. Choi, Y. K. Kim, National Agricultural Mechanization Research Institute, 249 Suhdun-dong, Kwonsun-ku, Suwon City, 441-100, Korea. The corresponding author is Won Kyu Park, Director-General, National Agricultural Mechanization Research Institute, 249 Suhdun-dong, Kwonsun-ku, Suwon, 441-100, Korea. E-mail : <parkwk@rda.go.kr> .

마늘을 파종하는 메커니즘을 개발하는데 기구학적 으로 많은 변수를 고려해야 하는 어려움이 있다.

본 연구의 목적은 마늘의 재배양식, 파종실태, 토양조건을 조사하고 마늘의 종류와 품종별 크기, 형상, 무게, 압축강도 등의 물리적특성(이하 물성)을 측정 분석하여 마늘파종기 설계시 고려해야 할 설계요인을 구명하고 마늘파종기 개발방향을 제시 하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 마늘의 파종 실태조사

마늘파종기 개발에 관련된 설계요인과 개발방향 설정에 필요한 자료를 구명하고자 마늘 주산단지의 생산 농가를 1999년 9월초부터 10월말까지 직접 방문하여 설문 조사하였다. 마늘은 크게 난지형과 한지형으로 구분되는 것을 고려하여 충북 단양, 충남 서산, 전남 무안, 경북 의성, 경남 남해 등 주산단지 중심으로 1,500평 이상 마늘을 재배하는 농가를 대상으로 각 지역별로 10농가를 선정하여 파종시기, 재배양식, 파종자세, 비닐피복상태 등을 조사하였다. 조사된 마늘 품종은 난지형 마늘의 경우 남도종과 남해종이었고, 한지형 마늘의 경우는 서산종, 의성종, 단양종이었다.

나. 마늘의 물성조사

마늘파종기의 주요부 제원 설정을 위한 마늘의 물성은 난지형과 한지형으로 분류하여, 난지형은 전남 무안과 경남 남해에서, 한지형은 충북 단양,

충남 서산, 경북 의성에서 생산된 마늘을 품종별로 수집하여 분석하였다. 조사항목으로는 마늘의 품종별 크기와 형상 그리고 마늘을 직립파종시 배종버킷이 마늘을 잡고 이동하게 됨으로 마늘의 압축강도를 조사하였다. 마늘의 압축강도는 농업기계화연구소에 있는 Texture Analyzer(Model TA-X2)를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 마늘의 크기 및 형상에 맞게 직경 5mm의 압축강도 시험용 원통형 탐침봉으로 2.0mm/s의 속도로 5mm까지 관입하면서 최대압축강도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 마늘의 파종실태

(1) 마늘의 종류

우리 나라에서 재배되는 마늘은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 비교적 겨울에도 기온이 따뜻한 전남, 경남, 제주지역에 심었던 마늘과 상대적으로 겨울이 추운 강원, 경북지역에 심었던 마늘로 구분되며 전자를 난지형 마늘, 후자를 한지형 마늘이라고 한다. 한편 충청, 전북지역에서는 난지형과 한지형을 동시에 재배(혼합형)하고 있으나 최근에는 한지형에서 난지형으로 바뀌어가고 있는 추세이다. 난지형 재배면적이 1993년에 62.3%이었으나 1999년에는 75.4%로 증가했다. 표 1은 마늘 재배 형태별 재배면적과 수량 변화를 나타낸 것이다(한국농촌경제연구원, 2000).

(2) 마늘의 재배양식 및 파종실태

마늘 파종시기를 보면 한지형 마늘 재배지역인

Table 1 Trends of garlic yield and cultivation area by cultivar

		Unit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total cultivation area		1,000ha	36.2	35.0	39.6	42.0	36.3	37.3	42.4
Area share by variety	Nanji	%	62.3	64.4	67.4	70.0	71.4	73.0	75.4
	Hanji		37.7	35.6	32.6	30.0	28.6	27.0	24.6
Yield per 10a	Nanji	kg/10a	1,270	1,174	1,406	1,227	1,251	1,216	1,317
	Hanji		765	705	755	841	777	608	665
Total yield	Nanji	1,000t	286.4	264.6	375.3	360.7	324.2	332.0	421.0
	Hanji		106.5	97.7	86.4	95.3	69.6	61.9	62.8

단양, 예천, 의성에서는 논밭 마늘 모두 10월 중순 경부터 11월 상순까지이며, 난지형 마늘 재배지역인 무안의 밭마늘은 9월 하순부터 10월 중순이며, 남해의 논마늘은 9월 하순부터 10월 중순까지이다. 따라서 파종시기는 지역간 20일 정도의 차이가 있는 것으로 조사되었고, 표 2는 지역별 마늘의 파종시기와 재배양식을 나타내고 있다.

