

어젠다코드	3 - 19 - 77		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C05	작목구분코드	VC-05-1315
과제종류	공동연구		세세부사업	지역특화작목기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
지역 특성을 고려한 아스파라거스 안정생산 기술 개발			'14~'16	원예연구과	서현택
1) 아스파라거스 생산성 향상 기술 개발			'14~'16	원예연구과	서현택
2) 아스파라거스 병해충 방제기술 개발			'14~'16	환경농업연구과	원헌섭
3) 아스파라거스 단경기 생산 및 용기재배 기술 개발			'14~'16	전라남도농업기술원	손동모
색인용어	아스파라거스, 생산성, 병해충, 단경기				

ABSTRACT

1) Development of productivity improvement technologies of asparagus in rain proof cultivation and open field cultivation

This study was conducted to develop the productivity improvement technologies of asparagus in rain proof cultivation and open field cultivation. The first experiment was carried out of investigate the influence of early shading of roots of asparagus on harvesting time, spring yield. The artificial shading (covered 99% shading net) was applied in greenhouse on January 20. When the artificial shading was applied, the first harvesting time was delayed about 2 weeks, ratio of freezing and frost injury was decreased. So spring yield of the artificial shading was 29% higher than the non treatment. As a result, early artificial shading was judged as a way to delay of first harvest time and to avoid freezing and frost damage. The second experiment was carried out of investigate the effect of fertigation on growth and yield in summer of asparagus in greenhouse. When the fertigation (EC 3.0) in summer was applied, the summer yield could be improved by 14.5%, and the fertilizer purchase cost could be reduced by 73%. The third experiment was carried out of investigate the effect of fern growth timing on yield of asparagus in greenhouse. As a result of comparing the spring and summer yields according to the fern growth timing, the spring yield of fern growth treatment after spring harvest during 2 weeks was the lowest, but the summer yield was the highest at 1,336 kg/10a. And the spring yield of fern growth treatment after spring harvest during 8 weeks was the highest at 795 kg/10a. The 4th experiment was carried out of investigate the effect of amount of fern growth on yield of asparagus in greenhouse. As a result of comparing the spring and summer yields according to the number of established stems, the total yield of the 5 stems/plant(35 stems/3.3m²) treatment was the highest. In the case of the 3 stems/plant(21 stems/3.3m²) treatment, the summer yield of this year was higher, but the spring yield of next year decreased. The 5th experiment was carried out of investigate the effect of the ventilation of single span asparagus greenhouse in summer. As a result of comparing the summer yield according to the forced ventilation, there was no significant difference compared to non-treatment. The 6th experiment was carried out of investigate the

effect of irrigation using low-level sprinkler in summer on summer yield of asparagus in greenhouse. The summer yield (636.8 kg/10a) of the low-level sprinkler irrigation treatment was 36% higher than the conventional drip irrigation (468.7 kg/10a). The 7th experiment was carried out of investigate the effect of planting density on root growth of asparagus in temporary planting. When the planting density was over 16,600 plant/10a, the occurrence of stem blight disease increased and the number of dormant buds decreased. Especially, at 22,000 plant/10a planting density, crown diameter, root weight and number of dormant buds were the least. The 8th experiment was conducted to compare of growth and yield on different asparagus cultivated regions in open field cultivation. As a result of comparing the spring yields according to the cultivated regions, there was no difference in the number of total harvest spears, but the total yields and marketable yields were relatively lower in Yanggu region than that in Chuncheon region. On the other hand, the summer total yield, the number of total harvest spears and marketable yields were relatively higher in Yanggu region than that in Chuncheon region. The 9th experiment was carried out of investigate the effect of planting density on growth and yield of asparagus in open field cultivation. It was concluded that the optimal planting density of asparagus in open field cultivation was 2,220 plant/10a (150×30cm) with low disease incidence, excellent spear quality and high marketable yield. The 10th experiment was carried out of investigate the effect of pinching height on growth and yield of asparagus in open field cultivation. The optimal pinching height in open field cultivation was 100~120cm with high marketable yield. On the other hand, when the pinching height was 80cm, the summer yield increased but the spring yield in next year decreased significantly. The 11th experiment was carried out of investigate the effect of pinching timing on growth and yield of asparagus in open field cultivation. The optimal pinching timing of asparagus in open field cultivation was at the same time as establishing stem with high marketable yield in summer. The 12th experiment was carried out of investigate the effect of the amount of additional fertilizer on growth and yield of asparagus in open field cultivation. The optimal amount of additional fertilizer in open field cultivation was N(30)-P(20)-K(25) with high marketable yield. The 13th experiment was carried out of investigate the effect of additional fertilizing time on growth and yield of asparagus in open field cultivation. The optimal additional fertilizing time of asparagus in open field cultivation was at the 15 days before establishing stem with high marketable yield in summer.

2) Development of major diseases and pests control technologies of asparagus

This study was conducted to develop major disease and pests control technologies of asparagus in gangwon, for three years from 2014 to 2016. We were surveyed leaf spot (*Cercospora asparagicola*), gray mold rot(*Botrytis cinerea*), stem blight(*Phomopsis asparagi*), crown rot(*Fusarium moniliforme*) and anthracnose(*Colletotrichum gloeosporioides*) known as the main disease of asparagus. We found that the main disease of asparagus in gangwon were leaf spot(*Cercospora asparagicola*) and gray mold rot(*Botrytis cinerea*). We also observed that the *Thrips tabaci* and *Crioceris quatuordecimpunctata* are main insects of

asparagus in gangwon. To explore the eco-friendly control of *Thrips tabaci*, induce effect was examined using the colored sticky traps. The capture rate of the blue sticky trap was 2~4 times higher than the yellow sticky trap. As a result of comparing the insecticidal effect of *Crioceris quatuordecimpunctata* using three eco-friendly materials, all eco-friendly materials were not effective. The effective eco-friendly material for control leaf spot(*Cercospora asparagicola*) disease was the clove extract and the 2.5% liquid sulfur was less effective. The result of the an experiment of insecticidal effect of eco-friendly pesticides as Sophora Extract, Neem Extract and Pyrethrum Extract, the Pyrethrum Extract showed the best effect similar to the control.

1. 연구목표

백합과 다년생 숙근성 채소인 아스파라거스(*Asparagus officinalis* L.)는 봄에 죽순처럼 올라 오는 어린순을 식용으로 이용하는 서양채소이다. 아스파라거스속에 세계적으로 약 300종이 알려져 있으나 식용으로 이용되는 것은 14종 정도이다. 색깔별로는 녹색인 그린아스파라거스, 흰색인 화이트아스파라거스, 보라색인 퍼플아스파라거스가 있다. 원산지는 유럽, 서부아시아로 추정되며 그리스, 로마시대부터 채소로 높이 평가되어 재배되어 왔다. 주로 샐러드, 스프로 이용을 하며, 육류와 함께 볶거나 구워도 인기가 매우 높다. 아스파라거스에는 비타민, 아미노산과 단백질이 풍부하고, 특히 아스파라긴산과 루틴이 다량 함유되어 있어 피로회복 및 혈관질환 개선효과가 있다. 국내에는 1970년대 도입 이후 70ha 내외로 재배되어 오다, 최근 서양채소에 대한 관심이 높아지면서 재배면적이 늘어 강원, 전북, 전남, 제주 등에서 전국적으로 약 60ha 이상 재배되고 있다. 특히 여름재배 주산지인 강원도는 춘천, 화천, 양구를 중심으로 35.4ha('16) 정도 재배되고 있다. 아스파라거스의 경우 한번 심으면 15년 정도 수확이 가능한 장점이 있지만, 포장조성, 육묘, 가식, 수확까지 정식 후 최소 3년 이상의 기간이 소요되어 재배면적이 확대되고 있지 못하고 있다. 도입 신 작목의 특성 상 농업인의 재배기술 수준이 낮아 생산성이 낮고, 병해충 양상 및 방제방법에 대한 정보가 없어 재배에 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구에서는 신규작목인 아스파라거스의 생산성 향상과 병해충 방제기술을 개발하여 지역특화 소득 작목으로 육성하고, 농가 소득을 증대 하는데 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제 : 아스파라거스 생산성 향상 기술 개발〉

(시험 1) 비가림 재배 시 동계 차광처리 효과 구명('14)

본 시험은 아스파라거스 비가림 재배 시 동계 차광처리가 봄 수확시기 및 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2014년 강원도 춘천, 양구 2지역에서 수행하였다. 시험품종은 월드웰컴(Sakata seed co.)을 공시하였고, 춘천지역은 3년생을 양구지역은 4년생을 시험재료로 사용하였다. 조기

차광 처리를 위해 99% 차광망을 두 지역 모두 1월 하순, 2월 하순, 3월 하순에 각각 비닐하우스에 덮어 차광처리하여 무처리(관행)와 비교하였다. 차광처리 후 4~5월 아스파라거스 순의 출현율과 저온피해율을 조사하였다. 또한 지온변화를 측정하기 위해 아스파라거스 근부가 있는 지하 10cm의 지온을 데이터로거(HOBO Pro V2, U23-004)로 측정하였다. 수량 조사항목으로는 첫 수확일, 수확주수, 상품율, 상품수량 등을 조사하였다.

(시험 2) 비가림 재배 시 관비처리 효과 구명(14)

본 시험은 아스파라거스 비가림 재배 시 관비처리가 여름철 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2014년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 양구군 남면 가오작리 외지시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 10년생을 시험재료로 사용하였다. 관비처리를 위한 비료는 아스파라거스 배양액(N 2,7143me/kg, P 0.6774, K 1.0641, Ca 1.25, Mg 0.4)을 EC 2.0, 3.0으로 7월 상순부터 9월 하순까지 2일 간격(1회 10분, 0.8L/주)으로 각각 처리하였고, 농가 관행방법(N-K비료 8회 관비, N 20.8kg/10a, K 20.8)과 비교하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 주요 조사 항목으로는 입경수, 초장, 지상부 건물중 등 생육특성과 여름수확주수, 여름수량 등을 조사하였다.

(시험 3) 비가림 재배 시 적정 줄기세움 시기 구명(15)

본 시험은 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 시기를 달리하였을 때 여름철 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2015년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 춘천소재 강원도농업기술원 시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 UC-157(Walker seed co.)을 공시하였고, 5년생을 시험재료로 사용하였다. 줄기세움 시기를 봄수확 후 2주, 4주, 6주, 8주간 4처리를 달리하여 각각 처리하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 줄기세움 수는 봄 수확 종료 후 1주당 5본을 유지하였다. 주요 조사 항목으로는 총 출현경수, 총 수확경수, 상품 수확경수, 상품 규격별 생산비율, 첫 여름수확일, 월별 수량, 조수입 등을 조사하였다.

(시험 4) 비가림 재배 시 적정 줄기세움 수 구명(15~16)

본 시험은 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 수를 달리하였을 때 여름철 수량 및 이듬해 봄 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2015~2016년 2년간 수행되었으며, 시험장소는 강원도 춘천소재 강원도농업기술원 시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 UC-157(Walker seed co.)을 공시하였고, 4년생을 시험재료로 사용하였다. 줄기세움 수를 3줄기(21경/3.3㎡), 5줄기(35경/3.3㎡), 7줄기(49경/3.3㎡), 10줄기(70경/3.3㎡), 무처리(봄 수확 후 모든 줄기세움) 등 5처리를 달리하여 각각 비교하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 줄기세움 시기는 4주간 봄 수확 후에 동시에 처리하였다. 주요 조사 항목으로는 총 출현경수, 총 수확경수, 상품 수확경수, 상품 규격별 생산비율, 첫 여름수확일, 월별 수량, 조수입 등을 조사하였다.

(시험 5) 비가림 재배 시 고온기 환기 효과 구명(15)

본 시험은 아스파라거스 비가림재배 시 고온기 환기처리 효과를 구명하기 위하여 2015년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 양구군 남면 가오작리 외지시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 11년생을 시험재료로 사용하였다. 고온기 환기를 위해 비가림 시설 천창에 15m간격으로 강제환풍기를 설치하여 무처리(관행)와 생육환경 및 생육을 비교하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 줄기세움 수는 봄 수확 종료 후 1주당 5분을 유지하였다. 주요 조사 항목으로는 기온, 총 출현경수, 여름 수확경수, 여름 상품수확주수, 여름 상품 수량, 규격별 상품 생산비율 등을 조사하였다.

(시험 6) 비가림 재배 시 줄기세움 후 적정 관수방법 구명(16)

본 시험은 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 후 적정 관수방법을 구명하기 위하여 2016년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 양구군 남면 가오작리 외지시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 6년생을 시험재료로 사용하였다. 지제부로부터 50cm 높이 지점에 저상 스프링클러를 설치하여 관행적인 점적관수와 토양수분함량 및 수량을 비교하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 줄기세움 수는 봄 수확 종료 후 1주당 5분을 유지하였다. 주요 조사 항목으로는 토양수분함량, 상품수량, 품질 등을 조사하였다.

(시험 7) 노지 가식(1년생) 시 적정 재식밀도 구명(14)

본 시험은 아스파라거스 노지 가식재배 시 적정 재식밀도를 구명하기 위하여 2014년 강원도 춘천소재 강원도농업기술원 시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 128공 트레이에 70일간 육묘한 어린묘를 노지에 흑백멀칭 후 10a당 22,000주, 16,000주, 13,000주, 11,000주, 10,000주, 8,000주로 각각 재식밀도를 달리 처리하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 1년간 노지재배 후 뿌리를 굴취하여 뿌리소질을 조사하였다. 주요 조사 항목으로는 지상부 병발생율, 뿌리 크라운 직경, 생체중, 맹아수 등을 조사하였다.

(시험 8) 노지 재배 지대별 생육 비교(14~15)

본 시험은 아스파라거스 노지재배 지대별 생육비교를 하기 위해 2014~2015년 2년간 수행되었으며, 1년차 2014년에는 고랭지인 홍천군 내면(해발 600m), 준고랭지 양구군 동면(해발 450m), 평지 춘천시 우두동(해발 70m)에서 각각 노지재배 3년차인 포장의 생육을 조사하였다. 2년차 2015년에는 준고랭지 양구군 동면(해발 450m), 평지 춘천시 우두동(해발 70m)에서 각각 노지재배 4년차인 시험포의 생육을 조사하였다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였다. 주요 조사 항목으로는 기온, 지온, 맹아 출현일, 첫 수확일, 저온피해발생율, 수량 등을 조사하였다.

(시험 9) 노지 재배 적정 재식밀도 구명(16)

본 시험은 아스파라거스 노지재배 적정 재식밀도를 구명하기 위해 2012년도에 1년간 노지에 가식한 후 2013년도 봄에 뿌리를 굴취하여 재식밀도 2,770주/10a, 2,220주/10a, 1,660주/10a로 각각 정식하여 4년간 재배하였다. 이에 본격적인 수량이 확보되는 2016년(5년생)에 재식밀도별 생육 및 수량을 비교하였다. 시험장소는 강원도 양구군 동면 팔랑리 외지시험포장에서 수행되었고, 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 줄기세움 시기는 4주간 봄 수확 후에 동시에 처리하여 120cm로 적심한 후 여름재배 하였다. 주요 조사 항목으로는 지상부 병발생율, 품질, 수량, 규격별 수확비율 등을 조사하였다.

(시험 10) 노지 재배 시 적정 적심높이 구명(14)

본 시험은 아스파라거스 노지재배 적정 적심높이를 구명하기 위해 2014년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 양구군 동면 팔랑리 외지시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 3년생을 시험재료로 사용하였다. 노지 재배 적정 적심높이를 구명하기 위하여 적심높이를 80cm, 100cm, 120cm, 무처리 등 각각 달리하여 처리하였다. 기타 관리는 강원도 농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 적심시기는 4주간 봄 수확 후에 입경과 동시에 처리한 후 여름재배 하였다. 주요 조사 항목으로는 총입경수, 수확주수, 뿌리 직경, 맹아수, 생체중, 뿌리당도 등을 조사하였다.

(시험 11) 노지 재배 시 적정 적심시기 구명(15)

본 시험은 아스파라거스 노지재배 적정 적심시기를 구명하기 위해 2015년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 양구군 동면 팔랑리 외지시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 4년생을 시험재료로 사용하였다. 노지 재배 적정 적심시기를 구명하기 위하여 적심시기를 입경 시(5.8), 입경 후 10일(5.18), 입경 후 20일(5.28), 입경후 30일(6.8) 등 각각 달리하여 처리하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 적심높이는 100cm로 처리한 후 여름재배 하였다. 주요 조사 항목으로는 총입경수, 수확주수, 수량, 규격별 생산비율 등을 조사하였다.

(시험 12) 노지 재배 시 적정 추비량 구명(16)

본 시험은 아스파라거스 노지재배 시 적정 추비량을 구명하기 위해 2016년 수행되었으며, 시험장소는 강원도 춘천 소재 강원도농업기술원 시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 5년생을 시험재료로 사용하였다. 노지 재배 시 적정 추비량을 구명하기 위해 N-P-K 함량을 15-10-12.5 등 4수준으로 달리하여 맹아전 50%, 입경전 30%, 입경후 20% 3회 분시하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고,

적심은 봄수확 4주 후 입경과 동시에 높이 100cm로 처리한 후 여름재배 하였다. 주요 조사 항목으로는 생체중, 당도, 경도, 색차, 수량, 규격별 생산비율 등을 조사하였다.

(시험 13) 노지 재배 시 적정 추비시기 구명(15)

본 시험은 아스파라거스 노지재배 시 적정 추비량을 구명하기 위해 2015년 수행되었으며, 시험 장소는 강원도 양구군 동면 팔랑리 외지시험포장에서 수행되었다. 시험품종은 월드웰컴(sakata seed co.)을 공시하였고, 4년생을 시험재료로 사용하였다. 노지재배 적정 추비시기를 구명하기 위하여 추비시기를 입경 전 15일(4.23), 입경 시(5.8), 입경 후 15일(5.22) 등 각각 처리하였다. 기타 관리는 강원도농업기술원 발행한 아스파라거스 재배기술에 준하였고, 적심은 봄수확 4주 후 입경과 동시에 높이 100cm로 처리한 후 여름재배 하였다. 주요 조사 항목으로는 총 출현경수, 총 수확경수, 수량, 규격별 생산비율 등을 조사하였다.

<제2세부과제 : 아스파라거스 병해충 방제기술 개발>

(시험 1) 주요 병해 발생양상 조사(14~16)

본 연구는 2014년부터 2016년까지 강원도 춘천시, 양구군, 화천군에 소재한 3개 농가포장에서 아스파라거스에 발생하는 검은무늬병, 잿빛곰팡이병 등 6종의 병해를 대상으로 발병주율, 발병도를 조사하는 방법으로 수행하였다. 조사방법은 포장 당 3개 지점을 선정하여 발병주율은 30주, 발병도는 지점 당 30주를 선택, 발병상황에 따라 조사를 하였다.

[아스파라거스 주요 병해 발생양상조사 조사방법]

조사지역	조사시기	병해명	조사방법
춘천, 양구, 화천	4월 1일 ~10월 15일 (14회, 15일간격)	줄기마름병	발병주율/ 발병도 30주/지점
		줄기썩음병	
		뿌리썩음병	
		잿빛곰팡이병	
		검은무늬병	
		탄저병	

(시험 2) 아스파라거스 주요 해충 발생양상 조사(14~16)

본 연구는 2014년부터 2016년까지 강원도 춘천시, 양구군, 화천군에 소재한 3개 농가포장에서 아스파라거스에 발생하는 파충채벌레, 아스파라거스잎벌레, 노린재류를 대상으로 발생밀도를 조사하였다. 조사방법은 포장 당 3개 지점을 선정하여 육안 및 타락법을 통한 조사와 아스파라거스 새순 파충채벌레 밀도조사는 새순 20주를 채취하여 타락법을 통해 채집되는 해충의 마리수를 통해 발생밀도를 측정하였다.

(시험 3) 아스파라거스 친환경방제법 개발('14~'16)

본 연구는 2015년부터 2016년까지 강원도농업기술원 내 노지 및 시설재배포장에서 아스파라거스에 발생하는 주요 병해충에 대한 친환경방제법을 개발하기 위해 수행하였다. 파충채벌레 친환경방제법 개발을 위한 시험으로는 끈끈이 트랩 색깔별 유인효과를 알아보기 위해 파란색과 노란색 두 종류의 트랩을 설치하고 유인되는 파충채벌레 마리수를 기록하여 평균 마리수를 측정하였다. 친환경자재를 이용한 아스파라거스잎벌레 살충효과 시험으로는 3종류의 친환경약제를 선정하여 생충율을 조사하여 방제가를 측정하였다. 아스파라거스 검은무늬병 친환경방제법 선발을 위해 정향추출물, 2.5% 액상유황을 선정하여 군사생장 억제효과를 조사하였고 파충채벌레는 님, 고삼, 제충국 추출물을 선정하여 사충률 및 생충율을 통한 방제가를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제 : 아스파라거스 생산성 향상 기술 개발〉

(시험 1) 비가림 재배 시 동계 차광처리 효과 구명('14)

최근 기상이변으로 이른 봄 아스파라거스 맹아가 깨어난 후 줄기가 신장하는 기간에 갑작스런 꽃샘추위 등으로 저온피해를 받아 봄철 수량감소의 원인으로 나타나고 있고 있다. 이를 해결하고자 다년생 숙근성 작물인 아스파라거스의 특성 상 지온상승 억제 시 맹아의 휴면타파가 늦춰져 입경시기를 지연시킬 수 있다는 가설을 세웠으며, 이를 검증하기 위해 실험을 수행하였다(그림 1).

