제2차 년도
최종보고서

GOVP1199701705

마늘 파종기 개발을 위한 기초연구

A Basic Study for the Developement on the Mechanical Seeding System in Garlic(*Allium sativum* L.)

안동대학교 자연과학대학

농 림 수 산 부

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 "마늘 파종기 개발을 위한 기초연구" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1996. 12.

주관연구기관명 : 안동대학교
총괄연구책임자 : 황 재 문
협 동 연 구 원 : 엄 용 균
: 김 명 환
: 함 경 원

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래
자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

요 약 문

I. 제 목

마늘 파종기 개발을 위한 기초연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 마늘은 국내의 총 재배면적이 약 35천 ha로 우리나라의 채소재배 면적의 약 9 %를 점유하고 있으며, 년간 국민 일인당 소비량도 약 5.5 kg내외로 매년 소비량이 증가추세에 있으므로 중요한 소득작물로 자리 잡고 있다.

2. 농가에서 마늘을 재배할 때 드는 노력중에서 종구준비에서 파종에 이르기까지 많은 노력시간이 소요되며, 종구비와 파종노임이 생산비에서 높은 비중을 차지하고 있어 생산비의 절감이 요구되고 있다.

3. 지역에 따라 마늘의 재배방식과 재배되고 있는 품종이 다르며, 파종 전후의 작업과정도 달라서 일관화된 기계작업을 하기에 어려운 문제를 안고 있다.

4. 그리고 마늘의 인편(씨마늘)특성이 일반 채소의 종자와 달라서 파종시스템이나 기계장치의 개발은 기존의 파종기 개념과 거리가 먼 형편이며, 아직 선진국에서도 마늘 파종기는 개발되어 있지 않다.

5. 향후 농촌의 노동력은 날로 부족될 것이며 또한 고령화되고 부녀자 중심의 농작업이 많음으로 이 여건에 알맞는 기계화 연구가 필수적이며, 특히 마늘재배에서는 농촌현장에서 더욱 파종기의 개발이 요구되고 있다.

6. 이러한 배경하에서 마늘재배시 노력부담이 비교적 많은 파종작업의 기계화를 이루기 위해 현장에서 마늘이 재배되고 있는 방식을 조사

2015/07/03 11:03-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

하고 이에 맞추어 기계개발모형을 설정하기 위해 종구준비 과정과 파종에 관련된 몇가지 포장재배 실험을 통하여 얻어진 정보를 바탕으로 하여 씨마늘의 선별, 분리 및 파종에 관한 기계적 모형실험이 필요하다.

III. 연구개발 내용 및 범위

마늘 파종기 개발을 위한 기초적인 실험단계로 다음과 같은 내용으로 수행되었다.

1. 지역별 작부방식과 소요노력 조사

가. 재배지역을 마늘의 생태형별로 구분하여 난지마늘 재배지인 전남 무안, 경남 남해지방과 한지마늘 재배지인 충북 단양과 경북 의성지방을 대상으로 재배되고 있는 마늘의 특성과 작부방식 및 소요노력을 현장조사와 설문조사를 통하여 분석하였다.

나. 마늘 재배의 전 작업과정별로 소요되는 노동력을 남,여로 구분하여 조사하고 파종과 관련된 작업을 지역별로 분석하여 파종기계 개발의 범위를 결정하는 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 마늘 기계파종을 위한 재배 실험

가. 마늘 재배중 파종에 이르기까지 소요되는 노력비는 생산비에서 많은 비중을 차지하고 있다. 그러나 기계파종시 예상될수 있는 재배적 요인에 관한 정보가 없으므로 이를 파악하기 위해 기계화를 예상한 인위적인 재배실험을 실시하였다.

나. 기계파종을 위해 우선 씨마늘의 소독유무에 따른 후대 생육과

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

수량차이를 밝힘으로 기계제작시 소독공정을 선택하는 기초자료를 확보하고자 하였다.

다. 파종시 인편의 등급에 따라 파종기의 씨마늘 선별장치가 고안되어야 하므로 재배되고 있는 마늘을 크기별, 무게별로 등급화하여 재배한후 생육과 수량의 차이를 비교하였다.

라. 마늘재배시 비닐 멀칭을 지역에 따라 파종 전 또는 후에 실시하고 있으며, 또한 유공비닐을 이용하여 파종노력을 절감하고 있으므로 기계개발시 파종공정의 결정을 위해 피복방법에 따른 생육과 수량을 포장에서 비교하였다.

마. 파종깊이와 파종시 식재되는 방향에 따라 파종기의 기계적 장치와 기계적 식재방법이 상당히 달라지므로, 이를 효과적으로 검정할수 있도록 깊이별로 재식위치를 달리하여 재배실험을 실시하였다.

바. 끝으로 파종시 파종높이(인편의 낙하높이)에 따라 착지된 인편이 어떤 방향으로 놓이는가를 인위적으로 여러 가지 방법으로 모형실험을 실시하여 그 결과를 파종기의 낙하장치의 개발에 응용하고자 하였다.

3. 파종공정 분석과 개발설계

가. 마늘 재배과정에 대한 정보를 파악하고 파종에 이르는 전 과정을 공학적 측면에서 검토 분석하여 파종공정에 포함될 과제를 선정하였다.

나. 공정분석에 포함된 과제는 마늘의 파종시기, 토양조건, 파종과정 및 방법, 그리고 종구의 형태로 구분하여 각 과정별 기계화를 위해 도출될수 있는 문제점을 분석하였다.

다. 공정별 분석결과를 바탕으로 파종의 자동화(기계화)지점의 설정과 기계 개발방향을 제시하고 이에 대한 방법을 강구하였다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 지역별 작부방식과 소요노력 조사

가. 조사지역에서는 마늘을 논에 많이 재배하고 있으며, 논은 밭에 비해 경지가 반듯하고 단위 재배면적도 밭에 비하여 넓어 기계화가 유리하나 습지가 많은 것이 불리한 여건으로 나타났다.

나. 작휴는 약간 높은 이랑(10 cm 내외)에 이랑폭은 의성지방에서 가장 넓고 무안과 남해는 150 - 200 cm정도로 하고 있다. 그리고 재식주수는 난지인 무안과 남해가 한지인 단양과 의성에 비해 약간 적은 편이다.

다. 전 지역에서 멀칭재배를 실시하고 있으며, 무안지방에서는 파종시 유공비닐을 이용하여 싹유인 작업을 생략하고 있고 나머지 지역에서는 파종후 멀칭을하여 월동전(남해)이나 월동후에 싹유인 작업을 하고 있다.

라. 종구용 마늘은 난지에서는 중국종이 대부분이며 한지에서는 지방 재래종을 이용하고 있고, 종구와 인편의 크기는 난지마늘이 한지마늘에 비하여 큰 편이며 단양종이 가장 작은 것으로 나타났다.

마. 마늘재배시 10 a당 소요노력은 평균 223시간 정도이며 이중 여자가 71.2 %, 남자가 22.8 %를 차지하여 여자의존적인 작업이 많았다. 작업의 종류별로는 지역에 따라 노동투하시간의 차이가 많은 편인데 전체적으로 파종과 수확의 비중이 높았다. 특히 한지지역에서는 수확후 건조,조제의 노동시간이 많아 저장용 마늘의 손질이 많은 것을 암시하고 있다.

바. 전체 작업중 파종(종구준비에서 싹유인작업까지)에 이르기까지 약 35-40 %의 노동시간이 할애되고 있으므로 이 과정을 기계로 생력화한다면 생산비가 크게 낮추어 질 것이다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

2. 마늘 기계파종을 위한 재배 실험

가. 파종전 씨마늘의 상태를 인편 외엽유무로 보아 재배한 결과는 발아, 생장 및 수량에 아무런 차이가 없었으나, 소독방법간 차이는 통계적 유의성은 없었지만 무처리에 비해 살균,살충제의 처리에 의해 생장이 좋았다.

나. 인편의 크기에 따른 생장 및 수량 등의 모든 조사형질에 통계적 유의차가 인정되었고 대인편일수록 생육과 수량이 양호하였다. 그러나 2차생장율은 반대로 작은 인편이 적게 발생하였다. 또한 인편의 무게별로도 통계적 유의성이 인정되었으며 특히 6 g정도의 크기가 마늘의 생육과 수량에는 좋은 결과를 보였다.

다. 멀칭방법간에 수량차이는 현저하지 않았으나 엽수와 구중은 무멀칭에 비해 멀칭구에서 높게 나타났으나 멀칭방법간 수량차이는 인정되지 않았다.

라. 인편의 재식 깊이에 따른 생육과 수량차이는 현저하지 않았지만 얕게(3cm) 재식된 것이 깊이(7cm) 재식된 것에 비해 수량이 높은 편이었으며, 재식방향별로 보면 발아율, 수량에 현저한 차이를 보여 바로 재식된 것이 가장 수량이 높고 상품성이 있었다.

마. 인편의 낙하위치별, 낙하시 인편의 방향별로 떨어뜨려 착지된 인편의 방향을 보면 꺼꾸로 놓이는 확율은 불과 5 %정도로 나타났으며 인편의 무게별로 낙하시켰을 때도 같은 경향이었다. 다만 낙하시켰을 때 착지된 인편이 대부분(약 86%) 옆으로 누운 상태이다.

3. 파종공정 분석과 개발설계

가. 무안지역을 제외한 다른 마늘 재배지역에서의 마늘 파종과정은 통마늘 --> 쪽마늘 분리 --> 씨마늘 선별 --> 소독 --> 이랑 만들기 --> 파종 --> 복토 --> 멀칭의 순이었다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

나. 파종기 개발시 가장 고려되어야 할 사항은 토지의 경사도, 굴곡도, 그리고 습지와 건지, 즉 토양수분의 상태 등이 큰 변수로 작용할 것이며, 지역에 따라 재배방식(특히 멀칭재배법)을 통일할수 있도록 하는 것이 바람직하다.

다. 단계별로 기계적 장치가 마련되어 일관된 작업이 되도록 하는 것이 바람직하며, 이중에서도 특히 파종공정만 분석하면 다음과 같은 과정을 거쳐야 한다. 쪽마늘 탑재 --> 쪽마늘 정열 --> 쪽마늘 낙하 --> 쪽마늘 심기로 구분되며 이 과정중에서 고려될 사항은 착지된 인편이 바로 놓일수 있도록 하는 것이 기계화 작업의 관건이라 볼수 있다.

라. 이런 점을 고려한 기계개발의 전제조건은 건지인 논에서 기계파종이 가능하도록, 재식방향과 위치는 바로 놓이도록, 깊이와 간격은 5 cm와 10 cm가 되도록 기계개발의 방향을 설정하였다.

4. 기대되는 성과와 활용방안

가. 지역별 재배방식(이랑폭, 높이, 방향, 재식방법, 재식거리, 재식주수)을 조사하여 파종기 개발 방향을 설정 하기 위한 기초자료가 수집되었음.

나. 재배방법(파종깊이, 씨마늘의 크기와 무게, 심는방향, 멀칭방법, 소독법)에 관한 실험결과는 파종기 모형의 개발방향을 결정하는 자료에 이용됨

다. 단계별 파종공정을 분석한 결과는 개발 예정인 파종기의 작업단계를 확정하는데 이용됨

라. 마늘 파종기를 개발하기 위한 개발지점을 확정하고 앞으로의 개발 방향을 제시함

마. 마늘 재배의 기초조사 및 재배실험을 통해 얻어진 결과와 단계별 파종공정을 분석한 1년차의 기초연구 결과들은 이를 바탕으로 2

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

년차에 수행될 파종기의 모형개발과 각부분의 모형(탑제, 선별 및 정열, 낙하, 심기, 복토)개발연구에 연결되어 활용될 것임

SUMMARY

Subtitle 1. Survey on the Lavor and Cropping System for Growing Garlic

1. Garlic in the investigated regions was grown at the paddy or upland field which was slightly even and straight, therefore there may be no problems for working machines besides soil water holding status at the time of planting.

2. For making a ridge, Eusung area was wider and higher ridge than other regions. And planting density was more denser in regions grown northern ecotype garlic cultivar than in southern regions.

