

어젠다코드	3 - 15 - 48		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C01	작목구분코드	VC-05-1399
과제종류	공동연구		세세부사업	농업분야 기후변화 대응기술 개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
도입 열대/아열대채소의 적응성 검토 및 활용기술 개발			'14~'16	온난화대응농업연구소	성기철
1) 도입 아열대채소 적응 및 안정생산 기술개발			'14~'16	온난화대응농업연구센터	성기철
2) 농가현장 적응시험			'14~'16	"	정영빈
3) 북부지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발			'14~'16	강원도원 원예연구과	서현택
4) 중부지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발			'14~'16	충북도원 원예연구과	이민정
5) 호남지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발			'14~'16	전남도원 원예연구과	손동모
6) 영남지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발			'14~'16	부산광역시 농업기술센터	김영석
7) 아열대채소 유용성분 및 기능성 검토			'14~'16	한경대학교	문준관
8) 아열대채소 이용 및 활용기술 개발			'14~'16	경기대학교	김명희
색인용어	아열대채소, 육묘, 시스템, 자가생산				

## ABSTRACT

In the first year, this experiment was conducted to investigate the cultivation adaptabilities and consumer preference of 7 subtropical vegetable crops such as Okra (*Abelmoschus esculentus*), Bitter melon (*Momordica charantia* L.), Indian spinach (*Basella alba*), Long bean (*Vigna unguiculata* subsp), Water spinach (*Ipomoea aquatica*), Chayote (*Sechium edule* Swartz.), Sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* Alef.) for the first selection under open field and greenhouse conditions in northern area. As a result of comparison of economic efficiency and consumer preference, the consumer's purchases expect rate (95%) of Bitter melon was the highest, and follow Long bean (88.9%), Chayote (75.0%), Water spinach (70.4%), Okra (51.9%), Sugar Beet (35.0%) and Indian spinach (25.9%) was higher in the order. The marketable yield ( $7,346.0 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) of Water spinach was the highest, and follow Long bean ( $6,266.9 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Sugar Beet ( $6,228.9 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Chayote ( $4,671.6 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Bitter melon ( $3,642.5 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Indian spinach ( $3,143.2 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) and Okra ( $2,861.6 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) was higher in the order. The estimated income ( $9,400,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) of Long bean was the highest, and follow Sugar Beet ( $9,343,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Chayote ( $9,343,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Water spinach ( $7,346,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Bitter melon ( $7,285,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Okra ( $3,577,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), Indian spinach ( $3,143,000 \text{ won} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) was higher in the order. As a results of the cultivation adaptabilities and consumer preference, 4 subtropical vegetable crops (Bitter melon, Long bean, Water spinach, Chayote) were the first selected crops as a suitable for cultivation in northern area.

Second year this study was conducted to investigate the effect of planting date on growth

and yield of the first selected crops (Bitter gourd, Long bean, Water spinach, Chayote) and to select finally crop as a suitable for cultivation in northern area. The application of planting date of bitter gourd was effective in increasing the number of fruit set, number of harvested fruit and yield. The treatment of planted in mid-May of bitter gourd had the highest marketable yield (3,812 kg/10a), and follow the early May (3,697.7 kg/10a) and the late May (2,873.0 kg/10a), the early June (1,804.9 kg/10a) was higher in the order. The number of harvested fruit also showed a similar trend. Therefore, planting of bitter gourd in mid-May was effective in increasing yields of fruit under open field condition in northern area. The treatments of planted in mid-May and late May of long bean, water spinach and chayote had the highest marketable yield, the early May, the early June was lower in the order. Therefore, planting of long bean, water spinach and chayote between mid-May and late May was effective in increasing yields of fruit under open field condition in northern area. As a result of comparing the yields of 4 crops which was selected first for final selection, the marketable yield ( $8,398.6 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) of water spinach was the highest, and follow long bean ( $4,667.1 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), chayote ( $4,576.9 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) and bitter gourd ( $3,812.0 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) was higher in the order. As a result of comparing the distribution market of the produced subtropical vegetables, the distributions of the 3 crops (Water spinach, Long bean, Chayote) were not achieved except bitter gourd. Therefore, we have finally selected the bitter gourd that can be marketed as suitable crop for cultivation in northern area.

In third year, this study was conducted to develop the cultivation technique of final selected the bitter gourd under open field conditions in northern area. The first experiment was carried out of investigate the effect of thermal tunnel treatment of bitter gourd cultivation in the early transplanting stage. As a result of preventing the low temperature damage by covering the thermal tunnel in the early transplanting stage for 3 weeks at night, the first harvest date of the thermal tunnel treatment was June 27th, and it was able to be harvested 7 days earlier than the first harvest date (July 4th) of the non treatment. And the marketable yield ( $3,729.0 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) of the thermal tunnel treatment was higher than the non treatment ( $3,131.8 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ). Therefore, covering the thermal tunnel in the early transplanting stage was effective in increasing yields (about 19%) of fruit when cultivating bitter gourd under open field condition in northern area. The second experiment was conducted to determined the optimal transplanting date of bitter gourd retardation cultivation under open field condition in northern area. The first harvest date (August 11th) of transplanting in early July was the fastest, and follow mid-July (August 25th) and late July (September 1th) was faster in the order. The marketable yield also came of early July ( $1,575.0 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ), mid-July ( $754.9 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) and late July ( $311.2 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) in the order. Therefore, it was judged to be suitable for transplanting of bitter gourd retardation cultivation in early July under open field condition in northern area. The third experiment was conducted to determined the optimal training branch number of bitter gourd under open field condition in northern area. As a

result of comparing the fruit set number and fruit weight, the fruit set number was relatively high in the 4 stem training treatment until July, but the fruit set number of the 2 stem training treatment was more than the 4 stem training treatment in August. The fruit weight was relatively higher in the 2 stem training treatment. And the marketable yield ( $4,010.9 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ) of the 2 stem training treatment was higher than the 4 stem training treatment ( $3,131.8 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ). Therefore, the 2 stem training method was effective in increasing yields (about 29%) of fruit than the 4 stem training method when cultivating bitter melon under open field condition in northern area.

## 1. 연구목표

최근 기후변화로 아열대작물에 대한 농업인의 관심이 증가하면서 일부 아열대작목이 도입되어 전국적으로 약 56ha(14)가 재배되고 있다. 특히 그동안 유망작목으로 선발한 여주 등 10여종의 지역별 적응성 검토 및 안정생산을 위한 재배기술 개발이 시급하다. 또한 아열대채소에 대한 소비자들의 인지도를 높이기 위해 기능성 분석과 요리 레시피 개발 등 활용기술 개발이 필요한 실정이다. 특히 최근에는 최북단 지역인 철원에서도 대표적인 아열대작목인 “여주”, “모링가” 등의 시험재배가 이루어지고 있으며, 북부지역 농업인들의 아열대채소에 대한 관심과 기술개발 요구가 증가하고 있다. 하지만 북부지역에서의 도입 아열대채소 재배 적응성에 대한 연구가 미비하고, 재배가능 작목의 수량성 증대 등 안정생산 기술개발에 대한 연구가 전무한 실정이다. 이에 그동안 온난화대응농업연구소에서 도입 검토된 작물들에 대하여 북부지역 적응성 검토 및 안정적인 재배기술을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

〈제1세부과제 : 북부지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발〉

### (시험 1) 도입 아열대채소 북부지역 적응성 검토(14)

본 시험은 2014년 강원도농업기술원 시험포장에서 수행되었으며, 도입 아열대 채소 7작목(오크라, 여주, 인디언시금치, 롱빈, 공심채, 차요테, 사탕무)의 노지 및 시설재배 적응성을 검토하였다. 작목별 시험품종으로 오크라는 ‘레드호프’, ‘그린호프’ 등 2품종, 여주는 ‘오돌이’, ‘엔에스454’ 등 2품종, 공심채는 ‘리아오’, 인디언시금치는 ‘적바우새’, ‘청바우새’ 등 2품종, 롱빈은 ‘지팡이강낭콩’, 수집종 등 2품종, 차요테는 수집종, 사탕무는 ‘커몬’과 수집종 등 2품종을 공시하였다. 시설재배의 정식 시기는 5월 14일이고, 노지재배는 5월 21일에 실시하였다(표 1). 정식 후 작목별 생육 및 수량을 조사하여 시설 및 노지재배 적응성을 비교하였다. 소비자 선호도 조사는 패널(주부, 춘천) 30명을 대상으로 조리 및 시식을 실시한 후 작목별 선호도를 설문조사하였다.

표 1. 작목별 경종개요(2014)

작목	품종	파종	정식	수확	비고
오코라	레드호프 (아시아종묘) 그린호프 (아시아종묘)	3.24	시설 5.14 노지 5.21	6.9~	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=25:20:25/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
여주	오돌이 (아시아종묘) 엔에스454 (아시아종묘)	3.24	시설 5.14 노지 5.21	7.3~	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=20:28:20/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
차요테	수집종 (온난화대응 농업연구센터)	3.6	시설 5.14 노지 5.21	10.3~	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=24:16:23/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식 : 원줄기 40cm 종자 정식
공심채	리아오 (아시아종묘)	3.24	시설 5.14 노지 5.21	6.9~	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=25:6:12/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
롱빈	수집종 (온난화대응 농업연구센터), 지팡이강낭콩 (아시아종묘)	3.24	시설 5.14 노지 5.21	6.27~	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=25:20:25/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
인디언 시금치	적바우새 (아시아종묘) 청바우새 (아시아종묘)	3.24	시설 5.14 노지 5.21	6.9~	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=25:6:12/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
사탕무	커몬 (아시아종묘) 수집종 (온난화대응 농업연구센터)	육묘 (3.24) 파종기 (5.26, 6.9, 6.18, 6.26)	노지 5.21	10.23	- 점적관수, 흑색PE 멀칭 - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=12:8:24/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종

(시험 2) 1차 선정 아열대채소 작목 북부지역 노지재배 적정 정식시기 구명 및 최종작목 선정(15)

본 시험은 2015년 강원도 춘천 소재 강원도농업기술원 노지 시험포장에서 수행되었으며, 1년 차에 선정된 유망 아열대채소인 여주, 차요테, 공심채, 롱빈 등 4작목의 북부지역 노지재배 적정 정식시기를 구명하기 위하여 수행되었다. 작목별 시험품종으로 여주는 ‘드레곤(가나중묘)’, 차요테는 온난화대응농업연구소 수집종, 공심채는 ‘리아오(아시아종묘)’, 롱빈은 ‘지팡이강낭콩(아시아종묘)’을 시험재료로 공시하였다. 노지 정식시기를 5월 상순(5.4), 5월 중순(5.13), 5월 하순(5.26), 6월 상순(6.4) 등 4처리를 달리하였고, 기타 경종관리는 농촌진흥청 온난화대응농업연구소에서 정한 재배기술에 준하였다(표 2). 주요 조사항목으로는 최저기온, 엽수, 만장, 착과수, 첫 수확일, 수확종료일, 상품수량, 월별 수량 등을 조사하여 비교하였다.

표 2. 작목별 경증개요(2015)

작목	품종	파종	정식	수확	비고
여주	드레곤 (가나종묘)	4상 ~ 5상 (10일간격 순차파종)	5상(5.4), 5중(5.13), 5하(5.26), 6상(6.4)	7.2 ~	- 재식밀도 : 200주/10a(2.5×2m) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=20:28:20/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
롱빈	지팡이강낭콩 (아시아종묘)	4상 ~ 5상 (10일간격 순차파종)	5상(5.4), 5중(5.13), 5하(5.26), 6상(6.4)	6.19 ~	- 재식밀도 : 400주/10a(2.5×1m) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=25:20:25/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
공심채	리아오 (아시아종묘)	4상 ~ 5상 (10일간격 순차파종)	5상(5.4), 5중(5.13), 5하(5.26), 6상(6.4)	6.19 ~	- 재식밀도 : 10,500주/10a(140×20cm×3조) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=25:6:12/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종
차요테	수집종 (온난화대응 농업연구센터)	4상 ~ 5상 (10일간격 순차파종)	5상(5.4), 5중(5.13), 5하(5.26), 6상(6.4)	10.12 ~	- 재식밀도 : 110주/10a(3×3m) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=24:16:23/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식 : 원줄기 40cm 종자 정식

**(시험 3) 최종선정 아열대채소 작목 여주 북부지역 노지재배 기술 개발(16)**

가. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리효과 구명

본 시험은 2016년 강원도 춘천 소재 강원도농업기술원 노지 시험포장에서 수행되었으며, 최종 선정된 유망 아열대채소인 여주의 북부지역 노지재배 시 간이 보온터널 처리효과를 구명하기 위하여 수행되었다. 시험품종으로 ‘드레곤(가나종묘)’을 시험재료로 공시하였고, 5월 상순(5.4) 정식 후 무처리와 달리 간이 보온터널 처리구는 활대(210cm)를 2m 간격으로 설치하여 보온비닐(360cm)로 약 3주간(5.4~5.25) 매일 야간에 덮어주고, 주간에 열어주어 보온 관리하였다. 기타 경종관리는 농촌진흥청 온난화대응농업연구소에서 정한 재배기술에 준하였다(표 3). 주요 조사항목으로는 야간기온, 만장, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수, 마디길이 첫개화일, 개화율, 착과수, 첫 수확일, 수확종료일, 상품수량, 월별 수량 등을 조사하여 비교하였다.

표 3. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리시험 경증개요(2016)

품종	파종	보온터널 설치	정식	보온관리	수확	비고
드레곤 (가나종묘)	4월 상순	활대(210cm) 2m 간격으로 설치, 바인더끈 고정, 비닐(360cm) 준비	5월 상순 (5.4)	정식 후 3주간 야간 보온	6월 하순 (6.27) ~ 10월 하순 (10.24)	- 재식밀도 : 330주/10a(2.5×1.2m) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=21:28:20/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종 - 유인방법 : 측지 4줄기 유인재배

나. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 적정 정식시기 구명

본 시험은 2016년 강원도 춘천 소재 강원도농업기술원 노지 시험포장에서 수행되었으며, 최종 선정된 유망 아열대채소인 여주의 북부지역 노지재배 억제작형 적정 정식시기를 구명하기 위하여 수행되었다. 시험품종으로 ‘드레곤(가나종묘)’을 시험재료로 공시하였고, 정식시기를 7월 상순(7.10), 7월 중순(7.20), 7월 하순(7.30)으로 달리 처리하여 정식하였다. 기타 경종관리는 농촌진흥청 온난화대응농업연구소에서 정한 재배기술에 준하였다(표 4). 주요 조사항목으로는 기온, 만장, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수, 마디길이 첫개화일, 개화율, 착과수, 첫 수확일, 수확종료일, 상품수량, 월별 수량 등을 조사하여 비교하였다.

표 4. 북부지역 여주 노지 억제재배 정식시기 시험 경종개요(2016)

품종	파종	정식	수확	비고
드레곤 (가나종묘)	6상 ~ 6하 (10일간격 순차파종)	7상(7.10), 7중(7.20), 7하(7.30)	8상 (8.11) ~	- 재식밀도 : 330주/10a(2.5×1.2m) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=21:28:20/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종 - 유인방법 : 측지 4줄기 유인재배

다. 북부지역 여주 노지재배 적정 줄기유인수 구명

중 선정된 유망 아열대채소인 여주의 북부지역 노지재배 적정 줄기유인수를 구명하기 위하여 수행되었다. 시험품종으로 ‘드레곤(가나종묘)’을 시험재료로 공시하였고, 줄기유인을 위해 주지를 8~10절에서 적심처리하고, 기부의 충실한 아들줄기 중 2줄기를 골라 수직으로 유인한 뒤 방임재배하는 2줄기 유인과 관행적인 4줄기 유인 간 생육과 수량을 비교하였다. 기타 경종관리는 농촌진흥청 온난화대응농업연구소에서 정한 재배기술에 준하였다(표 5). 주요 조사항목으로는 기온, 만장, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수, 마디길이 첫개화일, 개화율, 착과수, 첫 수확일, 수확종료일, 상품수량, 월별 수량 등을 조사하여 비교하였다.

표 5. 북부지역 여주 노지재배 줄기유인수 시험 경종개요(2016)

품종	파종	정식	수확	비고
드레곤 (가나종묘)	4중	5중(5.4)	7상(7.4) ~ 10하(10.24)	- 재식밀도 : 330주/10a(2.5×1.2m) - 시비량N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=21:28:20/kg/10a (N: 30% 추비 3회 분시) - 정식모종: 본엽 2~3매, 어린모종 - 유인방법 : 측지 2줄기, 4줄기 유인재배

### 3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제 : 북부지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발〉

(시험 1) 도입 아열대채소 북부지역 적응성 검토(14)

(1) 작목별 생육 및 수량성 검토

가. 오크라

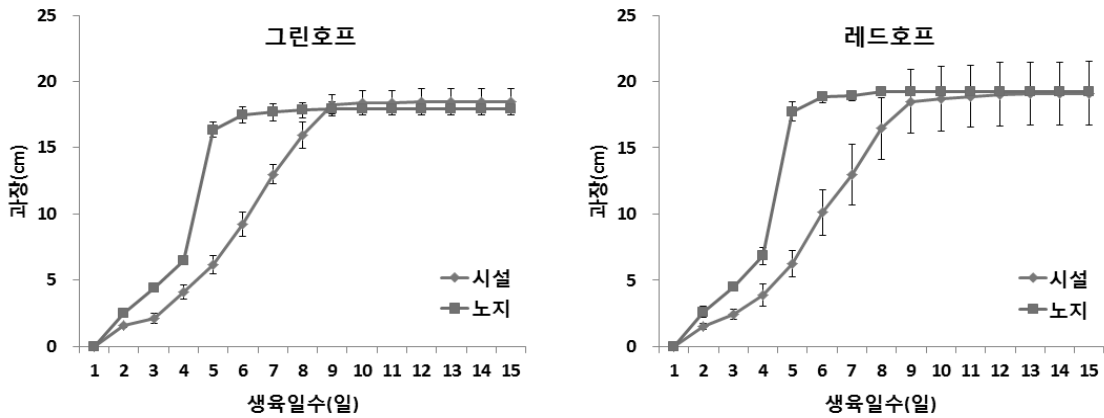


그림 1. 오크라 착과 후 과실 길이 성장속도

오크라의 과실 길이성장 속도를 비교한 결과, 두 품종 모두 노지재배가 시설재배보다 빨랐으며, 수확규격인 9~10cm까지 소요되는 기간은 개화 후 시설은 6일, 노지는 5일로 나타났다(그림 1).



그림 2. 오크라 과실 성장모습

오크라의 월별 수량변화를 조사한 결과, 두 품종 모두 시설재배에서 초기 수량이 높았고, 8월 이후부터 노지재배의 수량이 더 높게 나타났다. 이러한 원인은 7~8월 여름철 고온으로 시설 내 수정불량 현상이 발생하여 수량이 감소한 것으로 판단되었다(그림 3).

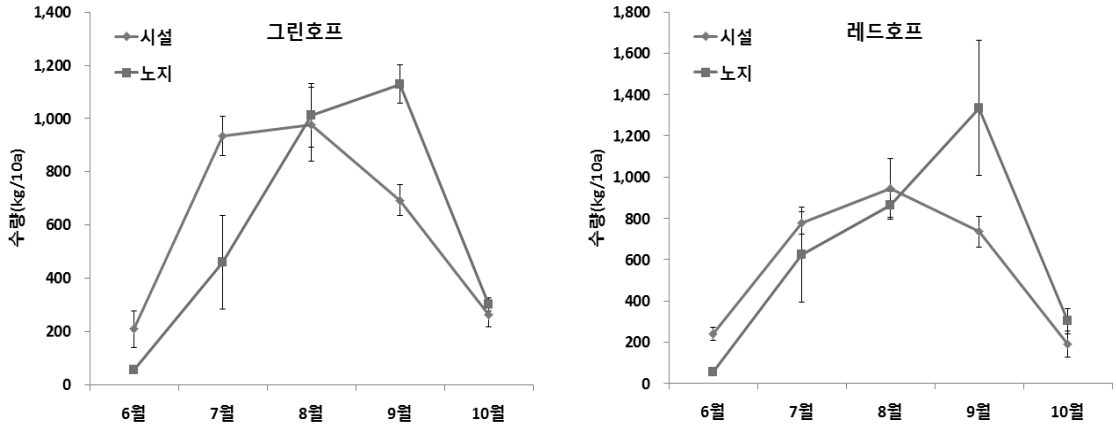


그림 3. 오크라 월별 수량변화

표 6. 오크라 수량특성

품종	재배 방법	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
그린 호프	시설	6. 9	10.27	3,329.2 a	3,091.6 a	237.6	92.9	57.1 a	52.4 a	4.7
	노지	6.20	10.24	3,183.7 b	2,861.6 b	322.1	89.9	45.2 b	40.7 b	4.5
레드 호프	시설	6. 9	10.27	3,197.0 a	2,889.0 a	308.0	90.4	52.2 a	47.3 a	4.9
	노지	6.20	10.24	3,114.0 a	2,879.6 a	234.4	92.5	49.3 a	45.6 a	3.7

\* Mean separation within columns by Duncan's multiple test at 5%.

오크라의 첫수확일은 시설재배가 6월 9일로 노지재배 6월 20일보다 10여일 빨랐으며, 수확종료일은 시설재배 10월 27일, 노지재배 10월 24일로 각각 나타났다. ‘그린호프’ 품종의 상품수량은 시설재배가 노지재배보다 높게 나타났지만, ‘레드호프’ 품종에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 6).



레드호프



그린호프



오크라 시설 재배전경



오크라 노지 재배전경

나. 여주

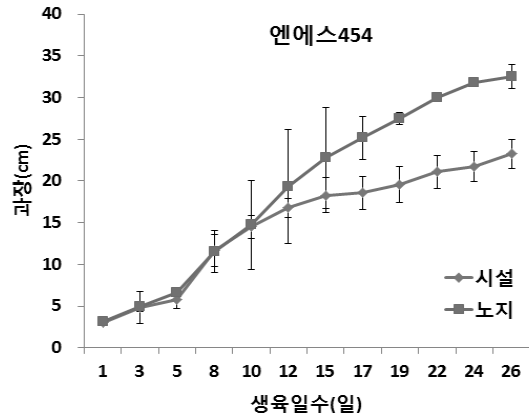
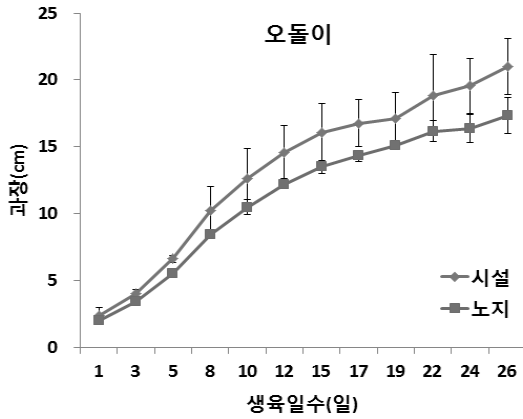


그림 4. 여주 과실의 착과 후 길이 성장속도

여주의 과실 길이성장 속도를 비교한 결과, ‘오돌이’ 품종은 시설재배가 노지재배보다 빠른 반면, ‘엔에스454’ 품종은 착과 후 10일 이후부터 노지재배의 길이생장이 시설재배보다 빨랐다(그림 4).