본 실험은 아스파라거스 비가림 재배 시 동계 차광에 따른 봄철 저온피해 경감 효과를 구명하기 위해 춘천과 양구 2지역에서 99% 차광망을 1월 하순, 2월 하순, 3월 하순에 각각 비가림하우스 외부에 전체적으로 피복하여 효과를 구명하였다.



【조기 차광(1월하)】



【지온상승 억제로 휴면타파 지연】



【꽃샘추위 회피】

그림 1. 동계 차광을 통한 봄철 저온피해 회피 및 수확기 지연 모식도

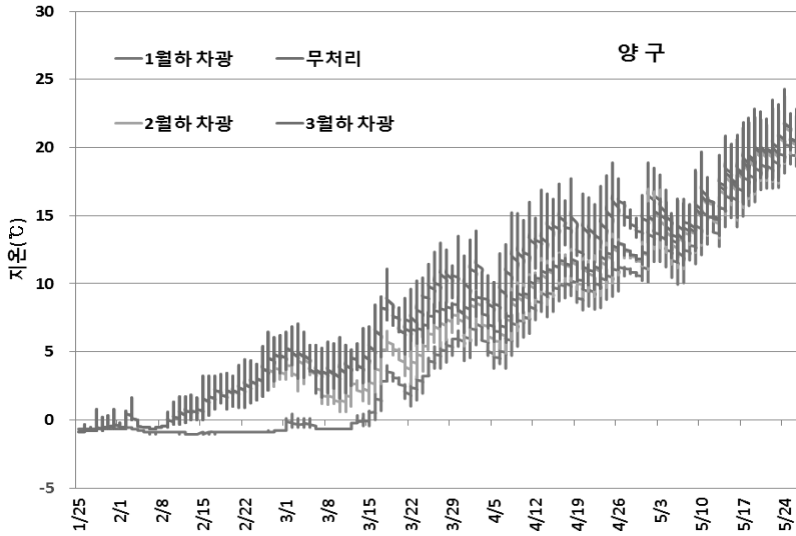


그림 2. 차광처리에 따른 시기별 지온변화(양구, '14)

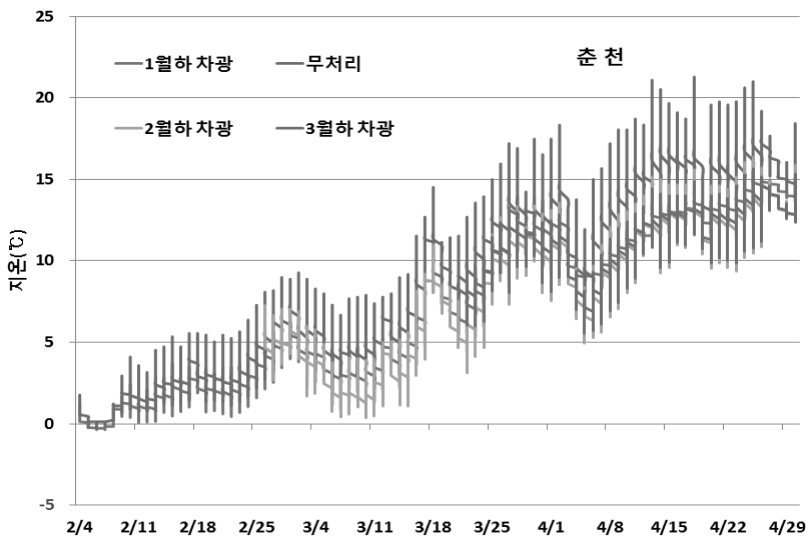


그림 3. 차광처리에 따른 시기별 지온변화(춘천, '14)

차광처리에 따른 시기별 지온변화를 검토한 결과, 모든 처리구에서 차광 이후 지온이 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 특히 1월 하순 차광 시 무처리에 비해 지온 상승이 현저히 늦춰지는 효과가 나타났다(그림 2, 3).

지역별로는 양구지역이 춘천지역보다 차광처리에 의한 지온상승 억제효과가 높았다. 이는 두 지역 간 실험재료의 년생 차이(양구 3년생, 춘천 2년생)와 양구지역의 평균기온이 춘천보다 낮아 차광효과가 더 높게 나타난 것으로 판단되었다(표 생략).

표 1. 차광처리 시기에 따른 아스파라거스 첫 순 출현일 및 수확일 비교('14)

지역 (해발)	99% 차광시기	첫 순 출현일	첫 수확일
양 구 (450m)	1월 하순	4월 22일	4월 28일
	2월 하순	4월 16일	4월 23일
	3월 하순	4월 14일	4월 18일
	무처리	4월 4일	4월 14일
춘 천 (70m)	1월 하순	4월 9일	4월 16일
	2월 하순	4월 4일	4월 14일
	3월 하순	3월 31일	4월 9일
	무처리	3월 23일	4월 1일

시기별 차광처리에 따른 아스파라거스 첫 수확일은 두 지역 모두 1월 하순 차광 시 무처리에 비해 약 2주 정도 늦었으며, 지역별로는 무처리 기준 양구지역이 춘천지역보다 13일 정도 늦게 첫 수확이 이루어졌다(표 1).

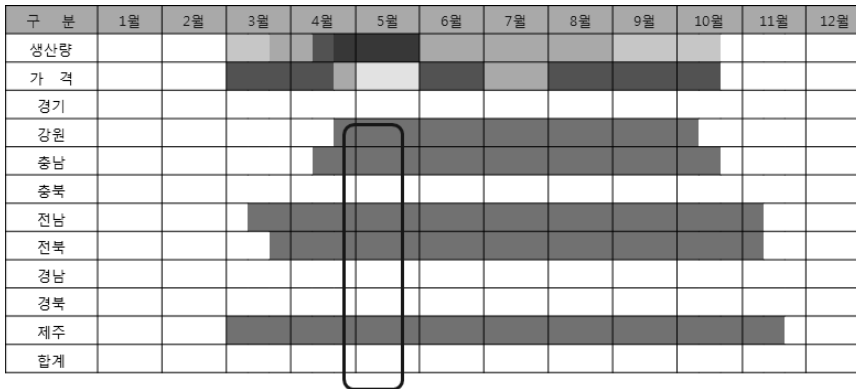


그림 4. 국내 지역별 출하시기 변화(가락시장, '13)

아스파라거스의 국내 출하시기는 주로 4월 중순부터 5월 상순에 집중되어 있어 매년 이 시기의 도매시장 출하단가는 4,000원/kg 이하로 매우 낮게 책정되고 있다(그림 4, 5).

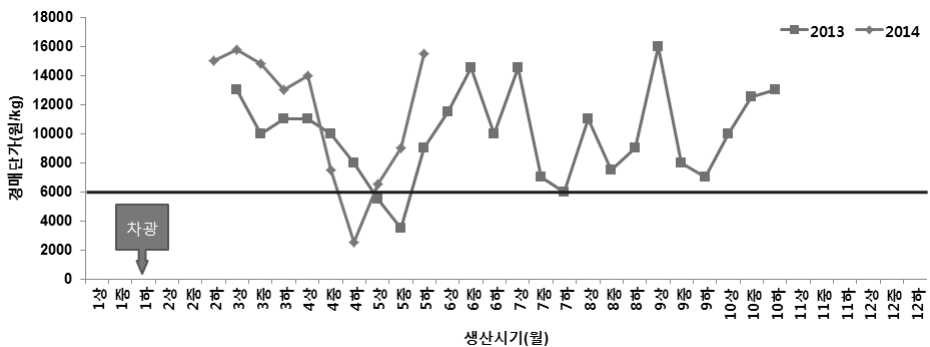


그림 5. 국내 출하시기별 가격변화(가락시장, '13~'14)

표 2. 동계 차광처리에 따른 시기별 순 출현율 및 저온피해율 비교(*14)

시기	99% 차광시기	순출현율 (%)		저온피해율 (%)	
		춘천	양구	춘천	양구
4.4	1월 하순	2.5	-	-	-
	2월 하순	2.5	-	-	-
	3월 하순	46.3	-	-	-
	무처리	87.5	10.0	11.4	-
4.9	1월 하순	25.0	-	4.2	-
	2월 하순	31.3	-	10.4	-
	3월 하순	73.8	-	31.7	-
	무처리	100	50	92.5	100
4.16	1월 하순	96.3	-	-	-
	2월 하순	97.5	12.5	3.8	-
	3월 하순	98.8	17.5	10.3	-
	무처리	100	85.0	8.8	8.8
4.23	1월 하순	100	22.5	-	-
	2월 하순	100	35.0	-	-
	3월 하순	100	52.5	-	-
	무처리	100	97.5	-	-

동계 차광처리에 따른 시기별 순 출현율은 두 지역 모두 무처리에 비해 차광처리가 낮았다. 특히 차광을 일찍 처리할수록 출현율이 낮았으며, 지역별로는 해발이 상대적으로 낮은 춘천지역이 양구 지역에 비해 빨랐다(표 2).

4월 상순경 꽃샘추위가 발생하여 아스파라거스 순에 저온피해가 발생하여 4월 9일 피해율을 조사한 결과, 두 지역 모두 무처리에서 90% 이상 저온피해가 발생한 반면, 1월 하순 차광처리를 한 춘천지역은 4.2%, 양구지역은 피해가 발생하지 않았다(표 2).

표 3. 차광처리에 따른 시기별 수량 비교(*14)

수확시기	99% 차광시기	수확주수 (주/10a)		상품율 (%)		상품수량 (kg/10a)	
		춘천	양구	춘천	양구	춘천	양구
4.4	1월 하순	-	-	-	-	-	-
	무처리	-	-	-	-	-	-
4.9	1월 하순	-	-	-	-	-	-
	무처리	5,723	-	7.5	-	14.1	-
4.16	1월 하순	4,778	-	100.0	-	156.7	-
	무처리	2,993	1,050	91.3	92.6	89.6	31.9
4.23	1월 하순	4,935	-	100.0	-	161.9	-
	무처리	3,833	2,730	100.0	100.0	125.7	89.5

차광처리에 따른 시기별 상품수량을 비교한 결과, 춘천지역은 1월 하순 차광처리 시 무처리보다 상대적으로 수량이 높았으며, 양구지역은 무처리가 4월 16일 수확을 시작한 반면 1월 하순 차광 처리는 맹아출현이 늦어져 4월 23일까지도 수확을 할 수 없었다(표 3).

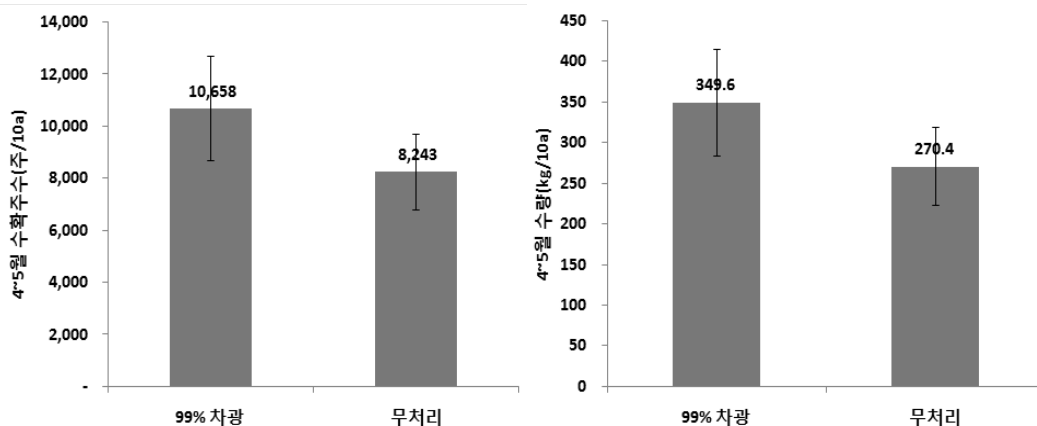


그림 6. 차광처리(1월 하)에 따른 봄 수량(4~5월) 비교(양구, '14)

차광처리에 따른 봄(4~5월) 수량을 비교한 결과, 1월 하순 차광처리가 무처리에 비해 수확주수 및 수량이 약 29% 정도 높았다. 이는 4월 상순 발생한 저온피해가 무처리의 아스파라거스에 직·간접적인 손상을 주었기 때문으로 판단되었다(그림 6).

(시험 2) 비가림 재배 시 관비처리 효과 구명('14)

국내 내수가격이 높은 여름철 생산량을 증대시키기 위한 방법으로 관비처리를 농가 현장에서 실시하였으며, 관비처리를 위한 비료는 아스파라거스 배양액(N 2.7143me/kg, P 0.6774, K 1.0641, Ca 1.25, Mg 0.4)을 EC 2.0, 3.0으로 7월 상순부터 9월 하순까지 2일 간격(1회 10분, 0.8L/주)으로 각각 처리하였고, 농가 관행방법(N-K비료 8회 관비, N 20.8kg/10a, K 20.8)과 생육 및 여름철 수량을 비교하였다.

표 4. 관비처리별 비료 공급량

비료명	EC 2.0 (kg/10a)	EC 3.0 (kg/10a)	관행 (kg/10a)
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	8.26	12.39	-
KNO ₃	6.03	9.04	-
NH ₄ NO ₃	0.39	0.59	-
NH ₄ H ₂ PO ₄	1.46	2.18	-
MgSO ₄ · 7H ₂ O	2.76	4.13	-
N-K(13-13)	-	-	160
구입가격	35,000원	52,000원	192,000원

표 5. 관비처리에 따른 아스파라거스 생육 비교(*14)

관비처리	입경수 (개/주)	초장 (cm)	크라운 직경(cm)	여름수확주수 (개/주)	병발생율 (%)	지상부 건물중 (g/주)
관행	7.3	141.9	44.9	10.2	0.0	71.1
EC 2.0	5.5	142.0	38.6	11.9	0.0	82.2
EC 3.0	6.5	138.2	44.3	14.8	0.0	103.9

관비처리에 따른 아스파라거스 생육을 비교한 결과, 관비농도를 EC 3.0(14.8개/주)으로 할 경우 여름 수확주수가 관행(10.2개/주)보다 높게 나타났다(표 5).

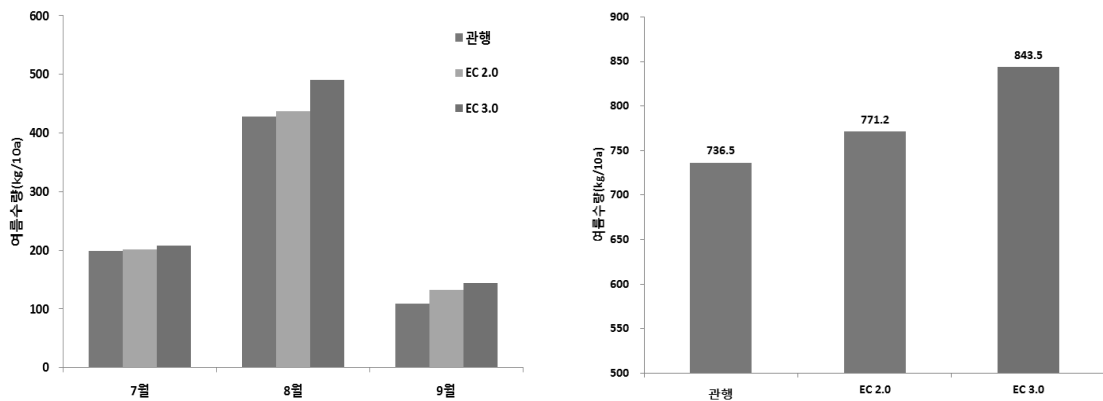


그림 7. 여름 재배 시 관비처리에 따른 수량 비교(*14)

관비처리에 따른 아스파라거스 수량을 비교한 결과, 8월 이후 수량이 관행보다 관비처리구에서 높게 나타났으며, 관비농도별 7~9월 여름철 수량은 EC 3.0(843.5kg/10a) > EC 2.0(771.2kg/10a) > 관행(736.5kg/10a) 순으로 나타났다(그림 7).

또한 관비(EC 3.0)처리 시 비료 구입비는 52,000원/10a으로 관행 192,000원/10a의 27%수준으로 적게 사용되었다(표 4). 이러한 결과로 볼 때 여름철 관비(EC 3.0)처리를 할 경우, 여름철 수량을 14.5% 정도 향상시킬 수 있고, 비료 효율이 높아 비료구입비를 73% 정도 절감할 수 있을 것으로 판단되었다.

(시험 3) 비가림 재배 시 적정 줄기세움 시기 구명(*15)

아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 시기를 달리하였을 때 여름 수량의 변화를 알아보기 위해 본 시험을 수행하였다. 본 실험은 강원도농업기술원 비가림하우스 시험포장에서 5년생 아스파라거스를 시험재료로 사용하였고, 줄기세움시기를 봄수확 후 2주, 4주, 6주, 8주간 4처리를 달리하여 여름 수량을 비교하였다.

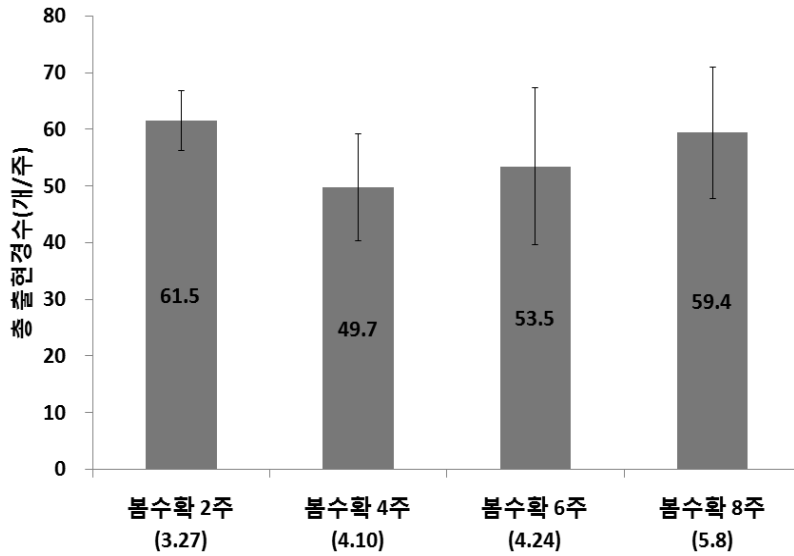


그림 8. 줄기세움 시기에 따른 총 출현경수 비교(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 총 출현경수를 비교한 결과, 모든 처리구의 출현경수가 비슷하게 나타났지만, '봄수확 4주 후 줄기세움' 처리가 다소 낮은 경향을 보였다(그림 8).

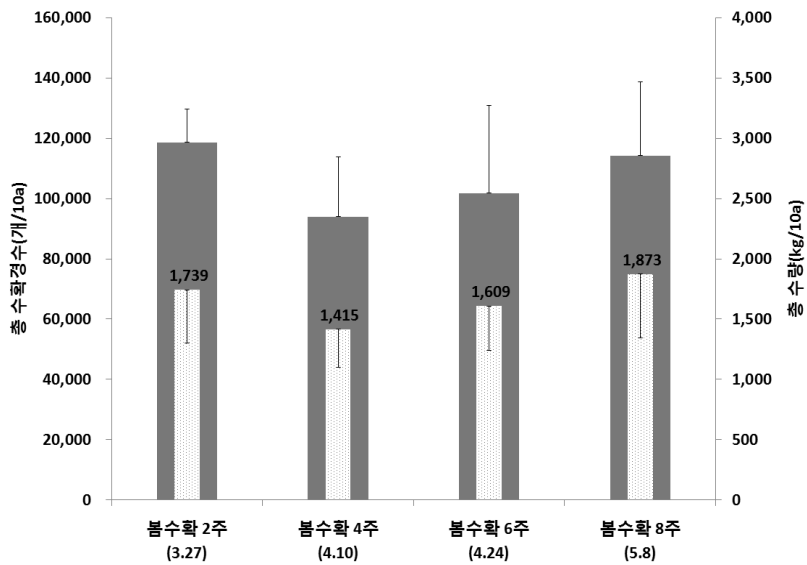


그림 9. 줄기세움 시기에 따른 총 수확량 비교(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 총 수확량을 비교한 결과, 모든 처리구의 총 수확경수 및 총 수량이 비슷하게 나타났지만, '봄수확 4주 후 줄기세움' 처리가 다소 낮은 경향을 보였다(그림 9).