3. The plastic film covering method for growing garlic was adopted in all areas, but in Muan region it was different from others. Namely, plastic film covering punched holes which can be able to plant seed cloves directly at the proper distance was done in Muan region.

4. In southern region, garlic cultivar was the Chinese cultivar which was more larger than Korean local cultivars that grown in the cold regions, Eusung anf Danyang.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

5. For growing periods of garlic cultivation in the farm, the man lavor hours were required almost 223 hours. Total lavor hours consist of 71 % by woman and 29 % by man, and 35-40 % of all working hours were devoted to the seeding work included with manipulation of seed clove and management after seeding in the field.

Subtitle 2. Several Cultivating Experiments of Garlic for Mechanical Seeding

1. Without removing scaly leaf of clove, there was no matter on growth and yield of garlic. But by sterilizing the seed cloves pestcides, it was good results on standing and growth of garlic.

2. More larger and heavier the clove is, the more the growth of garlic is vigorous. So for the selection of seed clove by weight and size, we may consider the mechanical equipments for selecting the proper size of seed cloves.

3. There were no difference on growth and yield of garlic with applying PE covering before and after seeding cloves. But it could be a good idea for making seed machines which can on the plastic film and covering the soil and next plantt cloves cloves simulataneously.

4. Among the seeding depth treatments, there was no significantly difference on growth and yield, but the direction of garlic cloves positioned at the earth was important factor influencing

2015/07/03 11:03-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

quality and yield of garlic. So the seeding machine will be develope up right for seeding direction of cloves at the soil. The clove was adversely positioned to the soil only 5 % more or less, but above 85 % of dropped cloves were side positioned.

Subtitle 3. Analysis of Seeding Process and Layout a Plan for Mechanization in Garlic Growing

1. Seeding processes were operated as follows; whole garlic --> seperation of garlic --> selection of seed clove --> sterilization of seed garlic --> making ridge and furrow --> planting clove --> covering soil.

2. When the seeding machine is designed, we may consider the slope degree, flextion and water contents of soil, and also the different growing methods by growing regions. Before and after developing seeding machine, it will be desirable to unify the cultivation methods in whole growing area with mechanization.

3. For developing the seeding mechanical equipments, working process will be seperated as follows; loading seed cloves --> arrangement of seed cloves by size --> dropping seed cloves to planting holes in the soil --> planting cloves --> covering the soil.

4. In conclusion, we will design the seeding machine for a prior conditions such as in paddy field condition, planting depth(5cm), planting distance(10cm), up right position of seed clove, following above working process.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

대한민국국회도서관장서

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Section 1. Purpose and Category of Study

Section 2. Necessity of Study

Chapter 2. Survey on the Lavor and Cropping System for Growing Garlic

Section 1. Introduction

Section 2. Materials and Methods

Section 3. Results and Discussion

Section 4. Conclusion

Subtitle 3. Several Cultivating Experiments of Garlic for Mechanical Seeding

Section 1. Introduction

Section 2. Materials and Methods

Section 3. Results and Discussion

Section 4. Conclusion

Subtitle 4. Analysis of Seeding Process and Layout a Plan for Mechanization in Garlic Growing

Section 1. Necessity of Analysis on Seeding Process

Section 2. A Goal of Each Process of Seeding Works

Section 3. Analysis of Seeding Process

Section 4. Improvement Target of Seeding Machine

Subtitle 5. Conclusions

REFERENCES

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

목 차

제 1 장. 서 론 13

제 1 절. 연구개발의 목적과 범위 13
제 2 절. 연구의 필요성 15

제 2 장. 지역별 작부방식과 소요노력 조사 17

제 1 절. 서 론
제 2 절. 재료 및 방법 17
제 3 절. 결과 및 고찰 17
제 4 절. 결 론 22

제 3 장. 마늘 기계파종을 위한 재배실험 23

제 1 절. 서 론
제 2 절. 재료 및 방법 23
제 3 절. 결과 및 고찰 24
제 4 절. 결 론 32

제 4 장. 파종공정 분석과 개발설계 33

제 1 절. 파종공정 분석의 필요성 33
제 2 절. 공정의 분석 33
제 3 절. 기계개발 설계방향 47

제 5 장 결론 및 향후 연구계획 51

참고문헌 52

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 1 장. 서 론

제 1 절. 연구개발의 목적과 범위

마늘은 국내의 총 재배면적이 약 35천 ha로 우리나라의 채소재배 면적의 약 9 %를 점유하고 있으며, 년간 국민 일인당 소비량도 약 5.5 kg내외로 매년 소비량이 증가추세에 있으므로 중요한 소득작물로 자리 잡고 있다.

그러나 마늘의 국내가격이 국제시장 가격에 비해 높아 국내의 수급물량이 부족할 경우 외국으로부터 수입에 의존할 수밖에 없다. 이러한 원인은 농가에서 마늘을 재배할 때 드는 노력중에서 종구준비에서 파종에 이르기까지 많은 노력시간이 소요되며, 종구비와 파종노임이 생산비에서 높은 비중을 차지하고 있기 때문에 가격경쟁력이 약화되는데 기인하는 것으로 본다. 그러므로 생산비를 절감할수 있는 재배방안이 강구되어야 할 것이다.

마늘의 경우, 생산비의 절감을 위해 우선 시도되어야 할 과제는 파종과 수확 등의 작업을 기계화하는 것으로 이를 위해서는 재배중의 문제점을 다각도로 분석하여야 할 것이다. 지역에 따라 마늘의 재배방식과 재배되고 있는 품종이 다르며, 파종 전후의 작업과정도 달라서 일관화된 파종의 기계작업을 하기에 어려운 문제를 안고 있다. 또한 마늘의 인편(씨마늘)특성이 일반 채소의 종자와 달라서 파종시스템이나 기계장치의 개발은 기존의 파종기 개념과 거리가 먼 형편이며, 아직 선진국에서도 마늘 파종기는 개발되어 있지 않다.

향후 농촌의 노동력은 날로 부족될 것이며 또한 고령화되고 부녀자 중심의 농작업이 많음으로 이 여건에 알맞는 기계화 연구가 필수적이며, 특히 마늘재배하는 농민들은 파종기의 개발을 절실히 요구하고 있다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

이러한 배경하에서 마늘재배시 노력부담이 비교적 많은 파종작업의 기계화를 이루기 위해 현장에서 마늘이 재배되고 있는 방식을 조사하고 이에 맞추어 기계개발모형을 설정하기 위해 종구준비 과정과 파종에 관련된 몇가지 포장재배 실험을 통하여 얻어진 정보를 바탕으로 하여 씨마늘의 선별, 분리 및 파종에 관한 기계적 모형실험이 필요하다.

그리하여 마늘 파종기 개발을 위한 기초적인 실험단계로 다음과 같은 내용으로 수행하였다.

첫째, 재배지역을 난지마늘 재배지인 전남 무안, 경남 남해지방과 한지마늘 재배지인 충북 단양과 경북 의성지방을 대상으로 재배되고 있는 마늘의 특성과 작부방식 및 소요노력을 현장조사와 설문조사를 통하여 분석하였다. 마늘 재배의 전 작업과정별로 소요되는 노동력을 남,여로 구분하여 조사하고 파종과 관련된 작업을 지역별로 분석하여 파종기계 개발의 범위를 결정하는 기초자료로 활용하고자 하였다.

둘째, 마늘 기계파종을 위한 재배 실험의 내용으로 기계파종시 예상될수 있는 재배적 요인에 관한 정보가 없으므로 이를 파악하기 위해 기계화를 예상한 인위적인 재배실험을 실시하였다. 우선 씨마늘의 소독유무에 따른 후대 생육과 수량차이를 밝힘으로 기계제작시 소독공정을 선택하는 기초자료를 확보하고자 하였다. 또한 파종시 인편의 등급에 따라 파종기의 씨마늘 선별장치가 고안되어야 하므로 재배되고 있는 마늘을 크기별, 무게별로 등급화하여 파종한 후 생육과 수량의 차이를 비교하였다. 그리고 마늘재배시 비닐 멀칭을 지역에 따라 파종 전 또는 후에 실시하고 있으며, 또한 유공비닐을 이용하여 파종노력을 절감하고 있으므로 기계개발시 파종공정의 결정을 위해 피복방법에 따른 생육과 수량을 포장에서 비교하였다. 끝으로 파종깊이와 파종시 식재되는 방향에 따라 파종기의 기계적 장치와 기계적 식재방법이 상당히 달라지므로, 이를 효과적으로 검정할수 있도록 깊이별로 재식위치를 달리하여 재배실험을 실시하였다. 또 파종시 파종높이(인편의 낙하높이)에 따라

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

착지된 인편이 어떤 방향으로 놓이는가를 인위적으로 여러 가지 방법으로 모형실험을 실시하여 그 결과를 파종기의 낙하장치의 개발에 응용하고자 하였다.

셋째, 마늘 재배과정에 대한 정보를 파악하고 파종에 이르는 전 과정을 공학적 측면에서 검토 분석하여 파종공정에 포함될 과제를 선정하였다. 공정분석에 포함된 과제는 마늘의 파종시기, 토양조건, 파종과정 및 방법, 그리고 종구의 형태로 구분하여 각 과정별 기계화를 위해 도출될수 있는 문제점을 분석하였다. 그리고 공정별 분석결과를 바탕으로 파종의 자동화(기계화)지점의 설정과 기계 개발방향을 제시하고 이에 대한 방법을 강구하였다.

제 2 절. 연구의 필요성

1. 기술적 측면

마늘재배에 있어서는 생산비에서 차지하는 비중이 높은 파종과 관련된 노력비를 줄이기 위해서는 기계화 작업이 필수적인 과제이나 아직 마늘과 같은 작물의 파종기는 국내외에서 개발되어 있지 않은 상태이므로 기술축적이 전혀 되어 있지 못한 실정이다. 또한 파종과 관련된 작업의 과정별로 일관된 장치에 의해 씨마늘 선별에서 파종, 그리고 파종후 복토와 멀칭 등을 한다면 많은 노동시간이 축소될 것이다. 이러한 파종기는 종자파종기와 달라서 마늘외 인편이나 영양체로 번식되는 타 작물에서도 파종시스템을 활용할 가능성이 상당히 높아 파급효과도 크리라 예상된다.

2. 경제적 측면

마늘의 총 생산비는 10 a당 약 922 천원이 소요되며 이중 41.4 %가 노력비인 것으로 나타났으므로 파종기의 개발로 파종노력이 현재보

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

다 20 %로 낮추어 진다면 생산비가 현저히 절감될 뿐아니라 노동의 생산성도 향상될 것이다. 또한 우리나라의 논과 밭이 기계화 작업이 가능하도록 일정규모로 경지정리를 하고 있으므로 농기계의 활용도가 높아지며 이와 관련해서 농기계 산업도 활성화 될 것이다. 그리고 개발될 파종기의 적용대상 작물이 마늘과 같이 인편으로 번식되는 유사 작물로 확대되어 경제적 효과가 늘어날 전망이다.

3. 사회적 측면

우리나라의 농업인구는 해마다 줄어가고 있으며 농촌의 노동력이 점차 고령화되어 가고 부녀자 중심의 농작업이 증가되어 가고 있는 추세이다. 그리고 젊은 농민후계자라 할지라도 힘든 노동을 기피하고 있어 향후 농업은 인력부족으로 심각한 상태에 도달될 것으로 예상하고 있다. 그러므로 노동시간을 줄이고 악성노동으로부터 벗어날 수 있는 방법이 작업의 기계화라고 볼수 있다. 특히 마늘재배에 있어서 노동력 분포는 주로 파종과 수확작업에 대부분을 차지하고 있어 이를 해결해야만 농업의 경쟁력을 확보할수 있을 것이다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 2 장. 지역별 작부방식과 소요노력 조사

제 1 절. 서 론

마늘은 지역별로 크게 난지와 한지의 두가지 생태형 마늘로 구분되고 있으며, 각 지방마다 재배되고 있는 마늘의 품종과 재배방식도 각기 다르다. 이러한 차이를 지역별로 조사하여야 파종기의 개발에 기본적인 자료가 확보되며 또한 현지에 적용될수 있는 기계개발이 가능하다고 판단되어 본 조사를 지역별로 하였다.