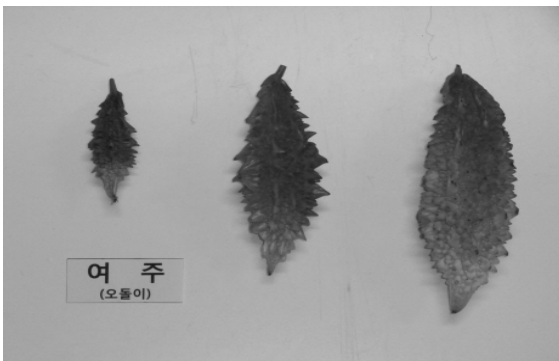


그림 5. 여주 과실 성장모습

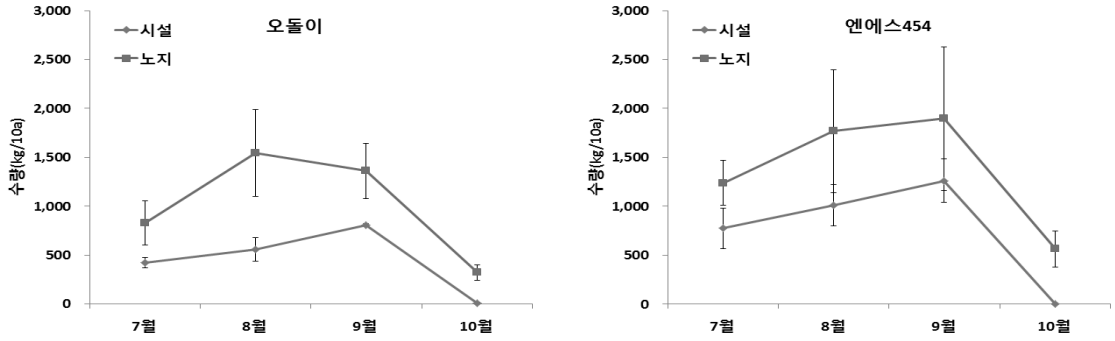


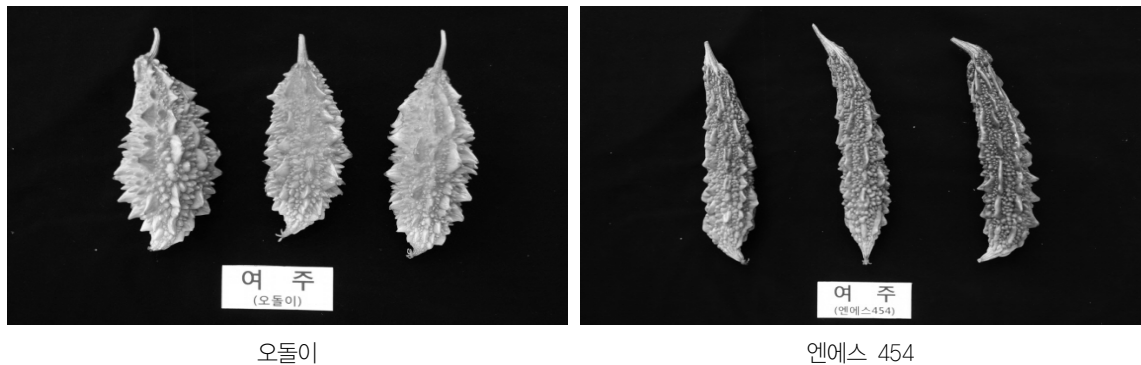
그림 6. 여주 월별 수량변화

여주의 월별 수량변화를 조사한 결과, 두 품종 모두 시설재배보다 노지재배에서 수량이 더 높게 나타났다. 이러한 원인은 시설 내 고온 및 화분매개충의 부족으로 착과불량 현상이 발생하여 수량이 감소한 것으로 판단되며, 향후 시설재배 시 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단되었다(그림 6).

표 7. 여주 수량특성

품종	재배 방법	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
오돌이	시설	7.11	10.6	2,061.0 b	1,793.7 b	267.3	87.0	133.9 b	110.6 b	21.4
	노지	7.10	10.24	3,229.5 a	2,703.7 a	525.8	83.7	171.8 a	135.6 a	35.4
엔에스454	시설	7.11	10.6	3,815.2 b	3,043.6 b	771.6	79.8	129.2 b	99.8 b	29.3
	노지	7.3	10.24	5,030.6 a	3,642.5 a	1,388.1	72.4	158.6 a	105.2 a	53.3

여주의 첫 수확일은 '엔에스454' 품종의 노지재배가 7월 3일로 가장 빨랐으며, 시설재배는 7월 11일에 첫 수확을 하였고, 수확종료일은 시설재배 10월 6일, 노지재배 10월 24일로 각각 나타났다. 수량은 두 품종 모두 노지재배가 시설재배보다 높게 나타났고, 품종 간에는 '엔에스454' 품종의 상품수량이 '오돌이' 품종보다 높게 나타났다(표 7).





여주 시설 재배전경



여주 노지 재배전경

다. 인디언시금치

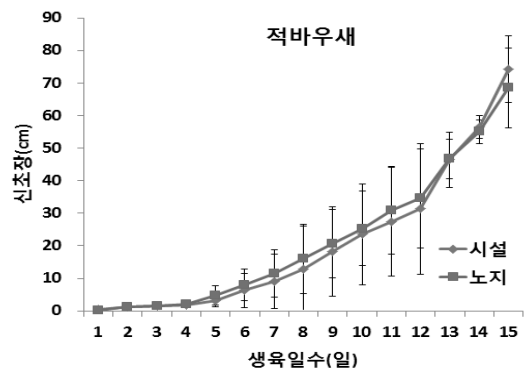
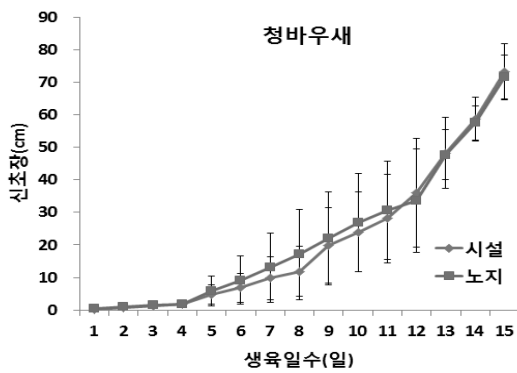


그림 7. 인디언시금치 신초 길이 성장속도

인디언시금치의 신초 길이성장 속도를 비교한 결과, 수확규격인 20cm까지 성장하는데 소요되는 기간은 두 품종 모두 9일~10일로 나타났다(그림 7).



그림 8. 인디언시금치 신초 성장모습

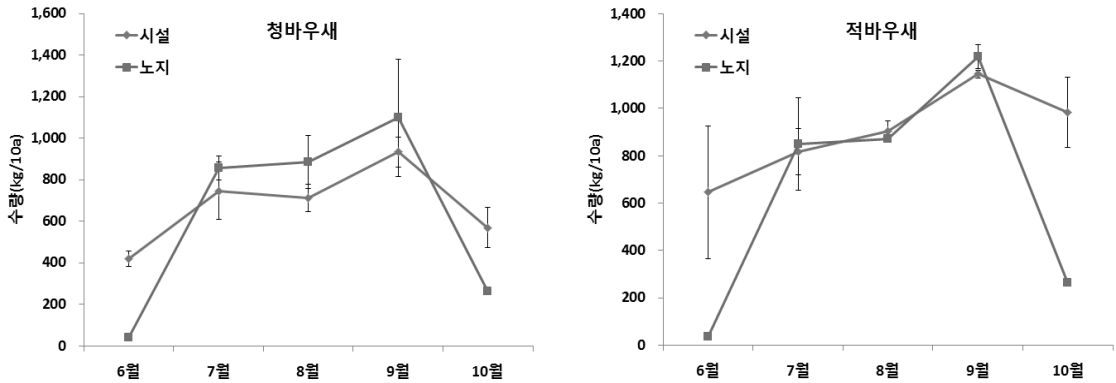


그림 9. 인디언시금치 월별 수량변화

인디언시금치의 월별 수량변화를 조사한 결과, 두 품종 모두 6월과 10월에 노지재배보다 시설재배에서 수량이 더 높게 나타났으며, ‘청바우새’ 품종의 7~9월 수량은 노지재배가 시설재배보다 높게 나타났다(그림 9).

표 8. 인디언시금치 수량특성

품종	재배 방법	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수확 신초수 (개/주)	상품 신초수 (개/주)	비상품 신초수 (개/주)
청바우새	시설	6. 9	10.21	3,399.0 a	3,381.1 a	17.9	99.5	177.3 a	176.5 a	0.7
	노지	6.27	10.13	3,146.9 a	3,143.2 a	3.7	99.9	153.4 a	152.8 a	0.1
적바우새	시설	6. 9	10.21	4,459.0 a	4,459.0 a	0.0	100.0	243.6 a	242.3 a	1.5
	노지	6.27	10.13	3,235.6 b	3,235.6 b	0.0	100.0	172.3 b	172.3 b	0.0

인디언시금치의 첫수확일은 시설재배가 6월 9일로 노지재배 6월 27일보다 18일 빨랐으며, 수확종료일은 시설재배 10월 21일, 노지재배 10월 13일로 각각 나타났다. ‘적바우새’ 품종의 상품수량은 시설재배가 노지재배보다 높게 나타났지만, ‘청바우새’ 품종에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 8).



청바우새



적바우새



인디언시금치 시설 재배전경



인디언시금치 노지 재배전경

라. 롱빈

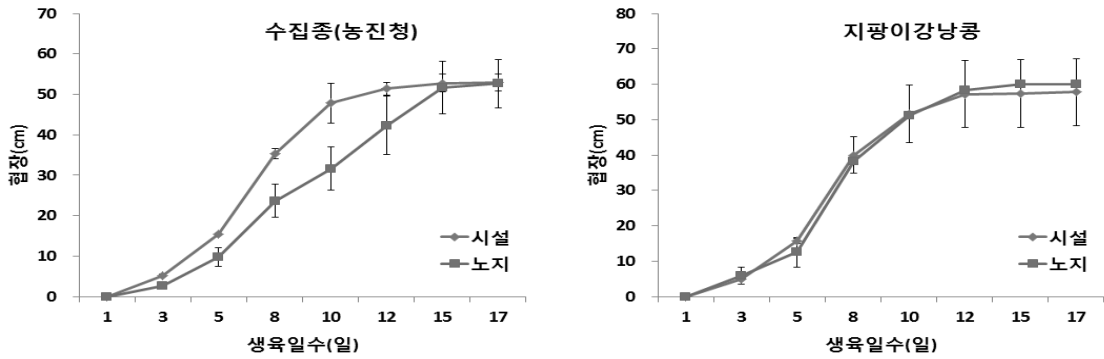


그림 10. 롱빈 꼬투리 개화 후 길이 성장속도

롱빈의 꼬투리 과실 길이성장 속도를 비교한 결과, '수집종(농진청)' 이 노지재배보다 시설재배의 성장속도가 빨랐으며, '지팡이강낭콩' 품종은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 수확규격인 40cm 까지 소요되는 기간은 개화 후 시설은 8~10일, 노지는 8~12일로 나타났다(그림 10).

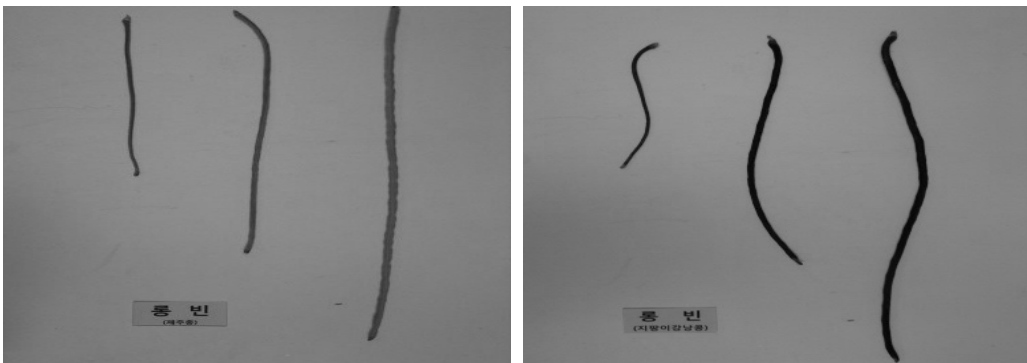


그림 11. 롱빈 꼬투리 성장모습

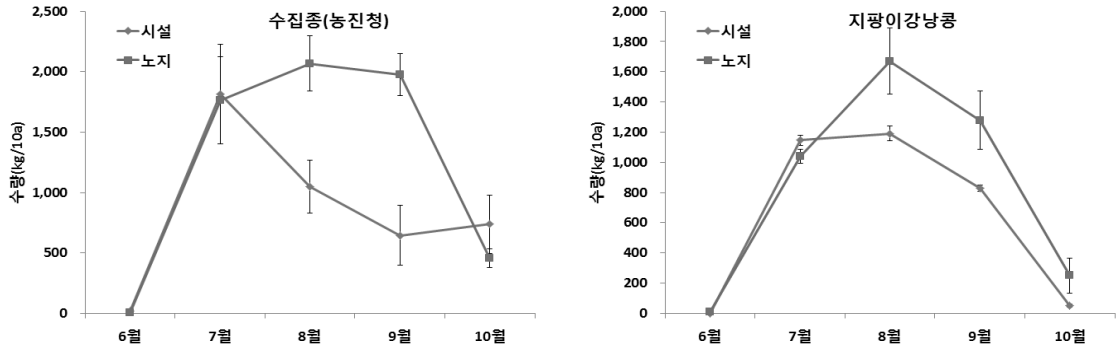


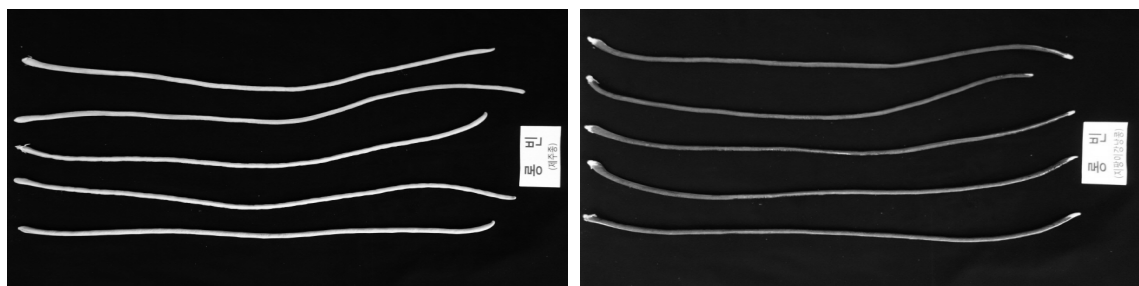
그림 12. 롱빈 월별 수량변화

롱빈의 월별 수량변화를 조사한 결과, 두 품종 모두 7월 이후부터 시설재배의 수량이 상대적으로 감소하여 노지재배보다 수량이 낮게 나타났다. 이러한 원인은 다른 작목과 동일하게 시설 내 고온 및 화분매개충의 부족으로 인한 착과불량 현상이 발생하여 수량이 감소한 것으로 판단되었다(그림 12).

표 9. 롱빈 수량특성

품종	재배 방법	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수확협수 (개/주)	상품 협수 (개/주)	비상품 협수 (개/주)
수집종 (농진청)	시설	6.27	10.27	5,152.0 b	4,263.3 b	888.7	82.8	331.5 b	237.9 b	93.6
	노지	6.30	10.24	7,278.8 a	6,266.9 a	1,011.9	86.1	412.6 a	340.2 a	72.5
지팡이 강낭콩	시설	7. 3	10.27	3,692.0 b	3,214.5 b	477.4	87.1	222.6 b	178.7 b	43.8
	노지	6.30	10.24	4,916.7 a	4,251.9 a	664.8	86.5	254.5 a	211.4 a	42.8

롱빈의 첫 수확일은 '수집종(농진청)' 시설재배에서 6월 27일로 가장 빨랐고, 수확종료일은 시설 재배 10월 27일, 노지재배 10월 24일로 각각 나타났다. 상품수량은 두 품종 모두 노지재배가 시설재배보다 높게 나타났고, 품종 간에는 '수집종(농진청)'의 상품수량이 '지팡이강낭콩' 품종보다 높게 나타났다(표 9).



수집종(농진청)

지팡이강낭콩



롱빈 시설 재배전경



롱빈 노지 재배전경

마. 공심채

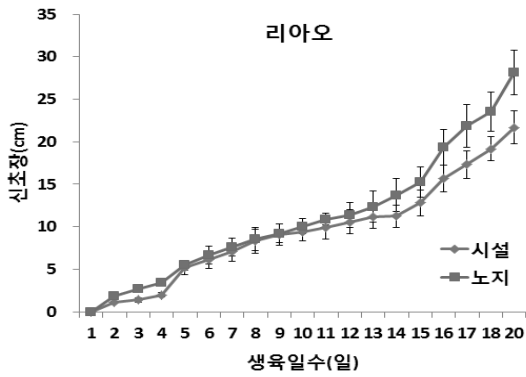


그림 13. 공심채 신초 길이 성장속도

공심채의 신초 길이성장 속도를 비교한 결과, 노지재배가 시설재배보다 빨랐으며, 수확규격인 20cm까지 성장하는데 소요되는 기간은 시설재배 시 20일, 노지재배 시 17일로 나타났다(그림 13).

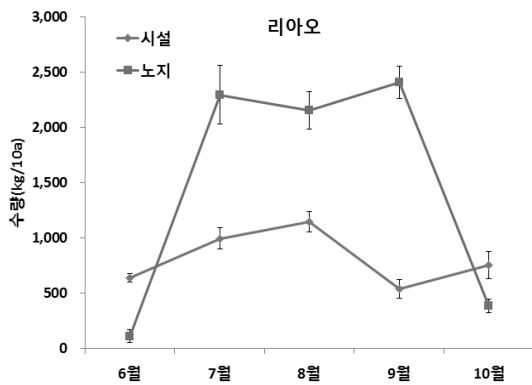


그림 14. 공심채 월별 수량변화

공심채의 월별 수량변화를 조사한 결과, 6월과 10월에 노지재배보다 시설재배에서 수량이 더 높게 나타난 반면, 7~9월 수량은 노지재배가 시설재배보다 높게 나타났다(그림 14).

표 10. 공심채 수량특성

품종	재배 방법	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수확 신초수 (개/주)	상품 신초수 (개/주)	비상품 신초수 (개/주)
리아오	시설	6.27	10.21	4,325.5 b	4,065.1 b	260.4	94.0	54.6 b	49.3 b	5.3
	노지	6.30	10. 2	7,815.9 a	7,346.0 a	470.0	94.0	88.7 a	80.1 a	8.6

공심채의 첫수확일은 시설재배가 6월 27일로 노지재배 6월 30일보다 3일정도 빨랐으며, 수확 종료일은 시설재배 10월 21일, 노지재배 10월 2일로 각각 나타났다. 상품수량은 노지재배가 시설재배보다 높게 나타났으며, 이는 주당 수확한 신초수가 노지재배에서 많았기 때문으로 시설보다는 노지재배에서 생장이 촉진되는 것으로 판단되었다(표 10).



공심채 시설 재배전경



공심채 노지 재배전경

바. 차요테

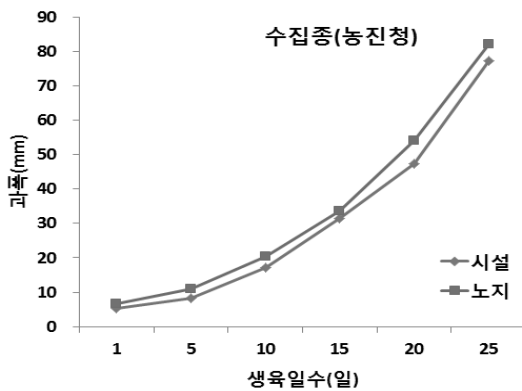


그림 15. 차요테 착과 후 과실 두께 성장속도

차요테의 과실 두께 생장 속도를 비교한 결과, 노지재배가 시설재배보다 다소 빠른 것으로 나타났다. 이는 노지재배의 주야간온도차가 시설재배보다 커 과실의 비대가 촉진된 것으로 판단되었으며, 수확규격인 과실두께 80mm에 도달하는 기간은 노지재배에서 착과 후 25일로 나타났다(그림 15).

표 11. 차요테 과실 특성

품종	재배 방법	과장 (cm)	과폭 (mm)	과중 (g)	당도 (Brix <sup>°</sup> )
수집종 (농진청)	시설	11.5	96.9	467.3 a	3.6
	노지	9.9	80.3	279.5 b	3.6

차요테 과실특성을 조사한 결과, 시설재배의 과중이 467.3g으로 노지재배 279.5g보다 무겁게 나타났다(표 11). 이는 시설재배의 착과수(28.7개/주)가 노지재배의 착과수(144.7개/주)보다 적어 상대적으로 비대가 촉진된 것으로 시설재배 시 착과가 불량하여 나타난 것으로 판단되었다.

표 12. 차요테 수량특성

품종	재배 방법	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
수집종 (농진청)	시설	10.3	11.4	1,813.9	1,813.9	-	100.0	28.7	28.7	-
	노지	9.30	10.24	4,682.0	4,671.6	10.4	99.8	144.7	144.3	0.3

차요테의 첫 수확일은 시설재배 10월 3일, 노지재배 9월 30일로 각각 나타났고, 수확종료일은 시설재배 11월 4일, 노지재배 10월 24일로 나타났음. 상품수량은 노지재배가 시설재배보다 높게 나타났다(표 12).