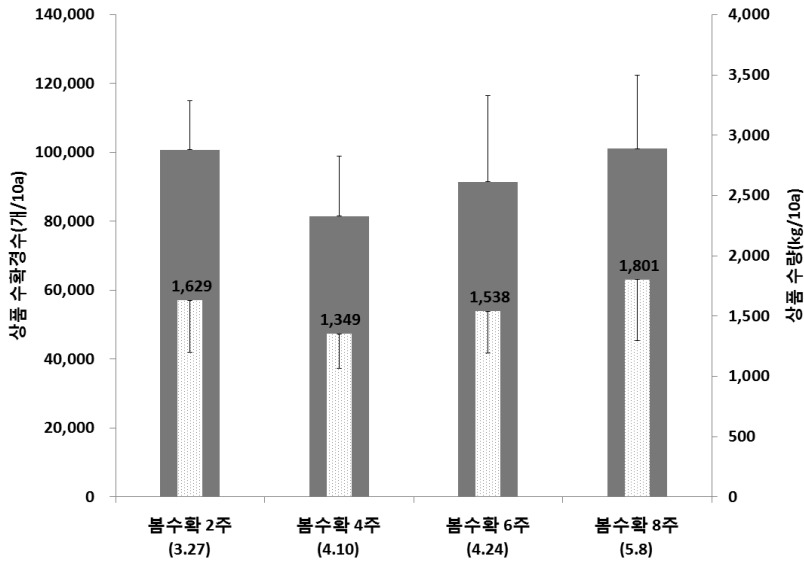


그림 10. 줄기세움 시기에 따른 상품 수확량 비교(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 총 상품수확량을 비교한 결과, 모든 처리구의 상품 수확경수 및 상품 수량이 비슷하게 나타났지만, '봄수확 4주 후 줄기세움' 처리가 다소 낮은 경향을 보였다(그림 10).

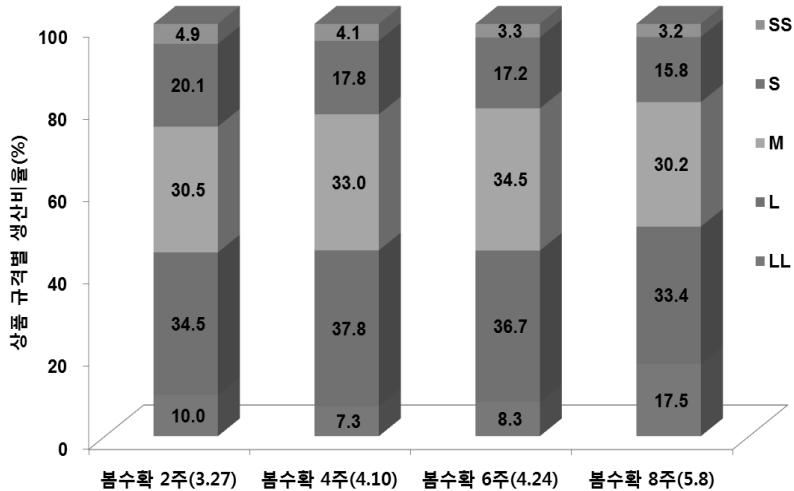


그림 11. 줄기세움 시기에 따른 규격별 상품 생산비율(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 규격별 상품 생산비율을 비교한 결과, 모든 처리구의 LL, M 사이즈의 상품 수량이 가장 많았으며, '봄수확 8주 후 줄기세움' 처리에서는 LL 사이즈의 비율이 상대적으로 높게 나타났다(그림 11).

표 12. 줄기세움 시기에 따른 아스파라거스 첫 여름 수확일 비교(*15)

줄기세움 시기	봄 수확 종료일	첫 여름수확일
봄 수확 2주	3월 27일	4월 13일±0일
봄 수확 4주	4월 10일	4월 28일±1일
봄 수확 6주	4월 24일	5월 20일±5일
봄 수확 8주	5월 8일	6월 11일±2일

줄기세움 시기에 따른 아스파라거스 첫 여름 수확일을 비교한 결과, 줄기세움 시기가 빠를수록 첫 여름수확일이 빨라지는 경향을 나타냈고, 전반적으로 줄기세움 후 20~30일이 경과하여야 여름 수확을 시작할 수 있는 것으로 나타났다(표 12).

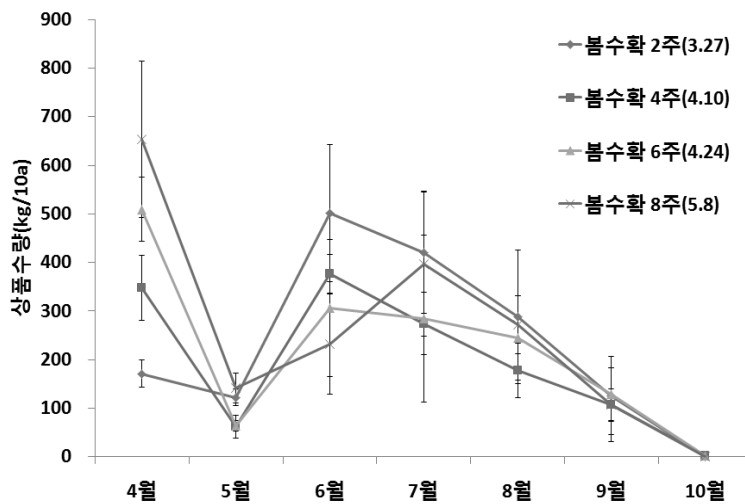
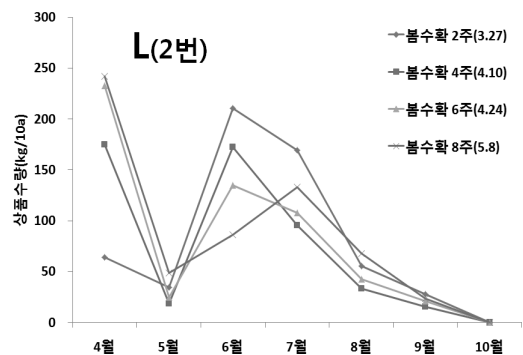
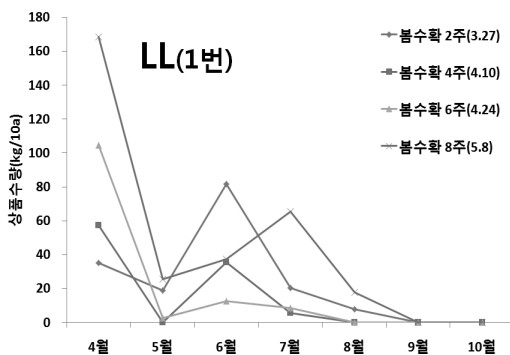


그림 12. 줄기세움 시기에 따른 월별 수량 비교(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 월별 수량을 비교한 결과, 4~5월 봄 수량은 줄기세움시기가 느릴수록 증가한 반면, 6월 이후 여름 수량은 감소하는 경향을 보였다(그림 12).



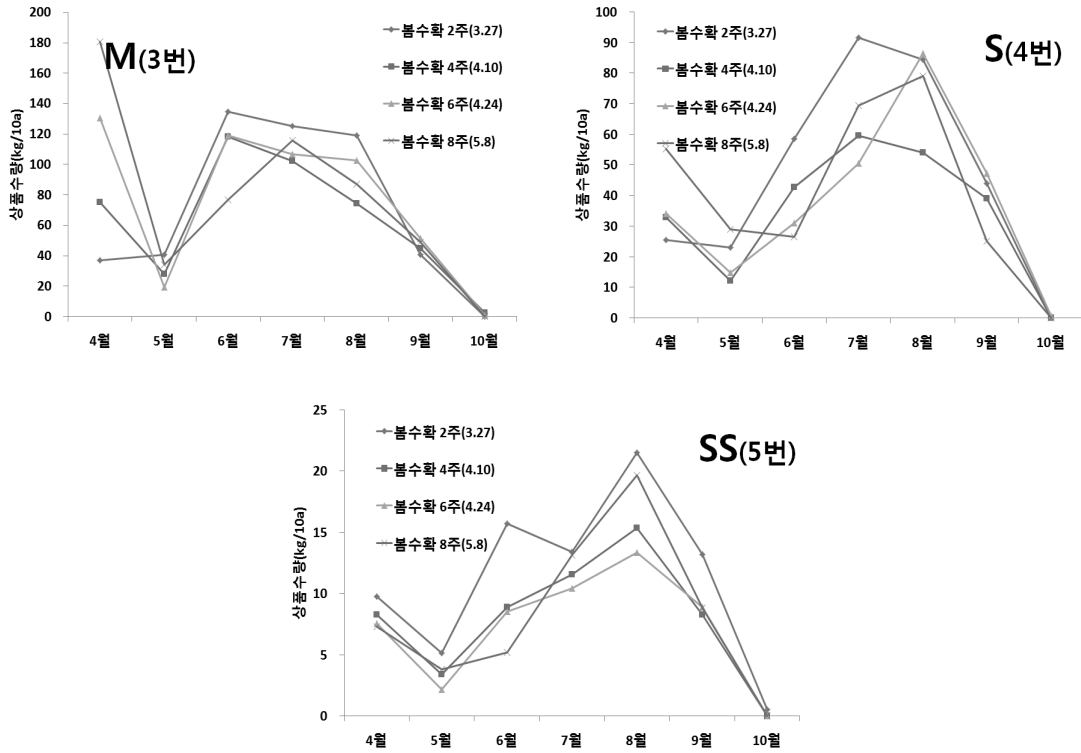


그림 13. 줄기세움 시기에 따른 규격별 수량 변화(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 규격별 수량을 비교한 결과, LL~M 사이즈의 봄 수량은 줄기세움 시기가 늦을수록 많은 반면, 여름수량은 감소하는 경향을 보였고, S~SS 사이즈의 여름수량은 '봄수확 2주 후 줄기세움' 처리에서 다소 증가하는 경향을 나타냈다(그림 13).

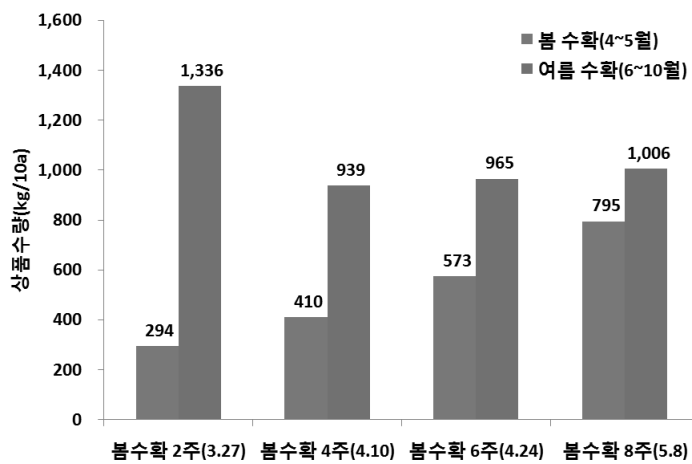


그림 14. 줄기세움 시기에 따른 봄, 여름 상품수량 비교(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 봄, 여름 수량을 비교한 결과, '봄수확 2주 후 줄기세움' 처리의 봄수량은 가장 낮았지만, 여름수량이 1,336kg/10a로 가장 높았고, '봄수확 8주 후 줄기세움' 처리의 봄 수량은 795kg/10a로 가장 높았다(그림 14).

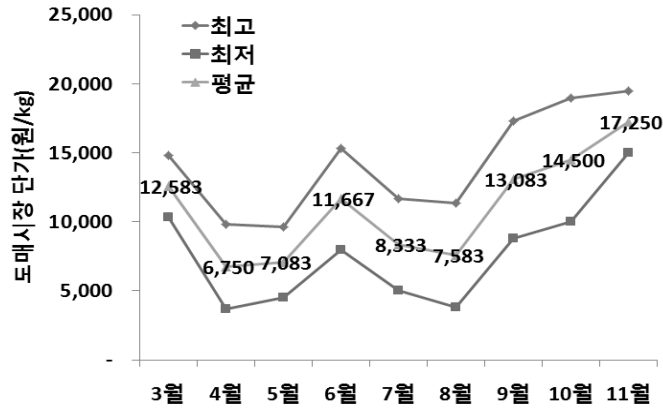


그림 15. 아스파라거스 월별 도매시장 단가(가락시장, '15)

아스파라거스 월별 도매시장 단가를 비교한 결과, 월평균 단가는 봄수확 성출하기인 4~5월에 가장 낮게 나타났으며, 6월에 11,667원/kg으로 다소 상승하다 여름 성출하기인 7~8월에 다시 하락하는 경향을 보였다. 반면에 단경기인 3월, 9~11월은 단가가 12,000원/kg 이상으로 높게 형성되었다(그림 15).

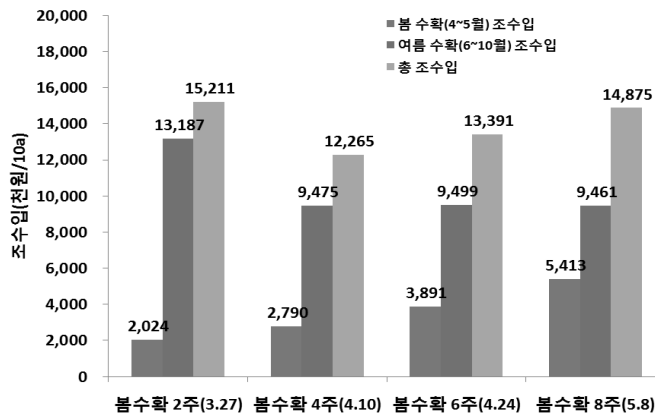


그림 16. 아스파라거스 줄기세움 시기별 조수입 비교(춘천, '15)

줄기세움 시기에 따른 봄, 여름 조수입을 비교한 결과, '봄수확 2주 후 줄기세움' 처리의 봄수확 조수입은 가장 낮았지만, 단가가 높은 여름수확 조수입이 13,187천원/10a으로 높아 총 조수입이 15,211천원으로 가장 높았고, '봄수확 8주 후 줄기세움' > '봄수확 6주 후 줄기세움' > '봄수확 4주 후 줄기세움' 처리 순으로 나타났다(그림 16).

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 강원도지역의 5년생 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 시기를 봄수확 2주 후로 하여 단가가 높은 여름수량을 증대시키거나, 봄수확 8주 후로 하여 봄수확을 최대로 하여 재배하는 것이 조수입이 높아 유리할 것으로 판단되었다.

(시험 4) 비가림 재배 시 적정 줄기세움 수 구명(15~16)

본 실험은 강원도농업기술원 비가림하우스 시험포장에서 4년생 아스파라거스를 시험재료로 사용하였고, 줄기세움수를 3줄기(21경/3.3㎡), 5줄기(35경/3.3㎡), 7줄기(49경/3.3㎡), 10줄기(70경/3.3㎡), 무처리(봄 수확 후 모든 줄기세움) 등 5처리를 비교하였다.

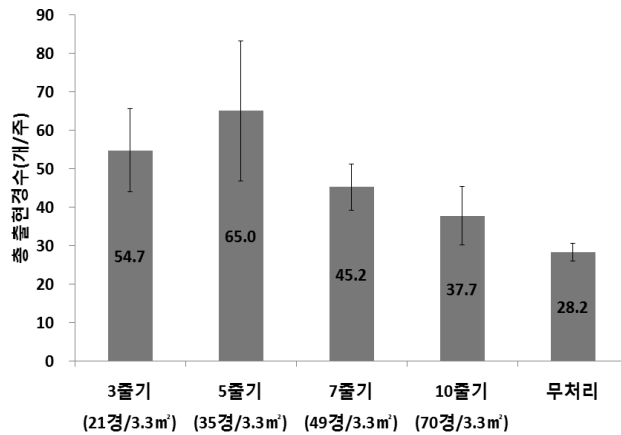


그림 17. 줄기세움 수에 따른 총 출현경수 비교(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 총 출현경수를 비교한 결과, 주당 3~5줄기(21경~35경/3.3㎡)를 세운 처리구의 총 출현경수가 많았으며, 7줄기(49경/3.3㎡) > 10줄기(70경/3.3㎡) > 무처리 순으로 나타났다(그림 17).

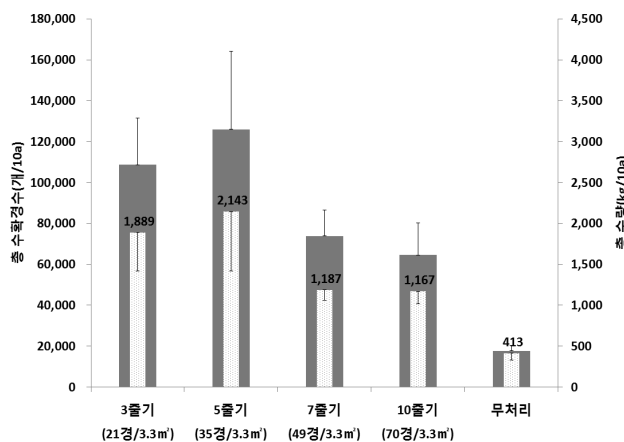


그림 18. 줄기세움 수에 따른 총 수확량 비교(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 총 수확량을 비교한 결과, 주당 3~5줄기(21경~35경/3.3m²)를 세운 처리구의 총 수확경수, 총수량이 많았으며, 7줄기(49경/3.3m²)와 10줄기(70경/3.3m²) 세움 처리는 비슷한 경향을 보였고, 여름수확을 하지 않고 모든 줄기를 세운 무처리는 가장 낮게 나타났다(그림 18).

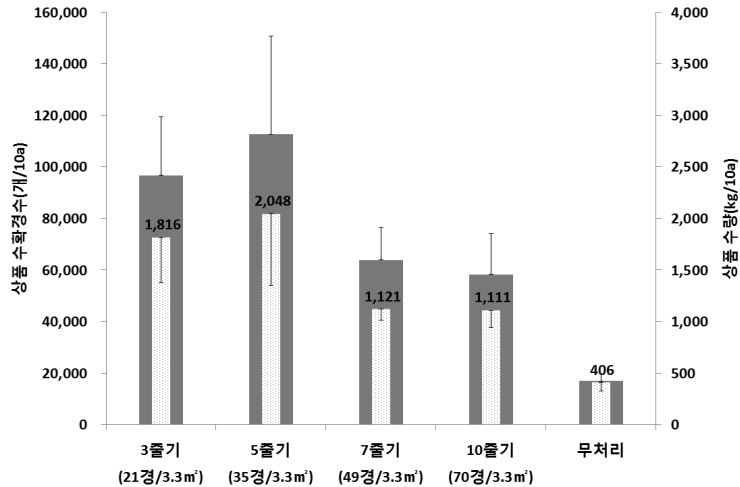


그림 19. 줄기세움 수에 따른 상품 수확량 비교(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 상품 수확량도 그림 11의 총 수확량과 비슷한 양상을 보였다(그림 19).

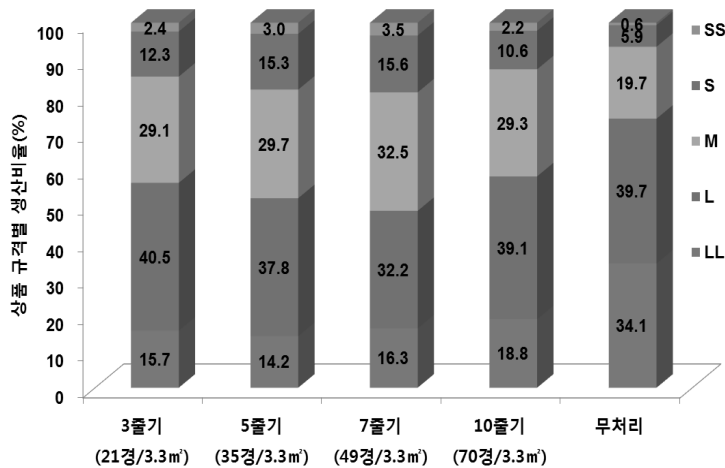


그림 20. 줄기세움 수에 따른 규격별 상품 생산비율(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 규격별 상품 생산비율을 비교한 결과, 대부분의 처리구에서 L, M 사이즈의 상품 수량이 가장 많았으나, 봄 수확만 한 무처리에서는 LL, L 사이즈의 비율이 상대적으로 높게 나타났다(그림 20).