제 2 절. 재료 및 방법

난지형마늘 재배지역이며 마늘 주산지인 전남 무안군, 경남 남해군과 한지형마늘 재배지역이며 주산지인 충북 단양군, 경북 의성군을 대상으로 각 4개 농가를 표본하여 설문조사 및 현장조사를 파종기와 수확기 2회에 실시하였다.

제 3 절. 결과 및 고찰

조사지역의 마늘재배지중 논은 거의 평지이며 반듯하게 경지정리가 되어 있어 농기계 사용에 지장이 없으며, 밭도 경사도가 완만한 평지가 대부분이고 비교적 경지모양이 반듯한 편으로 기계로 작업하는데 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다. 표 1에서 보는 바와 같이 토성이 식토 내지 식양토이나 파종시기에는 비가 많지 않기 때문에 기계의 구동이나 동력에는 큰 문제가 없을 것으로 보인다.

그리고 재식거리와 재식주수도 비교적 일정한 편이다. 그러나 이

2015/07/03 11:03-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

랑의 높이는 지역간에 다소 차이를 보이고 있고 이랑의 폭은 의성지방만 넓은 폭으로 하고 있으며, 전남 무안지방은 마늘 파종전에 유공 비닐을 멀칭한후 파종하는 것이 특색이다. 포장에 따라 다소 차이는 있지만 결주율은 평균 10 %내외로 나타나고 있다.

한편 파종까지의 작업과정을 보면 우선 종구용 마늘을 확보한 다음 쪽을 손으로 까면서 씨마늘을 선별한다. 이때의 선별은 주로 상한 마늘, 크기가 알맞지 않은 것 등을 추려내고 씨마늘을 준비한다. 농가에 따라 선별된 씨마늘을 약제소독을 하는 경우와 하지 않는 경우가 있는데, 일반적으로 소독하지 않은 채로 파종한다.

파종할 때에는 망대에 씨마늘을 담아나가 밭에서 작은 용기에 옮긴후 한줄의 이랑에 한명 내지 두명이 씨마늘을 심는다. 심을 때는 이랑의 방향으로 소형 관리기등으로 작조를 한후 그 뒤를 따라가며 씨마늘을 놓는다(의성, 단양등). 남해에서는 이랑당 한명씩 호미로 파종골을 한줄씩 옆으로 낸후 씨마늘을 놓고 덮는 방식으로 하며, 무안지방에서는 이랑을 만든 다음 유공 PE로 멀칭을 한후 그곳에 씨마늘을 손으로 놓는다. 그러나 무안의 경우는, 파종후 싹을 유인하는 노력(다른 지방에서 마늘 싹이 나온후에 비닐구멍을 뚫어 유인해 주는 작업)을 줄일수 있지만 파종에 소요되는 시간이 가장 긴 편이다.

표 1. 지역별 마늘 재배방식과 재배유형 분류

조사지역	재배지	토성	작휴	이랑폭 (cm)	고랑폭 (cm)	재식주수 (Plant/m2)	재식거리 (cm)	멀칭상태
전남 무안(5개소)	밭(5)	식토	고휴	155-200	25-40	57	16-20*10	유공 PE
경남 남해(6개소)	논(3),밭(3)	사양토	고휴	150-200	25-35	59	17-22*7-10	투명 PE
충북 단양(6개소)	논(2),밭(4)	식양토	중휴	140-170	35-40	62	18-2)*8-10	투명 PE
경북 의성(6개소)	논(1),밭(5)	식양토	중휴	220-350	50-60	64	10-15*9-14	투명 PE

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

표 2는 각 지방에서 재배되고 있는 마늘품종의 구크기를 나타낸 것이다. 종구용 마늘로 이용되는 것 중에서 무작위로 골라 크기의 분포를 조사한 바 특대마늘이 남해와 무안에서 많았으며 단양에서는 특대뿐 아니라 대등급의 마늘도 없었다. 무안과 남해의 종구마늘은 비교적 큰 편이나 의성과 단양에서는 작은 마늘을 종구로 이용하는 것으로 나타났다. 그러나 이것은 생태형이 다른 지역별로 이용되고 있는 품종의 특성차이라고 판단된다.

표 2. 지역별 재배품종의 씨마늘 특성

구분 (구의 직경)	의성			단양			무안			남해		
	분포 (%)	구고 (cm)	구중 (g)	분포 (%)	구고 (cm)	구중 (g)	분포 (%)	구고 (cm)	구중 (g)	분포 (%)	구고 (cm)	구중 (g)
특대(5 cm이상)	4	3.4	37.6	0	-	-	7	3.2	44.7	34	3.3	44.2
대(4-5 cm)	37	2.9	21.4	0	-	-	52	2.9	31.4	49	3.2	36.1
중(3-4 cm)	58	2.9	21.0	13	2.5	12.0	38	2.5	20.4	17	2.7	22.7
소(3 cm 이하)	1	-	-	87	2.2	8.2	3	1.6	6.4	0	-	-

* 농가에서 재배하고 있는 각 농가의 씨마늘을 임의로 조사 했음
(조사표본수는 200구 또는 500구임)

조사지역별 4개 농가의 작업별 노동시간을 비교한 것은 표 3과 같다. 작업의 내용은 크게 9단계로 구분하였으며 저장에 소요된 시간은 조사에서 제외하였다. 이것은 일반적으로 난지마늘은 수확후 대부분이 판매되고 있으며 한지마늘은 판매되기도 하지만 일정기간 농가에서 저장하고 있으므로 작업내용에서 제외하였다. 전체적으로 보면 난지인 무안과 남해에서는 노동시간이 한지인 의성과 단양에 비해 상당히 짧았다. 특히 무안이 가장 적은 노동시간이 투하되었는데 이것은 파종의 노동시간과 수확후 건조 및 조제에 드는 시간이 타 지역에 비해 적었다

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

고 생각된다. 반면에 의성과 단양에서는 파종에 드는 시간 뿐아니라 수확후 건조와 조제에 많은 시간이 소요되고 있음을 볼수 있다. 이중에서 파종과 관련된 종구준비에서 파종 및 싹유인 작업까지 노동투하시간 비율을 보면 지역간 다소의 차이가 있으나 대개 35 - 40 %수준을 점하고 있다. 그러나 파종과 멀칭방업이 다른 무안과 의성을 비교하여 보면 종구준비에 드는 노동시간 비율은 두 지역 모두 13-14 %로 비슷하였고, 밭준비는 의성에서 약간 높았으며, 파종에서는 의성에 비해 무안이 약 2.5배 이상의 점유율을 보인다. 그러나 그후 싹유인 작업에서는 무안보다 의성에서 4배정도 높았다. 종구준비에서 싹유인까지의 노동시간을 합해 보면 의성이 107.5시간으로 전체의 39 %이며, 무안에서는 48.5시간으로 전체의 43 %로 파종과 관련된 노동시간은 의성이 무안에 비해 2배이상이 많았고 총노동시간에 점하는 비율은 무안에서 높았다.

밭준비 작업을 제외하고 모든 작업에서 여자의 비중이 남자에 비하여 높은 편이고 특히 파종과 관련된 작업에서 여자의 비중이 높았다. 지역적으로 보면 의성과 단양에서는 여자노동의 의존도가 남해나 무안에 비해 훨씬 높은 것으로 나타나 지역간 특성을 보여 주고 있다. 전체적으로 보면 마늘 재배에 있어서 여자가 약 71 %, 남자가 29 %의 노동을 분담하고 있는 것으로 나타났다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

표 3. 지역에 따른 마늘 작업별 노력 소요시간 (300평 기준)

구분	의성			단양			남해			무안			평균		
	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계
종구 준비	9.2	25.7	34.9 (13)	7.2	40.8	48.0 (15)	5.8	7.3	13.1 (8)	6.5	10.2	16.7 (15)	7.2	21.0	28.2 (13)
밭 준비	7.5	5.2	12.7 (5)	7.2	-	7.2 (2)	3.5	3.1	6.6 (4)	2.1	1.0	3.1 (3)	5.1	3.1	8.2 (4)
파종	10.9	11.8	22.7 (8)	16.8	48.0	64.8 (21)	9.9	20.2	30.1 (19)	5.8	18.9	24.7 (22)	9.4	24.7	34.1 (15)
싹 유인	8.6	28.6	37.2 (14)	-	14.4	14.4 (5)	5.5	7.5	13.0 (8)	1.9	2.1	4.0 (4)	5.3	13.2	18.5 (8)
쫑 뽑기	10.6	13.8	24.4 (9)	-	-	-	2.6	11.4	14.0 (9)	6.6	11.7	18.3 (16)	6.6	12.3	18.9 (9)
재배 관리	8.3	4.7	13.0 (5)	13.2	2.4	15.6 (5)	9.8	12.1	21.9 (14)	3.2	5.5	8.7 (8)	8.6	6.2	14.8 (7)
포장 정리	5.9	4.6	10.5 (4)	2.4	7.2	9.6 (3)	4.6	4.3	8.9 (6)	0.7	0.7	1.4 (1)	4.5	4.2	8.7 (4)
수확	12.1	33.1	45.2 (16)	9.6	48.0	57.6 (18)	9.6	17.0	26.6 (17)	7.7	17.3	25.0 (22)	9.8	28.9	38.7 (17)
건조 조제	10.2	65.6	75.8 (27)	-	96.0	96.0 (31)	7.0	13.9	20.9 (14)	5.8	6.1	11.9 (11)	7.7	45.4	53.1 (24)
합계 (비)	83.3	193	276 (100)	56.4	257	313 (100)	58.3	96.8	155 (100)	40.3	73.5	114 (100)	114	64.2	159 (100)

2015/07/03 11:03-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 4 절. 결 론

지역별로 마늘의 재배방식의 차이는 이용되는 종구의 특성, 파종과 멀칭방법, 그리고 작휴의 형태등이었다. 품종의 차이로 인해 남부지방의 종구마늘은 중부지방의 종구에 비해 크고 굵은 인편을 사용하고 있으며, 파종방법은 모든 지역에서 손으로 파종하고 있다. 그러나 무안의 경우는 파종전에 유공비닐을 멀칭한후 씨마늘을 파종하여 후에 싹을 유인하는 작업을 생략하고 있으나 그외 지역에서는 모두 파종후 비닐멀칭을 하고 싹이 나온후 비닐밖으로 유인해 주는 작업을 하고 있다. 그리고 재배되는 토양은 대체로 식양토이며 기계화 작업이 가능한 편이나 논의 경우는 습지일 경우가 문제시 되며 밭의 경우는 경사와 굴곡이 문제시 될 것으로 보이나 기계화 작업에 별 지장이 없을 것으로 판단되었다.

또한 작업에 소요되는 노동시간은 전체적으로 300평당 223시간 정도가 소요되며 이중 여자가 159시간으로 대부분을 차지하고 있으며, 작업의 종류중에서 파종과 관련된 작업의 비율이 전체의 40 %정도에 달하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 지역별로 보면 가장 노동시간이 적게 투하되는 곳이 무안이며 다음이 남해이고 한지인 의성과 단양에서는 마늘 수확후의 건조와 조제에 드는 시간이 많아 남부지방에 비해 전체적으로 노동시간이 많이 투하되었다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 3 장. 마늘 기계파종을 위한 재배실험

제 1 절. 서 론

마늘 재배중 종구준비와 조제에서 파종에 이르기까지 소요되는 노력은 생산비에서 차지하는 비중이 높게 나타난다. 그러므로 기계화를 통하여 파종까지의 노력을 절감하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다. 그중 파종기 개발을 위해 선행되어야 할 몇가지 재배법에 대하여 비교 검토하였다.

제 2 절. 재료 및 방법

의성지방 재래종을 1994년 10월 20일에 기계화 작업시 예상되는 문제점별로 파종하여 관행의 재배조건에서 실험을 수행하였다. 각 재배법의 처리내용은 다음과 같이 하였다.