차요테 시설 재배전경



차요테 노지 재배전경

사. 사탕무

표 13. 사탕무 생육특성(지대 및 파종기별)

재배지대	파종기	초장 (cm)	엽장 (mm)	엽폭 (cm)	엽수 (장)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g)	당도 (Brix <sup>o</sup> )
고랭지 (양구)	육묘(60일)	29.8	19.5	11.9	39.8 b	16.1	114.7 a	1,132.5 a	21.2 a
	6중 직파	31.9	24.8	12.7	25.6 d	20.9	102.4 b	949.8 ab	21.8 a
	6하 직파	29.4	22.6	13.4	23.7 d	20.1	85.2 c	664.1 b	22.8 a
평지 (춘천)	육묘(60일)	30.9	17.6	9.2	46.7 a	14.9	111.9 ab	1,176.5 a	13.9 c
	5하 직파	45.3	22.0	10.4	46.1 a	16.2	105.2 ab	1,170.9 a	15.0 bc
	6상 직파	36.9	26.0	13.5	35.3 c	14.9	104.7 ab	1,151.7 a	17.4 b

사탕무 지대 및 파종기별 생육특성을 비교한 결과, 고랭지(양구)지대에서는 육묘(60일)하여 정식하는 것이 직파하는 것보다 엽수, 근경, 근중이 높게 나타났음. 사탕무의 당도는 고랭지(양구)가 평지(춘천)보다 높게 나타났다(표 13).

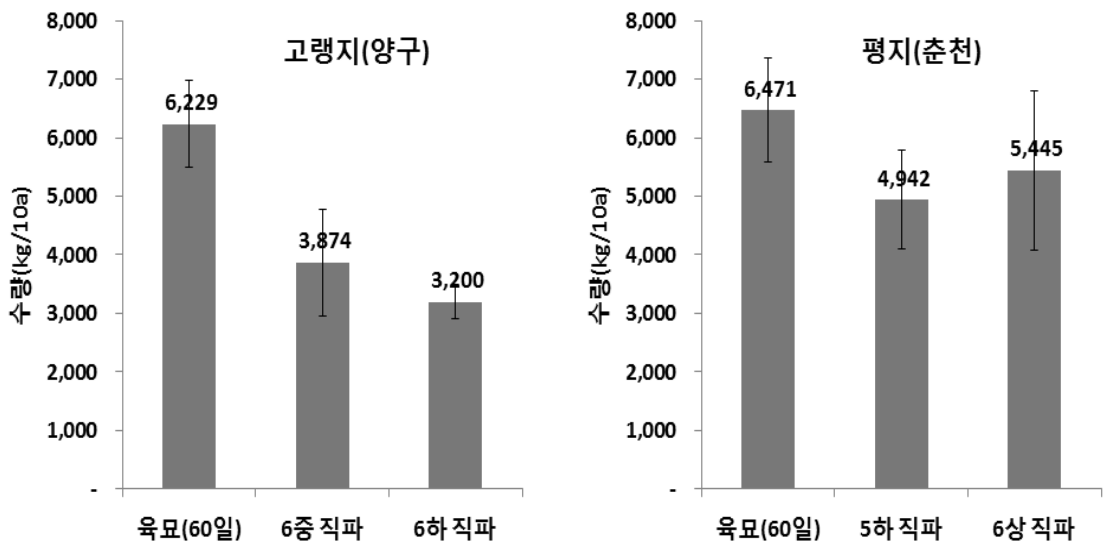


그림 16. 사탕무 지대 및 파종기별 수량 비교

사탕무 지대 및 파종기별 수량을 비교한 결과, 두 지대 모두 육묘(60일)하여 정식하는 것이 직파하는 것보다 수량이 높았다(그림 16). 고랭지(양구)지대에서는 직파재배 시 6월 중순에 파종하는 것이 6월 하순에 파종하는 것보다 높은 수량을 얻을 수 있었고, 사탕무의 당도는 고랭지(양구)가 평지(춘천)보다 높게 나타났다(그림 16).

(2) 작목별 소비자 선호도 조사



그림 17. 아열대채소 소비자 선호도 조사 연령

아열대채소의 소비자 선호도 조사를 위해 춘천지역 여성주부 30명을 대상으로 시험생산한 7개 아열대작목을 관찰하고, 조리 및 시식한 후 설문조사를 실시하였다. 설문조사 대상의 연령은 50대가 48%로 가장 많았고, 40대 30%, 60대 11%, 30대 7%, 20대 4% 순으로 나타났으며, 40~60대가 전체의 90% 가량 차지하였다(그림 17).

가. 오크라

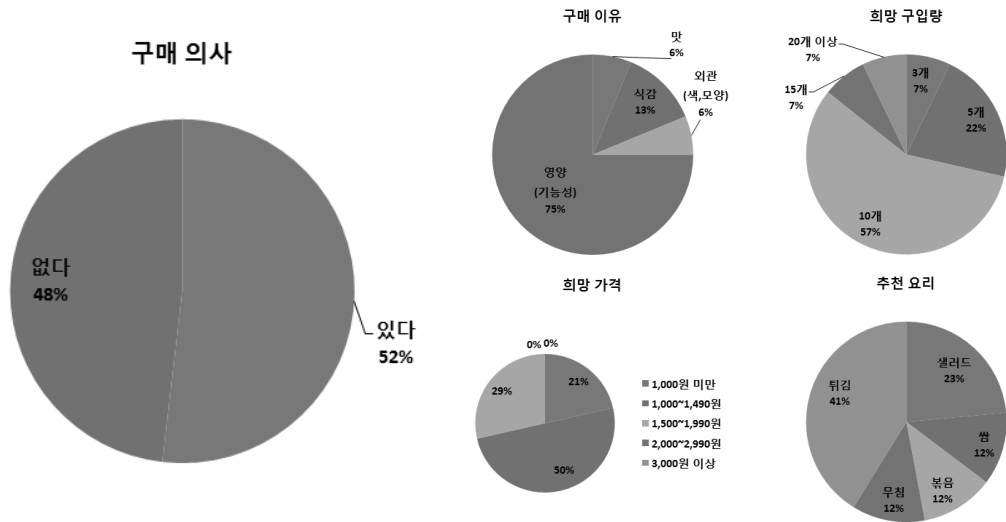


그림 18. 오크라 소비자 선호도 조사

오크라 구매희망률은 52%, 희망구입량은 10개(가격은 1,000~1,490원/100g)가 적당한 것으로 나타났으며, 추천 요리로는 튀김이 가장 많이 추천되었다(그림 18).

나. 여주

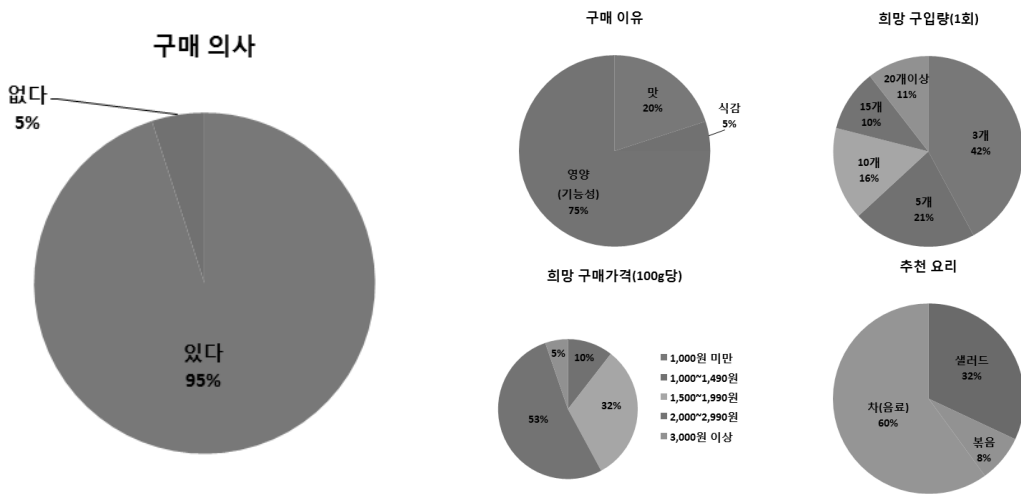


그림 19. 여주 소비자 선호도 조사

여주 구매희망률은 95%, 희망구입량은 3개(가격은 2,000~2,990원/100g)가 적당한 것으로 나타났다으며, 추천 요리로는 차(음료)가 가장 많이 추천되었다(그림 19).

다. 룡빈

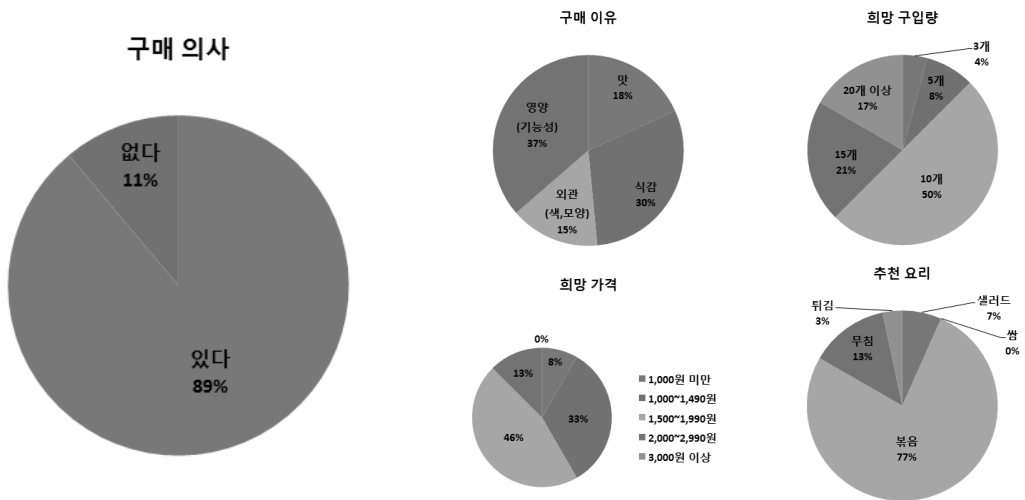


그림 20. 룡빈 소비자 선호도 조사

룡빈 구매희망률은 89%, 희망구입량은 10개(가격은 1,500~1,990원/100g)가 적당한 것으로 나타났다으며, 추천 요리로는 볶음이 가장 많이 추천되었다(그림 20).

라. 인디언시금치

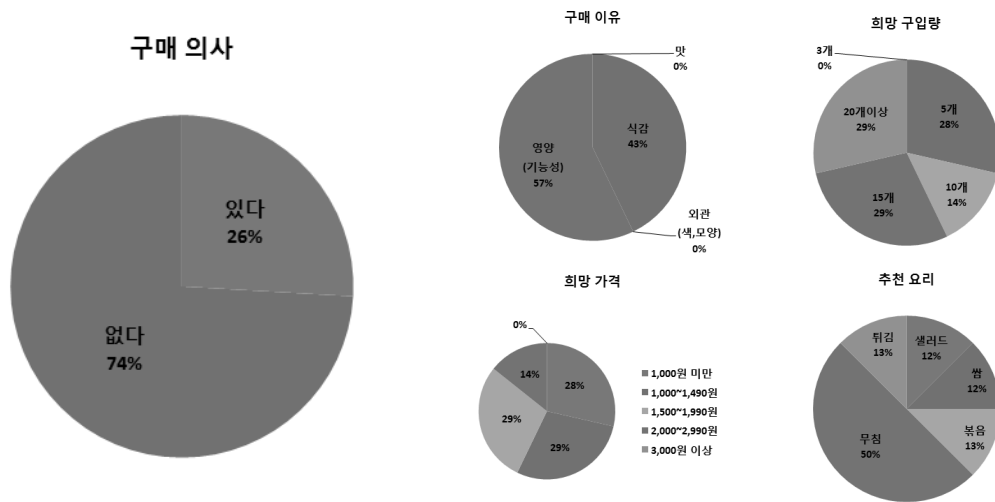


그림 21. 인디언시금치 소비자 선호도 조사

인디언시금치 구매희망률은 26%, 희망구입량은 15개(가격은 1,000~1,490원/100g)가 적당한 것으로 나타났으며, 추천 요리로는 무침이 가장 많이 추천되었다(그림 21).

마. 공심채

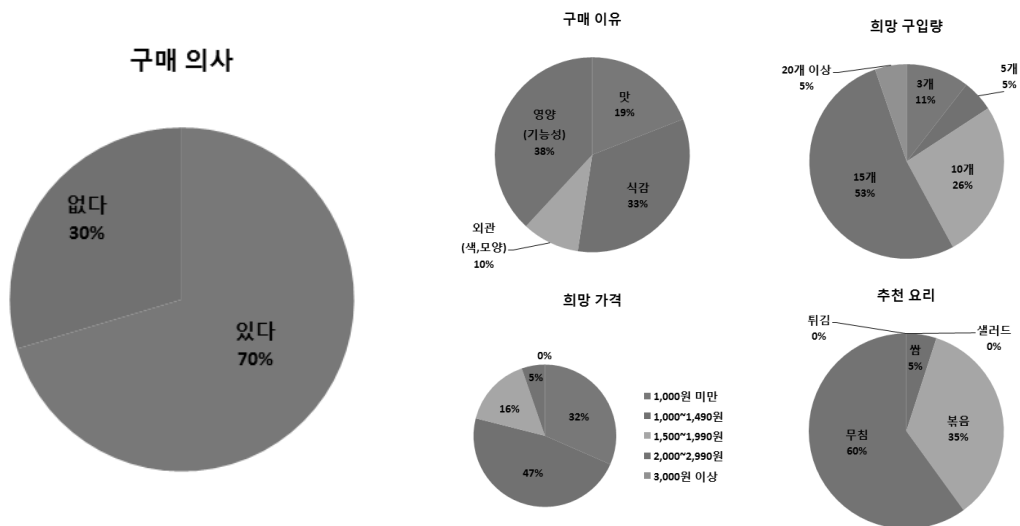


그림 22. 공심채 소비자 선호도 조사

공심채 구매희망률은 70%, 희망구입량은 15개(가격은 1,000~1,490원/100g)가 적당한 것으로 나타났으며, 추천 요리로는 무침이 가장 많이 추천되었다(그림 22).

바. 차요테

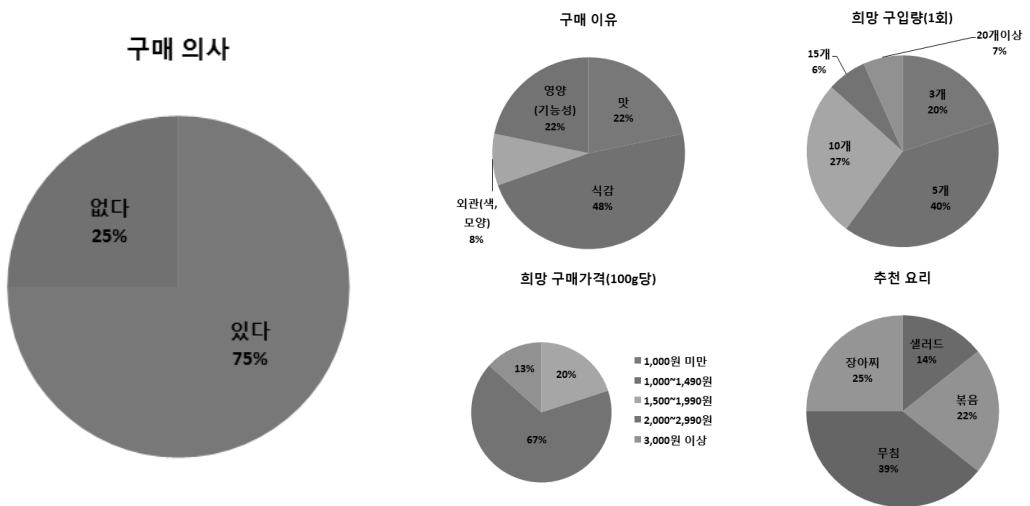


그림 23. 차요테 소비자 선호도 조사

차요테 구매희망률은 75%, 희망구입량은 5개(가격은 2,000~2,990원/100g)가 적당한 것으로 나타났으며, 추천 요리로는 무침이 가장 많이 추천되었다(그림 23).

사. 사탕무

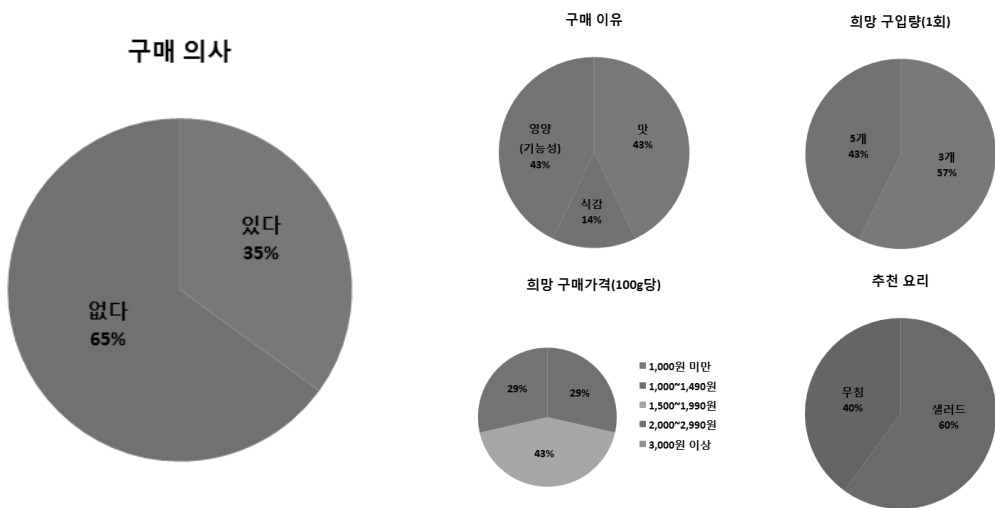


그림 24. 사탕무 소비자 선호도 조사

사탕무 구매희망률은 35%, 희망구입량은 3개(가격은 1,500~1,990원/100g)가 적당한 것으로 나타났으며, 추천 요리로는 샐러드가 가장 많이 추천되었다(그림 24).

(3) 1년차 북부지역 유망 아열대채소 작목 선정

표 14. 작목별 경제성 및 소비자 선호도 비교

작 목 (품 종)	소비자 구매희망률(%)	노지 생산성 (kg/10a)	추정판매단가 <sup>z</sup> (원/kg)	추정농가소득 <sup>y</sup> (천원/10a)	소비자 인지도	추천 요리수
여 주 (엔에스454)	95.0	3,642.5	2,000	7,285	높음	3종류
롱 빈 (농진청 수집종)	88.9	6,266.9	1,500	9,400	보통	6종류
차요테 (농진청 수집종)	75.0	4,671.6	2,000	9,343	낮음	7종류
공심채 (리아오)	70.4	7,346.0	1,000	7,346	낮음	4종류
오크라 (그린호프)	51.9	2,861.6	1,250	3,577	낮음	7종류
사탕무 (커몬)	35.0	6,228.9	1,500	9,343	낮음	2종류
인디언시금치 (청바우새)	25.9	3,143.2	1,000	3,143	매우 낮음	6종류

※ z : 추정판매단가 = 소비자 구매 희망단가의 10% 수준으로 산정

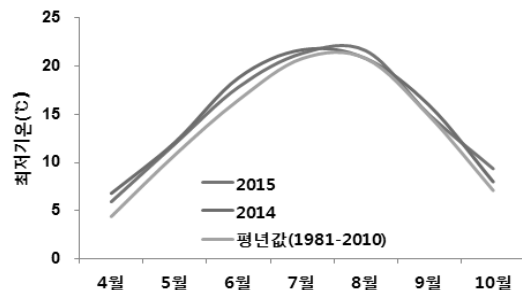
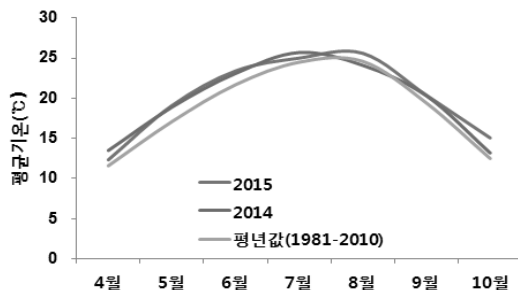
y : 추정농가소득 = 노지생산성 × 추정판매단가

북부지역 도입 유망 아열대채소 작목 1차 선발을 위해 작목별 경제성 및 소비자 선호도 비교 결과, 소비자의 구매희망률은 여주(95%) > 롱빈(88.9%) > 차요테(75.0%) > 공심채(70.4%) > 오크라(51.9%) > 사탕무(35.0%) > 인디언시금치(25.9%) 순으로 나타났다. 10당 노지 생산성은 공심채(7,346.0kg) > 롱빈(6,266.9kg) > 사탕무(6,228.9kg) > 차요테(4,671.6kg) > 여주(3,642.5kg) > 인디언시금치(3,143.2kg) > 오크라(2,861.6kg) 순으로 나타났다. 10a당 추정 농가소득은 롱빈(9,400천원) > 사탕무(9,343천원) > 차요테(9,343천원) > 공심채(7,346천원) > 여주(7,285천원) > 오크라(3,577천원) > 인디언시금치(3,143천원) 순으로 나타났다(표 14). 작목별 북부지역 적응성과 소비자 선호도 결과를 종합하여 볼 때, 소비자의 구매희망률이 70% 이상 높고, 생산성과 추정 농가소득이 상대적으로 높은 롱빈, 차요테, 공심채, 여주 등의 작목이 북부지역 재배에 적합한 것으로 1차 선정되었다.

(시험 2) 1차 선정 아열대채소 작목 북부지역 노지재배 적정 정식시기 구명(15)

(1) 작목별 노지 정식시기에 따른 생육 및 수량성 검토

가. 2015년도 기상 자료



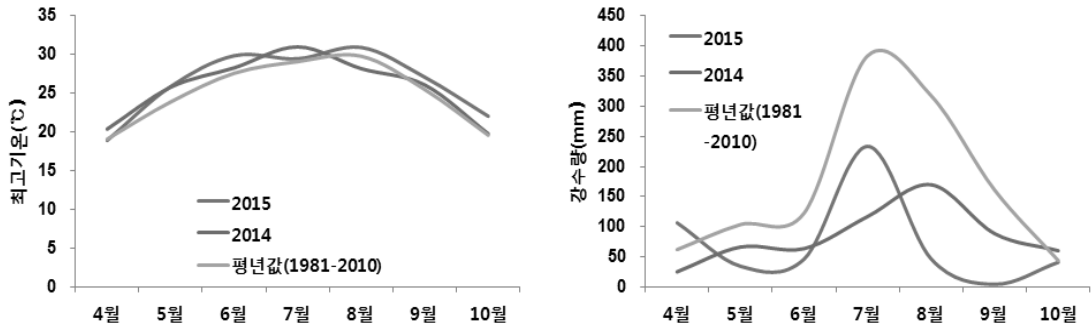


그림 1. 최고기온 및 강수량(2015, 춘천)

북부지역 아열대채소 노지 정식시기 시험지역인 강원도 춘천의 2015년도 기상자료를 분석한 결과, 평년값 대비 평균기온 및 최고, 최저기온 모두 상승한 것으로 나타났고, 강수량은 4월을 제외하고 모두 낮은 것으로 나타났다(그림 1). 특히 8~9월의 강수량이 매우 낮아 극심한 가뭄으로 노지 작물생육에 영향을 주었을 것으로 판단되었다.