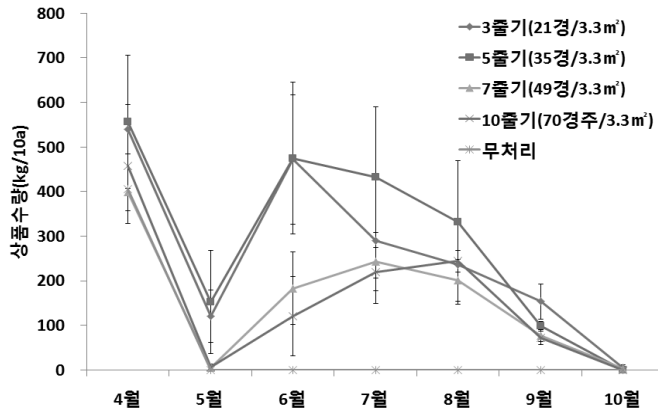
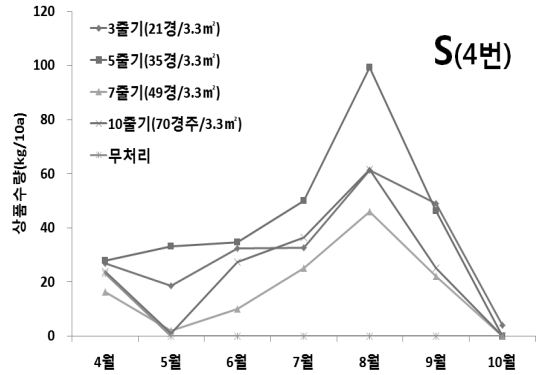
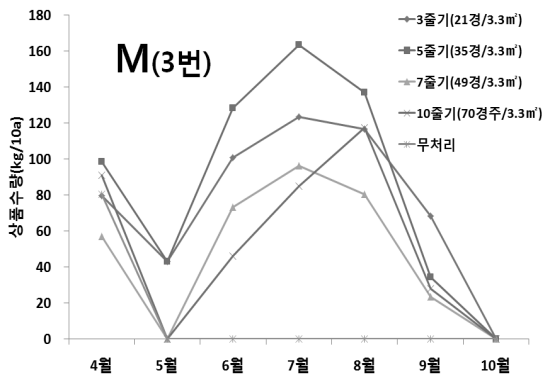
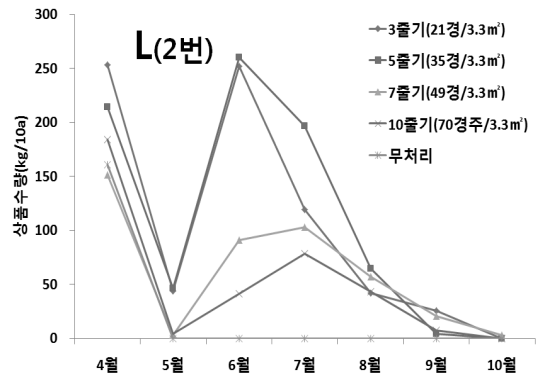
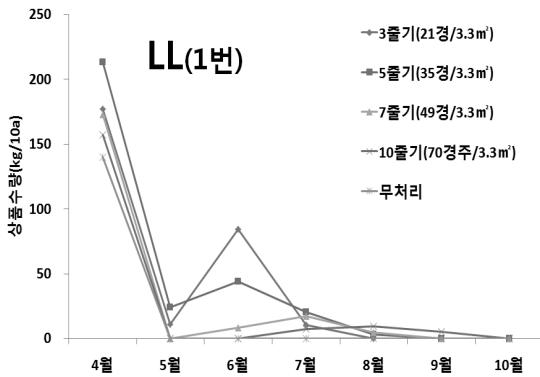


그림 21. 줄기세움 수에 따른 월별 수량 비교(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 월별 수량을 비교한 결과, 4월 봄 수량은 처리간 차이가 없었지만, 5~7월에는 3~5줄기(21경~35경/3.3m²)를 세운 처리구의 상품수량이 상대적으로 많았으며, 7줄기(49경/3.3m²)와 10줄기(70경/3.3m²) 세움 처리는 다소 적은 경향을 보였고, 여름수확을 하지 않은 무처리구는 5월 이후 수확량이 없었다(그림 21).



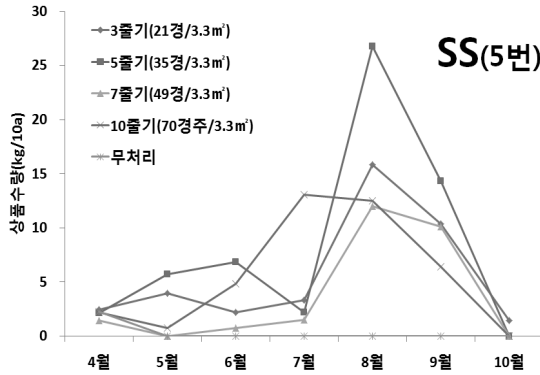


그림 22. 줄기세움 수에 따른 규격별 수량 변화(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 규격별 수량 변화를 비교한 결과, 3~5줄기(21경~35경/3.3㎡)를 세운 처리구의 L, M 사이즈 6~7월 상품수량이 상대적으로 많았으며, 7줄기(49경/3.3㎡)와 10줄기(70경/3.3㎡) 세움 처리는 다소 적은 경향을 나타냈다(그림 22).

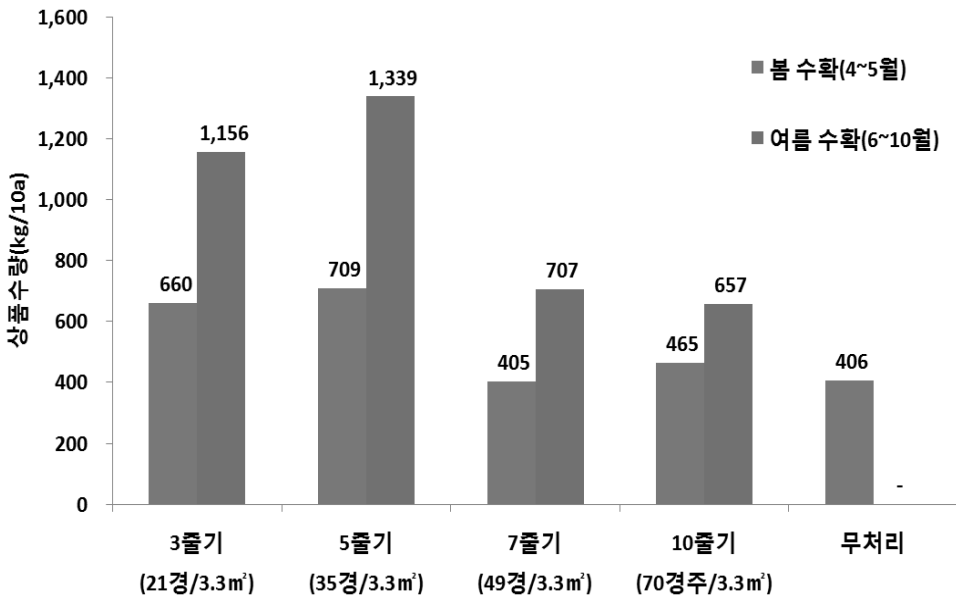


그림 23. 줄기세움 수에 따른 봄, 여름 상품수량 비교(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 봄, 여름 상품수량을 비교한 결과, 봄, 여름 모두 3~5줄기(21경~35경/3.3㎡)를 세운 처리구의 상품수량이 상대적으로 높았고, 7줄기(49경/3.3㎡)와 10줄기(70경/3.3㎡) 세움 처리는 다소 낮았다(그림 23).

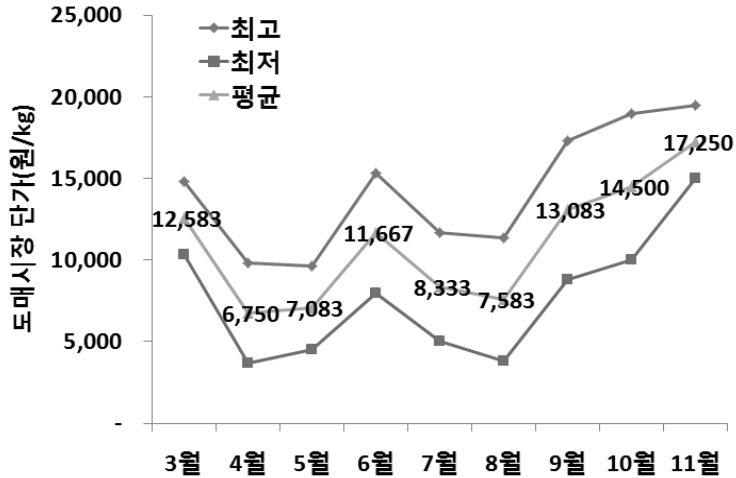


그림 24. 아스파라거스 월별 도매시장 단가(가락시장, '15)

아스파라거스 월별 도매시장 단가를 비교한 결과, 월평균 단가는 봄수확 성출하기인 4~5월에 가장 낮게 나타났으며, 6월에 11,667원/kg으로 다소 상승하다 여름 성출하기인 7~8월에 다시 하락하는 경향을 보였다. 반면에 단경기인 3월, 9~11월은 단가가 12,000원/kg 이상으로 높게 형성되었다(그림 24).

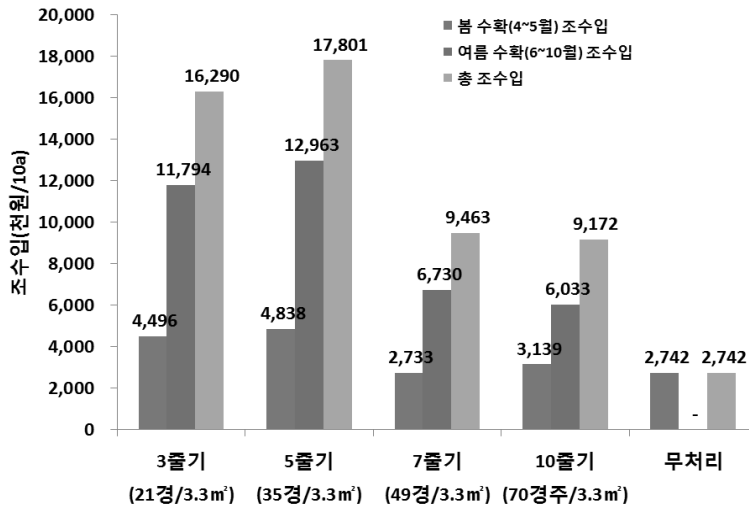


그림 25. 아스파라거스 줄기세움 수에 따른 조수입 비교(춘천, '15)

줄기세움 수에 따른 봄, 여름 조수입을 비교한 결과, 봄, 여름 모두 3~5줄기(21경~35경/3.3㎡)를 세운 처리구의 조수입이 상대적으로 높았고, 7줄기(49경/3.3㎡)와 10줄기(70경/3.3㎡) 세움 처리는 다소 낮았다(그림 25).

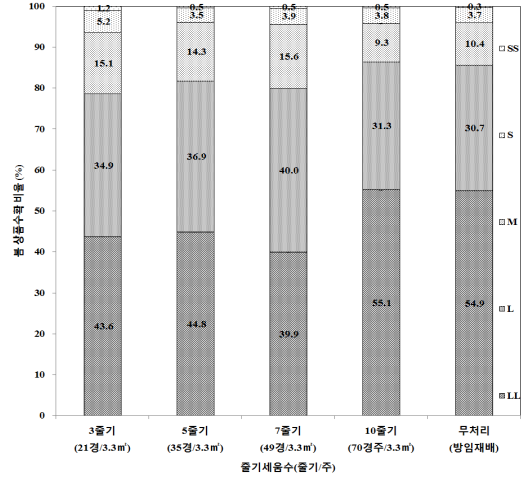
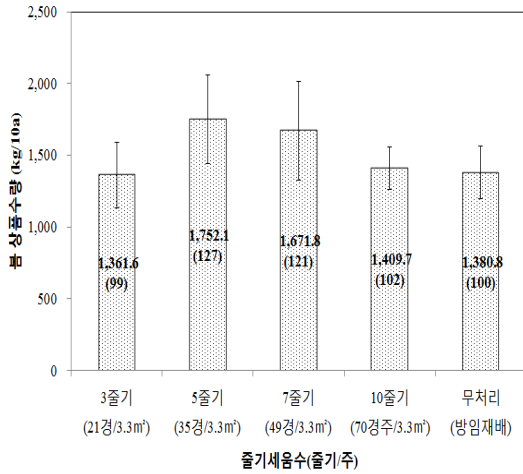


그림 26. 줄기세움 수에 따른 이듬해 봄수량 비교(춘천, '16)

줄기세움 수에 따른 이듬해 봄수량을 비교한 결과, 주당 5줄기(35경/3.3m²) 처리에서 이듬해 봄 상품수량이 1,752.1kg/10a로 가장 많았으며, 3줄기(21경/3.3m²) 처리는 1,361.6kg으로 가장 낮게 나타났다. 규격별 수량은 LL(33g 이상)사이즈의 수확비율이 10줄기(70경/3.3m²)와 무처리 구에서 다소 높게 나타났다(그림 26). 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 강원도 지역의 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 수를 5줄기(35경/3.3m²)로 하여 단가가 높은 여름수량을 증대시키고, 이듬해 봄수량을 확보하는 것이 소득 향상에 유리할 것으로 판단되며, 3줄기(21경/3.3m²)로 할 경우 당해연도 여름수량은 높지만, 이듬해 봄수량이 감소하기 때문에 적합하지 않으며, 7줄기(49경/3.3m²) 이상 줄기를 세울 경우 봄, 여름 수확량이 다소 감소하므로 줄기세움 시 주의해야 할 것으로 판단되었다.

(시험 5) 비가림 재배 시 고온기 환기 효과 구명(15)



강제환풍기 처리



자동온도조절 장치

그림 27. 환기처리에 따른 비가림 하우스 내 기온 변화양구, '15)

아스파라거스 비가림 재배 시 고온기 환기처리 효과를 구명하기 위하여 양구지역 11년생 아스파라거스 시험포장에서 강제환풍기(15m 간격)를 설치하여 여름 생육 및 수량을 비교하였다(그림 27).

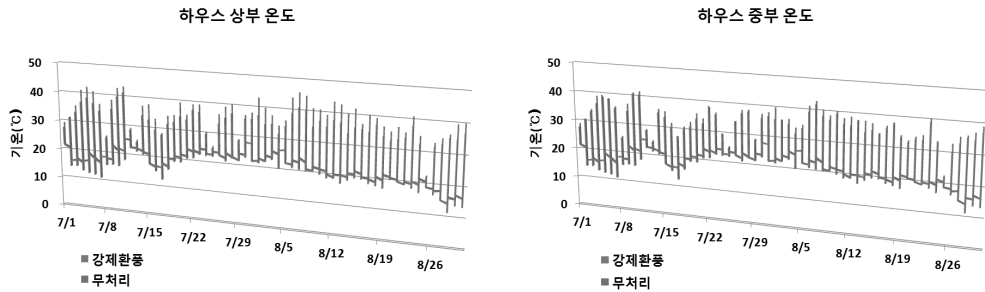


그림 28. 환기처리에 따른 비가림 하우스 내 기온 변화(양구, '15)

환기처리에 따른 비가림 하우스 내 기온변화를 비교한 결과, 고온기인 7~8월에 강제환풍 처리구의 기온이 무처리에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며, 특히 하우스 상부가 중부보다 더 큰 효과가 나타났다(그림 28).

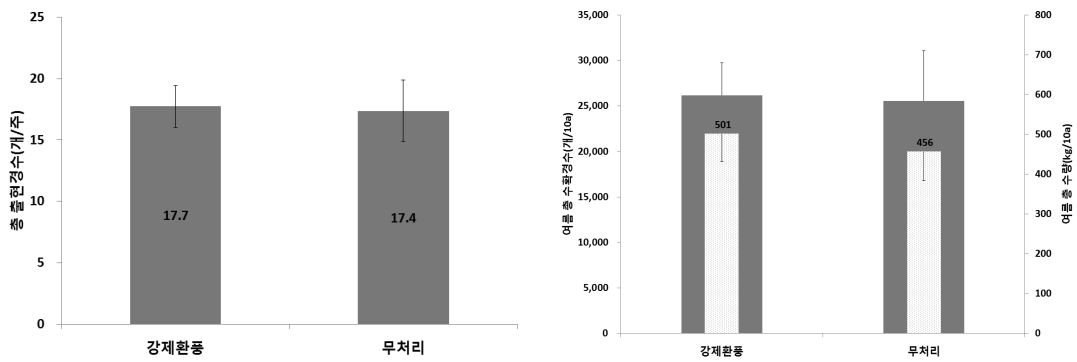


그림 29. 환기처리에 따른 총 출현경수 및 여름 총 수량 비교(양구, '15)

환기처리에 따른 총 출현경수 및 여름 총 수량을 비교한 결과, 처리간 유의한 차이가 없었다(그림 29).

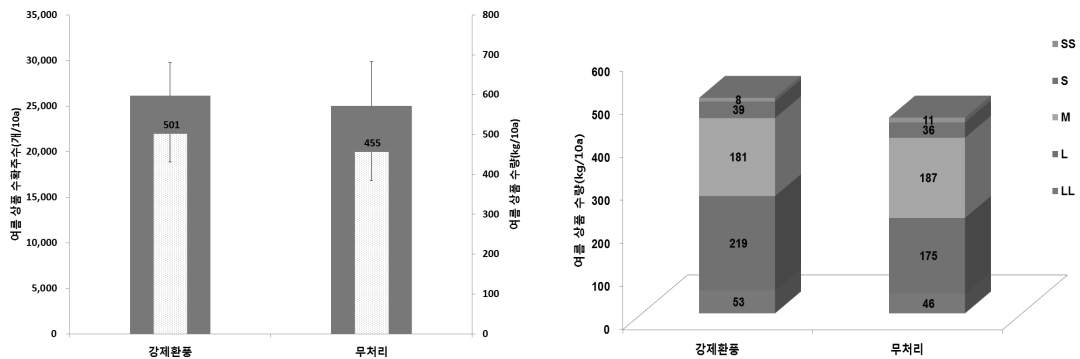


그림 30. 환기처리에 따른 여름 상품 수확량 비교(양구, '15)

환기처리에 따른 여름 상품수확주수 및 상품수량을 비교한 결과, 강제환풍처리에서 다소 높은 경향을 보였지만, 무처리에 비해 유의한 차이가 없었다(그림 30).

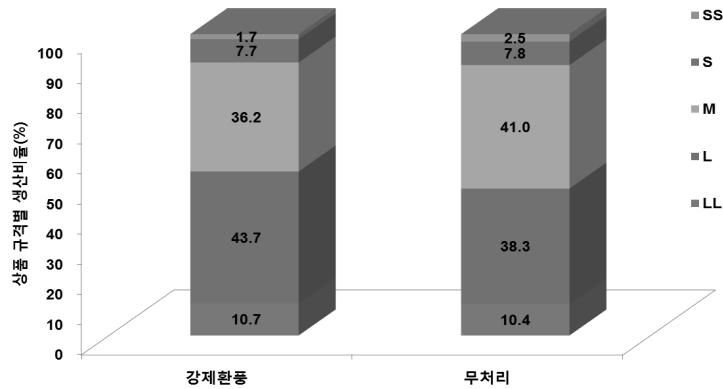


그림 31. 환기처리에 따른 규격별 상품 생산비율(양구, '15)

환기처리에 따른 규격별 상품 생산비율을 비교한 결과, 강제환풍처리에서 L사이지의 생산비율이 다소 높은 경향을 보였지만, 무처리에 비해 유의한 차이가 없었다(그림 31).

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 강원도지역의 아스파라거스 비가림재배 시 단동형 비닐하우스 내 강제환풍 처리는 여름 수량 증대효과가 낮은 것으로 판단되었으며, 이러한 이유는 줄기세움 시 적심높이를 120cm 정도로 낮게 관리하여 여름철 고온에 영향을 받지 않기 때문으로 판단되었다.

(시험 6) 비가림 재배 시 줄기세움 후 적정 관수방법 구명(16)

일반적으로 다년생 속근성 작물인 아스파라거스는 뿌리가 매년 신장하여 5년생 이후에는 사방 1m 이상 넓게 근권이 형성되어 관수 시 넓은 면적을 한번에 줄 수 있는 스프링클러를 주로 사용하고 있다. 하지만 줄기세움 이후에는 줄기에 병발생 문제 때문에 관행적으로 점적관수를 사용하고 있다. 이에 그림 33처럼 저상스프링클러를 설치하여 관수처리 하였을 때 뿌리생육 촉진 및 수량 증대 효과를 검증하기 위해 시험을 수행하였다.



저상스프링클러 설치 전경



줄기세움 후 저상스프링클러 관수처리 전경

그림 32. 줄기세움 후 저상스프링클러 관수처리 전경

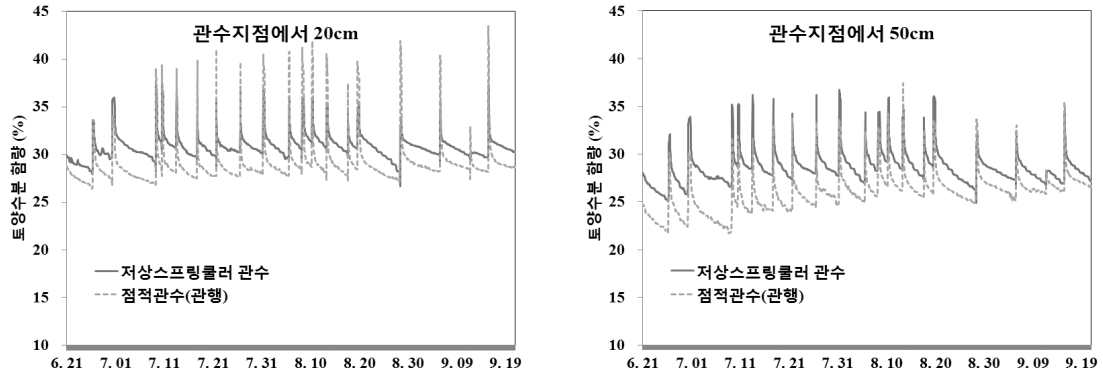


그림 33. 줄기세움 후 관수방법에 따른 관수지점 주변 토양수분 함량 변화(16)

그림 34와 같이 관수지점 주변 토양수분 함량을 조사한 결과, 저상스프링클러 관수 처리가 관행 점적관수보다 토양수분 함량이 높은 것으로 나타났다. 특히 관수지점에서 50cm 떨어진 토양의 수분함량은 처리 간 큰 차이가 나타났다.