(1) 씨마늘의 보호엽유무에 따른 소독방법에 관하여 실험하였다. 주구는 보호엽의 유,무(인편 껍질을 벗긴 것과 벗기지 않은 것) 2처리, 세구는 무처리, 물침지, 살균제분의, 살균.살충제 혼합처리로 3반복 배치하였다.

(2) 씨마늘의 크기에 관하여 인편의 무게별로 2, 3, 4, 5, 6, 그리고 7 g까지 1 g단위로 6처리와 인편의 크기를 대.중.소 3등급으로 구분하여 각각 3반복 배치하였다.

(3) 멀칭재료와 방법에 관하여 무멀칭, 투명 PE(polyethylene film)를 씨마늘 파종전에 덮은 후 파종한 처리와 파종후 멀칭한 처리, 흑색 PE를 씨마늘 파종전에 덮은 다음 파종한 처리와 파종후 멀칭한 처리로 각각 구분하여 3반복으로 실험하였다.

2015/07/03 11:03-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

(4) 인편의 재식깊이를 주구로 하여 3, 5, 7 cm 깊이로 심은 처리와 세구로 인편 재식방향을 바로, 옆으로, 꺼꾸로 세워 심는 처리를 3반복 배치하였다.

주요 조사항목은 시기별로 발아율, 초장, 엽초장, 엽수, 엽초경, 2차 생장율, 구중, 및 수량 등을 조사하였다.

(5) 포장에서 실험에 공시한 마늘의 인편을 골라 10명의 학생이 각각 낙하높이별로 지상에서 10, 30, 50 cm 위치에서 떨어뜨려 착지된 인편의 방향을 조사하였고, 또 낙하시 인편의 위치를 바로, 옆으로, 그리고 거꾸로 잡아 떨어뜨린 후의 방향을 조사하였으며 인편의 무게별(3, 5, 7 g)로도 낙하시켰다. 낙하회수는 총 9,990회를 시행하여 착지된 방향별로 백분율로 나타내었다.

제 3 절. 결과 및 고찰

1. 파종인편의 조제와 소독방법의 차이가 생육과 수량에 미치는 영향

표 4는 파종전 씨마늘의 인편껍질의 부착 유무와 소독 방법에 따른 생장과 수량의 조사 결과를 나타내었다. 인편외엽 유무에 따른 발아율, 생장정도, 수량등에는 아무런 차이가 없으며 또한 소독방법간에도 영향을 미치지 못하였다. 그러나 소독방법은 엽수에서 다소 차이를 보여 무처리에 비하여 살균.살충제 처리의 효과가 인정되었다. 대체적으로 무처리에 비하여 살균.살충등 소독이 좋은 반응을 보였다. 그러므로 마늘의 파종시 통마늘을 쪽마늘로 분리한 후 쪽마늘의 외엽을 벗기지 않고 그대로 파종하는 것이 파종 노력을 절감할수 있을 것다. 또한 소독은 종구의 상태에 따라 소독여부를 결정해야 하지만 기계파종을 예상하여 씨마늘의 소독은 액제소독의 경우는 소독후 빠른 시간내에 말려서 파종하지 않으면 기계적 작동에 어려움이 있을 것이다. 그러

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

나 소독법을 굳이 액제로 하지 않고 분의해도 무방할 것으로 판단된다

Table 4. Growth and yield of garlic as the seed treatments before seeding

Treatments* w/o scale leaf	Germination (%)	Plant length (cm)	Sheath length (cm)	No. of leaf	Sheath diameter (cm)	Bulb weight (g)	yield kg/10a
with. non-treat	88.3	71.4	22.0	7.13	1.12	30.9	1026
water soak	86.7	75.1	23.9	7.30	1.26	32.5	1057
dust treat	88.3	68.3	21.1	7.13	1.16	33.3	1101
fungi+insect	92.7	68.7	21.4	7.87	1.20	30.2	1050
mean	89.0	70.9	22.1	7.36	1.19	31.7	1058
w/o non-treat	84.3	71.1	22.2	7.23	1.15	32.1	1017
water soak	84.3	70.2	21.7	7.37	1.16	33.5	1057
dust treat	90.7	76.3	24.8	7.40	1.25	34.8	1190
fungi+insect	94.3	72.8	22.9	7.60	1.21	36.4	1153
mean	88.4	72.6	22.9	7.40	1.19	31.8	1104

* with(껍질부착), without(껍질제거), non-treat(무처리), water soak(물침지), dust treat(살균제 분의처리), fungi+insect(살균 + 살충제 처리)

Table 5. ANOVA test of seed clove sterilization(sub) and with or without protective leaf(main) on the growth and bulb development

Items	Germination	Sheath length	No. of leaf	Sheath dia.	Bulb wt.	Yield
Main(w/o)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sub(ster)	NS	NS	6.63 *	NS	NS	NS
Main*Sub	NS	NS	NS	NS	NS	NS

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봄나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

2. 씨마늘의 인편크기와 무게별 생육과 수량에 미치는 영향

표 6과 7은 파종인편의 크기와 무게별 마늘의 생육과 구비대를 비교한 것이다. 인편의 크기에 따른 모든 조사형질은 5 % 유의성이 인정되었으며 대인편이 생육과 수량이 높고, 다음이 중,소의 순으로 높았다. 그러나 2차생장 발생율은 반대로 소,중,대의 순으로 많았다. 또한 인편무게별로는 2차생장율을 제외한 모든 조사 형질에서 처리간 차이가 있었으며 무거운 인편일수록 생육과 수량이 높았다. 그러나 6 g까지는 인편의 무게증가에 비례적이나 7 g의 인편구에서는 오히려 생육이 후퇴되는 경향이었다. 이러한 결과로 파종인편은 큰 것일수록 후대의 생육과 수량은 좋았으나 일반적으로 지나치게 큰 인편은 벌마늘의 발생율이 높고 또한 경영상 불리한 점을 가지고 있으므로 적당한 크기의 씨마늘을 고르는 것이 바람직하다. 본 연구의 결과로 보아 크기별로 보면 중에서 대의 것이, 무게별로 보면 5 g 내외의 것이 바람직 하다. 그러나 파종기의 씨마늘의 인편선별 장치는 크기 또는 무게기준으로 다 가능하지만 크기에 의한 선별방법이 보다 유리하고 쉬운 방법이 될 것이다. 따라서 인편의 크기는 지역에 따라 재배되는 품종의 특성으로 보아 적당한 크기 선별의 장치가 필요하리라 예상된다.

Table 6. Effects of seed clove size on the growth and yield

Clove size	Plant height (cm)	Sheath length (cm)	No.of leaf	Bulb wt. (g)	Yield* (g)	Secondary growth (%)
Large	81.8 b	26.0 b	8.2 c	40.6 c	37.05 c	10.0 b
Medium	74.9 a	23.2 a	7.2 b	31.8 b	24.65 b	11.7 a
Small	73.2 a	23.3 a	7.0 a	26.0 a	24.65 a	1.7 a
Mean	76.6	24.2	7.5	32.8	30.03	7.8

* Yield present the bulb weight multiplied by germination rate

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

** In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

Table 7. Effects of seed clove weight on the growth and yield

Clove wt. (g)	Germi-nation (%)	Plant height (cm)	Sheath length (cm)	No. of leaf	Sheath dia. (mm)	Bulb wt. (g)	Yield*
7	87.7 a	81.7 bc	24.7 b	8.6 d	13.7 c	40.9 d	35.57 cd
6	93.7 b	83.6 c	24.6 b	8.3 d	13.7 c	41.2 d	38.56 d
5	86.7 a	82.0 bc	24.5 b	7.9 c	13.3 c	36.5 cd	36.63 c
4	95.0 b	76.3 b	23.7 b	7.8 c	13.0 c	31.5 bc	29.91 bc
3	90.7 ab	75.5 b	24.1 b	7.4 b	11.7 b	26.7 ab	24.21 ab
2	91.7 ab	67.2 a	19.6 a	6.7 a	9.7 a	19.7 a	18.10 a
Mea	90.9	77.7	23.5	7.8	12.5	32.7	29.67

* same as Table 6.
** In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

3. 멀칭재배 방법에 따른 마늘의 생육과 수량

마늘재배에 있어서 지역에 따라 멀칭의 방법과 시기가 다르게 나타나고 있다. 본 실험에서는 멀칭시기를 마늘의 파종전과 후로 구분하였으며 멀칭의 재료를 투명PE와 흑색PE로하여 무처리와 비교하였다. 표 8에서는 이들 처리간 조사 결과의 수치를 통계적으로 분석한 분산분석표를 나타내었다. 이미 멀칭의 효과는 다른 여러 실험에서도 밝힌 바와 같이 초기생육을 왕성하게하여 결과적으로 수확을 앞당기고 수량을 증가시키는 것으로 알려져 있어 대부분의 마늘재배 농가에서 이미 실시되고 있는 방법이다. 본 실험에서는 멀칭방법간 생육차이는 크게

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

나타나지 않았으나 엽수와 구중에서는 처리간 차이가 인정되었다. 무멀칭에 비하여 멀칭구가 구중과 수량이 높았으며 파종후 투명 PE 멀칭구에서 구중이 가장 높았으며 수량에 있어서는 멀칭처리간 차이가 크게 없었다.

Table 8. No. of leaf and bulb weight by different mulching methods

Items	Black PE mulch		Clear PE mulch		Non-mulch	Mean
	Before	After	Before	After		
No. of leaf	7.07 a	7.03 a	7.77 b	7.67 b	7.37 ab	7.38
Bulb wt.(g)	29.7 b	29.3 b	30.6 b	33.2 c	24.5 a	29.4
Yield (g)	27.91 b	27.00 b	28.32 b	29.42 b	22.13 a	26.96

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

4. 마늘의 파종깊이와 재식방향이 생육 및 수량에 미치는 영향

마늘을 손으로 파종하면 일정한 깊이와 위치에 파종할수 있으나 농가에서 정성스럽게 제대로 파종하려면 상당한 시간이 요한다. 그러므로 기계화 작업이 되려면 어느 정도의 일정하지 않을 것으로 예상된다. 일반적으로 인편이 인편중심의 아래부분이 넓고 무거워 무작위로 낙하시키면 옆으로 대개는 눕는다. 그러나 거꾸로 위치하는 경우는 거의 없다고 간주되나 실제적으로 인편의 재식깊이와 방향에 따라서 생육과 수량에 어떤 영향을 미칠지 의문스럽다. 이등(1993)이 밝힌 바로는 인편이 거꾸로 심겨질 때는 발아율도 불량하고 수량도 낮아진다고 보고

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

하였다.

표 9에 제시한 본 실험의 결과에서도 깊이와 재식위치에 따른 마늘의 생육과 수량을 비교하여 보았다. 인편 재식깊이에 따른 처리간 차이는 인정되지 않았으나 3 cm 재식이 7 cm깊이보다 생육과 수량이 높았다. 그리고 엽초경은 재식깊이와 위치에 따라 상호작용이 나타났다. 그리고 재식방향별로 보면 생구중 및 생육형질에서는 처리간 차이가 인정되지 않았으나 발아율 및 수량 그리고 엽초경에서는 처리간 유의성이 있었다. 특히 거꾸로 심은 처리는 발아율과 수량이 현저히 낮았다.