마늘의 재식밀도, 두둑 폭, 고랑 폭, 고랑 깊이 등 재배방식도 지역에 따라 약간의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 의성을 제외한 대부분 지역의 두둑 폭은 1,300~1,800mm, 재식주수는 평당 140~160주였다. 그러나 의성의 두둑폭은 3,600~4,000mm로 넓은 편이었고 재식주수는 평당 120~140주로 적은 편이며 고랑 폭은 대부분이 300~400mm이다. 의성과 예천은 소형관리기를 이용하여 장방향으로 작조한 후 마늘을 파종하고 다시 이랑을 형성하여 복토를 하였고 서산과 무안지역은 호미나 쟁이로 파종굴을 단방향으로 만든 후 파종하며, 남해지역은 50%씩 단방향 및 장방향으로 파종하였다. 또한 모든 지역이 멀칭재배를 하고 있었으며 한지형의 경우는 파종 후 무공비닐을 피복하고 난지형은 대부분이 유공비닐을 피복한 후 구멍에 마늘을 파종하였다. 그러나 남해지역만은 무공비닐을 피복하였다.

마늘은 평당 재식주수가 수확량에 큰 영향을 미치는 것으로 조사 분석한 재식주수와 재배양식 등을 감안할 때 파종기의 재식거리는 조건 140mm,

주간 120mm로 하고 평당 재식주수를 140주 이상 확보하도록 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

또한 파종자세를 보면 의성과 예천지역은 마늘 종구의 인편을 뒤틀어서 경사지게 파종하고 있으나 다른 지역은 마늘종구의 인편을 1립씩 세워서 파종하고 있다. 종구인편의 맹아율, 맹아생장속도, 초기생육은 난지형의 경우 파종상태에 따라서 현저한 차이가 있었다. 그러므로 맹아율, 생육, 품질, 수확량 등을 감안하면 마늘의 발근부가 지면에 접하도록 하고 맹아부가 위로 오도록 세워서 심는 파종기의 개발이 바람직한 것으로 나타났다.

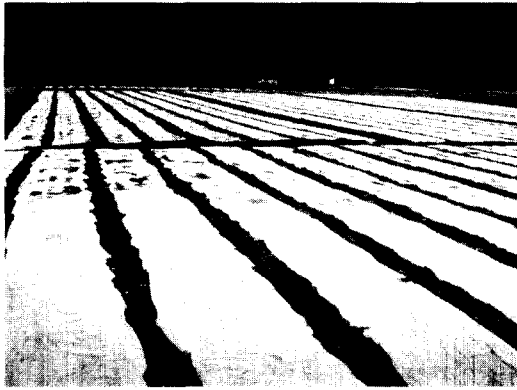
마늘종구의 인편 파종깊이는 30~60mm 정도로 파종하지만 남해지역만은 마늘이 반정도 묻히게 파종하였다. 파종깊이에 따른 수확량 실험에 의하면 30mm 깊이로 파종된 경우 수확량이 가장 많았으며 50mm, 70mm 깊어질수록 수확량은 감소하였다.

한편 마늘종구의 크기는 지역에 따라 차이가 있었다. 남해는 중·대형으로 구의 직경은 40mm 이상, 무안과 의성 예천은 30~50mm, 단양은 30mm 정도를 사용하고 있었다.

마늘의 비닐 피복재배는 초기생육을 왕성하게 하여 수확시기를 앞당기고 수확량을 증가시키므로 대부분의 마늘재배 농가에서 비닐피복을 실시하고 있었다. 특히 무안지역은 유공비닐 피복을 하고 비닐의 구멍에 종구의 인편을 파종하고 있었으며, 한지형 마늘재배지역은 파종 후 20~30일 후에 투

Table 2 Survey results of garlic cultivating patterns in selected regions

Item	Danyang	Seosan	Muan	Uisong	Namhae
Field type	Upland	Upland	Upland	Paddy	Paddy
Width of open furrow (mm)	300~400	300	300	300	300~400
Width of back furrow (mm)	1,300~1,500	1,500	1,800	3,600~4,000	1,600~1,800
Row spacing (mm)	70~100	200~250	180	150~200	150~200
Hill spacing (mm)	50~100	50~80	110~120	100~150	100
Vinyl mulching	Mulching	Mulching	Mulching (hole)	Mulching	Mulching
Time of planting	Mid Oct. ~ Early Nov.	Mid Oct. ~ Early Nov.	Late Sept. ~ Mid Oct.	Mid Oct. ~ Early Nov.	Late Sept. ~ Mid Oct.