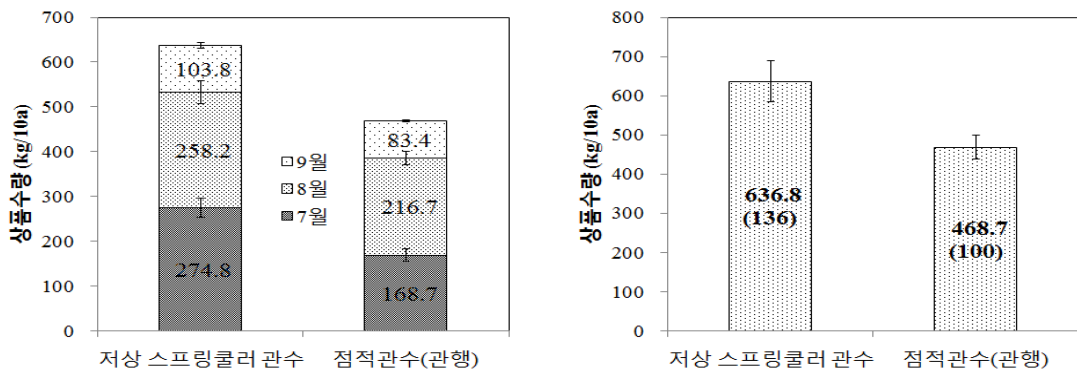


그림 34. 줄기세움 후 관수방법에 따른 상품수량 비교(16), n=685

줄기세움 후 관수방법에 따른 상품수량을 비교한 결과, 저상 스프링클러 관수처리에서 636.8kg/10a로 관행 468.7kg/10a보다 36%계 나타났다. 월별 상품수량은 7월에 두 처리간 가장 큰 차이가 나타났으며, 8~9월은 다소 높게 나타났다(그림 34).

표 13. 줄기세움 후 관수방법에 따른 아스파라거스 품질 비교(16)

처리	생체중 (g)	굵기 (mm)	당도 ('Brix)	경도 (kg/m ²)	색도색차								
					윗부분			중간			아래부분		
					L	a	b	L	a	b	L	a	b
저상 스프링클러 관수	25.9	13.8	5.9	1.8	57.1	-11.7	34.2	58.5	-16.9	38.8	64.4	-14.1	35.1
점적관수 (관행)	25.7	13.3	6.1	1.8	54.6	-12.4	34.0	59.4	-17.1	38.3	62.8	-13.7	34.3

줄기세움 후 관수방법에 따른 아스파라거스 품질을 비교한 결과, 두 처리간 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 13).

(시험 7) 노지 가식(1년생) 시 적정 재식밀도 구명(14)

아스파라거스 정식 초기 수량 증대를 위한 노지 가식 시 적정 재식밀도를 설정하기 위하여 재식밀도를 10a당 22,000주, 18,000주, 16,600주, 12,500주, 10,000주, 8,000주로 처리하여 노지 가식 재배하였다.

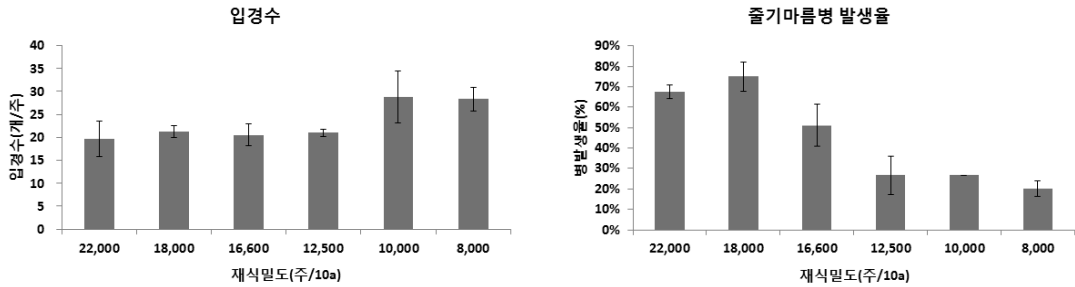


그림 35. 재식밀도별 아스파라거스 입경수 및 줄기마름병 발생율 비교(14)

재식밀도별 아스파라거스 입경수는 10a당 재식밀도 10,000주, 8,000주가 다른 처리에 비해 많았으며, 줄기마름병 발생율은 재식밀도 16,600주 이상 밀식하였을 때 50%이상 높게 발생하였다(그림 35, 36).

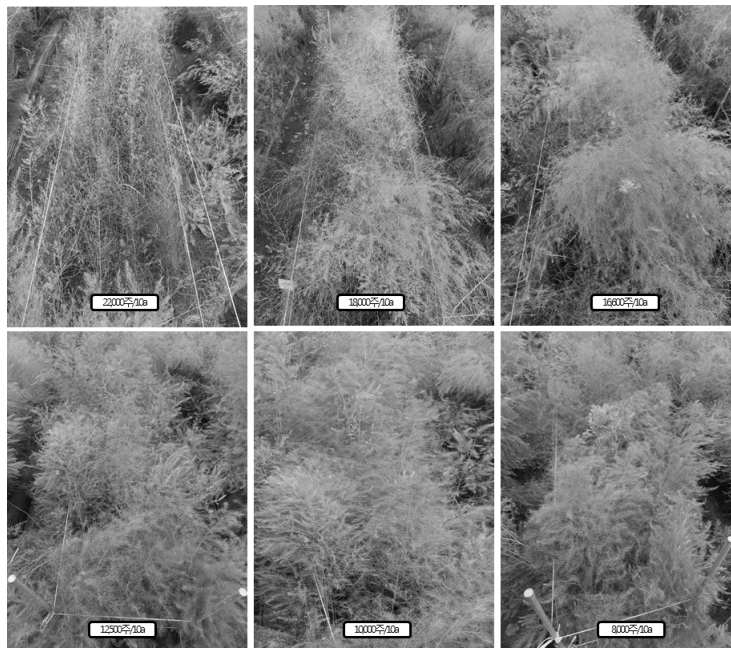


그림 36. 재식밀도별 아스파라거스 줄기마름병 발생율 비교

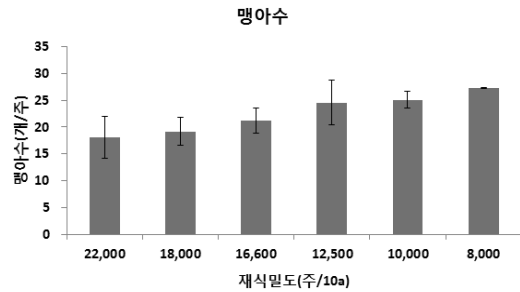
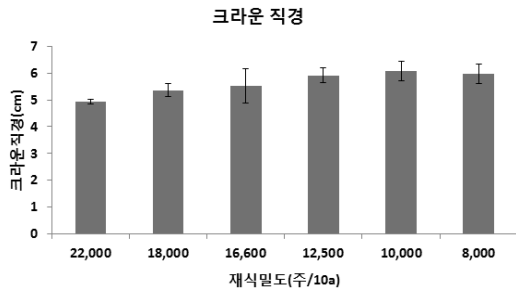


그림 37. 재식밀도별 아스파라거스 뿌리 생육 비교('14)

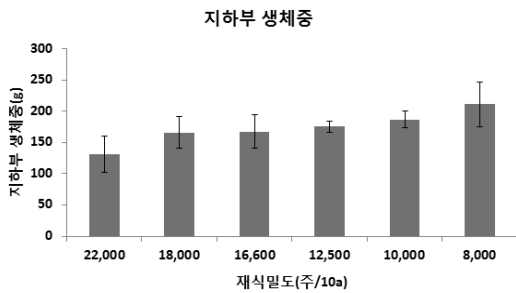


그림 38. 재식밀도별 뿌리 생체중 비교('14)

그림 39. 재식밀도별 뿌리생육 사진

정식 후 6개월 뒤 뿌리의 소질을 분석한 결과, 크라운 직경, 맹아수, 지하부 생체중 모두 재식 밀도가 감소할수록 증가하는 경향을 보였으며, 이듬해 수량에 가장 큰 영향을 미치는 뿌리의 맹아수는 10a당 재식밀도 12,500주 이하일 때 많았다(그림 37, 38).

관행적으로 농가에서 노지 가식 시 재식밀도를 10a당 20,000주 이상 밀식하여 재배하고 있으며, 이러한 경우 경합이 심해져 뿌리의 생육이 불량하고 통풍이 어려워 줄기마름병이 다 발생하였다.

본 실험에서도 10a당 재식밀도 16,600주 이상 밀식하였을 때 줄기마름병 발생이 증가하고, 맹아수가 감소하는 것으로 나타났으며, 특히 재식밀도 22,000주에서는 크라운직경, 지하부 생체중, 맹아수가 가장 적게 나타났다. 반면에 재식밀도 12,500주에서는 병발생이 적고, 뿌리생육이 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 본포 정식초기의 수량을 높이기 위해서는 1년차 노지가식 시 재식밀도를 12,500주/10a 이하로 넓게 하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

(시험 8) 노지 재배 지대별 생육 비교('14~'15)

〈1년차(2014) 노지 생육비교〉

아스파라거스 노지재배 지대별 생육비교를 하기 위해 2014년 고랭지인 홍천군 내면(해발 600m), 준고랭지 양구군 동면(해발 450m), 평지 춘천시 우두동(해발 70m)에서 각각 노지재배 3년차인 포장의 생육을 조사하였다.

표 14. 노지 재배 지대별 봄 수확시기 및 생육 비교('14)

지역 (해발)	맹아 출현일	첫 수확일	저온피해 발생율 (%)	봄 수확주수 (개/주)	순 당도 (°Brix)	순 경도 (kg/cm ²)
춘천 (70m)	3월 28일	4월 1일	100.0	3.2	6.5	41.7
양구 (450m)	4월 9일	90.0	3.0	6.8	45.6	
홍천 (600m)	4월 7일	4월 11일	33.3	3.6	6.2	37.0

노지 재배 지대별 봄 맹아출현일은 평지인 춘천이 3월 28일로 가장 빨랐으며, 첫 수확일 역시 4월 1일로 가장 빨랐다. 이른 봄 저온피해 발생율은 춘천 100% > 양구 90% > 홍천 33.3% 순으로 높게 나타났다.

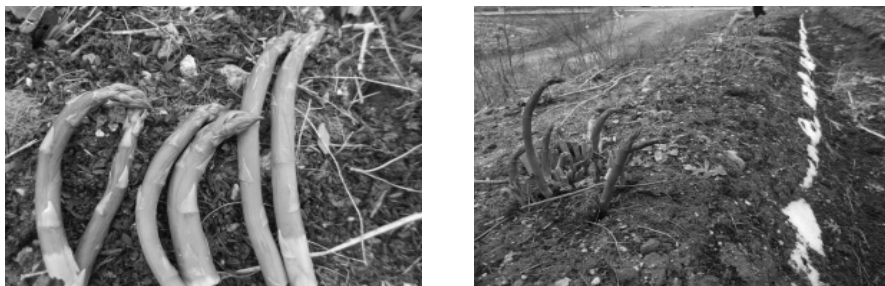


그림 40. 이른 봄 노지재배 저온피해('14, 양구)

표 15. 노지 재배 지대별 여름 생육 비교('14)

지역 (해발)	초장 (cm)	총입경주수 (개/주)	상품율 (%)	병발생율 (%)	여름철 수확주수(개/주)
춘천 (70m)	173.8	17.7	75.5	66.7	4.0
양구 (450m)	127.7	15.3	82.5	0.0	4.3
홍천 (600m)	132.7	13.1	74.6	100.0	0.0



그림 41. 지대별 노지재배 생육 전경

노지 재배 지대별 여름 수확주수는 춘천과 양구 두 지역에서 주당 4개정도를 수확할 수 있었지만, 홍천지역에서는 여름철 줄기마름병이 대발생하여 수확을 할 수 없었다(표 15, 그림 41).

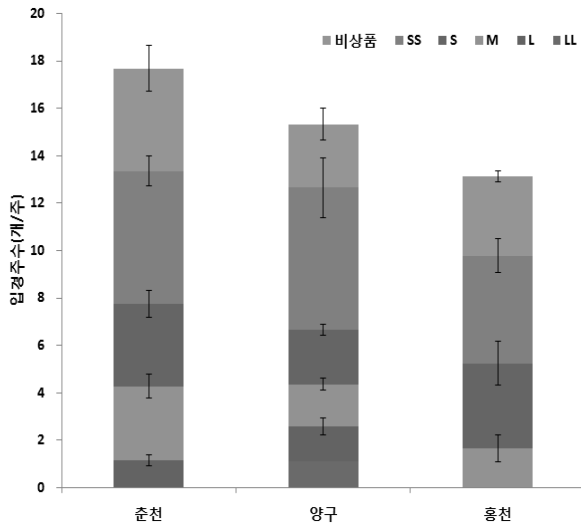


그림 42. 노지 재배 지대별 입경주수 비교('14)



그림 43. 줄기마름병(춘천)

노지 재배 지대별 입경주수를 비교한 결과, 총 입경주수는 춘천이 가장 많았고, 양구 > 홍천 순으로 나타났으며, 아스파라거스의 줄기 무게별 입경주수 비교 결과 양구지역의 LL, L사이즈 비율이 가장 높았다(그림 42).

표 16. 노지 재배 지대별 뿌리 생육 비교('14)

지역 (해발)	맹아수 (개/주)	크라운 직경 (cm)	지상부 건물중 (g)	지하부 생체중 (g)	뿌리 당도 (°Brix)
춘천 (70m)	26.4	21.8	36.1	1,686.2	12.7
양구 (450m)	23.1	18.2	27.6	1,314.5	18.2
홍천 (600m)	30.1	15.0	28.0	676.9	8.8

노지 재배 지대별 뿌리 생육 중 홍천지역의 크라운 직경, 지하부 생체중, 뿌리당도가 가장 낮은 반면 맹아수는 다소 많았으며, 양구지역의 뿌리당도는 18.2°Brix로 가장 높게 나타났다(표 16).

노지 재배 지대별 생육은 차년도 2년차 검토 후 종합적인 결론을 도출하는 것이 적합할 것으로 판단되었다.

〈2년차(2015) 노지 생육비교〉

아스파라거스 노지재배 지대별 생육비교를 하기 위해 준고랭지 양구군 동면(해발 450m), 평지 춘천시 우두동(해발 70m)에서 각각 노지재배 4년차인 시험포의 생육을 조사하였다.

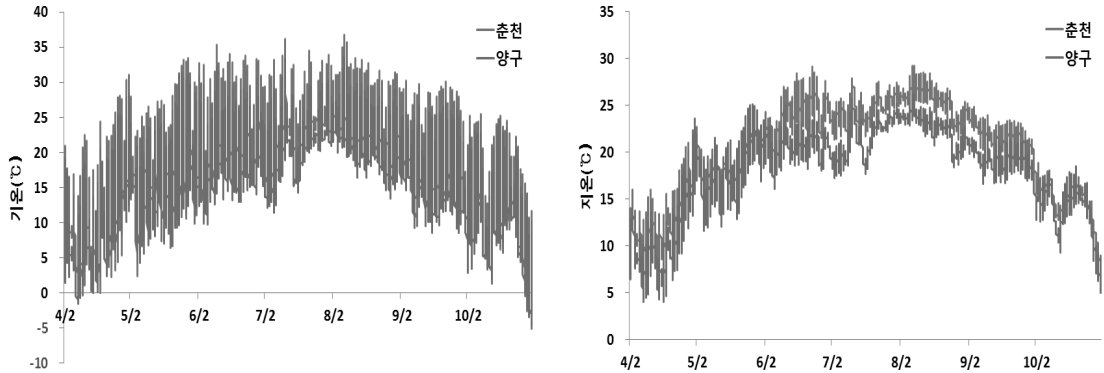


그림 44. 지대별 노지 재배 기온 및 지온 변화(15)

아스파라거스 노지재배 지대별 생육환경을 조사한 결과, 준고랭지 양구의 기온과 지온이 평지 춘천보다 상대적으로 낮게 나타났다(그림 44).

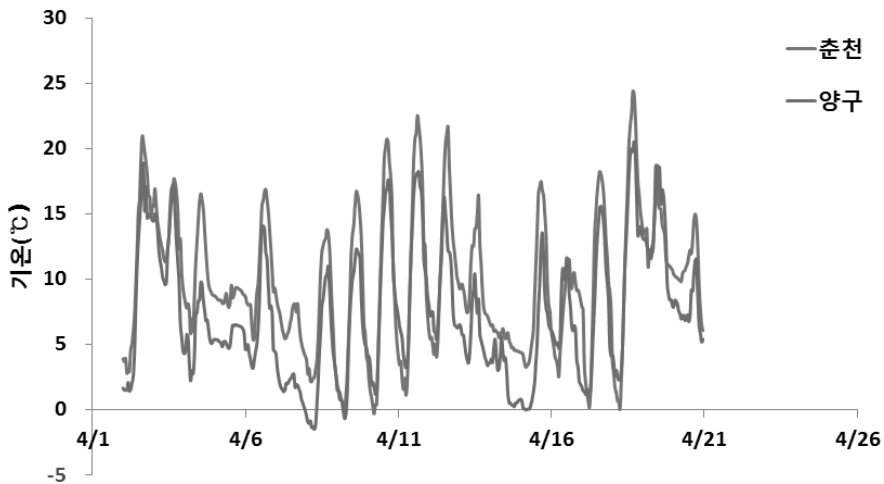


그림 45. 지대별 노지 재배 이른 봄(4월) 기온 변화(15)

노지재배 지대별 이른 봄인 4월의 기온을 비교한 결과, 동해 피해를 받는 기온인 영하로 내려간 횟수가 양구 지역이 춘천보다 많았으며, 저온 피해를 받는 5℃이하의 기온이 더 자주 발생한 것을 알 수 있었다(그림 45).

표 17. 노지 재배 지대별 봄 수확시기 및 생육 비교(*15)

지역 (해발)	맹아 출현일	첫 수확일	저온피해 발생율(%)	고사율(%)
춘천 (70m)	3월 28일	4월 13일	100	0
양구 (450m)	4월 3일	4월 23일	100	0

노지 재배 지대별 봄 맹아출현일은 평지인 춘천이 3월 28일로 빨랐으며, 첫 수확일 역시 4월 13일로 빨랐고, 이른 봄 저온피해 발생율은 양구와 춘천 모두 100%로 나타났으며, 고사주는 두 지역 모두 발생하지 않았다(표 17).



그림 46. 이른 봄 노지재배 저온피해(*15, 양구)

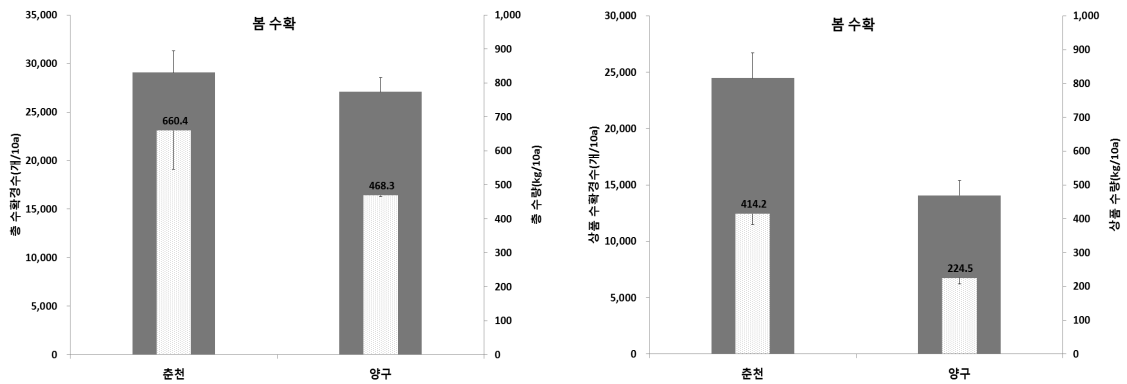


그림 47. 지대별 노지 재배 봄 수량 비교

노지 재배 지대별 봄 수량을 비교한 결과, 총 수확경수는 차이가 없었으나, 총 수량, 상품수확경수, 상품수량은 양구지역이 춘천지역보다 상대적으로 적었다(그림 47). 이러한 원인은 이른 봄 양구지역의 저온피해가 춘천지역보다 자주 발생하였기 때문으로 판단되었다(그림 46).

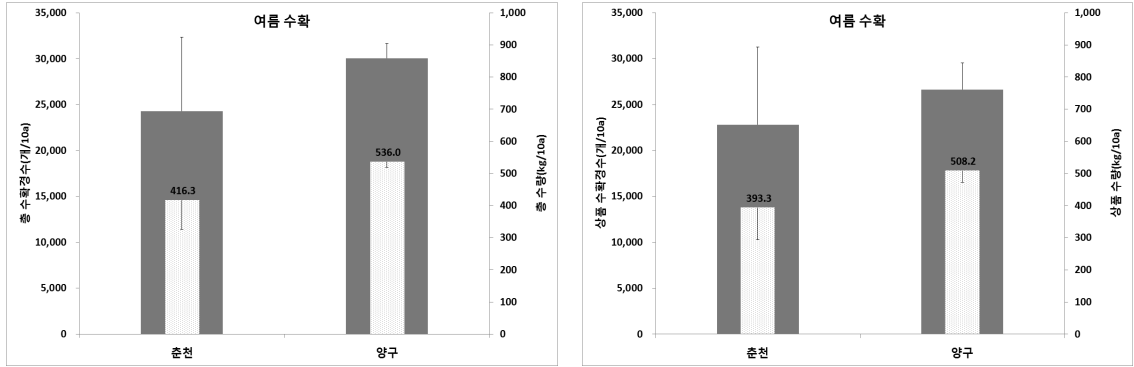


그림 48. 지대별 노지 봄 상품 수확량 비교('15)

노지 재배 지대별 여름 수량을 비교한 결과, 총 수확경수, 총 수량, 상품수확경수, 상품수량 모두 양구지역이 춘천지역보다 상대적으로 다소 높은 경향을 보였다(그림 48). 이러한 원인은 이른 봄 양구지역의 잦은 저온피해로 봄 수확을 적게 하게 되어 상대적으로 여름 수량이 증가한 것으로 판단되었다.