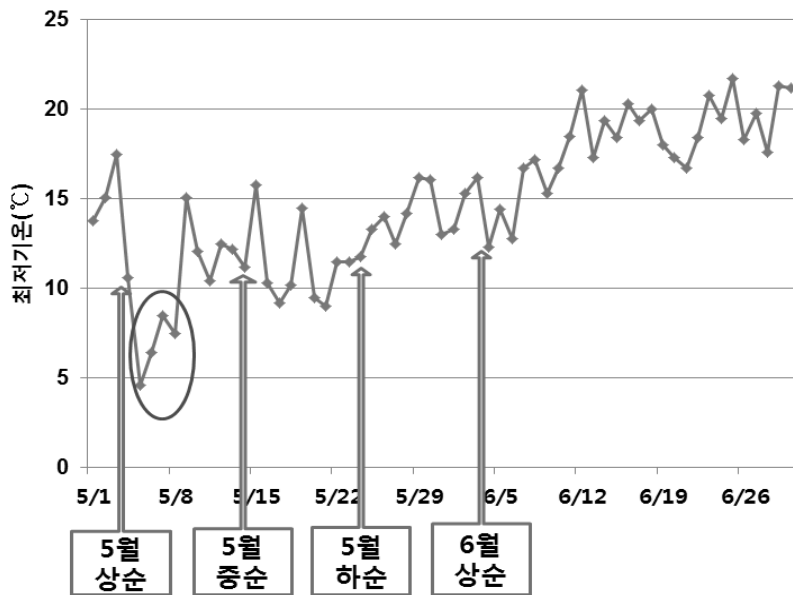


그림 2. 정식시기 최저기온 변화(2015, 춘천)

노지 정식시기인 5~6월의 최저기온 변화를 분석한 결과, 5월 상순 정식 이후 5°C 이하의 갑작스런 저온이 발생하였고, 그 이후 점차 상승하여 5월 하순 이후에는 10°C 이상의 최저온도를 나타냈다(그림 2). 일반적으로 아열대채소는 10°C 이하에서 생육이 불량하고 저온피해를 받기 때문에 정식시기를 주의하여야 피해를 방지할 수 있다.

나. 여주 노지 정식시기에 따른 생육 및 수량성 검토

표 1. 여주 정식시기에 따른 초기 생육특성

정식시기	주경장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장/주)	엽면적 지수
5월 상순	219.8 a <sup>†</sup>	13.4 a	18.0 a	96.7 a	0.7 a
5월 중순	215.5 a	13.5 a	17.8 a	97.0 a	0.7 a
5월 하순	170.0 b	13.2 a	18.4 a	63.8 b	0.5 b
6월 상순	113.7 c	11.4 b	14.5 b	43.3 c	0.2 c

<sup>†</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test.  $p=0.05$

여주 노지재배 시 정식시기에 따른 초기 생육특성을 비교한 결과로 5월 상순 정식처리구의 주경장이 219.8 cm로 가장 길었지만, 5월 중순 정식처리구와의 유의성은 없었고, 상대적으로 정식시기가 늦은 5월 하순, 6월 상순 정식처리구 순으로 낮게 나타났다(표 1). 엽장과 엽폭은 5월 상순, 5월 중순, 5월 하순 정식처리구 간 차이가 없었으며, 정식시기가 가장 늦은 6월 상순 정식처리구가 각각 11.4 cm, 14.5 cm로 가장 낮게 나타났다. 식물 생장에 큰 영향을 주는 엽수와 엽면적지수는 주경장과 비슷한 양상을 보였다.

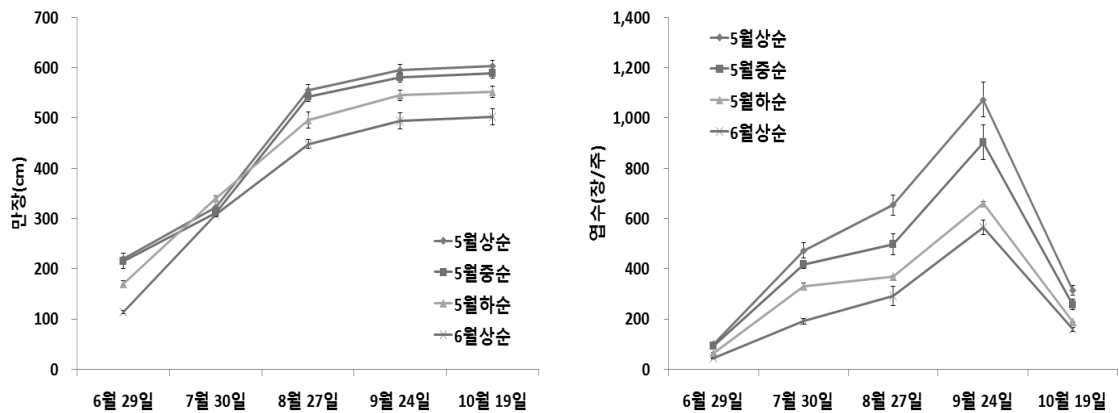


그림 3. 여주 정식시기에 따른 월별 만장 및 엽수 변화

정식시기에 따른 계절별 주경장과 엽수의 변화를 비교한 결과로 정식시기가 빠를수록 증가하는 경향을 보였다(그림 3). 주경장은 모든 처리구에서 정식 후 8월까지 급격히 증가하다 9월 이후 정체하는 결과를 보였으며, 엽수는 9월까지 증가하다 10월 이후 급격히 감소하는 경향을 보였는데, 이러한 원인은 10월 이후 급격한 온도 감소 때문으로 판단되었다. 일반적으로 여주와 같은 아열 대기후대의 작물은 갑작스러운 저온에 견디는 능력이 결여되어 있어, 0-12℃의 저온에 노출되게 되면 광합성이 저하되어 생육이 억제되는 것으로 알려져 있고, 특히 여주는 5℃ 야간저온에 노출되면 심각한 피해를 받는 것으로 알려져 있다(Yang et al., 2009).

표 2. 여주 정식시기에 따른 과실특성

정식시기	과장 (cm)	과경 (mm)	과중 (g)	착과수 (개/주)
5월 상순	30.2 a	46.8 a	231.0 a	35.1 a
5월 중순	29.2 a	45.7 a	230.5 a	32.6 a
5월 하순	30.3 a	44.9 a	226.9 a	17.5 b
6월 상순	30.4 a	46.4 a	237.4 a	10.6 c

여주 노지재배 시 정식시기에 따른 과실특성을 비교한 결과로, 평균과장은 29.2-30.4 cm였으며, 과실의 직경은 44.9-46.8 mm, 과중은 226.9-237.4 g 범위에 있었고, 정식시기별로 유의한 차이가 없었다(표 2). Kim et al. (2016)은 부산지역 시설재배 정식시기별 여주의 과실 품질을 조사한 결과, 평균 과장은 24.6-27.9 cm였으며, 평균 과경은 4.7-5.4 cm, 과중은 187.1-215.7 g으로 정식시기별로 큰 차이가 없는 경향을 보였는데 본 결과와 동일한 결과를 보였다. 반면 수량에 큰 영향을 주는 주당 착과수는 정식시기가 빠른 5월 상순, 5월 중순 정식처리구에서 각각 35.1개, 32.6개로 상대적으로 많았으며, 정식시기가 늦은 5월 하순 정식처리구는 17.5개로 나타났고, 6월 상순 정식처리구는 10.6개로 가장 적은 것으로 나타났다.

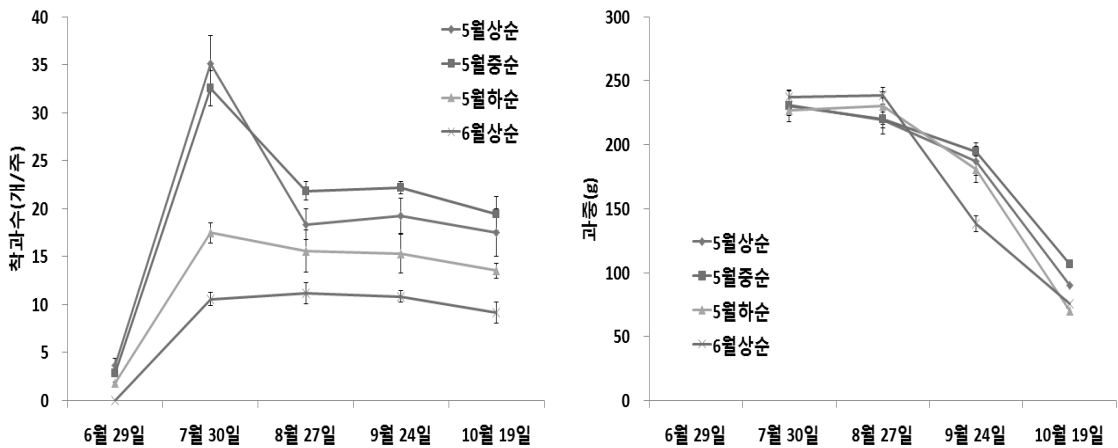


그림 4. 여주 정식시기에 따른 월별 착과수 및 과중 변화

여주 정식시기에 따른 월별 착과수 및 과중 변화를 비교한 결과, 7월까지의 정식시기가 빠를수록 착과수가 많은 경향을 보였지만, 8월 중순 이후 5월 중순 정식처리구의 착과수가 가장 많았고, 5월 상순, 5월 하순, 6월 상순 순으로 나타났다(그림 4). 일반적으로 시금치와 같은 저온성 작물에서는 생육 중 5 ℃의 야간 저온에 노출되게 되면 설탕합성 효소인 sucrose phosphate synthase (SPS)

활성도가 증가하는 것으로 알려져 있지만(Charles and Steven, 1992), 토마토와 같은 고온성 작물은 야간 저온 스트레스에 노출되면 SPS 활성도가 감소하는 것으로 알려져 있다(Allen and Ort, 2001). 이에 아열대작물인 여주는 5월 상순 정식 이후 발생한 5°C 이하의 저온이 착과수에 영향을 주었을 것으로 판단되었다. 정식기에 따른 계절별 과중을 비교한 결과 모든 처리구에서 8월 이후 급격히 감소하는 경향을 보였다(그림 4). 이는 금년도 8-9월은 극심한 가뭄으로 강수량이 평년에 비해 매우 낮아 여주 생육 및 과실 비대에 장해요인으로 작용한 것으로 판단되었다. 일반적으로 식물은 가뭄 등의 수분스트레스에 의해 광합성이 억제되고, 뿌리 생장이 감소되며(Xu et al., 2006; Yagmur and Kandan, 2008), 특히 수분요구도가 높은 여주는 가뭄에 노출되면 초장, 엽수, 엽면적, 광합성량, 건물중 등이 감소하는 것으로 알려져 있다(Shahbaz et al., 2014).

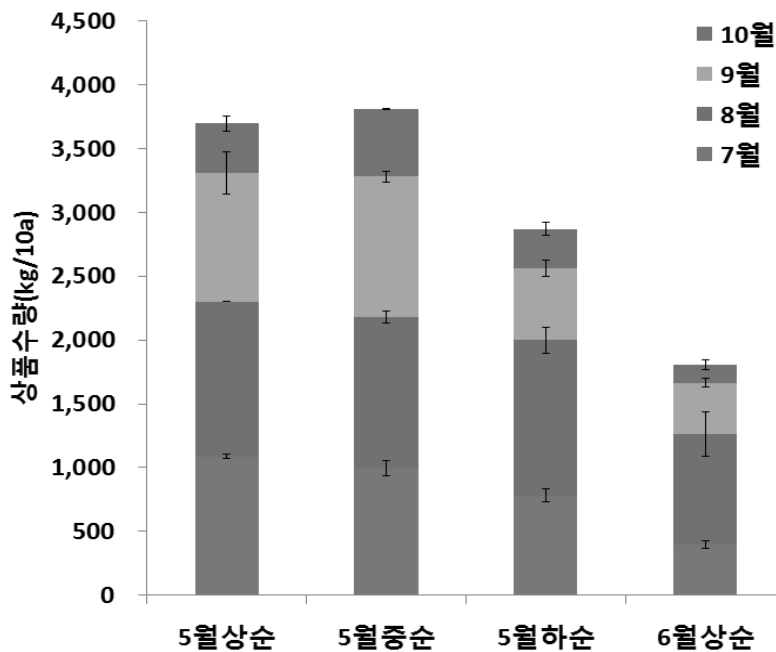


그림 5. 여주 정식시기에 따른 월별 상품수량 변화

정식시기에 따른 월별 10a당 상품 수량을 비교한 결과로 모든 처리구에서 8월 상품수량이 가장 많았으며, 점차 감소하여 10월에 가장 적은 것으로 나타났다(그림 5). 5월 상순, 5월 중순 정식 처리구의 9월 10a당 상품수량은 각각 1,006.7 kg, 1,099.7 kg으로 높게 나타났지만, 상대적으로 늦게 정식한 5월 하순, 6월 상순 처리구는 각각 687.4 kg, 403.6 kg으로 급격히 감소하는 경향을 보였다. 여주 수량은 생육기간과 밀접한 관계가 있으며(Huang et al., 2010), 늦은 정식으로 줄기생장과 엽생장이 감소하여 수량에 영향을 주었을 것으로 판단되었다.

표 3. 여주 정식시기에 따른 수량특성

정식시기	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
5월 상순	7.2	10.21	6,278.4	3,697.7 a	2,580.7	58.9	200.0	88.3	111.8
5월 중순	7.2	10.21	6,423.6	3,812.0 a	2,611.6	59.3	198.2	94.5	103.6
5월 하순	7.9	10.21	4,740.1	2,873.0 b	1,867.1	60.6	156.5	67.8	88.8
6월 상순	7.9	10.21	2,610.9	1,804.9 c	806.0	69.1	110.3	43.8	66.6

여주 노지재배 시 정식시기에 따른 수량특성을 비교한 결과로, 5월 상순, 5월 중순 정식 처리구의 첫 수확일은 7월 2일로 가장 빨랐으며, 5월 하순, 6월 상순 정식 처리구는 7월 9일로 7일 정도 늦게 수확되었다. 첫 서리가 내린 10월 21일에 모든 처리구의 수확이 종료되었다(표 3). 여주는 다른 박과 작물들보다는 저온에 견디는 능력이 비교적 높은 편이지만, 생육 중 서리를 맞게 되면 고사되는 것으로 알려져 있다(Palada and Chang, 2003). 강원지역 여주 노지재배 시 10 a당 총수량은 5월 중순(6,423.6 kg) > 5월 상순(6,278.4 kg) > 5월 하순(4,740.1 kg) > 6월 상순(2,610.9 kg) 순으로 높게 나타났으며, 5월 상순 정식처리구와 5월 중순 정식처리구 간 통계적 유의성은 없었다. 10 a당 상품수량 역시 5월 중순 정식처리구에서 3,812.0 kg으로 가장 높게 나타났으나, 5월 상순 정식처리구 3,697.7 kg과의 통계적 유의성은 없었으며, 5월 하순(2,873.0 kg) > 6월 상순(1,804.9 kg) 순으로 나타났다. 10 a당 총 수확과수 및 상품 수확과수 역시 비슷한 양상을 보였다. Kim et al. (2016)은 여주의 시설재배에서 정식시기가 늦어질수록 생육기간이 짧아져 수량이 감소하게 되는 것으로 보고하였지만, 본 연구결과에서는 통계적인 유의성을 없지만 5월 중순 정식처리구의 수량이 5월 상순 정식처리구의 수량보다 다소 높게 나타났다. 일반적으로 환경조절이 가능한 시설재배에서는 정식시기가 빠를수록 수량이 증가하는 경향을 보이지만(Lee et al., 2000), 북부 산간지역에서는 고추와 같은 고온성 작물의 정식초기에 저온 및 서리피해 등 외부 환경의 영향을 받으면 수량이 감소되기도 한다(Kim et al., 1999). 본 연구에서는 가장 빠른 정식시기인 5월 상순 정식 이후에 발생한 5℃ 이하의 저온이 여주 생육에 영향을 미쳐 착과수 및 수량이 감소된 것으로 사료되었다.

이러한 결과를 종합하여 볼 때, 강원지역 여주의 노지재배 시 정식시기는 식물체의 생육 및 수량에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났으며, 특히 상품수량이 높고, 저온피해 발생위험이 적은 5월 중순에 정식하는 것이 적합할 것으로 판단되었다. 또한 여주는 생육 중 12℃ 이하의 저온에 피해를 받는 작물로서(Yang et al., 2009), 과실의 안정적인 수량을 확보하기 위해 정식시기를 앞당기거나 생육기간을 연장할 수 있는 보온방법에 대한 연구가 추후 필요할 것으로 판단되었다.

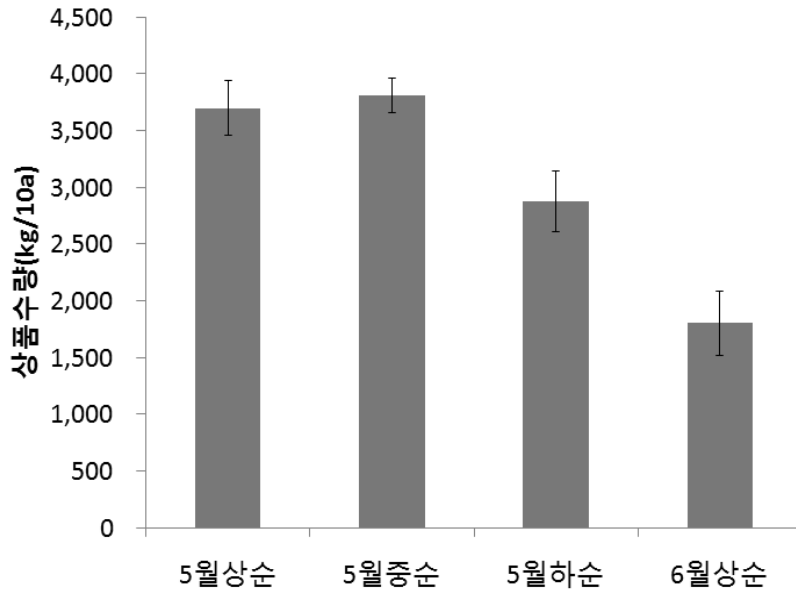


그림 6. 여주 정식시기별 상품수량 비교



5월 상순



5월 중순



5월 하순



6월 상순

그림 7. 여주 정식시기별 시험 전경

다. 룡빈 노지 정식시기에 따른 생육 및 수량성 검토

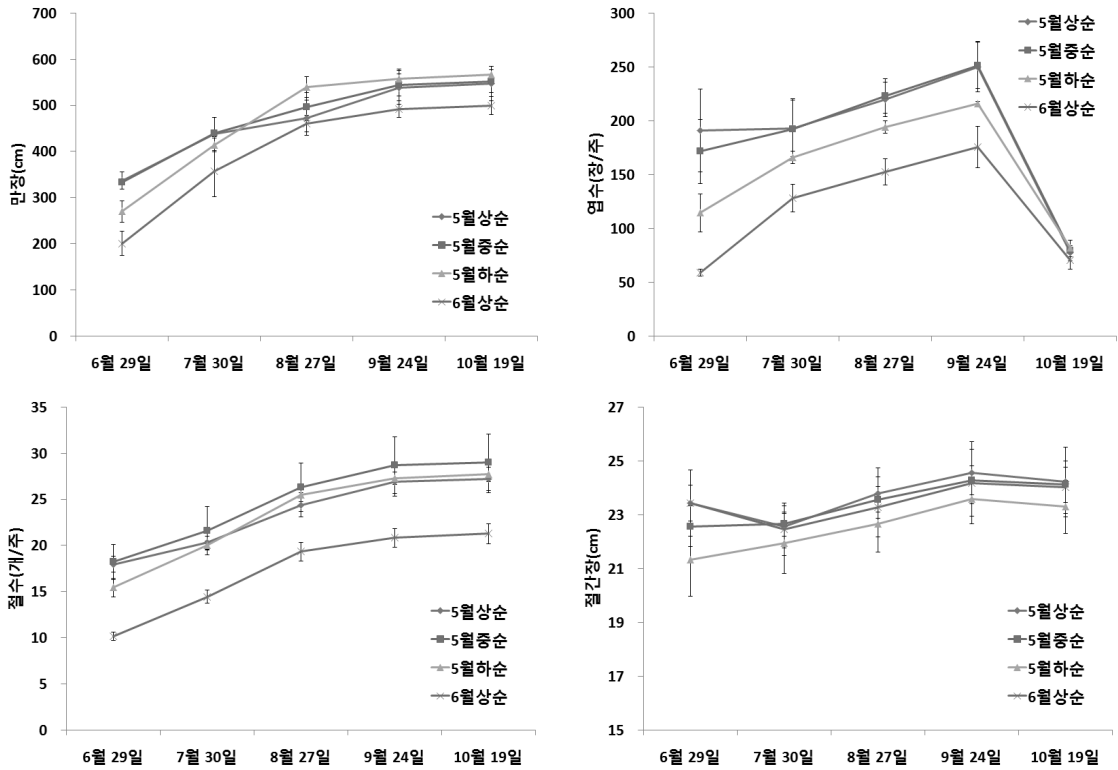


그림 8. 룡빈 정식시기에 따른 월별 생육 비교

룡빈 정식시기에 따른 월별 만장 및 엽수 변화를 비교한 결과, 정식시기가 빠를수록 만장 및 엽수가 증가하였고, 엽수는 9월 하순 이후 급격히 감소하는 경향을 보였다. 룡빈 정식시기에 따른 월별 절수를 비교한 결과, '5월 중순' 정식 처리의 절수가 7~10월 가장 많은 것으로 나타났고, '6월 상순' 정식 처리의 절수는 가장 낮은 것으로 나타났다(그림 8).