Table 9. Effects of sowing depth(main) and direction(sub) on the Growth and Bulb Development

Items		Germination	Sheath length	No. of leaf	Sheath dia.	Bulb wt.	Yield
Depth	Direction	(%)	(cm)		(cm)	(g)	(g)
3 cm	up	91.0	25.0	7.57	1.23	30.7	1049
	side	95.7	25.0	7.33	1.17	27.0	968
	down	74.0	20.0	7.10	1.09	24.0	671
	mean	86.9	23.4	7.33	1.16	27.2	896
5	up	89.3	24.5	7.20	1.19	27.0	904
	side	89.3	22.3	7.17	1.15	26.3	882
	down	76.7	20.5	7.07	1.09	28.0	804
	mean	85.1	22.4	7.14	1.14	27.1	864
7	up	89.3	23.4	6.90	1.10	25.3	848
	side	92.7	21.4	7.20	1.15	24.0	837
	down	78.3	20.6	7.23	1.16	27.3	798
	mean	86.8	21.4	7.11	1.14	25.6	827

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

Table 10. ANOVA test of sowing depth(main) and direction(sub) on the growth and bulb development

Items	Germination	Sheath length	No. of leaf	Sheath dia.	Bulb wt.	Yield
Main(depth)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sub(direction)	10.96*	29.13*	NS	NS	NS	4.64*
Main*Sub	NS	24.05*	NS	NS	NS	NS

이상의 결과에서 마늘 파종기 개발과 관련해서 몇가지 재배방법에 관한 내용을 검토해 보았는데 가급적 소독된 씨마늘을 파종하고, 파종 후 멀칭을 하는 방법과 심는 깊이는 큰 문제가 되지 않았으나 재식위치는 바로 놓이도록 기계장치가 개발되는 것이 바람직하다. 그러나 파종기계비용이 바로 놓이도록 할 경우 지나치게 높을 것으로 예상된다면 똑바로 놓이도록 심는 기계가 아니더라도 수량감소나 상품의 질이 낮아지는 비율이 그리 많지 않을 것으로 예상되기 때문에 재식거리만 정확히 유지될수 있도록 기계가 개발되어도 될 것이다. 또한 씨마늘의 크기는 지나치게 크지 않고 무게로 보아 5-6 g 정도가 알맞는 크기로 여겨진다.

5. 자유낙하시 인편의 착지방향

파종시 인편을 손으로 잡고 심을 경우는 위치나 깊이의 변동이 적지만 기계적 작동에 의해 낙하시킬 경우를 예상하여 낙하높이와 인편의 위치와 무게에 따라서 착지된 인편이 파종골에서 어떤 방향으로 놓이는가가 궁금하여 본 실험을 실시하였다. 그 결과를 낙하시 인편의 높이별, 위치별, 그리고 파종인편의 무게별로 착지된 인편의 방향을 각각 바로, 옆으로, 거꾸로로 구분하여 백분율로 표 10에 나타 내었다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

Table 11. Distribution rate(%) of direction of clove positioned at the earth by dropped height above the ground

Clove direction	Dropped height(cm)			Dropped position			Clove weight(g)		
	10	30	50	Up	Down	Side	3	5	7
Up direction	10.0	8.4	6.9	11.8	7.7	5.8	4.9	10.9	8.6
Down	3.6	6.0	6.1	4.4	6.6	4.7	7.6	4.1	4.6
Side direction	86.4	85.6	87.0	83.8	85.7	89.5	87.6	85.0	86.8

낙하높이가 낮을수록 바로 착지되는 확율이 다소 높게 나타나며 반대로 거꾸로 착지되는 비율은 낮아지고 있다. 그러나 대부분(85%이상)의 경우는 옆으로 누운 방향으로 착지되며 생육과 수량에 나쁜 영향을 많이 끼치는 거꾸로 착지되는 확율은 불과 3- 6 %수준이었다.

또한 낙하시 인편을 바로 잡고 떨어뜨리면 바로 착지되는 확율이 11.8 %, 거꾸로 착지되는 확율이 4.4 %이지만, 반대로 거꾸로 잡고 낙하시키면 바로 착지되는 확율은 7.7 %, 거꾸로 착지되는 확율은 6.6 %로 나타났다. 따라서 가능하면 바로 잡아 낙하시키는 것이 유리한 방법이라고 보여지고 전체적으로 대부분이 옆으로 착지되는 것을 볼수 있다.

그리고 인편의 무게별로 보아 바로 착지되는 확율이 높은 것은 5 g정도의 인편이며 이보다 가볍거나 무거운 것은 낮아지는 경향이다. 반대로 거꾸로 착지되는 비율이 높은 것은 3g정도의 인편에서 높게 나타났다. 이러한 결과로 보아 씨마늘의 인편크기는 기계화를 예상한다면 5g정도가 무난할 것으로 판단된다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 4 절. 결 론

기계파종을 고려해 파종과 관련된 인위적 요인에 관하여 재배실험을 한 결과 파종전의 인편의 처리는 소독하는 편이 하지 않는 것에 비하여 후대의 생육과 수량이 다소 좋아지나 통계적인 유의차이가 없었다. 뿐만아니라 인편외엽의 제거 유무도 큰 차이가 없으므로 기계파종시에는 파종전에 굳이 쪽마늘 분리후 인편의 껍질을 벗기지 않아도 무방하며 또한 소독방법도 액제외 분의처리가 가능한 것으로 판단되었다. 그리고 멀칭방법간의 차이는 크게 나타나지 않아 파종전과 후의 어느 시기에 멀칭을 하더라도 수량의 차이는 없었으므로 기계파종시 멀칭한 다음 심을 구멍을 내고 파종하던지 아니면 파종후 비닐멀칭을 한 다음 싹을 유인해도 무방할 것으로 판단되었다. 그러나 효율적인 방법은 전자가 될 것이며 또한 멀칭의 재료중 흑색필름의 이용도 가능하리라 생각된다. 파종인편의 크기는 무게로 보아 5g내외가 적당하며 이에 맞추어 크기별로 선별되도록 장치를 고안하면 좋을 것이다. 또한 재식의 깊이는 3-5cm 정도가 알맞고 파종방향은 가능하면 바로 놓이도록 하는 것이 좋다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 4 장. 파종공정 분석과 개발 설계

제 1 절. 파종공정 분석의 필요성

벼 이식기나 채소 이식기와는 달리 마늘의 경우 기계파종은 전무한 상태이다. 이에 대한 연구 또한 전무한 상태이다. 따라서 마늘 기계파종기를 개발하기 위해서는 그 선결과제로 기계화 접목을 위한 마늘자체에 대한 기초 연구가 필수적이다. 이러한 기초연구는 기계화의 가능성과 파종기 개발을 위한 방향을 모색할 수 있다.

제 2 절. 파종공정분석

1. 파종공정분석의 과제

파종공정분석은 기계개발에 필요한 마늘의 파종 생육 그리고 수확에 이르는 모든 정보를 획득할 수 있는 방법을 강구하고 이러한 전 과정을 공학측면에서 검토.분석하는 것으로 연구의 중점을 두었다. 그 현장 조사 대상지는 우리나라 대표적 마늘 생산지인 4 곳(무안 ,남해, 의성, 단양)을 선택하였으며, 현장 답사와 함께 앞서 제시된 작부방식과 기계 파종을 위한 재배방식의 연구결과를 비고.검토 하였다. 파종공정 분석에 포함될 과제를 다음과 같이 설정하고 각 과제에 대한 세부검토 결과는 아래와 같다.

① 마늘의 파종시기
② 파종대지의조건
③ 파종과정
④ 파종방법
⑤ 종구의 형태

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

2. 과제별 분석결과

가. 마늘 파종시기

마늘의 파종은 우리나라 4대 생산권역인 의성(경북), 무안(전남), 남해(경남), 단양(충북)이 비슷한 시기에 이루어지고 있다. 모두 가을 추수를 마치고 파종을 하고 있으며 기후조건은 건기일때이므로 노지는 건조한 조건에서 파종이 이루어지고 있다. 따라서 파종기도 이러한 환경에 적합한 시스템으로 개발 되어야 한다.

나. 파종대지의 환경.

파종대지의 환경은 크게 논과 밭으로 구분할 수 있으며 토양 상태는 습지와 건지로 구분할 수 있다. 파종 대상이 밭인 경우는 경사와 굴곡이 심하여 이러한 사항이 논에서는 볼 수 없는 기계화에 또다른 어려운 변수가 된다.
토양 상태가 습지인 경우는 건지에 비해 토양의 점성을 고려해야 하고 이로 인하여 개발된 시스템의 과대 동력을 생각해야 한다. 파종기의 구조도 건지와는 다른 방향으로 개발할 수 밖에 없으며, 복토할 건토양을 별도로 준비하여 이를 복토할 시스템을 따로 구성해야 할 것으로 판단 된다. 그러나 파종시기에서 검토된 바와 같이 건기에 파종하므로 파종대지는 건지로 설정해도 무방할 것 같다.

다. 파종과정

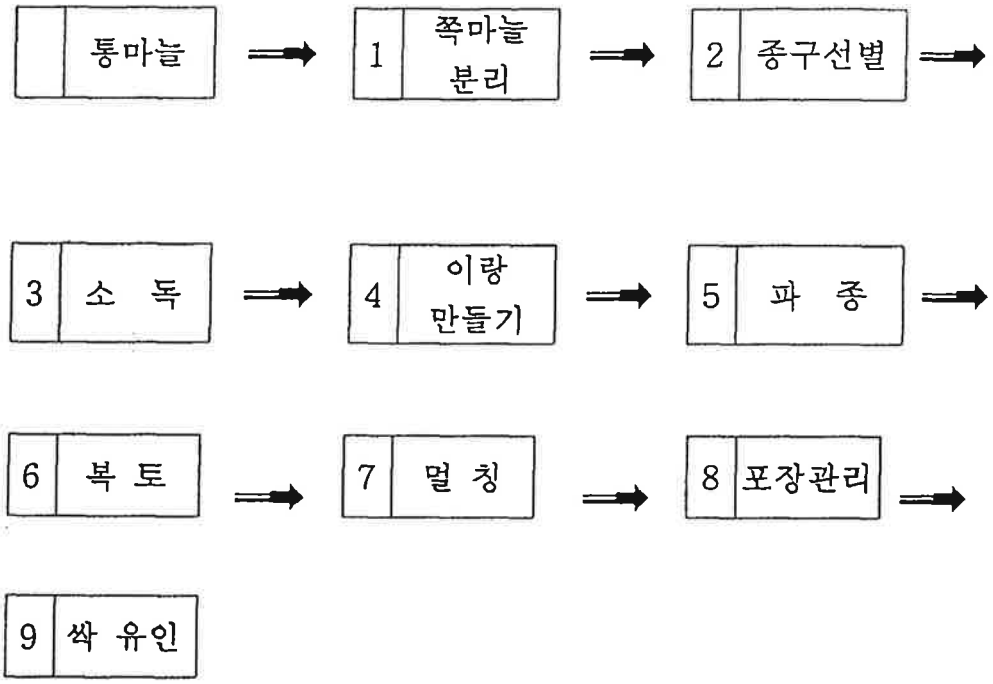
(1)파종과정의 분석

무안(전남)을 제외한 여타 지역에서 마늘을 파종하는 단계을 분석

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

하면 다음과 같다.



무안(전남)지역에서는 유공비닐로 먼저 멀칭을 한 다음 비닐유공에 손으로 종구 하나하나를 파종한다. 이러한 파종방법이 타 지역(남해, 의성)의 파종방법보다 좋은 점은 종구가 발아하여 새순이 돋았을때 멀칭 비릴에 구멍을 뚫어 주어야 하는 작업이 필요 없다. 따라서 지역에 따라 파종단계가 다르면 파종기의 개발방향도 다를 수 밖에 없으나 앞서 기존연구에서 제시된바와 같이 이 현상은 단지 작업에서의 관습과 작업의 효율성 문제이며 ⑤와⑦의 공정이 바뀐데 따른 생육의 영향은 없는 것으로 판명되었다.

마늘 파종에서 싹이 돋을 때 까지 9단계의 공정이 필요하며 , 한 공정당 하나의 자동화 시스템을 필요로 하고 있다. 위에서 제시된 모든 공정을 일괄처리할 수 있는 파종기계를 개발하는 것은 많은 난제가 있다. 따라서 각공정마다 세부적으로 개발환경을 분석하여 기계개발의 가능성 여부를 검토함으로써 파종기개발의 모델설정 방향을 제시 하고자

2015/07/03 11:11-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

한다.

[1]공정의 경우 마늘 껍질을 벗기면서 쪽마늘을 분리하는 기계가 개발되어 현재 시판되고 있으나 파종을 위하여 개발된 것이 아니고 마늘껍질을 제거하여 알마늘을 만들기 위해 개발 되었다. 단위기계로써는 가격이 비싸므로 쪽마늘 분리시스템으로 활용하기 불가능 하다. 이 시스템을 기반으로 하여 쪽마늘 분리 시스템개발을 검토해 볼 수 있다.