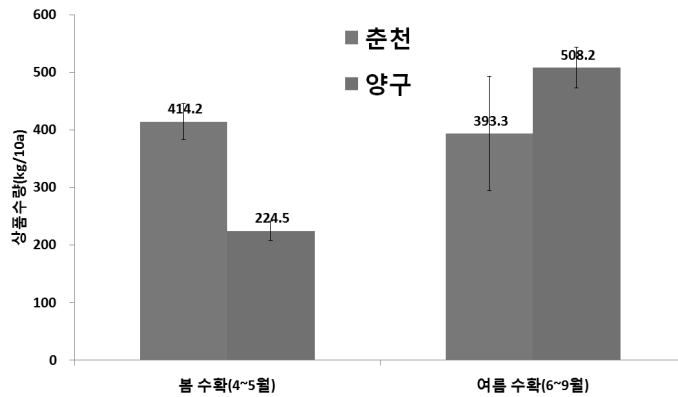


그림 49. 지대별 봄, 여름 수확량 비교('15)

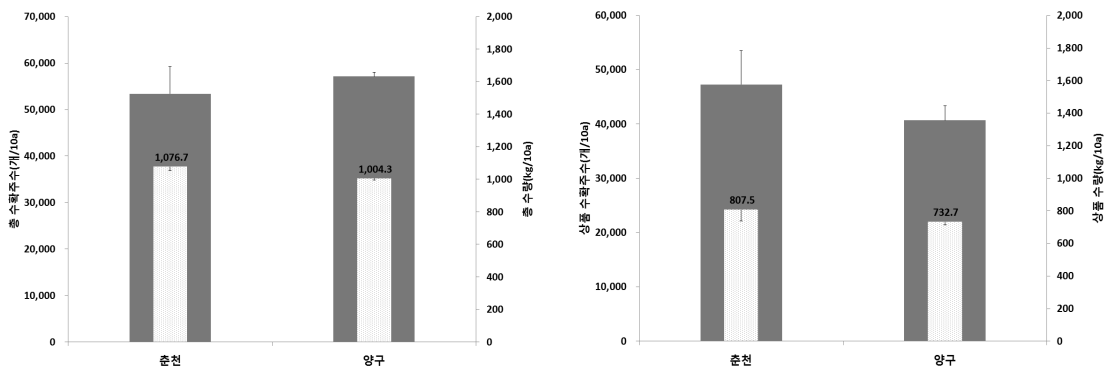


그림 50. 지대별 노지 총 수확량 비교('15)

강원지역 아스파라거스 노지 재배 지대별 총 수량을 비교한 결과, 총 수확경수, 총 수량 모두 두 지역이 유사하게 나타났다(그림 50).

(시험 9) 노지 재배 적정 재식밀도 구명(16)

아스파라거스 노지재배 적정 재식밀도를 구명하기 위해 2012년도에 1년간 노지에 가식한 후 2013년도 봄에 뿌리를 굴취하여 재식밀도 2,770주/10a, 2,220주/10a, 1,660주/10a로 각각 정식하여 4년간 재배하였다. 이에 본격적인 수량이 확보되는 2016년(5년생)에 재식밀도별 생육 및 수량을 비교하였다.

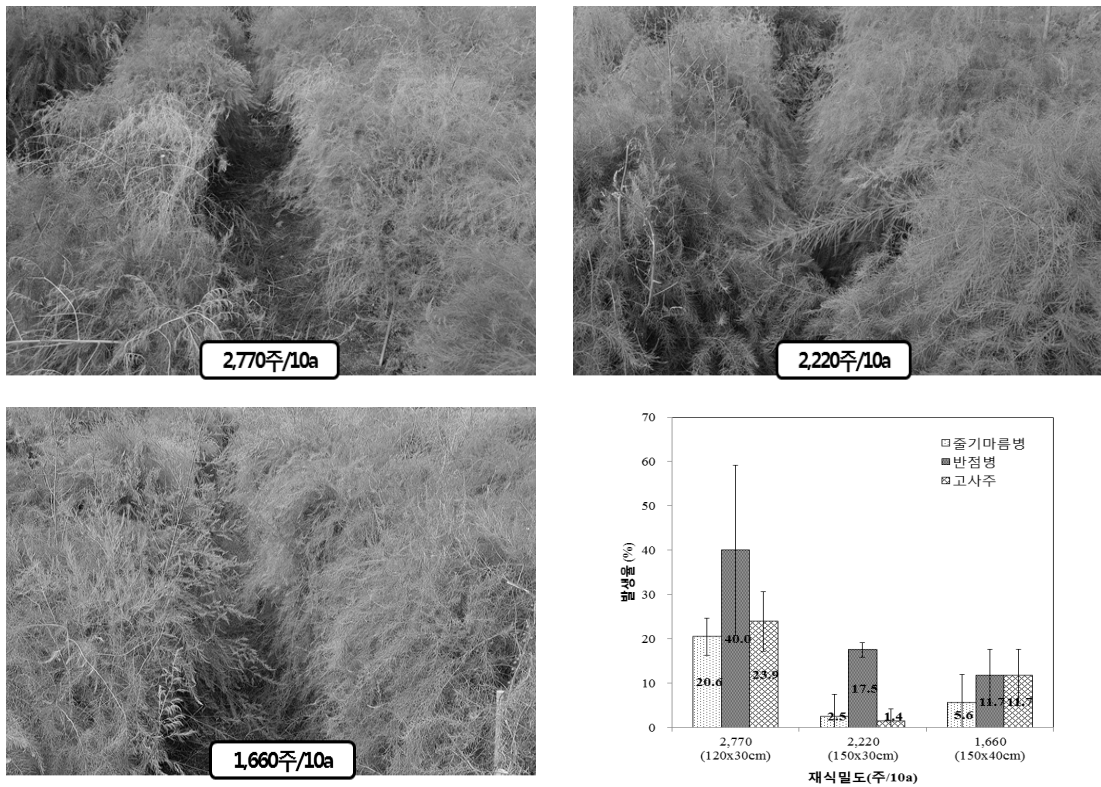


그림 51. 재식밀도별 아스파라거스 병 발생율

노지재배 5년생 아스파라거스의 재식밀도별 병 발생율을 비교한 결과, 상대적으로 밀식재배인 2,770주/10a(120×30cm)에서 줄기마름병, 반점병이 많이 발생하였고, 이로 인한 고사주도 23.9%로 많이 발생하였다(그림 51). 반면에 재식간격이 150cm로 넓은 2,220주/10a, 1,660주/10a 처리구에서는 줄기마름병 및 반점병이 상대적으로 낮게 나타났다. 일반적으로 아스파라거스 반점병 및 갈반병은 여름 장마기철 통풍이 불량하면 많이 발생하며, 줄기마름병은 빗물이 튀어 흙에 있던 병원균이 줄기에 묻으면 감염이 되어 뿌리까지 죽이는 것으로 알려져 있다.

표 18. 재식밀도별 아스파라거스 품질 비교(16)

10a당 재식밀도 (재식간격)	생체중 (g)	굵기 (mm)	당도 (°Brix)	경도 (kg/m ²)	머리열림 정도(1-5 ²)
2,770주 (120×30cm)	14.3	7.8	4.7	1.6	1.7
2,220주 (120×30cm)	26.6	13.0	4.8	2.1	1.3
1,660주 (120×30cm)	28.1	14.4	5.0	2.2	1.7

※ 머리열림정도 : 1(매우 닫힘), 2(약간 닫힘), 3(보통), 4(열림), 5(매우 열림)

노지재배 재식밀도별 아스파라거스 품질을 비교한 결과, 2770주(120×30cm) 처리구의 생체중이 14.3g으로 가장 낮았고, 굵기도 7.8mm로 낮게 나타났다. 2,220주/10a(150×30cm)와 1,660주/10a(150×40cm)는 큰 차이가 없었다(표 18).

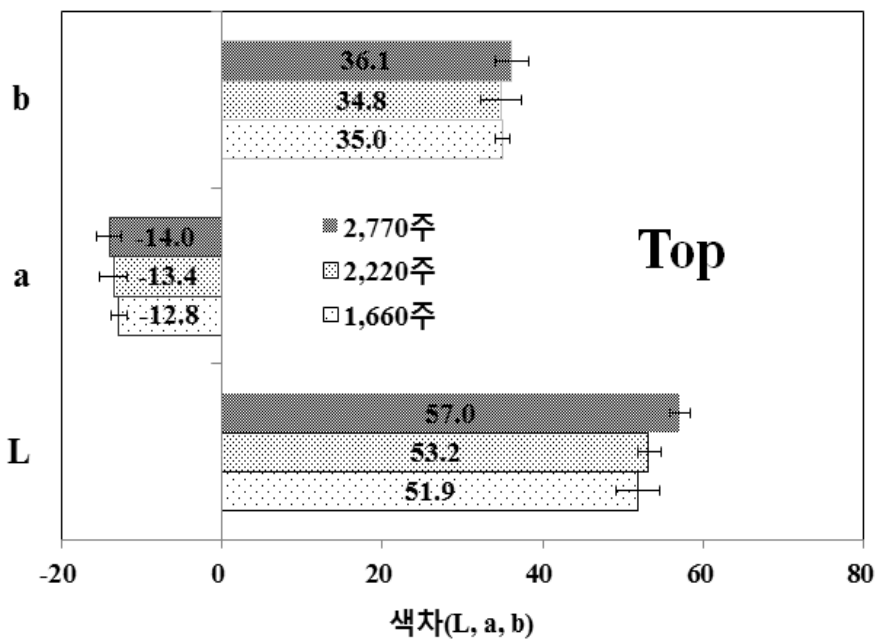


그림 52. 재식밀도별 아스파라거스 머리부분 색차 비교(16)

노지재배 재식밀도별 아스파라거스 머리부분의 색차를 비교한 결과, 2770주(120×30cm) 처리구의 L값(백색도)가 57.0으로 가장 높게 나타나 상대적으로 머리부분의 색이 옅은색이라는 것을 알 수 있었고, 2,220주/10a(150×30cm)와 1,660주/10a(150×40cm)는 큰 차이가 없었다(그림 52).

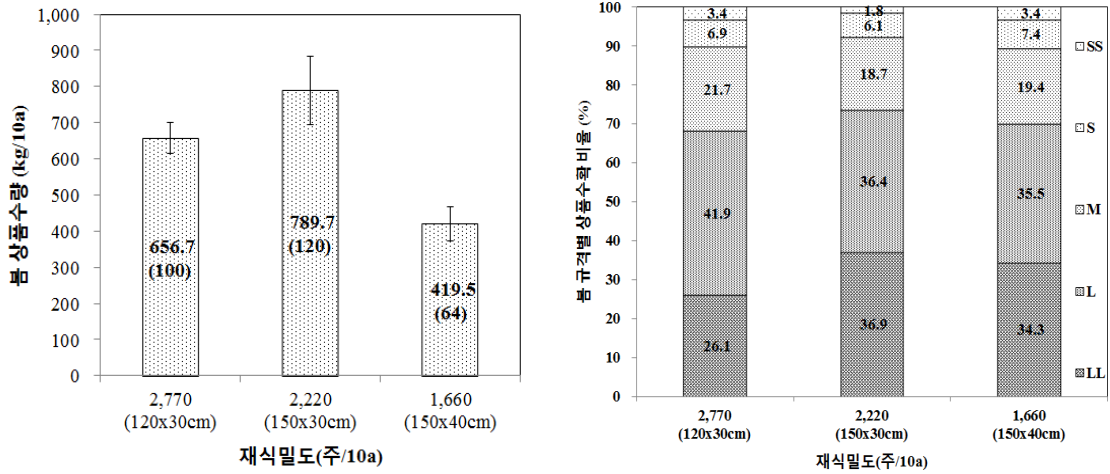


그림 53. 재식밀도별 아스파라거스 봄(4~6월) 상품수량 및 규격별 수확비율 비교('16)

노지재배 재식밀도별 아스파라거스 봄(4~6월) 상품수량을 비교한 결과, 2,220주/10a(150×30cm) 처리구의 봄 상품수량이 789.7kg/10a로 가장 높았고, 1,660주/10a(150×40cm) 처리구가 가장 낮게 나타났다. 봄 규격별 상품수확 비율은 2,770주/10a(120×30cm)에서 LL(33g 이상)사이즈의 비율이 26.1%로 가장 낮게 나타났다(그림 53).

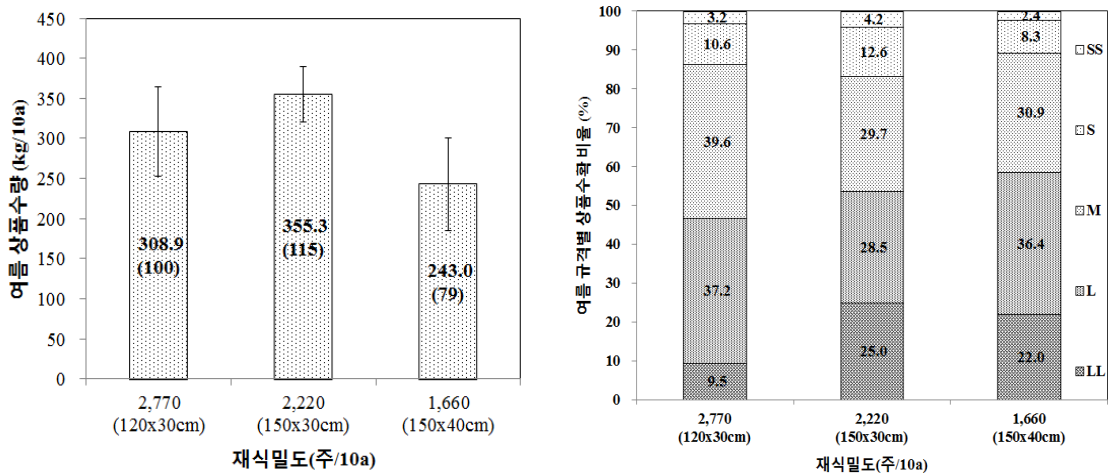


그림 54. 재식밀도별 아스파라거스 여름(7~9월) 상품수량 및 규격별 수확비율 비교('16)

노지재배 재식밀도별 아스파라거스 여름(7~9월) 상품수량을 비교한 결과, 2,220주/10a(150×30cm) 처리구의 봄 상품수량이 355.3kg/10a로 가장 높았고, 1,660주/10a(150×40cm) 처리구가 가장 낮게 나타났다. 여름 규격별 상품수확 비율은 2,770주/10a(120×30cm)에서 LL(33g 이상)사이즈의 비율이 9.5%로 가장 낮게 나타났다(그림 54).

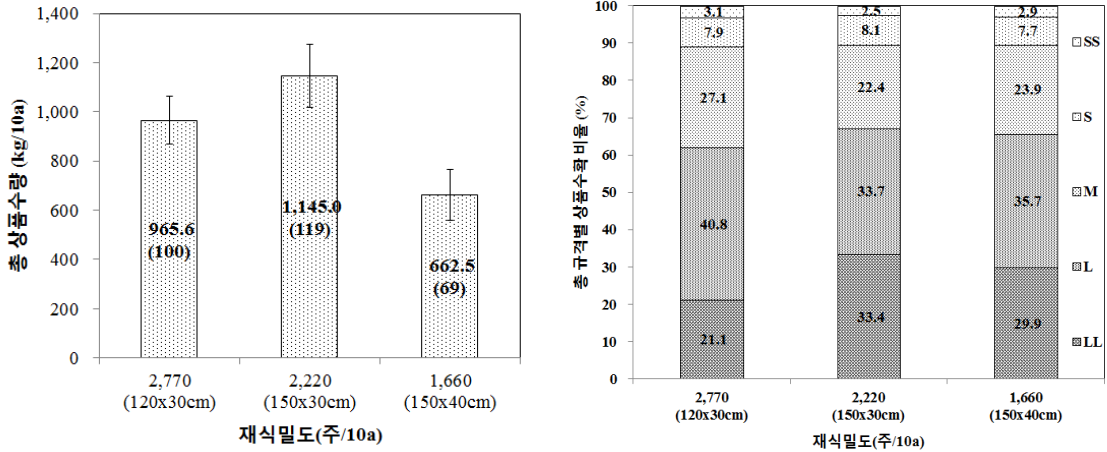


그림 55. 재식밀도별 아스파라거스 총 상품수량 및 규격별 수확비율 비교('16)

노지재배 재식밀도별 아스파라거스 연간 총 상품수량을 비교한 결과, 2,220주/10a(150×30cm) 처리구의 1,145kg/10a로 가장 높았고, 2,770주(120×30cm) 처리구(965.6kg/10a) > 1,660주/10a (150×40cm) 처리구(662.5kg/10a) 순으로 낮게 나타났다. 규격별 상품수확 비율은 2,770주/10a (120×30cm)에서 LL(33g 이상)사이즈의 비율이 21.1%로 가장 낮게 나타났다(그림 55).

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 노지재배 시 적정 재식밀도는 병발생율이 낮고, 머리부분의 품질이 우수하고, 상품수량이 높은 2,220주/10a(150×30cm)가 적합한 것으로 판단되었다.

(시험 10) 노지 재배 시 적정 적심높이 구명('14)

아스파라거스 노지재배 적정 적심높이를 구명하기 위하여 적심높이를 80cm, 100cm, 120cm, 무처리 등 4처리하여 생육을 비교하였다.

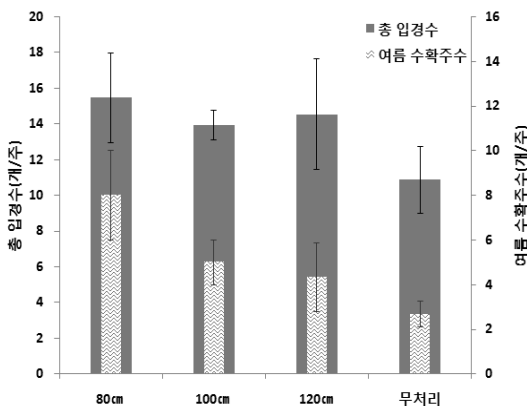


그림 56. 적심높이별 총입경수 및 수확주수 비교('14)

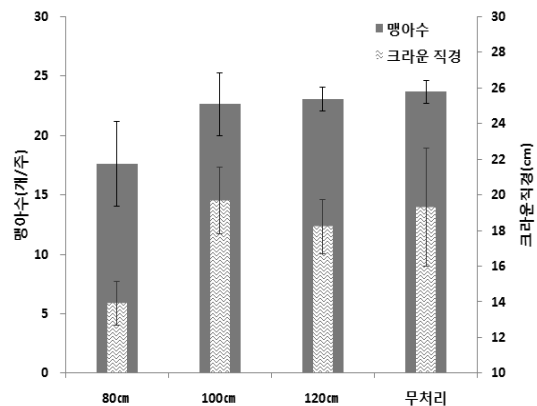


그림 57. 적심높이별 뿌리생육 비교('14)

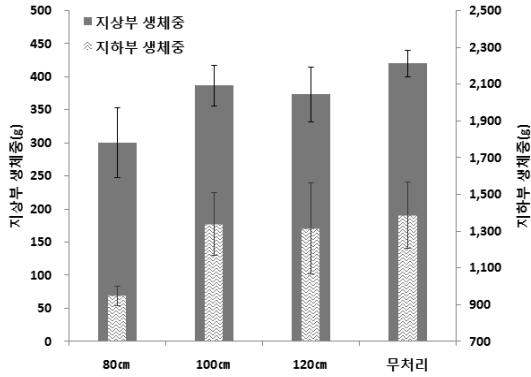


그림 58. 적심높이별 생체중 비교(*14)

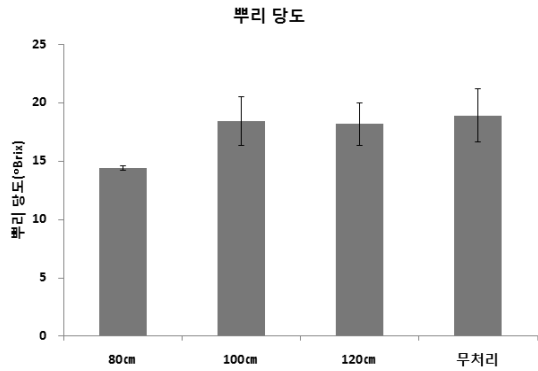


그림 59. 적심높이별 뿌리당도 비교(*14)



그림 60. 노지재배 적심높이별 처리 전경

노지재배 적심 높이별 생육을 비교한 결과, 총 입경수와 여름수확주수는 적심높이 80cm에서 가장 많은 반면 뿌리의 맹아수, 크라운직경, 생체중, 당도는 가장 적게 나타났었다(그림 56~59).

무처리의 경우 여름 수확주수가 가장 적게 나타났으며, 뿌리의 생육은 적심높이 100cm, 120cm와 비슷하였다.