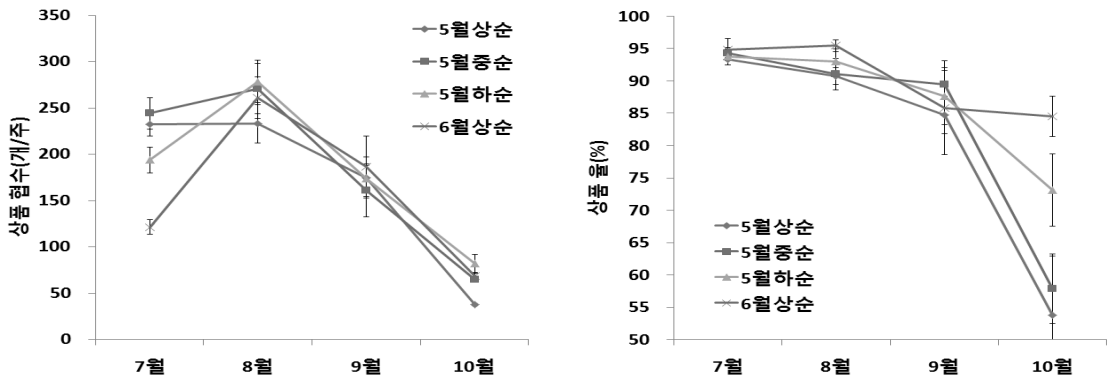


그림 9. 룡빈 월별 상품엽수 및 상품중량 변화

롱빈 정식시기에 따른 월별 상품협수 및 상품율을 비교한 결과, '5월 상순' 정식 처리의 상품협수는 8월 가장 낮게 나타났고, 상품율은 9월 이후 '5월 상순', '5월 중순' 처리가 상대적으로 낮게 나타난 반면, 늦게 정식한 '5월 하순', '6월 상순' 처리에서 높게 나타났다(그림 9).

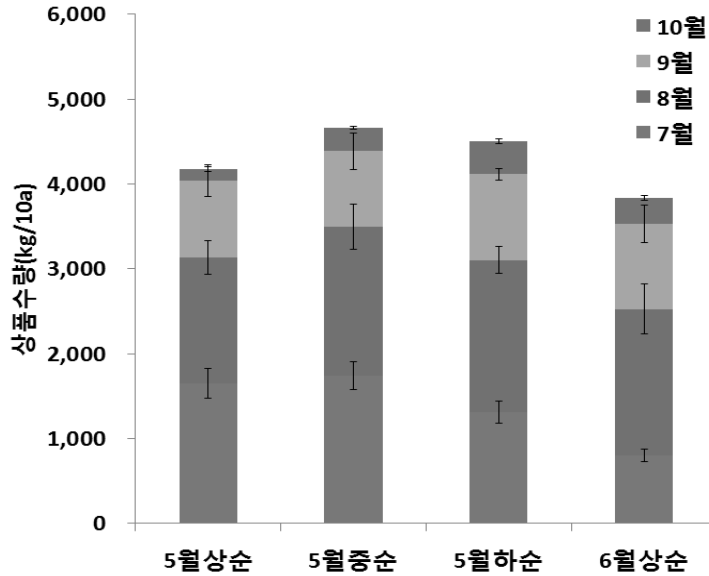


그림 10. 롱빈 정식시기에 따른 월별 상품수량 변화

롱빈 정식시기에 따른 월별 상품수량을 비교한 결과, 7월 상품수량은 빠른 정식시기에서 상대적으로 높게 나타났고, 8월에는 '5월 중순' 정식 처리구에서 가장 높은 상품 수량을 보였으며, 10월에는 늦게 정식한 '5월 하순', '6월 상순' 정식 처리에서 상품수량이 높게 나타났다(그림 10).

표 4. 롱빈 정식시기에 따른 수량특성

정식시기	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 협수 (개/주)	상품 협수 (개/주)	비상품 협수 (개/주)
5월 상순	6.19	10.19	4,629.8	4,176.3 ab	453.5	90.2	820.9	678.0	142.9
5월 중순	6.19	10.19	5,255.7	4,667.1 a	588.6	88.8	898.1	741.1	157.0
5월 하순	7.2	10.19	5,011.8	4,502.8 a	508.9	89.8	858.8	728.9	129.8
6월 상순	7.6	10.19	4,150.1	3,831.4 b	318.6	92.3	732.4	638.1	94.3

'5월 상순', '5월 중순' 정식 처리구의 첫 수확일은 6월 19일로 나타났으며, '5월 하순', '6월 상순' 정식 처리구는 각각 7월 2일, 7월 6일에 첫 수확을 하였고, 수확종료일은 10월 19일로 나타났다 (표 4).

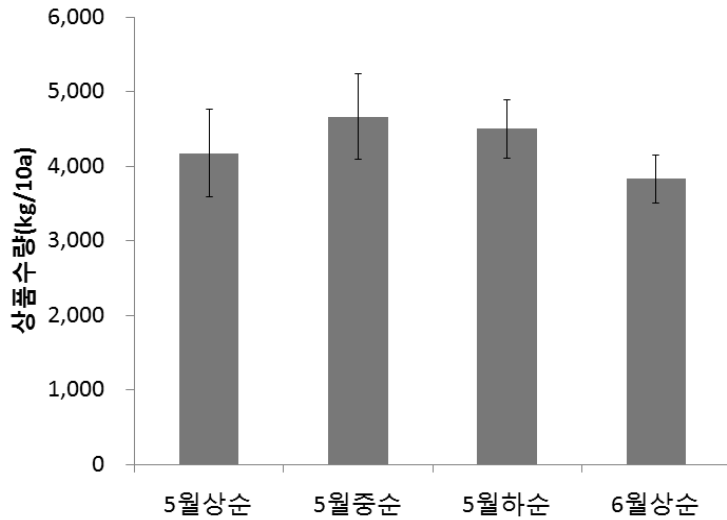


그림 11. 롱빈 정식시기에 따른 상품수량 비교

10a당 상품수량은 '5월 중순' 정식 처리구에서 4,667.1kg으로 가장 높게 나타났으나, '5월 하순' 정식 처리와의 통계적 유의성은 없었으며, '5월 중순' > '5월 하순' > '5월 상순' > '6월 상순' 순으로 나타났다(표 4). 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 북부지역 롱빈의 노지재배 시 적정 정식시기는 상품수량이 높은 '5월 중순~하순'이 적합한 것으로 판단되었다.

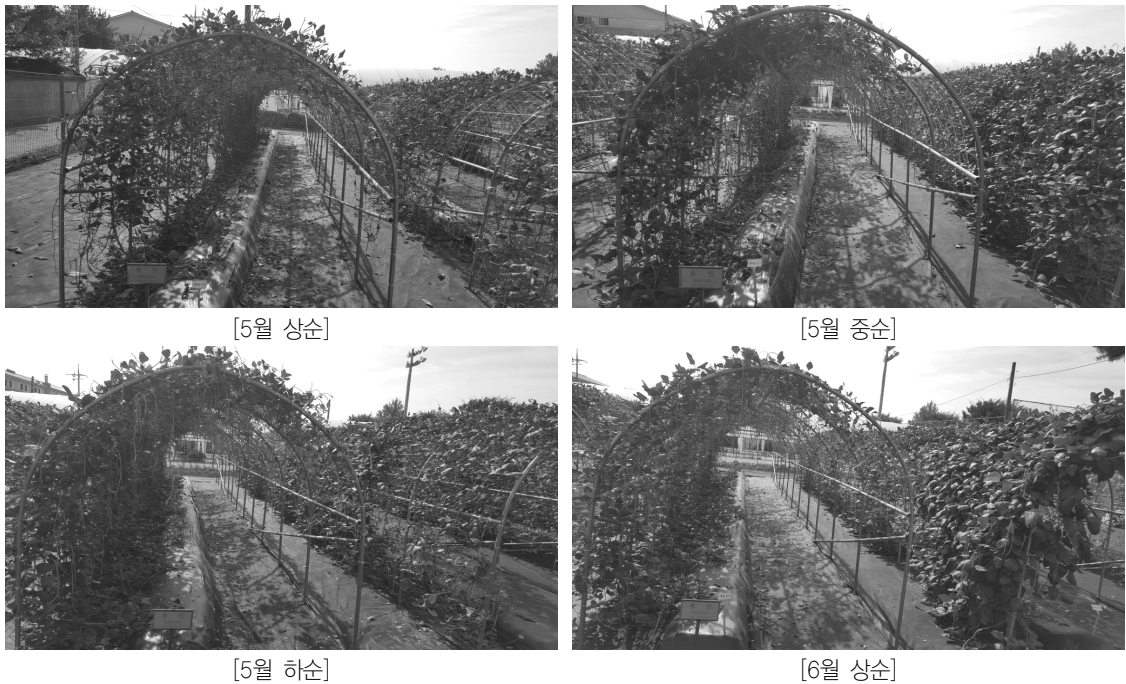


그림 12. 롱빈 정식시기별 시험 전경

라. 공심채 노지 정식시기에 따른 생육 및 수량성 검토

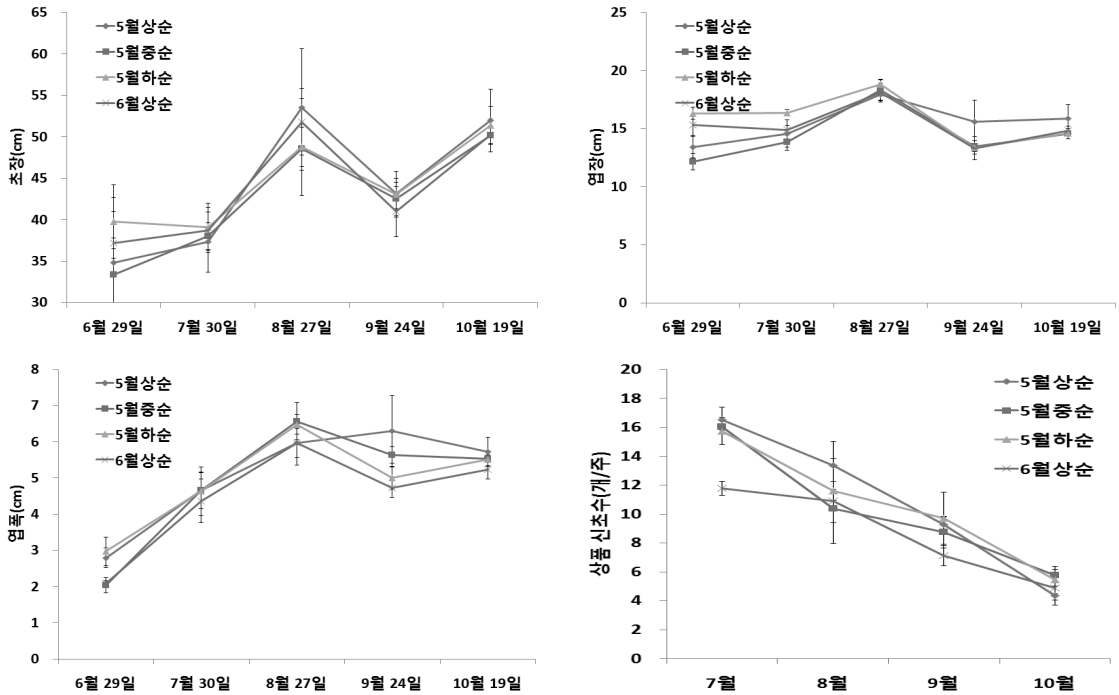


그림 13. 공심채 정식시기에 따른 월별 변화

공심채 정식시기에 따른 월별 초장 및 엽장 변화를 비교한 결과, 모든 처리가 8월까지 증가하다가 9월에 감소 후 10월에 다소 증가하는 경향을 보였다(그림 12). 공심채 정식시기에 따른 월별 상품 신초수를 비교한 결과, 7월 '6월 상순' 정식 처리의 신초수가 가장 적은 것으로 나타났다(그림 13).

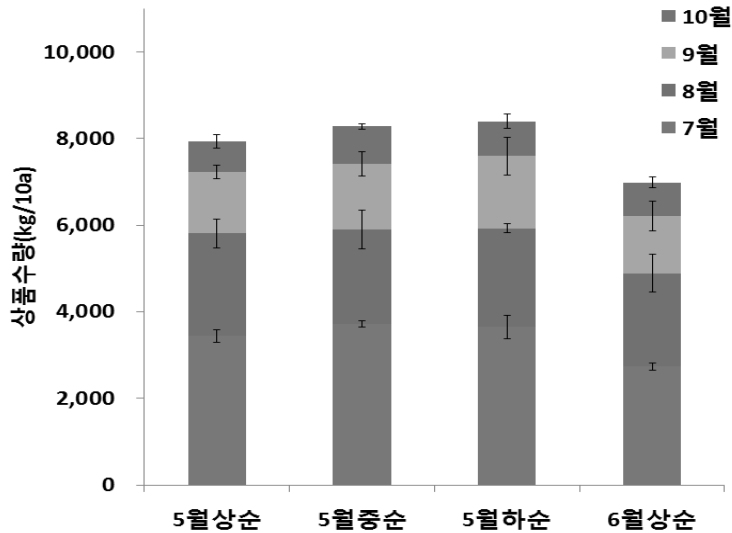


그림 14. 공심채 정식시기에 따른 월별 상품수량 변화

공심채 정식시기에 따른 월별 상품수량을 비교한 결과, 7월 상품수량은 정식시기가 가장 느린 '6월 상순' 처리에서 가장 낮게 나타났고, 8월 이후에는 모든 처리구에서 비슷한 수량을 보였다(그림 14).

표 5. 공심채 정식시기에 따른 수량특성

정식시기	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총신초수 (개/주)	상품 신초수 (개/주)	비상품 신초수 (개/주)
5월 상순	6.19	10.14	8,016.2	7,930.1 a	86.1	98.9	44.5	43.5	1.0
5월 중순	6.19	10.14	8,313.2	8,282.4 a	30.8	99.6	41.3	40.9	0.3
5월 하순	6.26	10.14	8,410.5	8,398.6 a	11.9	99.9	42.6	42.5	0.1
6월 상순	7.3	10.14	6,998.6	6,985.8 b	12.8	99.8	34.8	34.7	0.1

'5월 상순', '5월 중순' 정식 처리구의 첫 수확일은 6월 19일로 나타났으며, '5월 하순', '6월 상순' 정식 처리구는 각각 6월 26일, 7월 3일에 첫 수확을 하였고, 수확종료일은 10월 14일로 나타났다(표 5).

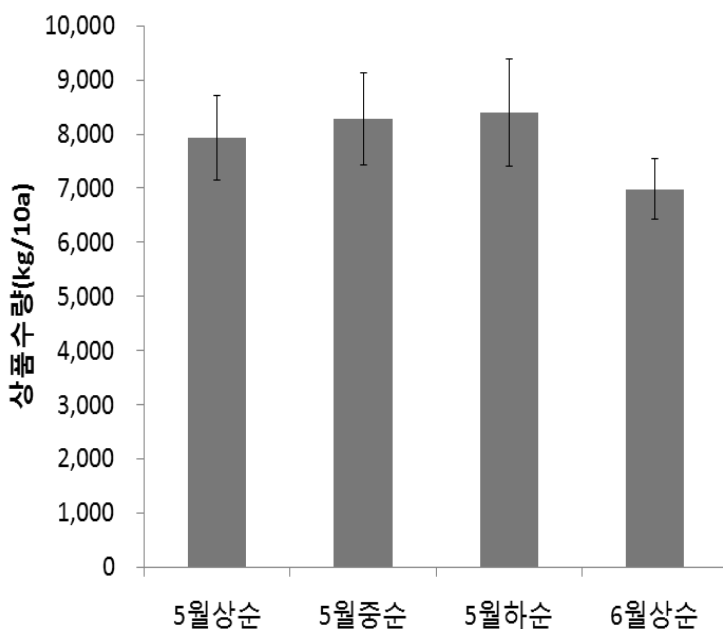
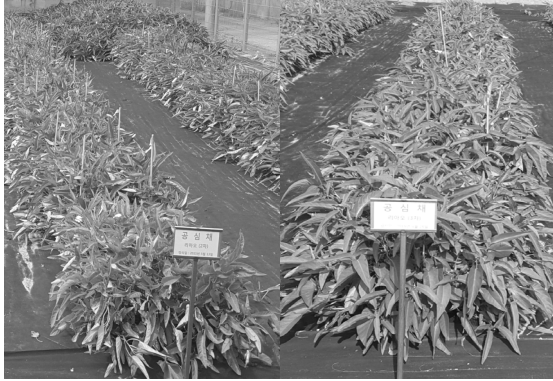


그림 15. 공심채 정식시기에 따른 상품수량 비교

10a당 상품수량은 '5월 하순' 정식 처리구에서 8,410.5kg으로 가장 높게 나타났으나, '5월 상순~중순' 정식 처리와의 통계적 유의성은 없었으며, '5월 하순' > '5월 중하순' > '5월 상순' > '6월 상순' 순으로 나타났다(표 5). 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 북부지역 공심채의 노지재배 시 적정 정식 시기는 상품수량이 높고, 저온피해 발생위험이 적은 '5월 중순~하순'이 적합한 것으로 판단되었다.



정식시 시험 전경



늦서리 피해

그림 16. 공심채 시험포장 전경

마. 차요테 노지 정식시기에 따른 생육 및 수량성 검토

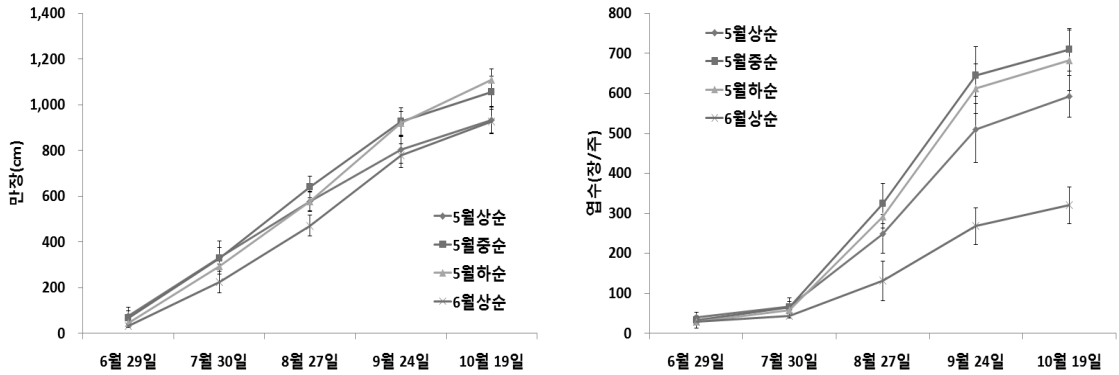


그림 17. 차요테 정식시기에 따른 월별 만장 및 엽수 변화

차요테의 정식시기에 따른 월별 만장 및 엽수 변화를 비교한 결과, 모든 처리구에서 생육기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였고, 정식시기가 가장 늦은 '6월 상순' 처리구에서 가장 낮게 나타났음. 특히 7월 이후 '5월 중순', '5월 하순' 처리의 엽수와 만장이 상대적으로 높게 나타났다(그림 17).

표 6. 차요테 정식시기에 따른 과실 특성

정식시기	과장 (cm)	과폭 (mm)	과중 (g)	당도 (Brix°)	경도 (kg/cm <sup>2</sup> )
5월 상순	11.5	85.4	325.7	3.1	2.5
5월 중순	11.8	89.4	335.7	3.0	2.6
5월 하순	11.4	82.9	327.0	2.9	2.6
6월 상순	12.0	89.0	335.4	2.8	2.8

차요테 정식시기에 따른 과실특성을 조사한 결과, 모든 처리구에서 통계적 유의성은 없었으며, 과중은 300~350g 내외 당도는 3Brix°, 경도는 2.5~3.0kg/cm<sup>2</sup> 내외로 나타났다(표 6).

표 7. 차요테 정식시기에 따른 수량특성

정식시기	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
5월 상순	10.12	10.28	3,855.8	3,418.8 b	436.9	89.3	128.3	113.7	14.7
5월 중순	10.12	10.28	5,027.1	4,576.9 a	450.2	91.4	159.0	142.7	16.3
5월 하순	10.16	10.28	4,847.1	4,477.7 a	369.3	94.0	168.0	155.0	13.0
6월 상순	10.16	10.28	3,167.2	2,859.2 c	308.0	90.2	108.7	99.0	9.7

'5월 상순', '5월 중순' 정식 처리구의 첫 수확일은 10월 12일로 나타났으며, '5월 하순', '6월 상순' 정식 처리구는 10월 16일에 첫 수확을 하였고, 수확종료일은 10월 28일로 나타났다. 10a당 상품 수량은 '5월 중순' 정식 처리구에서 4,576.9kg으로 가장 높게 나타났으나, '5월 하순' 정식 처리와의 통계적 유의성은 없었으며, '5월 중순' > '5월 하순' > '5월 상순' > '6월 상순' 순으로 나타났다(표 7).

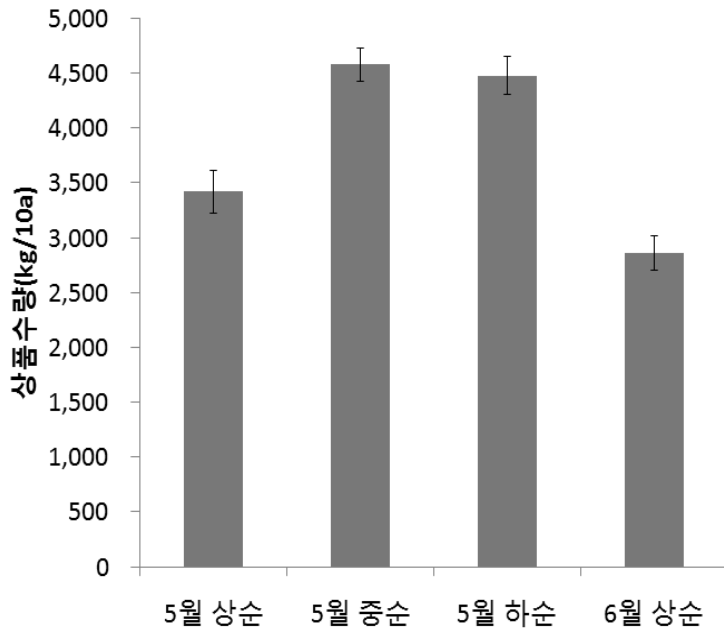


그림 18. 차요테 정식시기별 상품수량 비교

이러한 결과를 종합하여 볼 때, 북부지역 차요테의 노지재배 시 적정 정식시기는 상품수량이 높은 '5월 중순~하순'이 적합한 것으로 판단되었다.