[2] 공정을 기계화 하는 것은 현실적으로 불가능하다. 마늘종구중 상처가 있거나 상한 종구를 선별하는 것은 육안으로만 판정이 가능하기 때문이다. 외국의 경우 이와 같은 기능을 할 수 있는 유사한 선별시스템이 있으나 비젼센서와 여러 가지 센서들이 복합으로 구성된 시스템이므로 고가의 기계이다.

따라서 현재의 환경으로 볼때 [1][2]공정의 시스템 개발은 고가기계가 되어 현실성이 없다. 또한 현지의 [1][2]공정의 작업관행은 야간이나 여가시간에 농가가정의 실내에서 하고 있으므로 노동력의 효과적 활용이 이루어지고 있는 시점에서 고가의 기계를 개발하는 것은 의미가 없다고 판단 된다.

[3]의 경우는 앞서 제시된 연구결과에 나타난 바와 같이 소독의 유무에 따른 생육에 미치는 영향은 없으므로 소독 시스템의 개발은 큰 의미가 없다.

[4] 공정의 이랑만들기는 현재의 농기구로 하고 있으므로 고려 대상이 되지 않는다. 다만 이 공정이 동시에 처리될 수 있는 시스템은 고려할 수 있을 것이다.

이상의 분석 결과에 의하면 위 공정중 [5][6][7][9]공정을 기계화 하는 것이 쟁점이 된다. 여기서 4공정중 무안에서는 [9]공정이 생략 된다.

(2)파공공정 분석에 의한 개발모형설계

(가) 개발기계의 구성형태

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

앞서 논의된 결과에 의하면 개발기계의 구성형태는 Fig. 1 과 같은 모델을 생각할 수 있다.

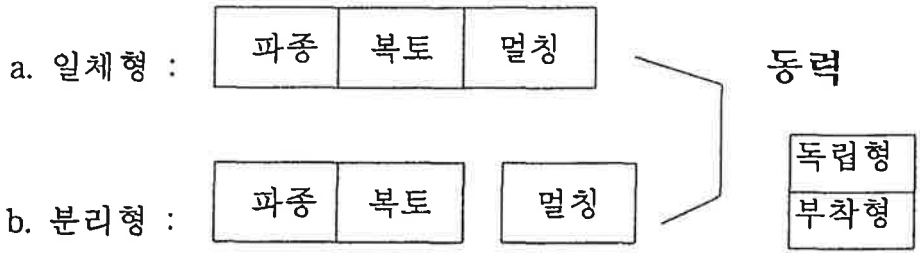


Fig. 1 기계의 구성형태

5 6 7 9 공정을 기계화 하는데도 두가지 형태의 기계구성을 검토해 볼 수 있다. 즉 일체형과 분리형 형태이다. 일체형은 5 6 7 공정을 동시에 처리할 수 있는 시스템이며 분리형은 멀칭시스템을 별개의 시스템으로 분리하는 경우이다. 여기서 멀칭시스템을 분리하는 것으로 고려한 것은 현장에서 멀칭공정을 분리해서 하고 있으며, 유사한 멀칭시스템이 개발되어 활용되고 있는 등 여러 가지를 고려한 결과 이것의 유.무를 검토하는 것이 기계개발에 용이하리라 판단 했기 때문이다. 또한 a, b 각 경우에 대하여 동력원의 설치 형태에 따라 기존의 것(경운기등)을 활용하는 부착형과 개발될 파종기자체에 독립적으로 설계하는 독립형으로 고려할 수 있다.

(나) 파종형태와 기계구성의 검토

위에서 제시된 개발기계의 구성 형태를 현장에서 파악된 각기 다른 파종형태에 대하여 검토하기로 한다. 각기 다른 파종형태란 파종공정이 멀칭→ 파종→ 복토 형태인 무안지역의 경우와 파종→복토→멀칭 형태인 무안을 제외한 여타 지역으로 구분할 수 있다. 각 파종형태에

2015/07/03 11:11-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

대하여 동력원의 구성방식에 따라 Fig. 2,-3 와 같이 모델링 할 수 있다.

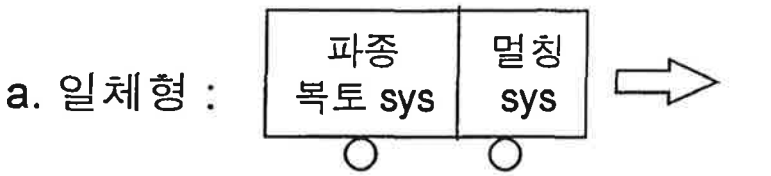
① 독립 동력원 구성방식의 경우

동력원 구성시 독립형으로 고려할 경우 파종의 형태에 따라 일체형과 분리형으로 검토할 수 있다. 무안의 파종형태를 고려하여 Fig. 2(A)-a. 와 같이 일체형을 구성할 경우는 동력원.파종.복토.멀칭시스템을 동시에 구성하는 것이라 할 수 있다. 이 경우는 멀칭공정이 먼저 이루어지므로 유공비닐을 사용할 경우는 파종시스템과 유공을 정확히 동기시키는 시스템이 필요하며 일반비닐을 사용할 경우는 비닐을 천공하는 시스템과 천공된 비닐을 제거하는 시스템을 추가적으로 개발해야 하는 어려움이 있다. 그러나 이러한 난제들이 해결될 경우 싹유인 작업이 필요없는 이점이 있다. Fig. 2(A)-b.는 분리형의 경우로서 일체형보다 기계구성이 더욱 어려운 상태이며 일체형과 비교해 볼 때 의미없는 구성이다.

Fig. 2(B)-a.는 여타지역의 파종형태에 대한 일체형 모델이며, 파종.복토후 멀칭하는 시스템으로써 파종.복토시스템의 개발이 멀칭시스템의 구조나 작업조건에 영향을 받지 않으므로 무안 파종형태보다는 기계개발이 용이 할 수 있다. Fig. 2(B)-b의 경우는 분리형형태로 Fig. 2(A)a.b , Fig.2(B)-a보다 파종복토시스템을 개발하기가 더욱 용이함을 알 수 있다. 그러나 이 경우는 싹유인 작업을 수작업에 의존해야 한다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부



(A)의 경우

(B)의 경우

Fig.2 독립동력원 구성시 개발모델

(A)무안 파종형태 (B)여타지역 파종형태

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

② 동력 부착형 구성방식의 경우

동력부착형 경우는 개발파종기의 동력원을 기존의 동력원(경운기 등)을 활용하는 것으로 파종형태에 따라 Fig.3과 같이 모델링 할 수 있다. 이러한 부착형은 전반적으로 동력독립형에 비해 파종기의 원가를 절감할 수 있는 이점은 있으나. 기존동력원의 형태에 따라 파종기개발에 제약을 받을 수 있다는 단점이 있다.

Fig.3(A)-a,b와 같이 무안파종형태를 대상으로 파종기시스템을 구성할 경우 ,동력독립형에서 검토된 문제점 그대로 존재하며 추가적으로 기존 동력원의 활용에 따른 문제점을 포함하게 된다.

Fig.,3(B)-a,b 는 여타지역의 파종형태에 대한 시스템 구성 형태로 무안의 경우와 마찬가지로 동력독립형의 경우에 기존동력원의 활용에 따른 문제점을 포함하게 된다. 그러나 무안의 경우보다는 시스템구성이 용이하지만 싹유인 작업은 수작업으로 해야 한다.

상기의 분석 결과를 검토해 보면 현지 파종형태와 기계구성의 형태에 따라 파종기의 개발 방향에 여러 가지 난제가 많으며, 또한 각각의 개발모델에 대하여 장.단점이 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 이상이 환경에서는 파종기 개발의 시발점을 찾기 위해서는 싹유인 작업은 현재 대로 수작업에 의존하고 순수한 파종시스템(파종.복토) 개발에 역점을 두면서, 시스템 개발과정에서 기 토출된 문제점을 해결해 나가는 것이 바람직한 개발방향이라 할 수 있다.

상기에서 논의된 결과로부터 개발방향은 다음과 같이 진행하는 것이 파종기 개발에 용이하다는 것을 알 수 있었다.

첫째, 파종형태는 의성지방과 같은 여타지역을 대상으로 하여 파종기 개발에 역점을 둔다.

둘째, 동력원은 독립형으로 설정 한다.

셋째, 개발 모델은 동역독립형,분리형으로 하고 동력분리형.일체형의 검토과정에서 분석된 문제점을 해결 하면서 최종적 목표는 [5][6][7][9]공

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

정을 일괄처리할 수 있는 파종기를 개발한다.

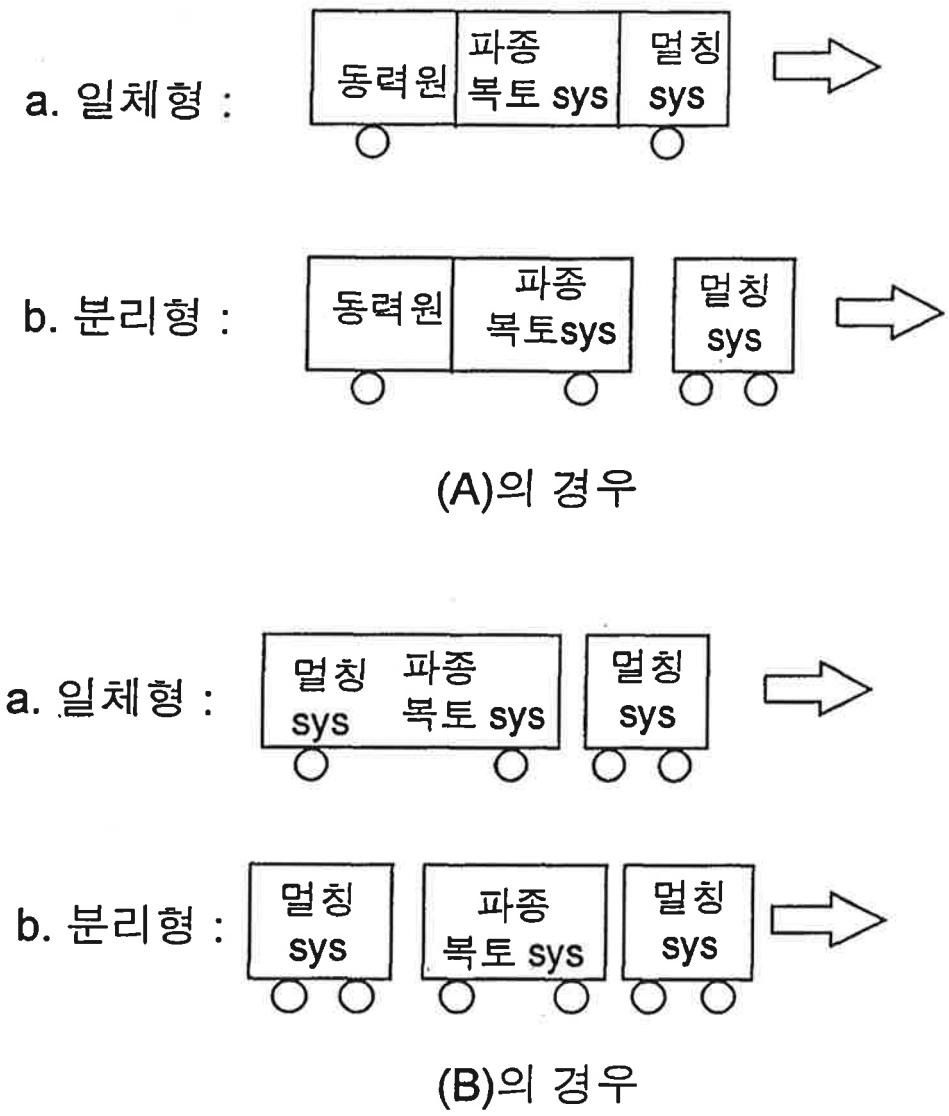


Fig.3 동력부착형 개발모델

(A)무안 파종형태 (B)여타지역 파종형태

2015/07/03 11:11-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

라. 파종방법

파종방법에서는 이랑 만드는 방법과 종구의 접지 방법 두가지 측면에서 컴토할 수 있다.