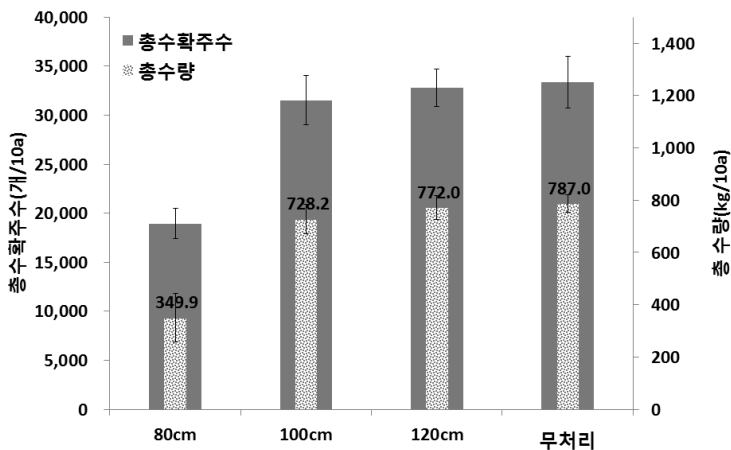


그림 61. 적심높이별 이듬해 봄수량 비교(*15)

적심높이별 이듬해 봄수량을 비교한 결과, 적심높이를 80cm의 이듬해 봄수량이 349.9kg/10a으로 가장 낮았고, 다른 처리구들의 수량차이는 없었다(그림 61).

이상의 결과로 볼 때, 적심높이를 80cm로 하면 적심처리 당해 연도의 여름 수확량은 증가하지만 과도한 적심으로 뿌리로의 양분전류가 부족하여 저장뿌리의 소질이 나빠지게 되며, 이로 인해 차년도 수량에 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

반면 적심을 하지 않을 경우, 당해 연도 여름수확량이 감소하며 여름 장마기 통풍불량으로 곰팡이병이 발생할 수 있고, 특히 가을철 태풍이 발생하면 적심처리에 비해 큰 지상부가 강풍피해로 도복될 우려가 있다.

결과적으로 여름수확량과 뿌리소질을 비교하여 볼 때, 노지재배에 적합한 적심높이는 100~120cm 정도로 판단되었다.

(시험 11) 노지 재배 시 적정 적심시기 구명(15)

아스파라거스 노지재배 적정 적심시기를 구명하기 위하여 적심시기를 입경 시(5.8), 입경 후 10일(5.18), 입경 후 20일(5.28), 입경후 30일(6.8) 등 4처리하여 생육 및 여름수량을 비교하였다.

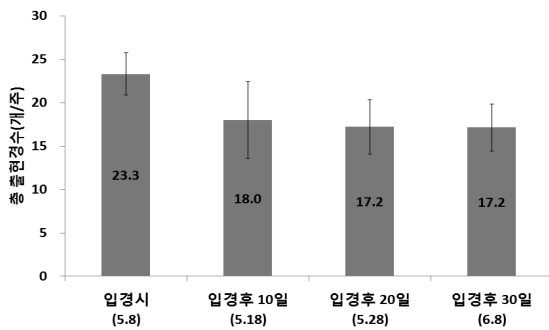


그림 62. 노지 적심시기별 여름 총 출현경수 비교(양구, '15)

[노지 입경 전경(5.8)]

노지재배 적심 시기별 여름 총 출현경수를 비교한 결과, 입경 시(5.8) 적심처리에서 가장 많았으며 다른 처리구에서는 비슷한 경향을 보였다(그림 62).

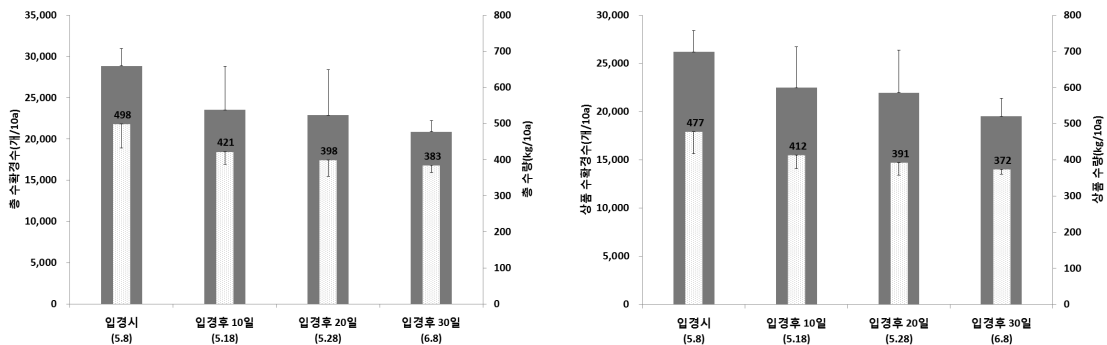


그림 63. 노지 적심시기별 여름 수확량 비교(양구, '15)

노지재배 적심 시기별 여름 수확량을 비교한 결과, 총 수량 및 상품수량 모두 입경 시(5.8) 적심처리에서 가장 많았으며 입경 후 10~30일 처리구에서는 비슷한 경향을 보였다(그림 63).

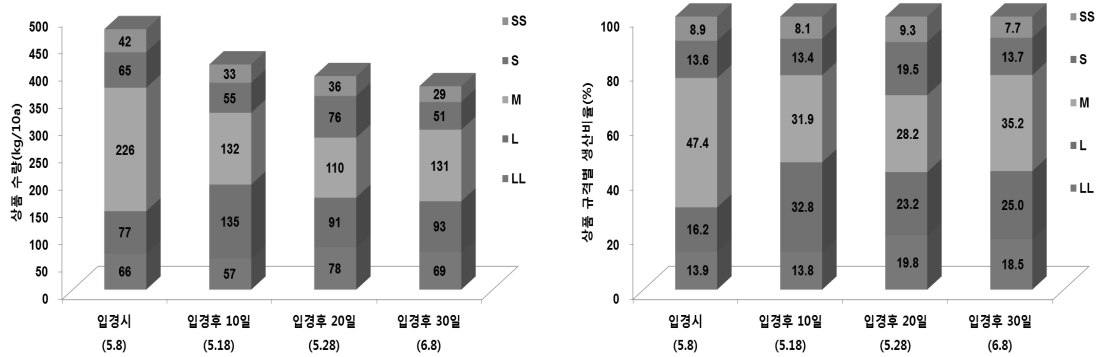


그림 64. 노지 적심시기에 따른 여름 규격별 상품수량 비교(양구, '15)

노지재배 적심 시기에 따른 여름 규격별 상품 수량을 비교한 결과, 모든 처리구에서 비슷한 경향을 보였다(그림 64).

이상의 결과로 볼 때, 적심을 입경 시(5.8)에 처리하는 것이 당해 연도의 여름 수확량을 증가시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

반면에 적심시기를 입경 후 10일 이후에 할 경우, 상대적으로 당해 연도 여름수확량이 감소하는 것으로 보아 적심시기를 입경과 동시에 실시하는 것이 적합한 방법으로 판단되었다.

(시험 12) 노지 재배 시 적정 추비량 구명(16)

아스파라거스 노지 재배 시 적정 추비량을 구명하기 위해 N-P-K 함량을 15-10-12.5 등 4수준으로 달리하여 맹아전 50%, 입경전 30%, 입경후 20% 3회 분시하여 아스파라거스 생육 및 수량을 비교하였다.

표 19. 노지재배 추비량에 따른 아스파라거스 품질 비교('16)

추비량	생체중 (g)	굵기 (mm)	당도 (°Brix)	경도 (kg/m ²)
무비구	28.2	14.8	5.8	2.6
N(15)-P(10)-K(12.5)	27.2	15.3	5.7	2.0
N(30)-P(20)-K(25)	26.9	15.1	5.8	2.1
N(45)-P(30)-K(37.5)	27.2	15.7	5.8	2.0
N(60)-P(40)-K(50)	26.6	15.8	6.0	2.5

노지재배 추비량에 따른 아스파라거스 품질을 비교한 결과, 처리간 유의한 차이가 없었다(표 19).

표 20. 노지재배 추비량에 따른 아스파라거스 색차 비교(*16)

추비량	머리부분			중간부분			아래부분		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
무비구	42.7	-6.0	24.0	51.7	-19.6	38.0	61.0	-18.6	39.6
N(15)-P(10)-K(12.5)	43.4	-6.7	24.1	52.7	-19.9	39.3	60.1	-19.4	40.0
N(30)-P(20)-K(25)	43.7	-6.8	25.0	54.0	-20.9	39.7	60.6	-20.6	42.3
N(45)-P(30)-K(37.5)	41.6	-6.1	23.3	53.6	-20.8	39.9	61.4	-20.6	41.7
N(60)-P(40)-K(50)	43.7	-7.1	25.3	50.8	-20.6	38.5	59.8	-21.4	42.1

노지재배 추비량에 따른 아스파라거스 색차를 비교한 결과, 처리간 유의한 차이가 없었다(표 20).

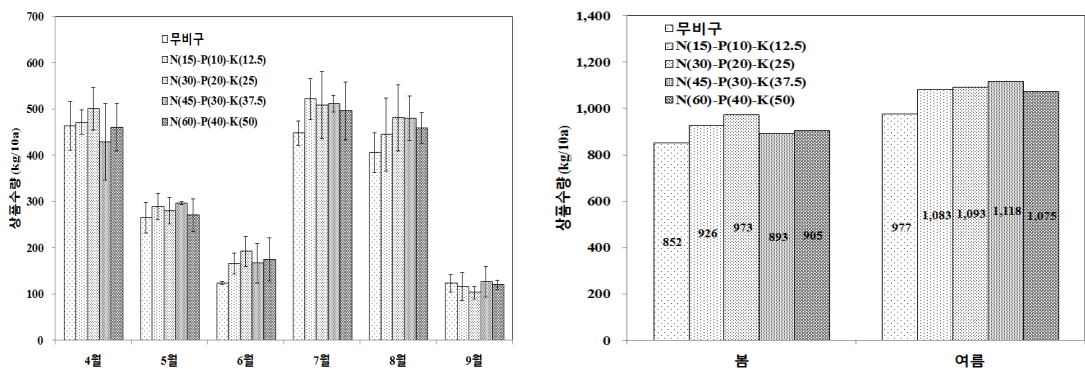


그림 65. 노지재배 추비량에 따른 월별, 계절별 상품수량 비교([16])

노지재배 추비량에 따른 월별 상품 수량을 비교한 결과, 모든 처리구에서 4~5월 봄 수확 이후 6월 급격히 감소하다 7월에 여름수량이 시작되면서 증가한 후 9월에 급격히 감소하는 경향을 보였다. 처리간 차이로는 무비구에서 6월 이후 다른 추비처리구에 비해 상대적으로 수량이 낮게 나타났다. 계절별 상품수량은 여름 수량이 봄수량보다 다소 높게 나타났다(그림 65).

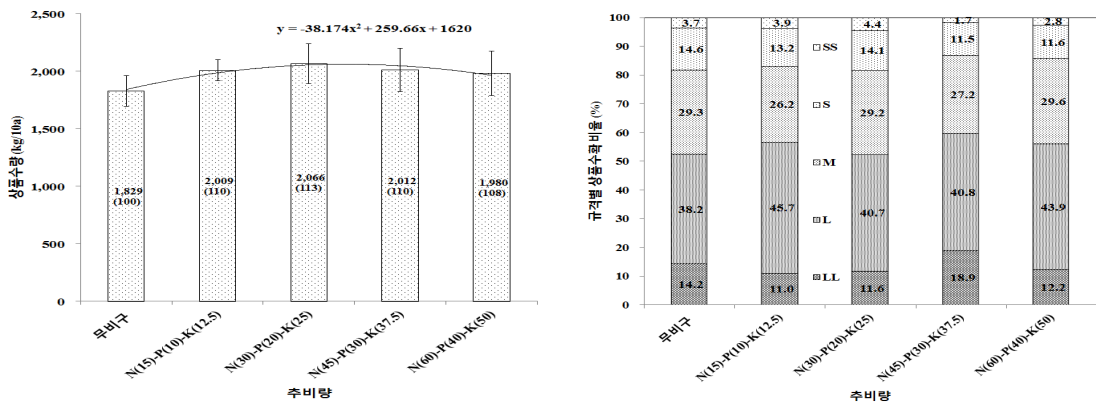


그림 66. 노지재배 추비량에 따른 상품수량 및 규격별 수확비율 비교(*16)

노지재배 추비량에 따른 상품 수량을 비교한 결과, N(30)-P(20)-K(25) 처리구가 2,066kg으로 가장 높게 나타났지만, 무비구를 제외한 모든 처리구와의 유의한 차이는 없었음. 규격별 상품수확 비율은 모든 처리구에서 비슷한 양상을 보였다(그림 66).

이상의 결과로 볼 때, 노지재배 적정 추비량은 상품수량이 가장 높은 N(30)-P(20)-K(25) 처리구가 적합한 것으로 판단되었다.

(시험 13) 노지 재배 시 적정 추비시기 구명(15)

아스파라거스 노지재배 적정 추비시기를 구명하기 위하여 추비시기를 입경 전 15일(4.23), 입경시(5.8), 입경 후 15일(5.22) 등 3처리하여 생육 및 수량을 비교하였다.

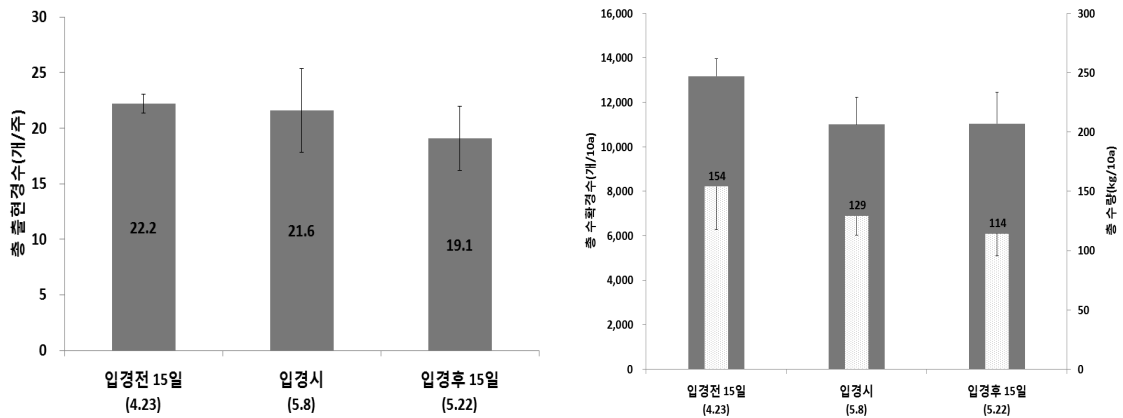


그림 67. 노지 추비시기별 여름 총 출현경수 및 수량 비교(양구, '15)

노지재배 추비 시기별 여름 수확량을 비교한 결과, 총 출현경수는 큰 차이가 없었으나, 총 수확경수 및 총 수량은 입경 전 15일(4.23) 추비처리에서 다소 많은 경향을 보였다(그림 67).

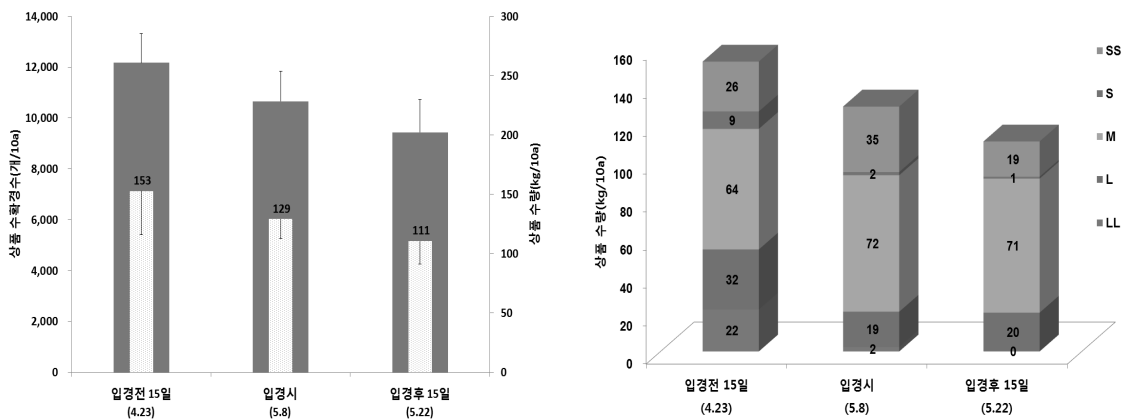


그림 68. 노지 추비시기별 여름 상품 수확량 및 규격별 상품수량 비교(양구, '15)

노지재배 추비 시기별 여름 상품 수확량을 비교한 결과, 상품 수확경수 및 상품 수량 역시 입경 전 15일(4.23) 추비처리에서 다소 많은 경향을 보였고, 입경 시(5.8) > 입경 후 15일(5.22) 순으로 나타났다. 규격별 상품 수량은 입경전 15일 추비처리구에서 LL~L 사이즈의 비율이 다소 증가하는 경향을 보였다(그림 68).

이상의 결과로 볼 때, 노지재배 시 추비시기를 입경 전 15일(4.23)에 처리하는 것이 당해 연도의 여름 수확량을 증가시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

반면에 추비시기를 입경 후 15일에 할 경우, 상대적으로 당해 연도 여름수확량이 감소하는 것으로 보아 추비시기를 입경 전 15일에 실시하는 것이 적합한 방법으로 판단되었다.

〈제2세부과제 : 아스파라거스 병해충 방제기술 개발〉

(시험 1) 주요 병해 발생양상 조사(14~16)

2014년~2016년에 춘천, 양구, 화천에서 검은무늬병 등 6종의 아스파라거스 주요 병해 발생양상을 4월부터 10월까지 조사한 결과 줄기마름병, 뿌리썩음병, 잿빛곰팡이병, 탄저병의 발생은 없었고 검은무늬병은 3지역 모두 발생하였다(그림 69, 표 21). 지역마다 조금씩 차이는 있었지만 3지역 모두 7월에 발병률이 증가하여 8월에 감소하는 경향을 보였다(그림 70). 연도별 발생양상을 보면 세 지역 모두 2014년에 가장 많은 발생양상을 보였으며 2016년에는 세 지역 모두 가장 낮은 발생양상을 보였다. 특히 춘천지역의 경우 다른 지역에 비해 발병률이 가장 높았는데 이는 농가의 방제와 관련이 있는 것으로 보였다. 다른 지역에 비해 춘천은 7월 이후 약제방제를 거의 하지 않은 것으로 조사되었다. 생육후기 발생양상을 보면 화천을 제외한 춘천, 양구 지역에서는 후기까지 병 발생이 계속 지속되는 것을 확인 할 수 있었다.

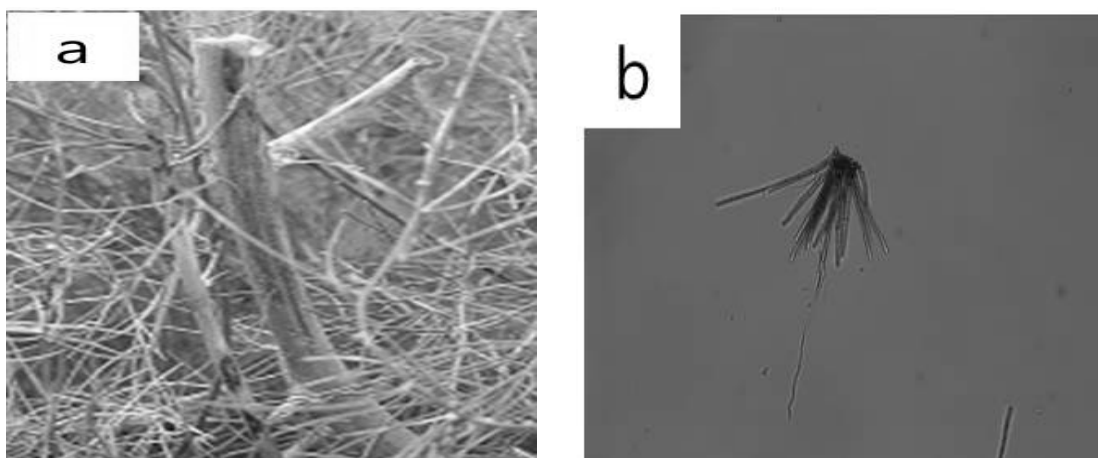


그림 69. 아스파라거스검은무늬병 병징(a) 및 포자(b)

표 21. 강원지역 아스파라거스 검은무늬병 평균 발병주율

(단위 : %)

년월	춘천			양구			화천		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	90.0	32.5	45.0	4.5	2.8	0.0	28.1	18.2	24.0
9	100.0	42.5	25.0	9.1	7.6	2.5	51.7	36.7	0.0
10	100.	55.0	10.0	17.5	15.5	0.0	43.3	33.3	0.0

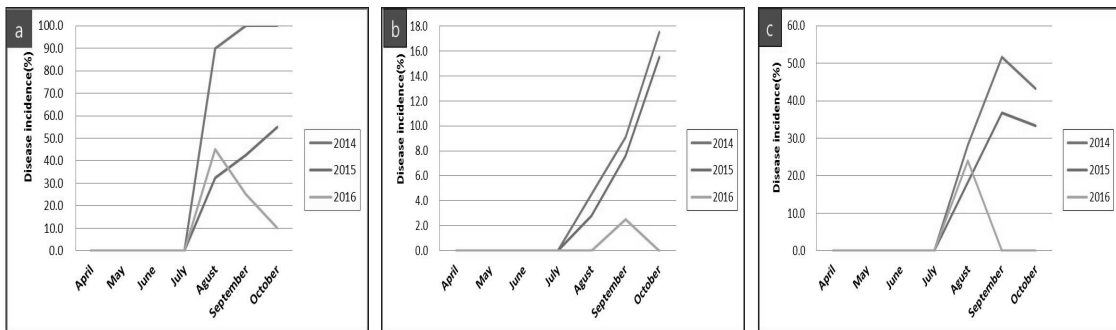


그림 70. 춘천(a), 양구(b), 화천(c)지역의 아스파라거스검은무늬병 발생양상

(시험 2) 아스파라거스 주요 해충 발생양상 조사('14~'16)

2014년~2016년에 춘천, 양구, 화천에서 파충채벌레 등 5종의 아스파라거스 주요 해충 발생양상을 4월부터 10월까지 조사한 결과 나방류, 진딧물류, 달팽이류 발생은 없었고 아스파라거스잎벌레 및 파충채벌레는 3지역 모두 발생하였지만 가장 많은 발생양상을 보인 것은 파충채벌레였다(그림 71, 표 22).