(a) Hanji type



(b) Nanji type

Fig. 1 Mulching methods for the Hanji and Nanji varieties.

명 비닐을 피복하는 것으로 조사되었다. 피복 비닐 소재에 따른 생육차이는 흑색비닐 피복보다 투

명비닐 피복에서 구의 무게가 약간 큰 것으로 나타났다. 마늘 재배품종은 한지형의 경우는 서산종, 의성종, 단양종, 삼척종 등이, 난지형의 경우는 남도종, 대서종, 남해종, 고흥종 등이 주 재배품종인 것으로 나타났다. 그림 1의 (a)는 한지형 재배지역의 비닐피복을 (b)는 난지형 재배지역 중 무안, 해남지역의 비닐피복 방법을 나타낸 것이다.

(3) 마늘 주산단지의 토양조건

우리 나라 주요 마늘 재배지역은 평지(경사도 : 0°~2°) 55%, 완만한 경사지(3°~30°) 39%, 급경사지(31° 이상) 6%로 이루어져 있는 것으로 조사되었다(신익환, 1998). 그리고 무안(사양토), 단양(미사질 양토), 서산(양토, 미사질 양토)지역은 밭에서, 남해(양토), 의성지역은 대부분 논에서 재배되고 있으며, 파종시기의 토양 함수율은 대부분 20% 정도로 건조한 상태이었다. 따라서 파종시 토양상태는 농업기계의 주행 또는 농작업 수행에 양호한 것으로 판단되며, 마늘파종기가 자주식 또는 트랙터, 경운기, 관리기 부착형으로 개발하여도 무리가 없을 것으로 판단되었다. 표 3은 재배포장의 토양 성질을 나타낸 것이다.

(4) 마늘 재배과정 및 노동투하시간

우리 나라의 마늘 재배과정은 종구준비(쪽 분리, 선별), 본포준비(시비, 경운, 정지), 파종, 비닐 피복 및 복토, 본포관리(추비, 비닐뚫기, 방제, 제초, 종 뽑기, 관수), 수확, 건조 등의 과정으로 진행되고 있다. 이 중에서 노동투하량이 가장 많은 파종, 수확, 건조 공정은 인력에 의존하고 있다. 따라서 마늘재배의 파종 및 수확작업을 기계화하지 않고서는 마늘생산비 절감 등 경쟁력 향상이

Table 3 Physical properties of bed soils for garlic cultivation in selected regions

Region	Moisture Content (%)	Cohesion (kg/cm ²)	Composition			Texture
			Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	
Namhae	20.7	4.8	44.4	38.8	16.8	Loam
Danyang	21.9	7.9	19.2	51.5	29.3	Silt Clay
Muan	12.9	8.9	34.7	36.9	28.4	Clay
Seosan	20.0	12.3	30.1	46.6	23.3	Loam

Table 4 Labor hours for garlic production by operation

Operation	Method	Labor hours (h/10a)
Seed preparation	Manual	32.2
Land preparation	Rotary	2.5
Planting	Manual	29.9
Fertilizing	Manual	8.4
Irrigation	Water pump	2.5
Spraying	Power sprayer	5.1
Cultivation & weeding	Manual	30.9
Vinyl mulching	Manual	23.4
Harvest & transportation	Manual	31.4
Sorting & packing	Manual	31.8
Total		198.1

어렵다고 하겠다.

마늘재배에 소요되는 노동 투하시간은 1996년도에 10a당 198.1시간으로, 벼(34.7시간), 쌀보리(19.2시간), 봄배추(148시간), 양파(192.2시간) 보다도 많아 효율적인 생력기계화가 시급한 실정이다.

특히 마늘 파종작업의 재식거리가 50~150mm 간격으로 거의 얹아서 심어야 되기 때문에 작업자세가 불안정하고 노동강도가 높다. 또한 생육 특성상 종구의 인편을 1립씩 발근부가 지면에 접하도록 세워서 파종해야 하므로 정밀한 작업을 요하였다. 표 4는 우리나라의 마늘재배 공정별 노동력 투하시간을 나타내고 있다(농촌진흥청, 1996).

나. 마늘의 물성

(1) 난지형 마늘

그림 2는 난지형 마늘의 형상을 나타낸 것이다. 난지형인 남도종과 남해종의 마늘종구인편 각각 130립의 길이, 폭, 두께, 무게를 조사한 결과 표 5와 같다. 남도종과 남해종 각각의 평균길이는 33mm와 38mm, 평균폭과 평균두께는 17mm와 21mm이며, 평균무게는 4.1g과 4.6g이었다.