(1) 이랑을 만드는 방법

각 지역에서 이로어지고 있는 이랑을 만드는 방법, 이랑둑,이랑높이,이랑에 재식방법, 재식 주수는 앞서 제시된 연구 결과와 같다.
이랑을 만드는 방법도 작업의 관습, 작업능률의 제고에서 오는 차이며 어느 방법을 하던 생육과 생산량에 영향을 미치지는 않는다는 판단에서 기계화의 모델은 어느 방법을 설정해도 무방하다.

(2) 종구의 대지 접지 방법(제식 방향).

대부분의 씨앗은 제식방향과는 무관하고 제식간격만 고려하여 자유낙하 방식의 파종을하고 있으나 마늘의 경우는 제식방향이 정치형태 즉 씨앗의 뿌리가 지면에 닫도록 수작업으로 파종하고 있다. 이러한 파종방법은 오랜경험에 의한 것으로 정치파종을 하지 않을 경우 수확량에 영향을 미치는 것으로 알고 있다. 이러한 현상을 실제 검증하기 위하여 앞서 제시된 본 연구의 결과인 재배실험을 한바 있다. 구체적 데이터와 결과를 검토하기 위하여 Table 9 와 Table 11를 인용하여 재분석 하면 다음과 같다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

표9. 시마늘의 식재깊이(주구)와 방향(세구)별 마늘의 생육
(인편하중 5g 기준)

구분 / 깊이방향	발아율 (%)	엽초장 (cm)	엽수	엽초경 (cm)	구중 (g)	x/up구중 (%)*	수량 kg/10	y/up수량 (%)**
3cm up	91.0	25.0	7.57	1.23	30.7	100	1049	100
side	95.7	25.0	7.33	1.17	27.0	88	968	92
down	74.0	20.0	7.10	1.09	24.0	78	671	63
mean	86.9	23.4	7.33	1.16	27.2		896	

*, ** :마늘 파종방향이 각각 side, down일 경우의 구중(x) 수량(y)

표 11. 인편의 자유낙하시 착지된 방향별 분포(실험회수 9,990회)

착지방향	낙하 높이(cm) 10	30	50	낙하시 방향 (10cm) Up	Down	Side	인편중(g) (10cm) 3	5	7	평균
Up direction	10.0	8.4	6.9	11.8	7.7	5.8	4.9	10.9	8.6	8.1
Down 〃	3.6	6.0	6.1	4.4	6.6	4.7	7.6	4.1	4.6	5.4
Side 〃	86.4	85.6	87.0	83.8	85.7	89.5	87.6	85.0	86.8	86.4

마늘의 파종을 다른 씨앗과 마찬가지로 제식간격만 고려하여 파종하는 경우는 마늘을 임의로 자유낙하 시키는 경우와 동릴시 할 수 있다. 마늘은 자유낙하 시
켰을 경우 마늘의 착지방향의 확율은 평균적으로 Up인 경우(Fig.4(a)) 8.1%, Side인 경우(Fig.4(b))86.4 %, down인 경우(Fig.4(C)) 5.4%로 나타났다. 또한 제식방향에 따른 생육결과를 보면 제식깊이를 3cm로했을 때 수확량이 Up 인 경우에 비하여 side인 경우는 92%, Down인 경우는 63%로 나타났다. 이를 자유파종형태로 파종했을 경우 수확의 결과는 다음과 같이 계산할 수 있다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봄나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

평균치: 0.081*1049+0.054*671+0.864*968=957.5,

(1049-957)/1049= 8.7 % 감소

최소치: 0.049*1049+0.076*671+0.875*968=949.4

(1049-949.4)/1049= 9.5 % 감소

위 결과는 마늘을 정치 했을 경우의 수확량 (무게기준)에 비해 자유낙하시 수확량의 예상치는 평균 8.7%감소하며 최악의 경우는 9.5% 감소할 수 있다는 것이다. 기계화로 인한 인력절감과 생산원가절감 차원에서 본다면 위의 결과는 무시해도 좋을 감소량이라 볼 수 있다. 그러나 일한 문제는 생산의 양적 측면에서만 고려된 사항이고 마늘의 질적 면이나 상품성에 대해서는 고려되지 않았다.

Photo 1 는 마늘을 Up, Side,Down 세가지 제식방향으로 각각 파종한 후 수확한 결과를 제시한 것이다. Photo. 1(a)의 경우는 Fig. 4(a)와 같이 지면으로 향하도록 파종한 결과이며, Fig. 4(b)와 같이 파종될 경우는 photo. 1(b)와 같이 마늘의 상품질이 떨어진다. Fig.4(c)의 경우는 photo. 1(c)와 같이 마늘의 질이 아주 떨어지거나 발아되지 않는다. 특히 Fig.4(c)와 같이 파종 될 경우 경우는 한 알이 발아되지 않을 경우 주위의 마늘까지 영향을 미쳐 주위 마늘이 벌주가 발생하므로 전체 수확량에 영향을 미친다. 이상의 결과로 부터 개발될 파종기는 정치파종이 되도록 해야 한다. 다만 마늘의 상품성과는 무관하게 대량으로 소비하는 마늘가공업체를 대상으로 하여 재배하는 경우는 자유파종방식의 파종기개발을 시도해 볼 수 있다. 그리고 이상에서 논의된 파종방법에 따른 기계구성의 검토는 기계의 내부구성시 검토될 문제이므로, 앞서 논의된 파종과정으로부터 분석된 기계구성 결과에 대해서는 영향을 미치지 않는 사항이다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

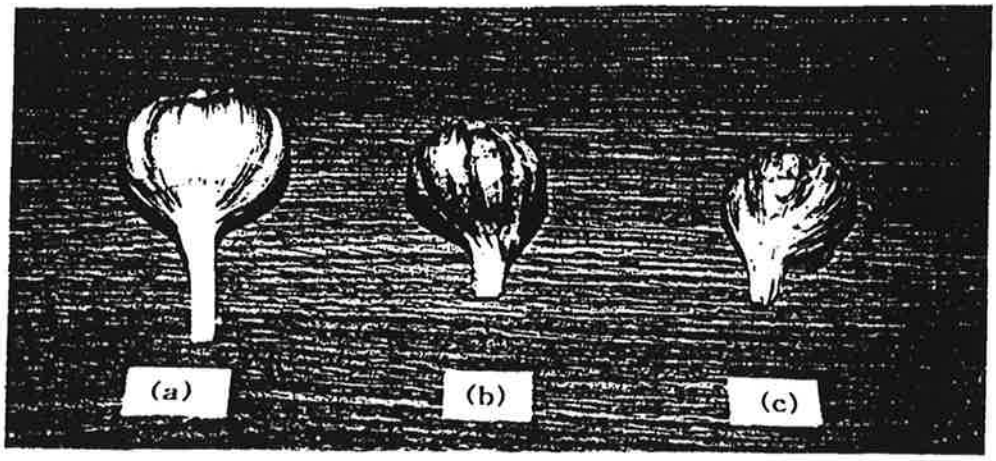


Photo.1 파종 제식방향과 수확결과

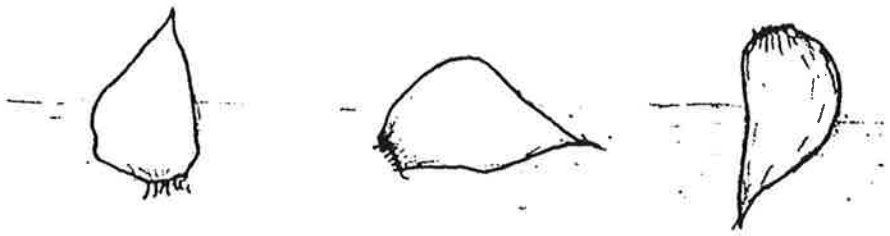


Fig. 4 마늘 파종의 제식방향

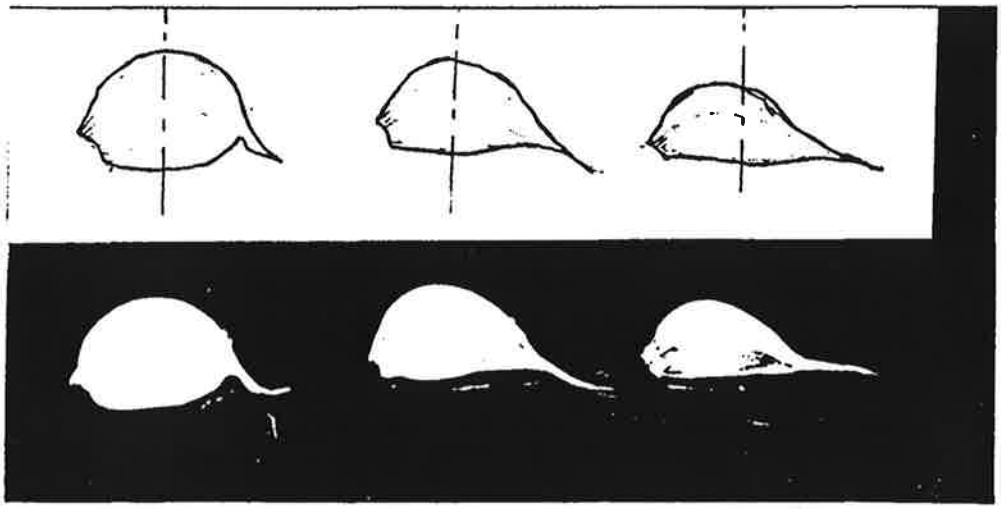


Fig. 5 지역별 종구의 형태

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

마. 종구의 형태

지금까지 개발되어 사용되고 있는 벼 직파기,옥수수 파종기 등은 정치개념의 파종기가 아니며 흩어 뿌리는 파종을 단지 씨앗 하나 하나를 일정 간격으로 파종할 수 있도록 하는 것이다. 벼이식기나 채소류의 이식기는 정치개념의 이식기이나 이 경우는 이식될 대상을 이식 전단계에서 기계화 이식에 적합하도록 그 조건과 형태를 맞추기 위해 일정시설에서 생육단계를 거치고 있다.

지금까지 마늘의 이식에 대한 구체적인 연구가 없고 오랜경험에 의하여 직파 작물로 되어 있다. 따라서 벼이식기나 채소류의 이식기와 같이 정치개념의 이식기을 활용할 수 있도록 이식 전단계에서 기계화 이식에 적합하도록 육종개발이 되지 않은 현 단계에서는 마늘 파종은 쪽마늘를 정치하는 파종기 개발 밖에 없다. 따라서 종구의 형태 분석은 파종기 개발을 위한 기초자료가 될 수 있다.

종구 형태분석의 결과는 다음과 같다. 지역이나 종에 따라서 종구의 형태가 다르며 같은 지역 같은 종이라도 그 크기나 형상이 각각 다르다. 그러나 대체적으로 지역에 따라 종구가 일정한 특징을 가지며 이특징은 Fig. 5(a)-(c)와 같다.

Fig.5(a)는 남해,무안 지역 종구 형상이다. 반달형이며, 중심선을 기준으로 머리부분과 뿌리 부분이 대칭형이다.

Fig.5(b)는 의성지역이나 산지 지역의 종구 형상이다. 반달형이며 중심선을 기준으로 머리부분이 약간 폭이 좁다. (a)보다는 길이에 비해 폭이 좁은 편이다.

Fig.5(c)는 우리나라 재래 마늘 종구 형상이다. 뿌리부분과 머리부분의 형상이 뚜렷하게 다른 형상을 나타낸다. 이상의 결과로부터 종구의 표준화, 규격화를 위하여 선결과제로 쪽바늘 선별장치가 개발되어야함을 알 수 있다. 기계화란 전제조건이 표준화나 규격화이기 때문이다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제 3 절. 기계개발 설계방향

지금까지의 공전분석과 재배법 기초연구를 토대로 하여 파종의 자동화지점 설정 및 기계개발 방향을 요약하면 다음과 같다.