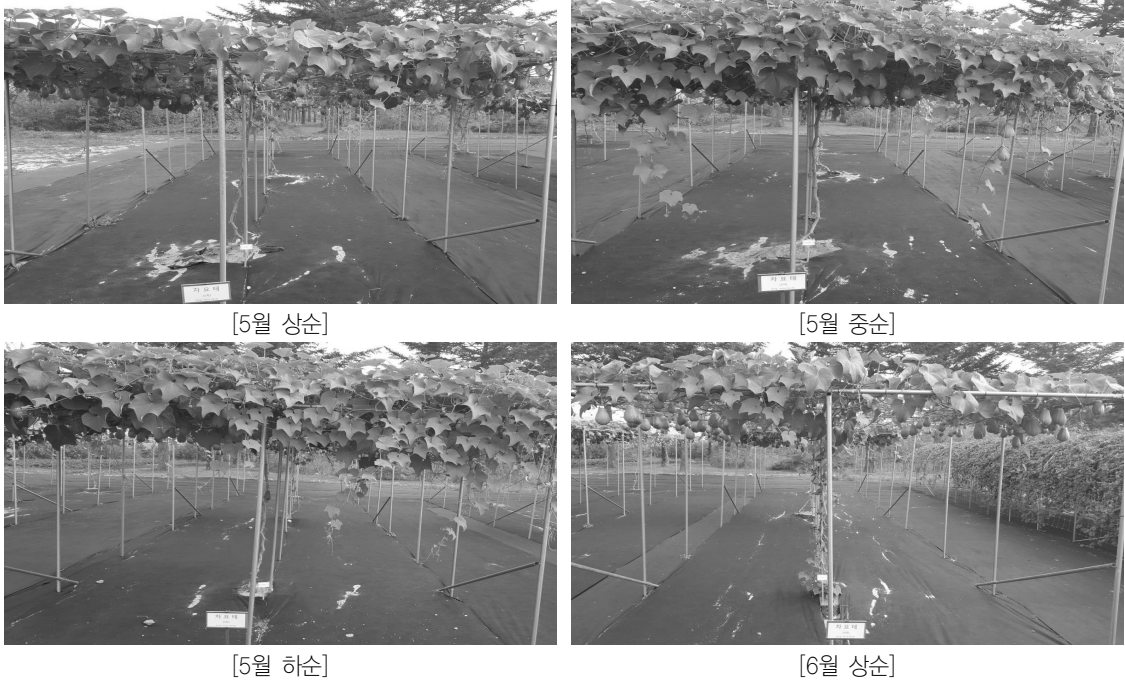


그림 19. 차요테 정식시기별 시험 전경

(2) 북부지역 유망 아열대채소 작목 최종 선정

표 8. 작목별 북부지역 노지 적정 정식시기, 생산성 및 유통방법 비교

작 목 (품 종)	노지 적정 정식시기	노지 생산성 (kg/10a)	판매단가 <sup>z</sup> (원/kg)	농가소득 <sup>y</sup> (천원/10a)	소비자 인지도	유통 방법
여 주 (드레곤)	5월 중순	3,812.0	2,000	7,624	높음	도매시장, 계약재배, 직거래
공심채 (리아오)	5월 중순~하순	8,398.6	-	-	낮음	직거래
룽 빈 (지팡이강낭콩)	5월 중순~하순	4,667.1	-	-	보통	직거래
차요테 (농진청 수집종)	5월 중순~하순	4,576.9	-	-	낮음	직거래

※ z : 판매단가 = 2015년도 실 판매 단가로 산정

y : 농가소득 = 노지생산성 × 판매단가

북부지역 도입 유망 아열대채소 작목 2차 선발을 위해 1차 선발된 여주 등 4작목의 노지 생산성을 비교한 결과, 10a당 노지 생산성은 공심채(8,398.6kg) > 룽빈(4,667.1kg) > 차요테(4,576.9kg) > 여주(3,812.0kg) 순으로 나타났다. 하지만 생산된 아열대채소의 유통시장을 조사하기 위하여 직접 지역(춘천) 도매시장에 출하한 결과, 여주를 제외한 공심채, 룽빈, 차요테 등 3작목의 유통이 이루어

어지지 못하였다. 이러한 결과로 볼 때, 10a당 노지 생산성은 3,812kg으로 타 작목보다 상대적으로 낮지만 현재 유통이 가능한 여주를 북부지역 유망 아열대채소 작목으로 최종 선발하였다.

### (시험 3) 최종선정 아열대채소 작목 여주 북부지역 노지재배 기술 개발(16)

가. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리효과 구명

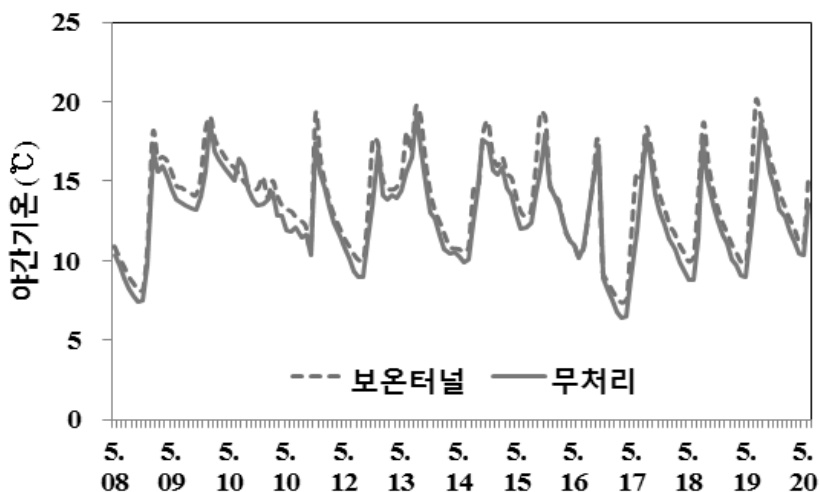


그림 1. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 야간기온 변화

2년차(15) 연구결과, 북부지역 노지재배 여주 정식시기로 5월 중순이 적합한 것으로 나타났지만, 생육기간을 연장하기 위해 금년도에는 정식시기를 5월 상순(5.4)으로 하고, 간이보온터널을 정식 후 3주간 설치하여 보온효과를 분석하였다. 간이보온터널 처리에 따른 야간기온 변화를 비교한 결과, 무처리에 비해 정식 후 5월 하순까지 기온이 상대적으로 높게 나타났고, 보온터널을 제거한 6월 이후에는 비슷한 양상을 나타냈다(그림 1).

일반적으로 아열대채소는 갑작스러운 저온에 견디는 능력이 결여되어 있어 12°C 이하의 저온에 노출되면 광합성이 저하되어 생육이 억제되는 것으로 알려져 있고, 특히 여주는 5°C 야간저온에 노출되면 심각한 피해를 받는 것으로 알려져 있다.

표 1. 북부지역 여주 노지재배 시 보온터널 처리에 따른 초기 생육특성(5월 25일)

처리	만장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장)	마디수 (개)	마디길이 (cm)	첫개화일 (월/일)	개화율 (%)
간이 보온터널	42.4 a	10.6 a	11.5 a	13.7 a	9.3 a	4.0 a	5.19	13.3
무처리	35.5 b	9.4 b	10.6 b	11.7 b	8.4 b	3.6 b	5.23	3.3

\* Mean separation within columns by Duncan's multiple test at 5%.

5월 4일 정식 후 보온터널 3주간 처리하여 초기 생육조사 결과, 간이 보온터널 처리에서 지상부 생육(만장, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수, 마디길이 등)이 양호한 결과가 나타났으며, 특히 개화일이 무처리 대비 4일 정도 빨랐고 개화율도 13.3%로 높게 나타났다(표 1).



간이 보온터널 처리

무처리

그림 2. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리 초기생육 비교 사진(6월 17일)

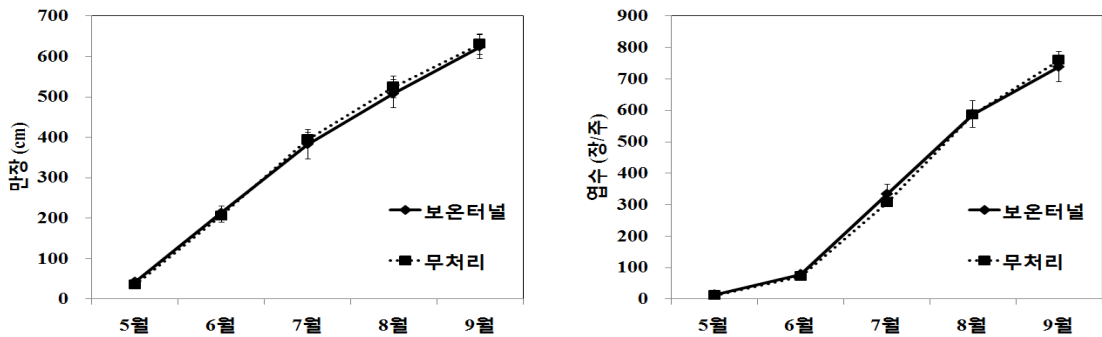


그림 3. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 월별 만장, 엽수 비교

여주 노지 재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 월별 만장 및 엽수 변화를 비교한 결과, 생육초기인 5월에는 만장과 엽수가 보온터널 처리구에서 무처리보다 상대적으로 높게 나타났지만, 6월 이후 유의한 차이가 나타나지 않았다(그림 3).

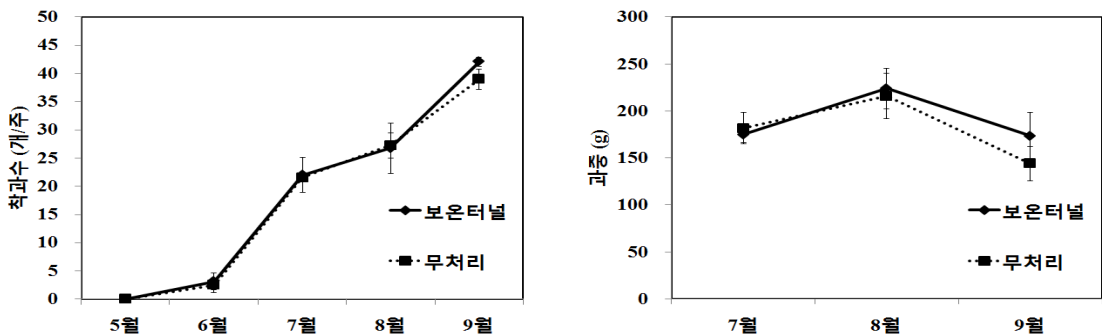


그림 4. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 착과수, 과중 비교

착과수 및 과중 변화를 비교한 결과, 착과수는 8월까지 비슷한 경향을 보였고, 8월 이후 간이 보온터널 처리에서 상대적으로 높게 나타났다. 과중 또한 8월 이후 보온터널 처리에서 상대적으로 높게 나타났다(그림 4).

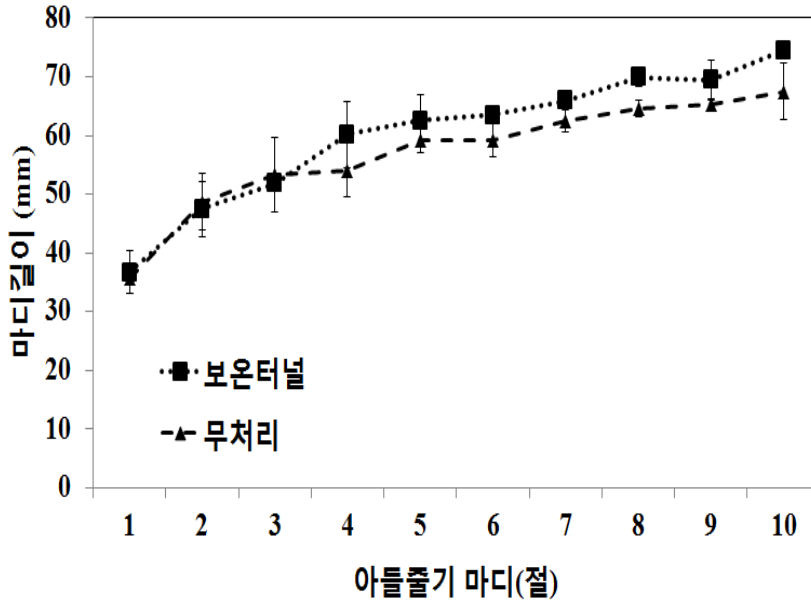


그림 5. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 마디길이 변화 비교

간이 보온터널 처리에 따른 아들줄기의 마디길이 변화를 비교한 결과, 아들줄기 1~3절까지는 처리간 차이가 없었으며 4절 이후부터 10절까지 보온터널처리구의 아들줄기 마디길이가 상대적으로 긴 것으로 나타났다(그림 5). 일반적으로 줄기생장의 지표 중 하나인 마디길이는 생육온도에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 보온터널처리에 의해 야간기온이 상승하여 아들줄기 성장에 도움을 준 것으로 판단되었다.

표 2. 북부지역 여주 노지재배 시 보온터널 처리에 따른 줄기 생육특성(10월 26일)

처리	지제부 줄기두께 (mm)	아들줄기 두께 (mm)	아들줄기 마디길이 (mm)
간이 보온터널	31.3 a	12.4 a	60.2 a
무 처리	30.9 a	12.1 a	57.0 b

재배 종료시기인 10월 하순에 최종 줄기 생육특성을 조사한 결과, 지제부의 줄기두께 및 아들줄기 두께는 간이 보온터널에서 다소 높았지만 유의성은 없었으며, 10절까지의 아들줄기의 평균 마디 길이는 간이 보온터널 처리구에서 60.2mm로 무처리 57.0mm보다 상대적으로 높게 나타났다(표 2, 그림 6).

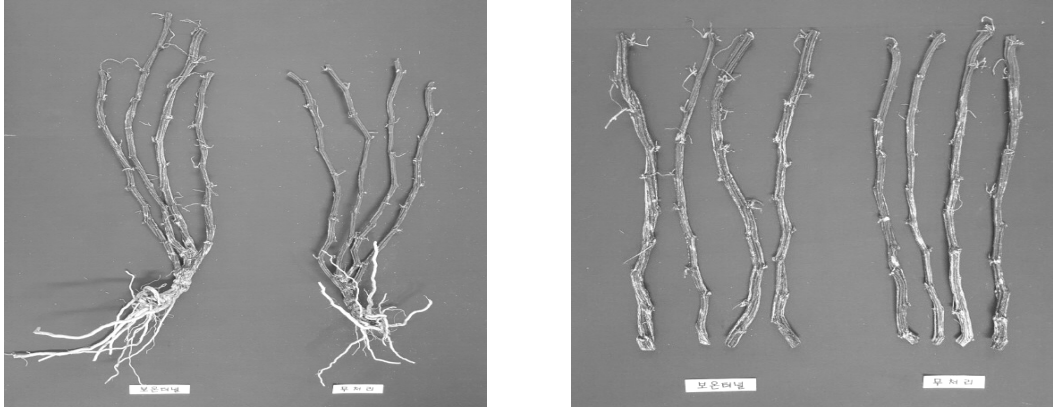


그림 6. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리 줄기생육 비교 사진(10월 26일)

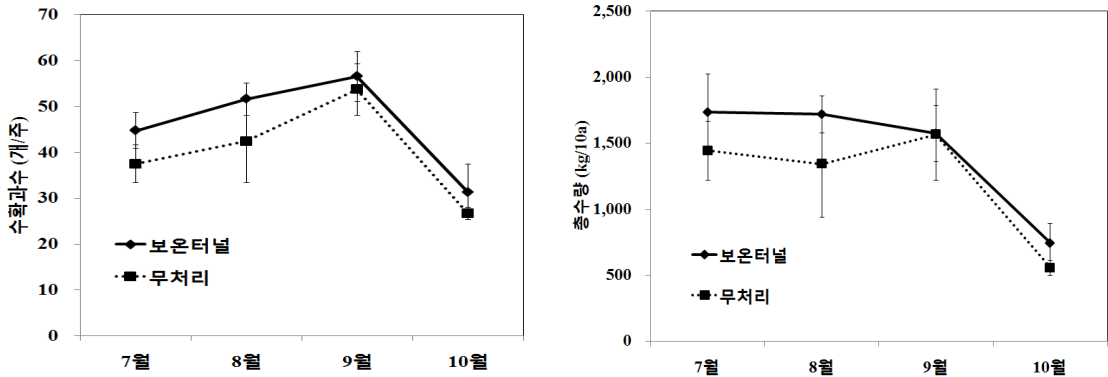


그림 7. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 월별 수확과수, 총수량 비교

월별 수확과수 및 총수량 변화를 비교한 결과, 수확과수와 총수량 모두 수확초기인 7~8월에 간이 보온터널 처리에서 상대적으로 높게 나타나다 9월 이후 비슷한 경향을 나타냈다(그림 7).

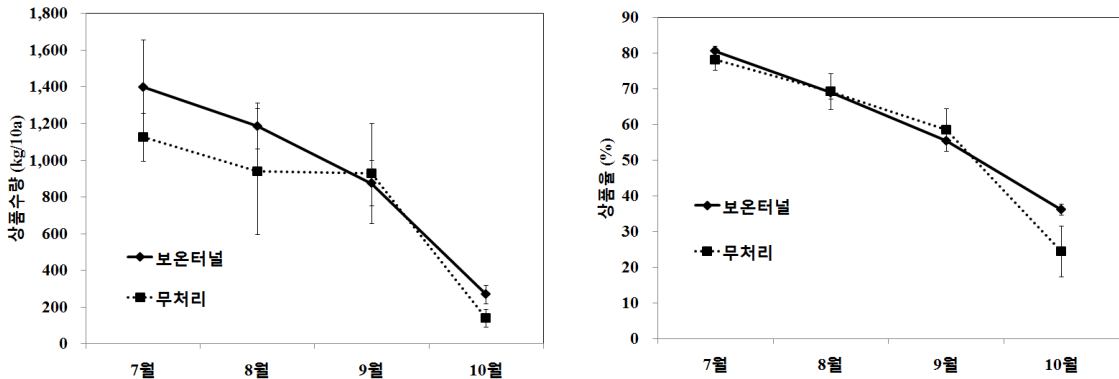


그림 8. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 월별 상품수량, 상품율 비교

월별 상품수량 및 상품율 변화를 비교한 결과, 상품수량은 수확초기인 7~8월에 간이 보온터널 처리에서 상대적으로 높게 나타났다. 상품율은 9월까지 비슷한 양상을 보이다 10월에 무처리구에서 상대적으로 낮게 나타났다(그림 8).

표 3. 북부지역 여주 노지재배 시 보온터널 처리에 따른 수량특성

처리	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
간이 보온터널	6.27	10.24	5,773.1	3,729.0 a	2,044.1	64.6	184.3	96.4	87.9
무처리	7.04	10.24	4,909.7	3,131.8 b	1,777.8	63.8	160.3	81.5	78.9

수량특성을 비교한 결과 간이 보온터널 처리구의 첫 수확일은 6월 27일로 무처리구의 첫 수확일 7월 4일보다 7일 정도 빨리 수확할 수 있었고, 수확종료일은 첫 서리가 내린 10월 24일로 나타났다(표 3).

10a당 총수량은 간이 보온터널 처리구에서 5,773.1kg으로 무처리구 4,909.7kg보다 높게 나타났으며, 상품수량 역시 간이 보온터널 처리구에서 3,729.0kg으로 무처리구 3,131.8kg보다 높게 나타났다(표 3, 그림 9). 두 처리간 상품율은 각각 64.6%, 63.8%로 차이가 없었으며(표 3), 작년과 비슷한 양상을 보였다.

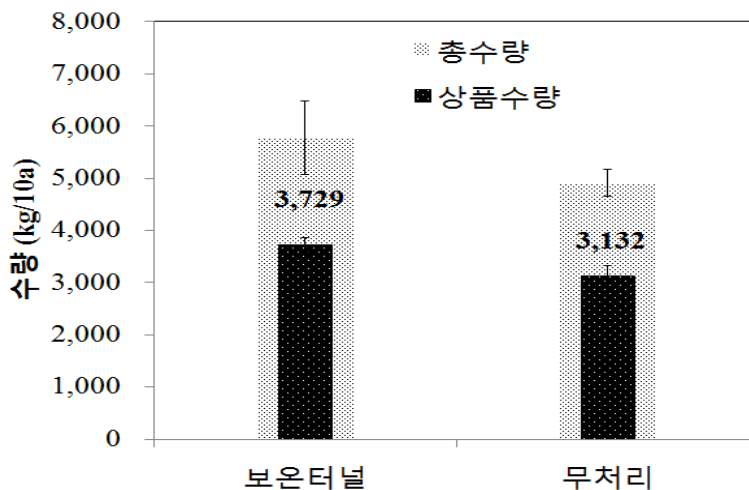


그림 9. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리에 따른 수량 비교

이러한 결과를 종합하여 볼 때, 북부지역 여주의 노지재배 시 5월 상순에 조기 정식할 때에는 간이 보온터널을 야간에 3주간 덮어주면 저온피해를 예방하고, 초기 생육을 촉진하여 무처리보다 상품수량이 19% 정도 높게 나타나 수량증대 효과가 있는 것으로 판단되었다.