마늘의 압축강도를 측정한 결과는 표 6과 같다. 마늘의 압축강도는 지역에 따라 약간 차이가 있으나 무안의 남도종이 2.05~3.49N/mm², 남해의 남해종이 2.59~4.11N/mm²로 남해종이 약간 높게 나

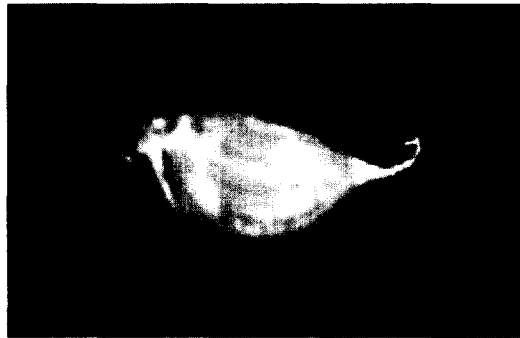


Fig. 2 Nanji type garlic clove.

타났다. 그림 3은 남해지역의 난지형 마늘인 남해종의 압축력과 관입깊이의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 남해종은 관입깊이 4.6mm에서 최대압축력이 67N으로 나타났다.

(2) 한지형 마늘

그림 4는 한지형 마늘의 형상을 나타낸 것이며 표 7은 한지형인 의성종과 서산종의 마늘종구인편의 길이, 폭, 두께, 무게를 나타낸 것이다. 의성종과 서산종을 각각 130립씩 조사한 결과 의성종과 서산종 각각 평균길이는 44mm와 47mm, 평균폭은 19mm와 16mm, 평균두께는 20mm와 18mm, 평균무게는 4.5g과 3.4g이었다.

Table 5 Physical properties of Nanji type garlic clove

Variety	Length(mm)				Width(mm)				Thickness(mm)				Weight(g)			
	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.
Namdo	25	42	33	2.1	10	24	17	2.6	14	27	21	2.4	2.4	7.5	4.1	0.3
Namhae	26	49	38	5.2	12	23	17	2.5	12	26	21	2.5	2.2	7.8	4.6	1.1

Table 6 Compression stresses of Nanji type garlic clove.

Cultivar	Variety	Compression stress* (N/mm ²)			
		Min.	Max.	Ave.	S.D.
Nanji type	Namdo	2.05	3.49	3.42	0.67
	Namhae	2.59	4.11	3.15	0.52

* Measured using texture analyzer by penetrating 5mm across garlic clove.

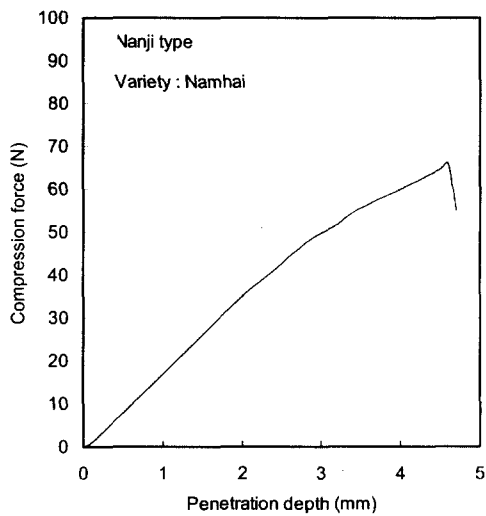


Fig. 3 Relationship between compression force and penetration depth of Nanji type garlic clove.

의성종과 서산종 마늘의 압축강도를 측정한 결과 표 8과 같다. 마늘의 압축강도는 지역에 따



Fig. 4 Hanji type garlic clove.

라 조금씩 차이는 있으나 의성의 의성종은 3.47~4.86N/mm², 서산의 서산종이 3.23~4.38N/mm²로 의성종이 약간 높게 나타났다. 또한 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 압축강도가 큰 것으로 나타났다. 그림 5는 의성지역의 한지형 마늘인 의성종의 압축력과 관입깊이와의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 의성종은 관입깊이 4.1mm에서 최대압축력이 82N으로 나타났다.

Table 7 Physical properties of Hanji type garlic clove.

Variety	Length(mm)				Width(mm)				Thickness(mm)				Weight(g)			
	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.
Uisong	37	52	44	3.2	11	27	19	2.5	11	24	20	3.7	2.5	6.4	4.5	0.6
Seosan	31	57	47	5.1	12	20	16	2.0	15	23	18	2.2	2.1	6.1	3.4	0.9

Table 8 Compression stresses of Hanji type garlic clove.