1. 자동화 지점 설정및 기계개발 방향

가. 자동화 지점 설정: 파종 9단계중 파종, 복토, 멀칭공정을 우선적으로 기계화 한다.

나. 파종 대상 지역 : 파종형태는 의성 지방의 파종형태를 대상으로 하고 건지인 논의 경우를 설정한다.

다. 파종기의 개발 모델: 개발 모델은 동역독립형.분리형으로 하고 동력분리형. 일체형의 검토과정에서 분석된 문제점을 해결 하면서 최종적 목표는 5 6 7 9 공정을 일괄처리할 수 있는 파종기를 개발한다.

라. 개발 시스템의 파종형태 :

(1) 제식의 방향

(가) 종구 뿌리가 지면으로 향하는 정치파종을 원칙으로 한다.

(나) 재식 거리만 고려된 자유낙하의 파종방식은 전체 소득 측면서에서 고려 할 수 있다.

(2) 재식거리 및 깊이

Table 8. 9결과를 활용 한다.

(3) 이랑의 형태: 의성지방의 형태를 모델로 한다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

2. 기계 파종기 개발의 방법

가. 추진방법 : 종구 선별 시스템 개발

현재까지의 연구결과 마늘 파종의 자동화에서 가장 난이한 부분으로는 정치개념의 파종을 위한 종구선별이 과제이다. 따라서 종구선별 시스템을 먼저 고안하는 것이다.자동화를 위해서 종구의 "규격화"가 필요하며 지역(의성, 무안, 남해)에따라 상이한 형태의 종구에 "규격화"를 시도해야 한다.

나. 선별기설계 및 실험결과

기계파종의 개념은 자동화 이며 자동화의 기본 개념은 구격화, 표준화이다.규격화의 의미는 일정 크기별, 형태별 , 무게별로 분류하는 것으로 시도 하였다.
Fig.6,는 이들의 개략도이며 Photo.2,는 이들의 제작실험 형태를 제시한 것이다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

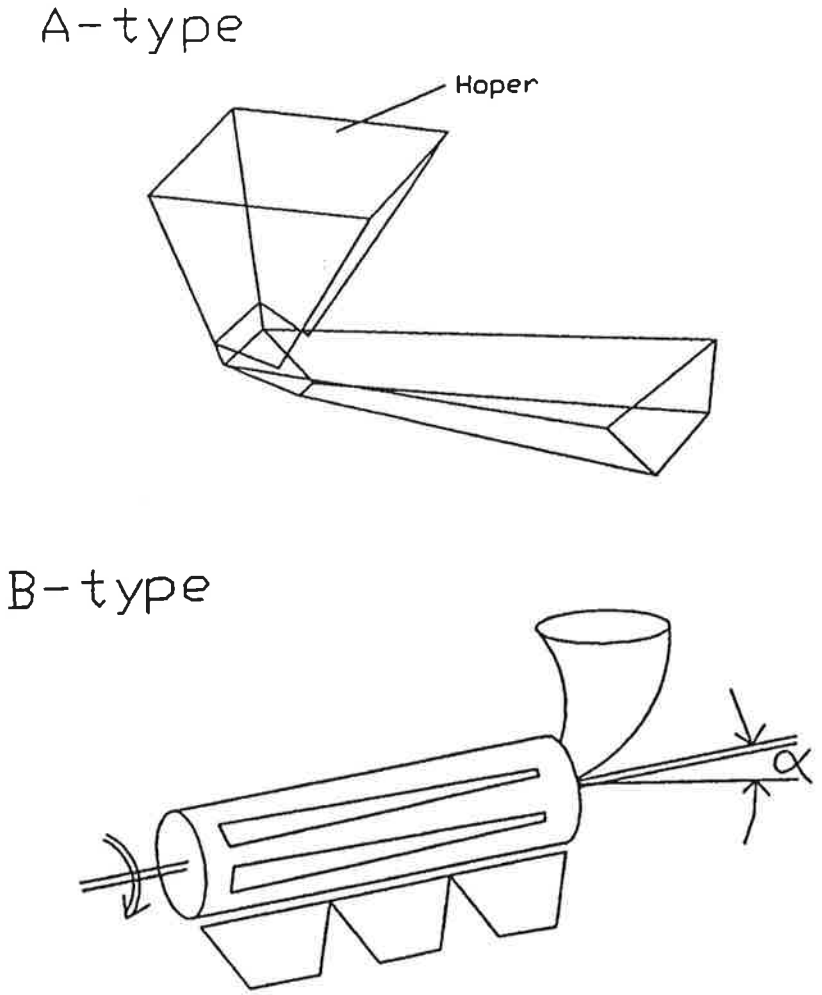
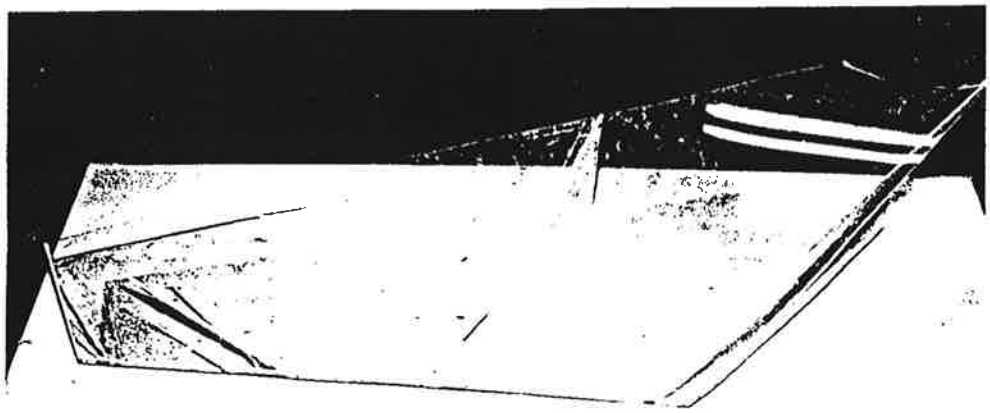


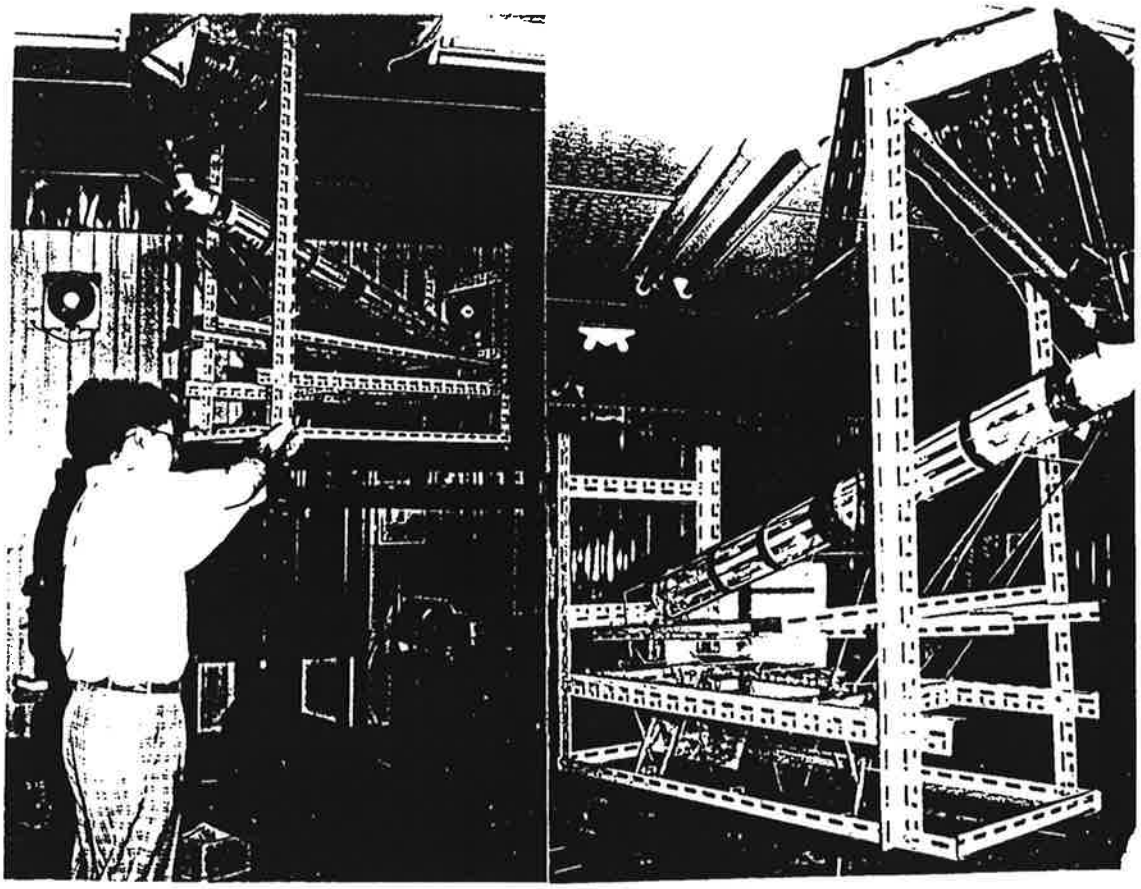
Fig.6 개발 선별기의 개략도

2015/07/03 11:11-운영지원과/김보나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부



A-type



B-type

Photo.2 선별기 제작 실험

2015/07/03 11:11-운영지원과/김봉니래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

제5장 결론및 향후의 연구방향

마늘 파종기 개발을 위한 기초연구를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

파종기개발을 위한 기초연구 되어있지 않은 상태에서 기계개발을 위한 기초자료를 구축하였으며, 지역별 작부방식과 소요노력 조사와 기계파종을 위한 재배실험을 통하여 개발설계의 기반자료를 획득하였으며, 이러한 기반자료와 공정분석을 통하여 기계개발의 방향을 설정 하였다. 향후 연구방향은 상기의 연구결과를 토대로 하여 선별기 설계를 시발점으로 파종기 개발실험을 수행 하고자 한다.

2015/07/03 11:11-운영지원과/김빛나래

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부

참고문헌

1. 원예작물 생산과 연구의 국내외 동향. 1989. 농촌진흥청 원예시험장
2. '93 농축산물 표준소득. 1994. 농촌진흥청
3. 농림수산 주요통계. 1995. 농림수산부
4. 농사시험연구 총설. 1982. 농사시험연구보고 논문집 제 24집 부록. 농촌진흥청
5. 農業技術大系. 1986. 野菜編 8. 農産漁村文化協會
6. 최성규, 황재문. 1985. 남부지방에서 마늘의 파종시기에 따른 비닐터널 및 하우스 재배시험. 농사시험연구보고 27집 1호(원예편) : 91-96
7. 이우승, 이하윤, 김탁. 1993. 마늘 기계파종을 위한 재배법 연구. 농업논문집 (산학협동) 35 : 291-301
8. 박용봉, 이병일. 1990. 제주에서 파종기가 한.난지형 마늘의 생육과 인경비대에 미치는 영향. 한원지 31권 1호 : 7-14
9. 박현규, 이우승. 1984. 농가종묘용 마늘구의 해부적 특성. 생물과 자연(경북대) 14(1) : 19-24
10. 이우승, 이병철. 1983. 마늘의 수확직후의 열풍 건조 효과. 경북대 농학지 1 : 151-158
11. 이우승. 1978. 마늘 수확에 관한 기초적 연구. 경북대 농업과학 1 : 9-15
12. 이우승. 1974. 한국산 마늘의 인편특성에 관한 연구. 한원지 15권 1호: 20-29
13. 이우승. 1974. 한국산 지방마늘의 형태적 특성에 관한 조사 연구. 경북대 논문집 18 : 113-118
14. 농업기계화 연구소. 1983-1985. 마늘, 양파수확기 제작실험

2015/07/03 11:11-문열자원과/김봉나례

자료출처 : 마늘 파종기 개발을 위한 기초연구. 제2차년도 / 농림수산부