[간이 보온터널 처리]



[무처리]

그림 10. 북부지역 여주 노지재배 시 간이 보온터널 처리 생육 비교 사진(8월 30일)

나. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 적정 정식시기 구명

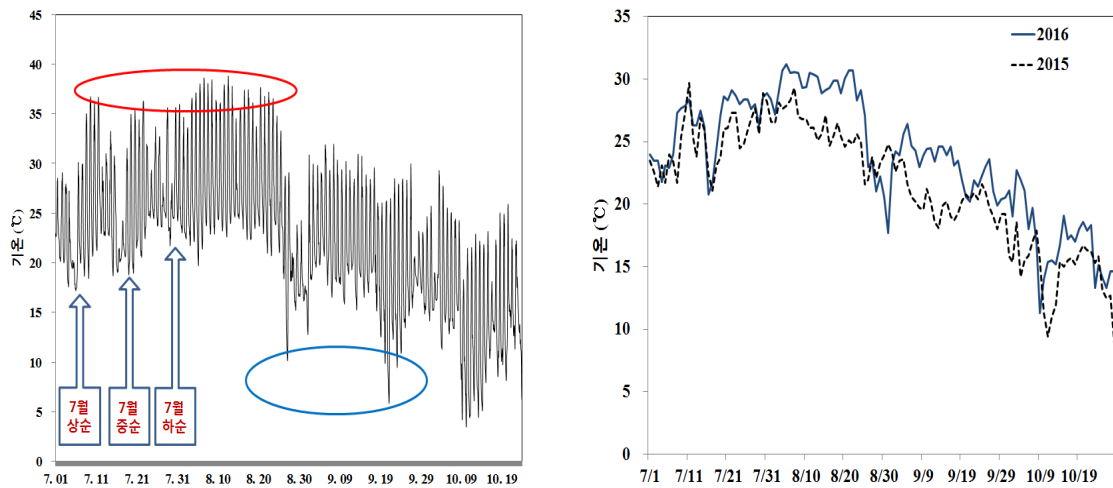


그림 11. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 기온 변화(2016)

노지재배 억제작형 정식시기인 7월의 기온 변화를 분석한 결과, 7월 상순 정식 이후 기온이 점차 상승하는 경향을 보였고, 7월 하순 정식 이후에는 35℃ 이상의 고온이 지속되었고, 8월 하순경 12℃ 이하의 갑작스런 저온이 발생하였다(그림 11). 2015년과 일평균기온을 비교한 결과, 전년도에 비해 8~9월의 기온이 상대적으로 높게 나타났으며 특히 8월 30℃ 이상의 고온이 3주간 지속되어 정식 이후 초기 여주생육에 영향을 주었을 것으로 판단되었다(그림 11).

표 4. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기에 따른 초기 생육특성(정식후 90일)

정식시기	만장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장/주)	마디수 (개/주)	마디길이 (cm)	착과수 (개/주)	첫개화일 (월.일)
7월 상순	465.7 a	10.4	15.3	313.8 a	78.6 a	5.9	24.1 a	7.15
7월 중순	420.5 b	9.9	14.0	274.1 b	69.3 b	6.1	17.2 b	7.24
7월 하순	332.0 c	10.5	15.1	167.8 c	58.9 c	5.6	17.0 b	8.01

정식 90일 후 정식시기별 초기 생육조사 결과, 정식시기가 늦어질수록 지상부 생육(만장, 엽수, 마디수 등)이 저조한 결과가 나타났으며, 주당 착과수는 7월 상순 처리구에서 24.1개로 가장 많았다. 특히 정식시기별 첫 개화일은 7월 상순 처리구가 7월 15일로 가장 빠르고, 정식시기가 늦은 7월 중순 처리구는 7월 24일, 7월 하순 정식처리구는 8월 1일로 상대적으로 늦게 개화하였다(표 4).

표 5. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기별 과실특성(정식후 90일)

정식시기	과장 (cm)	과경 (mm)	과중 (g)
7월 상순	25.2 a	49.7 a	215.3 a
7월 중순	26.1 a	46.7 a	200.2 a
7월 하순	20.9 b	47.0 a	154.7 b

정식 90일 후 과실특성을 비교한 결과, 7월 상순과 7월 중순 처리구의 과장, 과경, 과중의 차이는 없었지만, 정식시기가 가장 늦은 7월 하순 처리구의 과장과 과중은 다른 처리들에 비해 상대적으로 낮게 나타났다(표 5).



[7월 상순]

[7월 중순]

[7월 하순]

그림 12. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기별 초기생육 비교 사진(8월 30일)

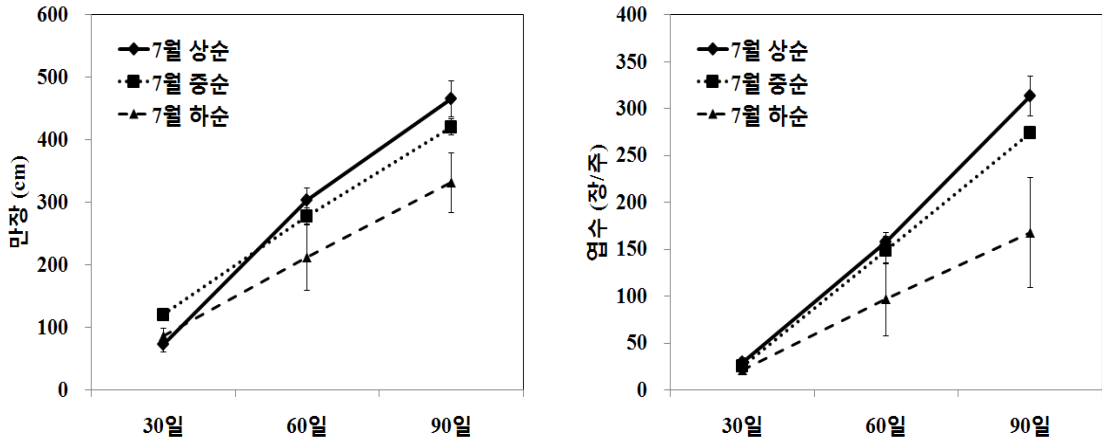


그림 13. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기에 따른 만장, 엽수 비교

여주 억제작형 정식시기에 따른 만장 및 엽수 변화를 비교한 결과, 전반적으로 정식시기가 빠를수록 만장 및 엽수가 증가하는 경향이 나타났지만, 정식 30일 후 만장은 7월 중순 처리구에서 가장 높게 나타났다(그림 13).

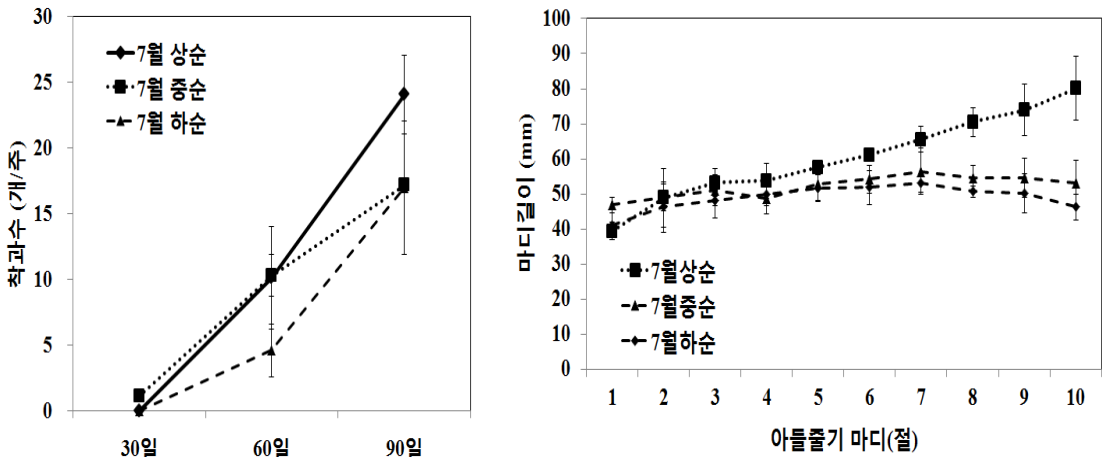


그림 14. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기에 따른 착과수, 마디길이 비교

여주 억제작형 정식시기에 따른 착과수 및 아들줄기 마디길이를 비교한 결과, 정식 후 60일까지는 7월 상순 처리구와 7월 중순 처리구 간 착과수 차이가 없었지만, 정식시기가 가장 늦은 7월 하순 처리구는 다소 낮게 나타났음. 또한 생육 후기인 정식 후 90일에는 7월 상순 처리구의 착과수가 가장 높게 나타났고, 7월 중순과 7월 하순 처리구 간 차이는 없었음. 아들줄기의 마디길이는 정식시기가 빠를수록 긴 것으로 나타났으며, 특히 7월 상순 처리구는 아들줄기 마디길이는 4절 이후 급격히 증가하였다(그림 14).

표 6. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기에 따른 줄기 생육특성(10월 26일)

처리	지제부 줄기두께 (mm)	아들줄기 두께 (mm)	아들줄기 마디길이 (mm)
7월 상순	26.8 a	11.4 a	60.4 a
7월 중순	22.5 b	9.5 b	52.2 b
7월 하순	17.5 c	7.1 c	48.9 c

재배 종료시기인 10월 하순에 최종 줄기 생육특성을 조사한 결과, 지제부의 줄기두께, 아들줄기 두께, 아들줄기 마디길이는 정식시기가 빠를수록 증가하는 것으로 나타났다(표 6, 그림 15).

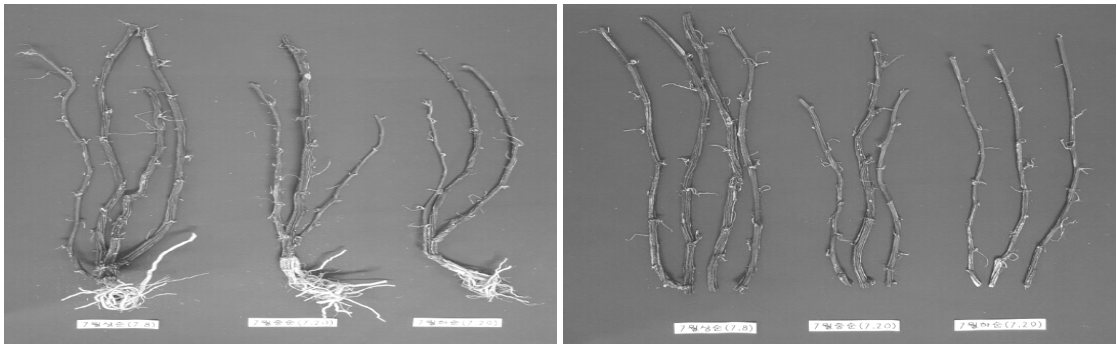


그림 15. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기별 줄기생육 비교 사진(10월 26일)

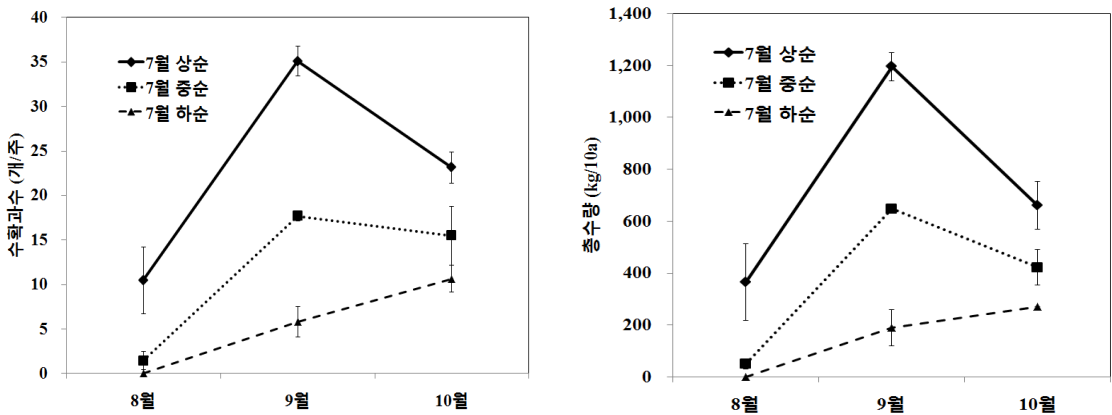


그림 16. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기에 따른 월별 수확과수, 총수량 비교

월별 수확과수 및 총수량 변화를 비교한 결과, 수확과수와 총수량 모두 정식시기가 빠를수록 증가하는 경향이 나타났고, 가장 늦은 정식시기인 7월 하순 처리구는 8월에 수확을 할 수 없었다(그림 16).

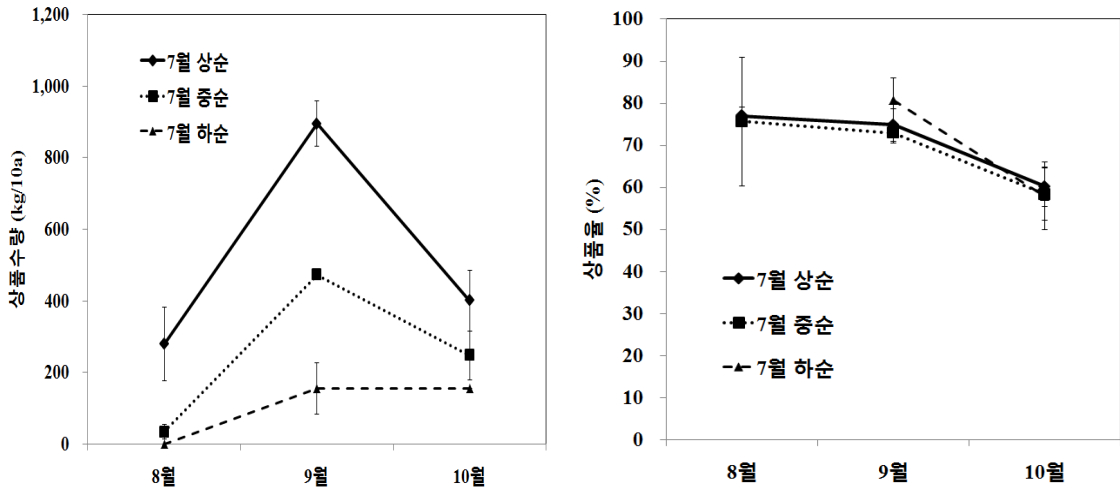


그림 17. 북부지역 여주 노지재배 억제작용 정식시기에 따른 월별 상품수량, 상품율 비교

월별 상품수량 및 상품율 변화를 비교한 결과, 모두 정식시기가 빠를수록 증가하는 경향이 나타났다. 상품율은 모든 처리구에서 8~9월 70% 이상 높게 나타났으며, 9월 이후 점차 감소하는 경향이 나타났다(그림 16).

표 7. 북부지역 여주 노지재배 억제작용 정식시기에 따른 수량특성

처리	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품 수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
7월 상순	8.11	10.24	2,221.9 a	1,575.0 a	646.9	70.7	68.7	41.5	27.2
7월 중순	8.25	10.24	1,119.9 b	754.9 b	365.1	67.4	34.6	20.3	14.3
7월 하순	9.01	10.24	461.2 c	311.2 c	150.0	67.6	16.5	9.3	7.2

수량특성을 비교한 결과 7월 상순 처리구 첫 수확일은 8월 11일로 가장 빨랐고, 7월 중순 처리구는 8월 25일, 7월 하순 처리구는 가장 늦은 9월 1일로 나타났고, 수확종료일은 첫 서리가 내린 10월 24일로 나타났다(표 7).

10a당 총수량은 7월 상순 처리구에서 2,221.9kg으로 가장 높게 나타났고, 7월 상순 > 7월 중순 > 7월 하순 순으로 나타났다(표 7, 그림 18). 상품수량 역시 7월 상순(1,575.0kg) > 7월 중순(754.9kg) > 7월 하순(311.2kg) 순으로 나타났다.

상품율은 각각 7월 상순 처리구에서 70.7%로 가장 높게 나타났지만, 다른 처리구 간 유의한 차이는 없었다(표 7). 이러한 결과로 볼 때, 북부지역 여주 노지재배 억제작용 적정 정식시기는 상품수량이 가장 높은 7월 상순이 적합한 것으로 판단되었다.

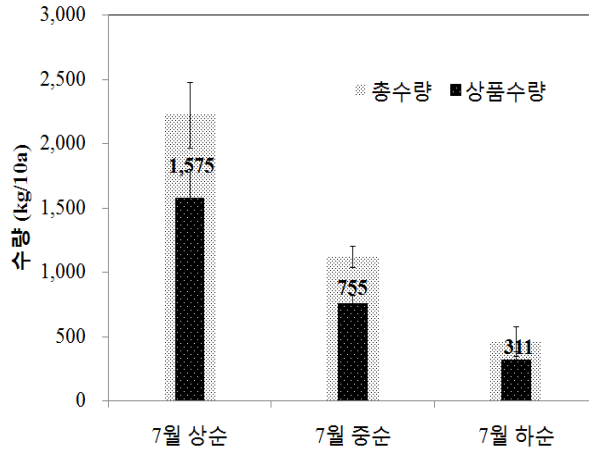


그림 18. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기에 따른 수량 비교



7월 상순

7월 중순

7월 하순

그림 19. 북부지역 여주 노지재배 억제작형 정식시기별 생육 비교 사진(10월 24일)

다. 북부지역 여주 노지재배 적정 줄기유인수 구명

표 8. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 초기 생육특성(7월 25일)

줄기유인수	만장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장/주)	마디수 (개/주)	마디길이 (cm)	착과수 (개/주)
2줄기	410.5 a	15.8	23.9	253.3 b	66.6	6.2	20.7 b
4줄기 (관행)	394.4 b	15.8	22.8	306.2 a	65.0	6.1	22.0 a

북부지역 여주 노지재배 줄기 유인수별 처리하여 초기 생육조사 결과, 관행 4줄기 유인보다 2줄기 유인에서 만장이 다소 증가하였고, 엽수는 감소하였음. 특히 개화한 암꽃의 수와 착과수는 관행 4줄기 유인보다 2줄기 유인에서 상대적으로 적은 것을 알 수 있었다(표 8). 줄기 유인수별 과실 특성을 비교한 결과, 과중은 2줄기 유인 처리구가 4줄기 유인보다 상대적으로 높았고, 과장과 과경은 차이가 없었다(표 9).

표 9. 북부지역 여주 노지재배 줄기유인수별 과실특성(9월 27일)

줄기유인수	과장 (cm)	과경 (mm)	과중 (g)
2줄기	24.0 a	47.9 a	205.4 a
4줄기 (관행)	23.0 a	45.9 a	174.9 b



2줄기 유인



4줄기 유인(관행)

그림 20. 북부지역 여주 노지재배 줄기유인수별 생육 비교 사진(8월 30일)

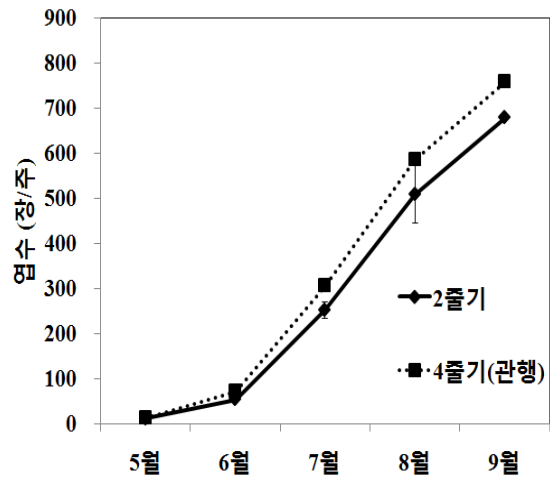
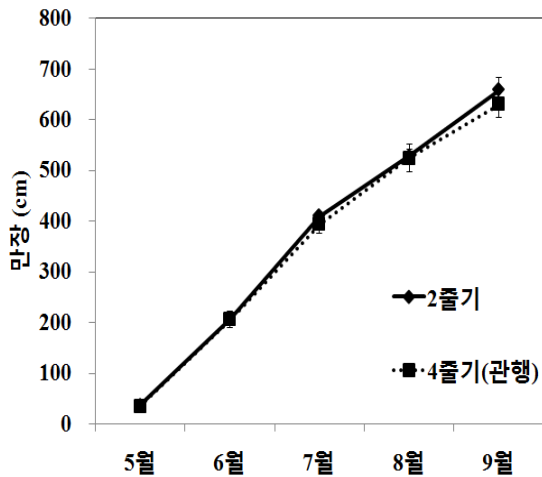


그림 21. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 월별蔓장, 엽수 비교

줄기유인수 처리에 따른 월별 만장 및 엽수 변화를 비교한 결과, 만장은 생육초기부터 2줄기 유인 처리구가 4줄기 유인보다 다소 높게 나타난 반면, 엽수는 4줄기 유인이 2줄기 유인보다 많은 것으로 나타났다(그림 21).

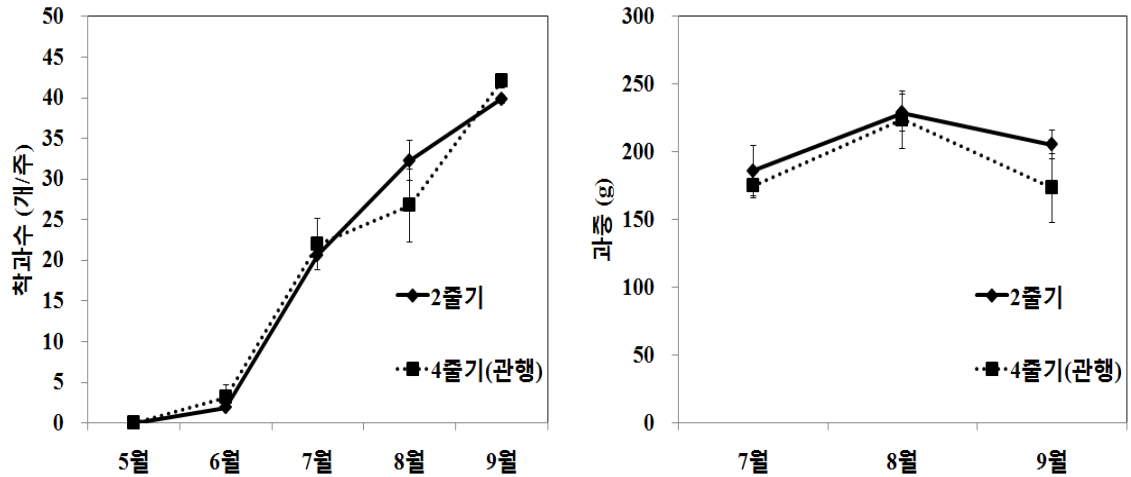


그림 22. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 착과수, 과중 비교

착과수 및 과중 변화를 비교한 결과, 착과수는 7월까지 4줄기 유인 처리구에서 상대적으로 많은 것으로 나타났지만, 30℃ 이상의 고온이 발생한 8월에는 2줄기 유인 처리구의 착과수가 관행(4줄기 유인)보다 많게 나타났다. 과중은 2줄기 유인처리구에서 상대적으로 높게 나타났다(그림 22).

줄기 유인수에 따른 아들줄기의 마디길이 변화를 비교한 결과, 아들줄기 4절까지는 2줄기 유인에서 상대적으로 길었지만, 5절 이후에는 처리간 차이가 없었다(그림 23).