Cultivar	Variety	Compression stress* (N/mm ²)			
		Min.	Max.	Ave.	S.D.
Hanji type	Uisong	3.47	4.86	4.16	0.82
	Seosan	3.23	4.38	3.78	0.33

* Measured using texture analyzer by penetrating 5mm across garlic clove.

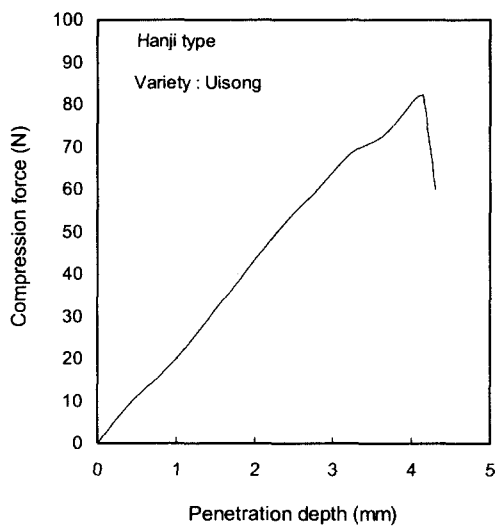


Fig. 5 Relationship between compression force and penetration depth of Hanji type garlic clove.

난지형인 무안지역의 남도종과 한지형인 서산지역의 서산종도 압축력이 비슷한 것으로 나타나 지역에 관계없이 압축강도는 비슷한 경향을 갖는 것

으로 나타났다. 한편 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 압축력이 약간 높았으며 한지형 난지형 모두 마늘은 관입깊이 4mm 전후에서 최대압축력이 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 마늘파종기 개발을 위한 기초연구로서 마늘의 재배양식, 파종실태 및 토양조건을 조사하고, 마늘의 품종별 형상 및 물성을 측정·분석하여 마늘파종기의 개발 방향과 마늘파종기 개발에서 고려해야 할 설계요인을 구명하고자 수행되었으며, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 주요 마늘 재배지역의 포장경사도는 0°~2°가 55%, 경사 3°~30°가 39%로 대부분 평지였고, 경사가 급한 31° 이상은 6%에 불과하였다. 마늘은 논과 밭에서 동시에 재배되고 있으나 무안(사양토), 단양(미사질 양토), 서산(양토, 미사질 양토)에서는 밭에서, 남해(양토), 의성은 대부분 논에서 재배되고 있었다. 파종시기의 토양 함수율은 대부분 20% 정도로 건조한 상태였다.

2) 마늘의 재배양식은 의성을 제외한 대부분의

지역이 두둑 폭은 1,300~1,800mm, 재식주수는 평당 140~160주였다. 다만 의성의 두둑폭은 3,600~4,000mm로서 넓은 편이었고 재식주수는 평당 120~140주로 적은 편이었다.

3) 마늘의 크기 및 형상 등 물성을 조사한 결과 대체로 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 길이 등이 큰 것으로 조사되었으며, 마늘의 압축강도는 한지형 마늘이 3.23~4.86N/mm², 난지형 마늘이 2.05~4.11N/mm²로 한지형 마늘의 압축강도가 큰 것으로 나타났다.

4) 마늘종구인편의 파종자세는 생육, 품질, 상품성 등에 많은 영향을 미치는 것으로 마늘의 발근부가 지면에 접하도록 하고 맹아부가 위로 오도록 세워 심는 것이 좋은 것으로 판단되었다.

5) 마늘의 평당 재식주수가 수확량에 큰 영향을 미치며 조사된 재식주수와 재배양식 등을 감안할 때 재식거리는 조건 140mm, 주간 120mm로 하고 평당 재식주수는 140주 이상 확보하도록 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청, 1996, 작목별 작업단계별 노동력 투하시간, pp. 15-18.
2. 신익환, 1998, 종자정렬형 정밀 마늘파종기 개발, 성균관대학교 대학원 석사학위논문, pp. 12-13.
3. 한국농촌경제연구원, 2000, 농업전망 2000, pp. 293-315.



학 위 취 득



성 명 : 이 충 근

생 년 월 일 : 1970년 1월 19일

취 득 학 위 명 : 농 학 박 사

학 위 수 여 대 학 : 교 토 대 학 (京 都 大 學)

학 위 취 득 년 월 일 : 2001년 3월 23일

학 위 논 문 : Mapping of Field Information and Development of Yield Sensor for Precision Agriculture in Paddy Field