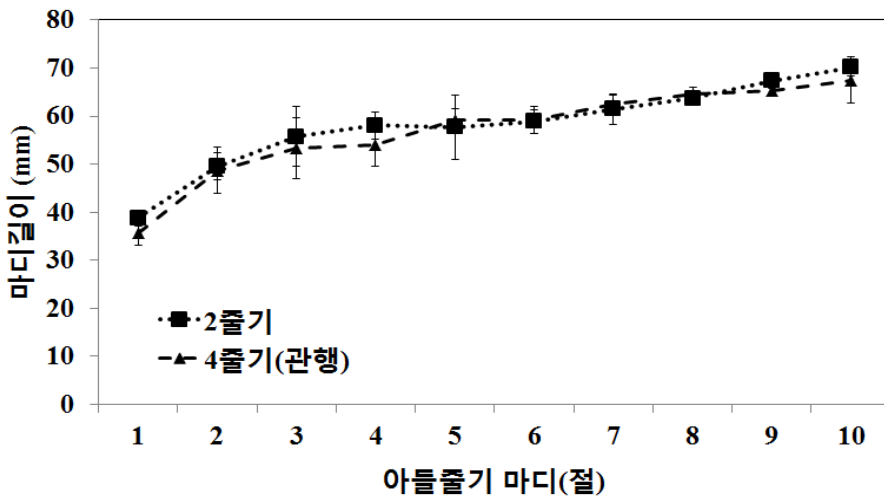


그림 23. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 마디길이 변화 비교

표 10. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 줄기 생육특성(10월 26일)

줄기유인수	지제부 줄기두께 (mm)	아들줄기 두께 (mm)	아들줄기 마디길이 (mm)
2줄기	34.0 a	21.0 a	58.1 a
4줄기 (관행)	30.9 b	12.1 b	57.0 a

재배 종료시기인 10월 하순에 최종 줄기 생육특성을 조사한 결과, 지제부의 줄기두께 및 아들 줄기 두께는 4줄기 유인처리구보다 2줄기 유인에서 상대적으로 높게 나타났으며, 10절까지의 아들 줄기의 평균 마디길이는 유의한 차이가 없었다(표 10, 그림 24).

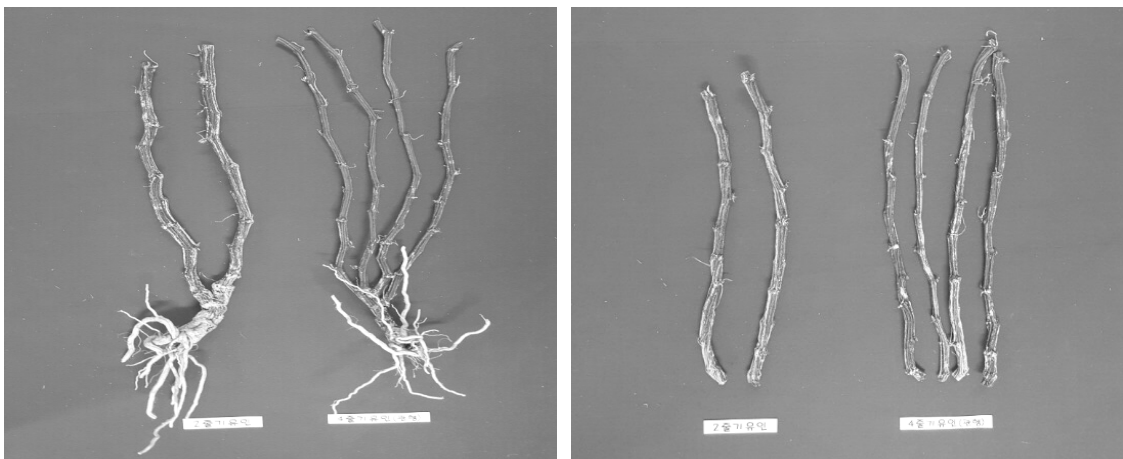


그림 24. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수별 줄기생육 비교 사진(10월 26일)

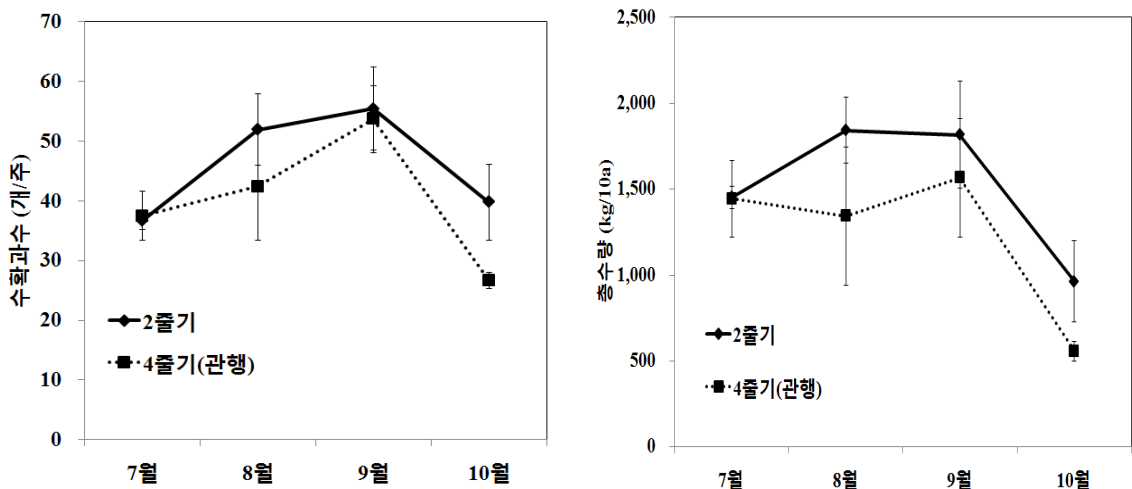


그림 25. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 월별 수확과수, 총수량 비교

월별 수확과수 및 총수량 변화를 비교한 결과, 수확과수와 총수량 모두 고온기인 8월에 2줄기 유인처리구에서 상대적으로 높게 나타났고, 9월에는 비슷한 경향을 보이다 10월에 다시 2줄기 유인처리구에서 높게 나타났다(그림 25).

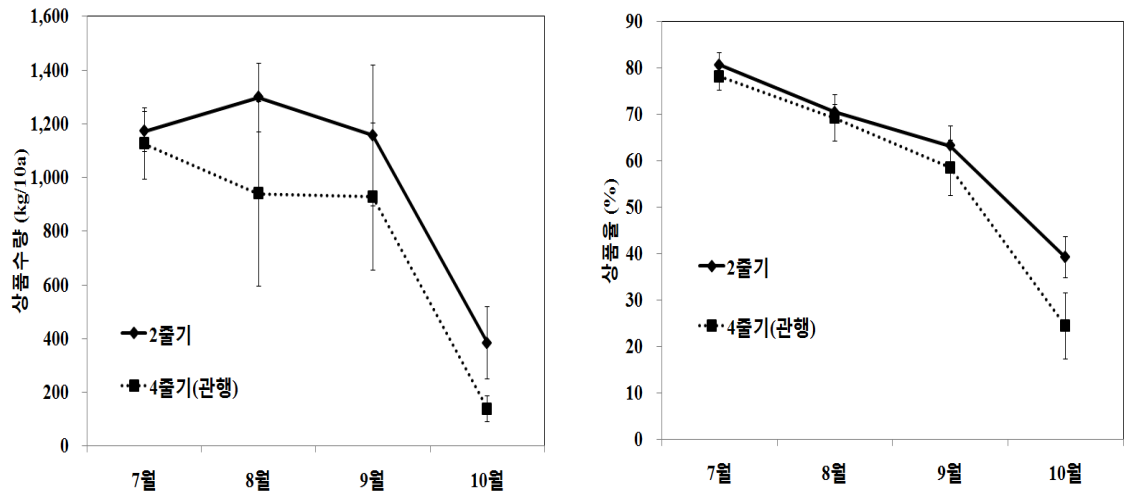


그림 26. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 월별 상품수량, 상품율 비교

월별 상품수량 및 상품율 변화를 비교한 결과, 상품수량은 8월 이후 2줄기 유인처리구에서 상대적으로 높게 나타났다. 상품율은 8월까지 비슷한 양상을 보이다 9월 이후에 2줄기 유인처리구에서 관행(4줄기 유인)보다 상대적으로 높게 나타났다(그림 26). 이러한 원인은 7~8월 여름철 고온기에 상대적으로 줄기수가 많은 4줄기 유인처리구의 과도한 지상부 생장으로 엽면적 지수가 증가하여 광합성이 불량하고, 수정율이 감소하여 착과 및 수량에 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 또한 9월 이후에는 4줄기 유인처리구에서 상대적으로 많은 착과로 인해 15cm 이하의 비상품과가 많이 발생하여 상품율이 감소한 것으로 판단되었다(그림 26).

표 11. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 수량특성

처리	첫 수확일 (월.일)	수확 종료일 (월.일)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	비상품수량 (kg/10a)	상품율 (%)	총수확 과수 (개/주)	상품 과수 (개/주)	비상품 과수 (개/주)
2줄기	7.4	10.24	6,073.4	4,010.9 a	2,062.5	66.0	184.0	99.1	84.9
4줄기 (관행)	7.4	10.24	4,909.7	3,131.8 b	1,777.8	63.8	160.3	81.5	78.9

수량특성을 비교한 결과 10a당 총수량은 2줄기 유인처리구에서 6,073.4kg으로 4줄기 유인처리구 4,909.7kg보다 높게 나타났으며, 상품수량 역시 2줄기 유인처리구에서 4,010.9kg으로 4줄기 유인처리구 3,131.8kg보다 높게 나타났다(표 11, 그림 27).

두 처리 간 상품율은 각각 66.6%, 63.8%로 2줄기 유인처리구가 다소 높았고, 상품과수는 2줄기 유인처리구가 99.1개로 4줄기 유인처리구보다 많았다(표 11). 이러한 결과로 볼 때, 2줄기 유인 처리가 관행적인 4줄기 유인보다 여름 고온기(8월) 착과수가 많고, 상품수량이 29% 정도 높게 나타나 수량증대 효과가 있는 것으로 판단되었다.

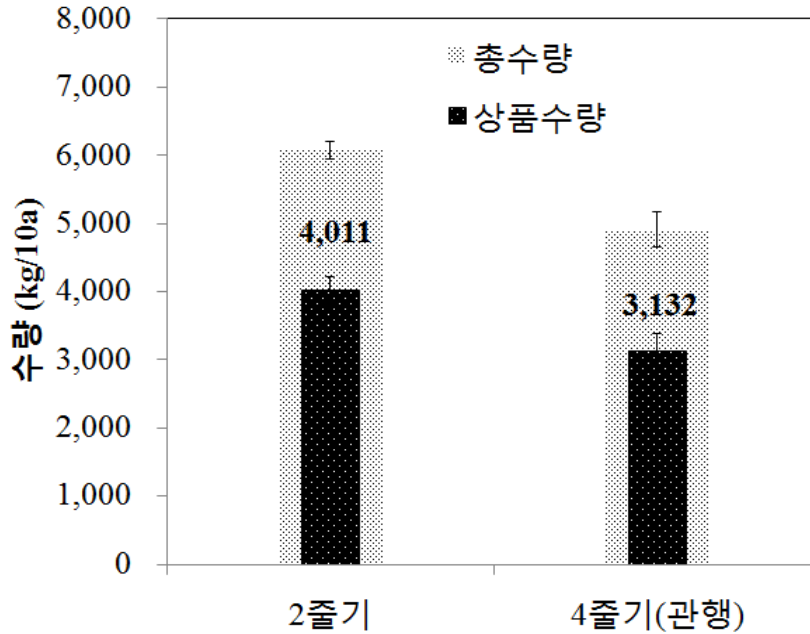
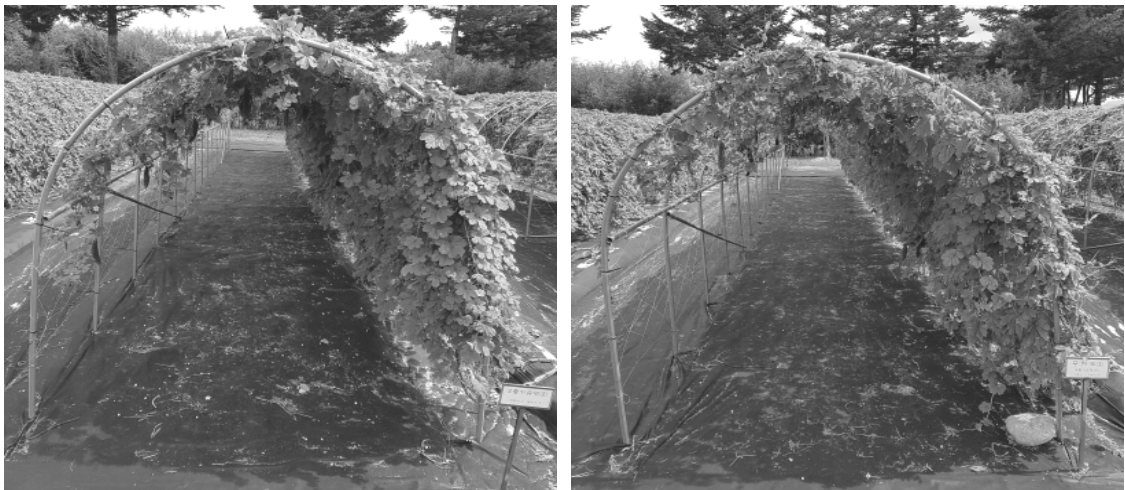


그림 27. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수에 따른 수량 비교



2줄기 유인

4줄기 유인(관행)

그림 28. 북부지역 여주 노지재배 시 줄기유인수별 생육 비교 사진(8월 30일)

## 4. 적 요

〈제1세부과제 : 북부지역 아열대채소 적응성 검토 및 재배기술 개발〉

### (시험 1) 도입 아열대채소 북부지역 적응성 검토(14)

- 가. 북부지역 도입 유망 아열대채소 적응성 검토를 위한 오크라 등 7작목의 노지 및 시설의 재배시험을 한 결과, 모든 작목의 생육이 양호하였음
- 나. 북부지역 도입 유망 아열대채소 작목 1차 선발을 위해 작목별 경제성 및 소비자 선호도 비교 결과, 소비자의 구매희망률이 70% 이상 높고, 생산성과 추정 농가소득이 상대적으로 높은 롱빈, 차요테, 공심채, 여주 등 4작목을 1차 선발하였음

### (시험 2) 1차 선정 아열대채소 작목 북부지역 노지재배 적정 정식시기 구명 및 최종작목 선정(15)

- 가. 북부지역 여주의 노지재배 시 적정 정식시기는 상품수량이 높고, 저온피해 발생위험이 적은 '5월 중순'이 적합한 것으로 판단되었음
- 나. 북부지역 롱빈, 공심채 및 차요테의 노지재배 시 적정 정식시기는 상품수량이 높고, 저온 피해 발생위험이 적은 '5월 중순~하순'이 적합한 것으로 판단되었음
- 다. 북부지역 도입 유망 아열대채소 작목 2차 선발을 위해 1차 선발된 여주 등 4작목의 노지 생산성을 비교한 결과, 노지 생산성은 공심채 > 롱빈 > 차요테 > 여주 순으로 나타났음
- 라. 이러한 결과로 볼 때, 10a당 노지 생산성은 3,812kg으로 타 작목보다 상대적으로 낮지만 현재 유통이 가능한 여주를 2년차 유망작목으로 선발하였음

### (시험 3) 최종선정 아열대채소 작목 여주 북부지역 노지재배 기술 개발(16)

- 가. 여주의 경우 북부지역에서 생육기 연장을 위하여 5월 4일 보온터널을 한 결과 상품수량 3,729.0kg으로 무처리 대비 19% 증수효과를 보임
- 나. 억제작형 정식기는 6월 중순에 파종(20일 육묘), 7월 상순에 정식할 경우 10월 하순까지 수확이 가능 하였음(수량: 1,575kg/10a)
- 다. 여주 노지재배 시 유인방법은 주지를 8~10절에서 적심하고, 아들줄기 2줄기를 수직으로 유인한 뒤 방임재배 할 경우 4줄기 유인보다 29% 증수됨

## 5. 인용문헌

- Ahn, Y. K., Kim, S. H., Seung, K. C., Moon, D. K. (2011) Development of optical pruning method on okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) production. J. Bio-Env. Con. 20:58-61.
- Allen, D. J., Ort, D. R. (2001) Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. J. Trends Plant Sci. 6:36-42.
- Bohme, M., Pinker, I. (2007) Investigation regarding the potential for cultivation of indigenous vegetables in Southeast Asia. Acta Hort. 752:179-185.

- Charles, L. G., Steven, C. H. (1992) Sucrose phosphate synthase and sucrose accumulation at low temperature. *J. Plant Physiology* 100(1):502–508.
- Huang, R., Fang, F., Zhuang, F., Kang, H., Huang, Y., Lou, H. (2010) Sowing date, plant density, fruits per plant and harvest time influenced yield and quality of hybrid seed of bitter melon (*Mormordica charantia*). *Acta Hort.* 871:54.
- Iwamoto, E., Hayashida, S., Ishida, T., Morita, T. (2009) Breeding and seasonal adaptability of high female F1 hybrid bitter melon (*Mormordica charantia* L.) ‘Kumaken BP1’ using gynocercious inbred line for the seed parent. *Hort. Res.* 8(2):143–147.
- Iwamoto, E., Ishida, T. (2005) Effect of ethephon on seed emergence of balsam pear (*Mormordica charantia* L.). *Hort. Res.* 4(4):401–404.
- Kato, Y. (2007) Effect of planting density, training method, and soil moisture on the yield and the quality of bitter melon (*Momordica charantia*). Research report of Kanagawa-ken Agricultural Technology Center, Hiratsuka Japan.
- Kim, H. S., Bae, D. H., Choi, D. J., Jang, G. S. (1999) Growth and Yield of Tunnel-cultured Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) as affected by Planting time. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17(5):627.
- Kim, Y. S., Kim, G. H., Yoo, M. B., Kim, T. S., Kim, C. H., Seong, K. C. (2016) Effects of planting date on growth and yield of bitter melon (*Mormordica charantia* L.) in rain shielding plastic house. *Protected Hort. and Plant Fac.* 25(1):71–75.
- Lee, J. N., Lee, J. T., Kim, W. B., Ryu, I. C. (2000) Optimal training system and planting time of cucumber (*Cucumis sativus* L.) for summer production under rain-shelter in alpine area. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18(5):678.
- Liao, P. C., Tsai, C. C., Chou, C. H., Chiang, Y. C. (2012) Introgression between cultivars and wild populations of *Momordica charantia* L. (*Cucurbitaceae*) in Taiwan. *Int. J. Mol. Sci.* 13(5):6469–6491.
- Nunes, M. (2008) Impact of environmental conditions on fruit and vegetable quality. *J. postharvest biology and technology* 4:4.
- Palada, M. C., Chang, L. C. (2003) Suggested cultural practices for bitter melon. Research report of AVRDC International Cooperators’ Guide. 547:1–5.
- Raman, A., Lau, C. (1996) Anti-diabetic properties and phytochemistry of *Momordica charantia* L. (*Cucurbitaceae*). *Phytomedicine* 2:349–362.
- Seong, K. C., Kim, C. H., Lim, C. G. (2014) The study on regional adaptation and demand forecast of tropical and subtropical vegetables. Research report of NHRI, R.D.A., Suwon Korea.

- Seong, K. C., Kim, C. H., Lim, H. C., Moon, D. G. (2010) Improvement of fruit setting ratio by insect vector of pollen in bitter melon for protected cultivation. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28:51.
- Seong, K. C., Kim, C. H., Wei, S. H., Lim, C. G., Son, D. (2015) Effect of planting density on the growth and yield in staking cultivation of bitter melon (*Momordica charantia* L.) under non-heated greenhouse. *Protected horticulture and plant factory*. 24(3):173-177.
- Shahbaz, A., Hussain, K., Abbas, M. Q., Nawaz, K., Majeed, A., Batool, S. M. (2014) Root growth, yield, and fruit quality responses of reticulatus and inodorus melons (*Cucumis melo* L.) to deficit subsurface drip irrigation. *J. Agricultural Water Management* 136:75-85.
- Sharma, S. P., Leskovar, D. I., Crosby, K. M., Volder, A. (2014) Changes in growth, morphology and photosynthetic attributes by drought in bitter melon (*Momordica charantia* L.). *J. Botany Research International* 8(3):54-58.
- Singh, J., Cumming, E., Manoharan, G., Kalasz, H., Adeghate, E. (2011) Medicinal chemistry of the anti-diabetic effects of momordica charantia: active constituents and modes of actions. *The Open Medicinal Chemistry Journal* 5(2):70-77.
- Xu, S. G., Wang, J. H., Bao, L. J. (2006) Effect of water stress on seed germination and seedling growth of wheat. *Journal of Anhui Agri. Sci.*, 34:5784-5787.
- Yagmur, M., Kaydan, D. (2008) Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African Journal of Biotechnology*. 7:2156-2162.
- Yang, J., Kong, Q., Xiang, C. (2009) Effects of low night temperature on pigments, chl a fluorescence and energy allocation in two bitter melon (*Momordica charantia* L.) genotypes. *Acta physiologiae plantarum* 31(2):285-293.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2015(2년)	영농정보	강원지역 주요 아열대채소의 노지 시설재배 생산성 및 소비자 선호도
	학술발표	강원지역 아열대채소의 노지시설재배 적응성 및 소비자 선호도 비교
2016(3년)	영농정보	북부 내륙지역 여주 노지재배 시 조기 정식을 위한 간이 보온터널 처리 효과
	영농정보	북부 내륙지역 여주 노지 및 억제재배 적정 정식시기
	영농정보	북부 내륙지역 여주 노지재배 시 적정 줄기 유인수
	영농정보	북부 내륙지역 아열대채소(롱빈, 공심채, 차요테)의 노지재배 적정 정식시기
	논문게재	강원지역 여주 노지재배 시 정식시기가 생육 및 수량에 미치는 영향
	학술발표	강원지역 여주 노지재배 시 정식시기가 생육 및 수량에 미치는 영향
	학술발표	강원지역 롱빈, 차요테 노지재배 시 정식시기가 생육 및 수량에 미치는 영향

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'14	'15	'16
과제책임자	원예연구과	농업연구사	서현택	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	원예연구과	농업연구사	서현택	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	원예연구과	농업연구사	장은하	시험수행 및 평가	○	○	○
	"	"	김영진	품질조사 지원	○	○	○
	"	농업연구관	원재희	평가분석 지원	-	-	○
	"	공업서기보	박기진	현장조사 지원	○	○	○
	"	농업연구관	방순배	평가분석 지원	○	○	○
	산채연구소	"	홍대기	평가분석 지원	○	○	-