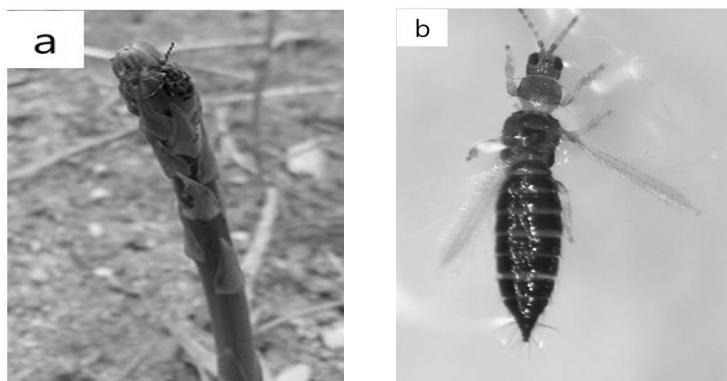


그림 71. 아스파라거스잎벌레(a), 파충채벌레(b)

표 22. 강원지역 파총채벌레 발생밀도

(단위 : 마리/주)

년월	춘천			양구			화천		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
5	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	0.0	3.5	0.0	2.4	2.5	0.0	1.7	1.0	0.0
7	39.4	19.5	6.5	4.5	4.5	1.0	9.3	9.7	1.0
8	15.0	15.5	5.5	12.5	14.5	0.0	15.6	16.5	0.0
9	7.9	8.4	2.0	13.7	8.9	0.0	17.5	13.0	0.0
10	4.7	4.0	0.0	7.7	11.4	0.0	5.0	5.0	0.0

아스파라거스에서 파총채벌레로 인한 피해증상은 잎, 줄기, 순의 표면에 바늘로 찌힌 듯한 작은 피해흔이 다수 나타났다. 파총채벌레에 의해 가해를 받은 아스파라거스는 순이 구부러지는 곡경증상이 발생하였다. 파총채벌레의 발생양상 역시 포장에 상관없이 유사한 발생양상을 보였다(그림 72). 검은무늬병과 마찬가지로 춘천지역에서 가장 많은 파총채벌레 발생양상을 보였고 시기별 발생양상을 보면 7월에 가장 많은 발생양상을 보이고 점차 감소하여 10월에 가장 낮은 발생 밀도를 보였다. 양구, 화천 역시 6월부터 발생밀도가 증가하기 시작하여 7월에 가장 많은 발생밀도를 보였고 그 이후 점차 감소하였다. 생육후기 발생양상을 보면 양구지역이 생육후기까지 가장 많은 발생양상을 보였다.

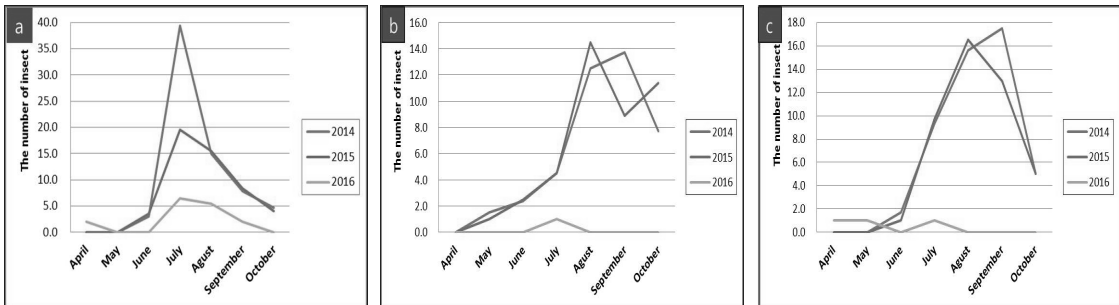


그림 72. 춘천(a), 양구(b), 화천(c)지역의 시기별 파총채벌레 발생밀도

아스파라거스 새순의 총채벌레 발생밀도조사는 춘천포장에서 수행하였다. 총 30개의 아스파라거스 새순을 채집해 와서 타락법으로 총채벌레 밀도를 조사하였다. 새순에 대한 아스파라거스 파총채벌레 밀도 조사 결과 시기별로 차이는 있었지만 4월부터 발생이 시작되어 7월에서 9월까지 발생이 지속되었다(그림 73). 연도별 발생양상을 보면 2014년에는 8월에 가장 많이 발생되었고 9월 이후 점차 감소하였으며, 2015년에는 5월에 가장 많은 발생밀도를 나타낸 후 점차 감소하여 10월까지 파총채벌레 발생이 지속되었다. 2016년에는 7월에 발생이 가장 많았지만 2014년과 2015년에 비해 그 발생량이 매우 적었다. 2015년에 파총채벌레 대한 농약시험이 완료된 후부터 2016년엔 약제방제를 실시하여 밀도가 줄어든 것으로 보였다.

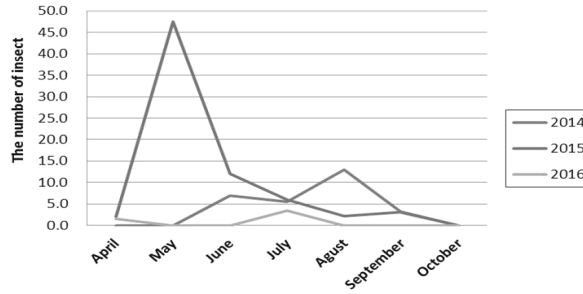


그림 73. 춘천(a)지역 아스파라거스 새순의 총채벌레 발생밀도

(시험 3) 아스파라거스 친환경 방제법 개발('15~'16)

가. 끈끈이 트랩 색깔 별 아스파라거스 파총채벌레 유인효과

끈끈이트랩 색깔 별 파총채벌레 유인효과를 알아보기 위해 강원도농업기술원 내 시험포장에서 파란색과 노란색 두 개의 트랩을 사용하여 유인되는 파총채벌레 마리수를 측정하여 평균 유인마리수를 조사하였다. 2015년 5월부터 10월까지 15일마다 한번 씩 트랩을 수거하여 색깔별로 유인된 파총채벌레 마리수를 측정할 결과는(표 23)와 같다. 파란색 트랩이 노란색 트랩 보다 2~4배 정도 유인효과가 더 높은 것으로 나타났으며 평균적으로 약 400마리 이상 더 유인되는 것으로 조사되었다(그림 74).

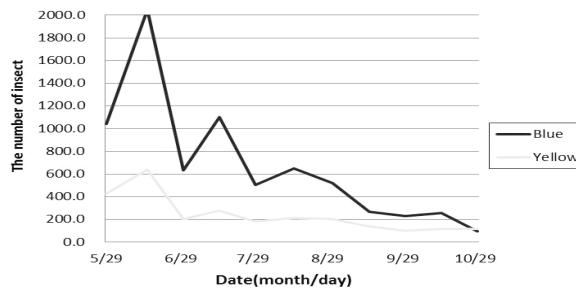


그림 74. 끈끈이 트랩 색깔 별 아스파라거스 파총채벌레 유인효과

나. 친환경 자재를 이용한 아스파라거스잎벌레 살충효과

친환경 자재를 이용한 아스파라거스잎벌레 살충효과를 알아보기 위해 3가지 친환경 자재인 스킨피온, 다이아, 선초를 이용하여 생충율을 통한 방제가를 측정하였다. 각각 자재 별 살아있는 아스파라거스잎벌레에 분무법을 통해 약제처리를 한 후 3일후 와 7일후의 생충수를 측정하였다. 조사결과 스킨피온은 86%, 다이아 74%, 선초 86%로 나타났다. 방제가로는 스킨피온 14%, 다이아 26%, 선초 14%였다. 시험결과 다이아의 방제가가 가장 높았으나 살충효과를 검증하기에는 매우 낮은 방제효과를 보였으며 결론적으로 친환경 자재의 아스파라거스잎벌레 살충효과는 미흡한 것으로 나타났다(표 23).

표 23. 친환경 자재 별 아스파라거스잎벌레 생충율 및 방제기

구분	1반복	2반복	3반복	평균	생충율(%)	방제기
스콜피온	5	5	3	4.3	86	14.0
다이아	3	3	5	3.7	74	26.0
선초	4	5	4	4.3	86	14.0
무처리	5	5	5	5.0	100	-

다. 아스파라거스 병해 친환경 방제제 선발

아스파라거스 주요 병해인 검은무늬병(*Cercospora asparagicola*) 방제를 위해 2가지 시험제재와 1가지 대조약제를 선발하여 시험을 실시하였다. 시험제재는 정향추출물과 2.5% 액상유황을 사용하였고 대조약제로는 테부코나졸유제를 사용하였다. 시험제재 별 희석배수를 500배, 1000배, 2,000배로 하여 in vitro상에서 검은무늬병(*Cercospora asparagicola*)의 균사 성장 억제효과를 측정하였다. 500배, 1,000배에서 모두 2.5% 액상유황이 정향추출물 보다 더 좋은 균사 성장 억제효과를 보였으며 2,000배에서는 두 시험제재 모두 효과가 미흡하였다. 하지만 대조약제에 비해선 2.5% 액상유황이 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.(그림 75, 표 24).

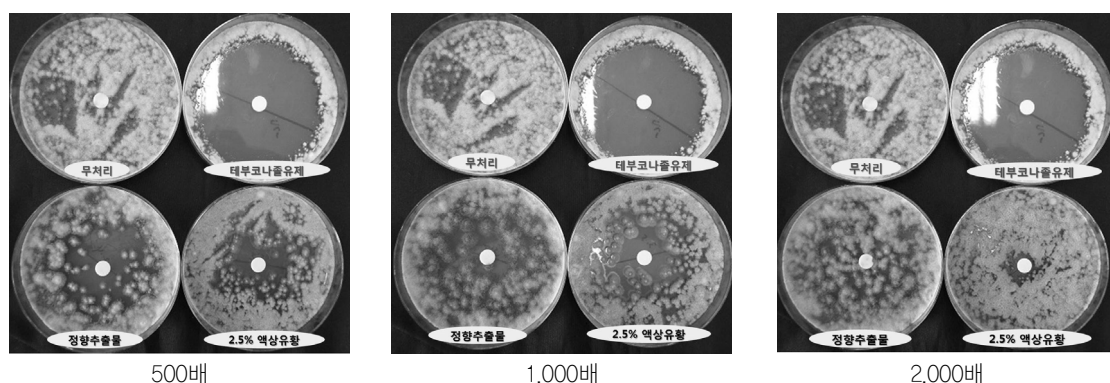


그림 75. 농도별 검은무늬병(*C. asparagicola*) 균사 성장억제정도

표 24. 친환경 방제제 검은무늬병 방제효과

구분	제재명	희석배수	in vitro 균사생장 억제효과
시험 제재	정향추출물	500	+
	2.5% 액상유황		++
	정향추출물	1,000	+
	2.5% 액상유황		++
대조약제	정향추출물	2,000	-
	2.5% 액상유황		+
	테부코나졸유제	1,000	+++
	무처리		-

* - : 효과 없음, + : 억제효과 약, ++ : 억제효과 중, +++ : 억제효과 강

라. 아스파라거스 해충 친환경 방제제 선발

아스파라거스 주요 해충인 파총채벌레(*Thrips tabaci* Lindeman) 방제를 위해 3가지 시험제재와 3가지 대조약제를 선발하여 기내 및 포장시험을 실시하였다. 시험제재는 님 추출물, 고삼추출물, 제충국추출물을 사용하였고 대조약제로는 친환경 자재인 선초, 다이나 와 화학약제로는 아크리나트린수화제를 사용하였다. 첫 번째로 친환경 방제제 파총채벌레 살충효과 기내시험 결과이다(표 25).

표 25. 친환경 방제제 파총채벌레 살충효과 기내시험

구분	제재명	사충률(%)					
		500배		1000배		2000배	
		24시간	48시간	24시간	48시간	24시간	48시간
시험 제재	님 추출물	65.6	90.6	40.6	78.1	31.3	87.5
	고삼 추출물	46.9	65.6	28.1	87.5	3.1	59.4
	제충국 추출물	71.9	87.5	50.0	81.3	28.1	84.4
대조 약제	선*	-	-	34.4	59.4	-	-
	다이*	-	-	0.0	28.1	-	-
	아크리나트린수화제	-	-	-	-	65.6	81.3
	무처리	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

파총채벌레 20마리를 채집하여 페트리디쉬에 넣은 뒤 아스파라거스에 시험제재 및 대조약제를 묻힌 다음 음건에 건조시킨 뒤 총채벌레가 있는 페트리디쉬에 넣어서 24시간 후 와 48시간 후의 사충률을 조사하였다. 희석배수에 따른 사충률은 님 추출물의 경우 500배액에서 48시간 경과 후 90.6%의 사충률을 보였고 1,000배와 2,000배에서도 500배보다 조금 낮지만 48시간 후의 사충률이 높게 나타났다. 고삼 추출물은 1,000배의 48시간에서 87.5%의 가장 높은 사충률을 보였으며 500배와 2,000배액에서는 시간이 지나도 사충률에 있어서 큰 차이를 보이지 않았다. 대조약제의 경우 친환경 자재인 선초와 다이나는 1,000배액에서 사충률을 보였으나 그 효과는 시험제재에 비해서 매우 떨어졌고 화학약제인 아크리나트린수화제 역시 2,000배액에서 효과를 보였으나 시험제재보다 낮은 사충률을 보였다. 기내시험 결과를 바탕으로 사충효과가 떨어지는 선초 다이나를 제외한 시험제재 3종과 화학약제 1종을 갖고 포장시험을 실시하였다. 강원도농업기술원 내 조성된 포장에서 약제처리 전 타락법을 통해 파총채벌레 사전밀도를 확인 한 뒤 분무기를 통하여 시험제재 및 대조약제를 아스파라거스가 충분히 묻도록 살포를 한 후 처리 후 3일차, 7일차 때 타락법을 통해 포장 내 파총채벌레 밀도를 측정하였다(표 26, 표 27). 3일차 결과를 보면 대조약제에 비해서 시험제재의 방제가가 낮은 것을 확인할 수 있었다. 하지만 7일 후 방제가를 조사한 결과 님, 고삼 추출물의 경우 7일차에도 낮은 방제가를 보였지만 제충국 추출물은 대조약제와 비교했을 때 큰 차이가 없는 높은 방제가를 나타냈다. 기내시험과 포장시험 결과를 종합해 보면 친환경 방제제의 파총채벌레 살충력은 제충국 추출물이 가장 높은 것으로 확인 되었다.

표 26. 친환경 방제제 파충채벌레 살충효과 포장시험(약제처리 후 3일차)

시험약제	처리전밀도	생 충 율 (%)				유익차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평 균		
님 추출물	61.0	53.6	90.0	80.3	74.6	b	33.3
고삼 추출물	58.3	84.7	67.7	63.1	71.8	b	35.8
제충국 추출물	54.3	38.0	58.9	52.6	49.8	c	55.4
아크리나트린수화제(대조약제)	53.3	21.5	33.9	41.0	32.1	c	71.3
무처리	67.0	107.5	115.6	112.6	111.9	a	-

CV(%) 16.6892

표 27. 친환경 방제제 파충채벌레 살충효과 포장시험(약제처리 후 7일차)

시험약제	처리전밀도	생 충 율 (%)				유익차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평 균		
님 추출물	61.0	46.3	66.0	68.6	60.3	b	49.1
고삼 추출물	58.3	37.2	61.0	56.1	51.4	b	56.6
제충국 추출물	54.3	24.0	28.5	21.0	24.5	c	79.3
아크리나트린수화제(대조약제)	53.3	3.9	9.4	32.1	15.1	c	87.2
무처리	67.0	108.8	131.3	115.4	118.5	a	-

CV(%) 16.2487

4. 적 요

〈제1세부과제 : 아스파라거스 생산성 향상 기술 개발〉

(시험 1) 비가림 재배 시 동계 차광처리 효과 구명(14)

- 가. 차광처리에 따른 시기별 지온변화를 검토한 결과, 모든 처리구에서 차광 이후 지온이 낮아지는 것을 볼 수 있었음. 특히 1월 하순 차광 시 무처리에 비해 지온 상승이 현저히 늦춰지는 효과가 나타났음
- 나. 차광처리에 따른 봄(4~5월) 수량을 비교한 결과, 1월 하순 차광처리가 무처리에 비해 수확주수 및 수량이 약 29% 정도 높았음

(시험 2) 비가림 재배 시 관비처리 효과 구명(14)

- 가. 여름철 관비(EC 3.0)처리를 할 경우, 여름철 수량을 14.5% 정도 향상시킬 수 있고, 비료 효율이 높아 비료구입비를 73% 정도 절감할 수 있을 것으로 판단되었음

(시험 3) 비가림 재배 시 적정 줄기세움 시기 구명(15)

- 가. 줄기세움 시기에 따른 봄, 여름 수량을 비교한 결과, '봄수확 2주 후 줄기세움' 처리의 봄 수량은 가장 낮았지만, 여름수량이 1,336kg/10a로 가장 높았고, '봄수확 8주 후 줄기세움' 처리의 봄 수량은 795kg/10a로 가장 높았음

나. 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 시기를 봄수확 2주 후로 하여 단가가 높은 여름수량을 증대시키거나, 봄수확 8주 후로 하여 봄수확을 최대로 하여 재배하는 것이 조수입이 높아 유리할 것으로 판단되었음

(시험 4) 비가림 재배 시 적정 줄기세움 수 구명(15~16)

가. 아스파라거스 비가림재배 시 줄기세움 수를 5줄기(35경/3.3㎡)로 하여 단가가 높은 여름수량을 증대시키고, 이듬해 봄수량을 확보하는 것이 소득 향상에 유리할 것으로 판단되며, 3줄기(21경/3.3㎡)로 할 경우 당해연도 여름수량은 높지만, 이듬해 봄수량이 감소하기 때문에 적합하지 않으며, 7줄기(49경/3.3㎡) 이상 줄기를 세울 경우 봄, 여름 수확량이 다소 감소하므로 줄기세움 시 주의해야 할 것으로 판단되었음

(시험 5) 비가림 재배 시 고온기 환기 효과 구명(15)

가. 환기처리에 따른 여름 상품수확주수 및 상품수량을 비교한 결과, 강제환풍처리에서 다소 높은 경향을 보였지만, 무처리에 비해 유의한 차이가 없었음
나. 아스파라거스 비가림재배 시 단동형 비닐하우스 내 강제환풍 처리는 여름 수량 증대효과가 낮은 것으로 판단되었으며, 이러한 이유는 줄기세움 시 적심높이를 120cm 정도로 낮게 관리하여 여름철 고온에 영향을 받지 않기 때문으로 판단되었음

(시험 6) 비가림 재배 시 줄기세움 후 적정 관수방법 구명(15)

가. 줄기세움 후 관수방법에 따른 상품수량을 비교한 결과, 저상 스프링클러 관수처리에서 636.8kg/10a로 관행 468.7kg/10a보다 36%계 나타났음. 월별 상품수량은 7월에 두 처리간 가장 큰 차이가 나타났으며, 8~9월은 다소 높게 나타났음

(시험 7) 노지 가식(1년생) 시 적정 재식밀도 구명(14)

가. 10a당 재식밀도 16,600주 이상 밀식하였을 때 줄기마름병 발생이 증가하고, 맹아수가 감소하는 것으로 나타났으며, 특히 재식밀도 22,000주에서는 크라운직경, 지하부 생체중, 맹아수가 가장 적게 나타났음
나. 본포 정식초기의 수량을 높이기 위해서는 1년차 노지 가식 시 재식밀도를 12,500주/10a 이하로 넓게 하는 것이 유리할 것으로 판단되었음

(시험 8) 노지 재배 지대별 생육 비교(14~15)

가. 노지 재배 지대별 봄 수량을 비교한 결과, 총 수확경수는 차이가 없었으나, 총 수량, 상품수확경수, 상품수량은 양구지역이 춘천지역보다 상대적으로 적었음
나. 노지 재배 지대별 여름 수량을 비교한 결과, 총 수확경수, 총 수량, 상품수확경수, 상품수량 모두 양구지역이 춘천지역보다 상대적으로 다소 높은 경향을 보였음

(시험 9) 노지 재배 적정 재식밀도 구명(16)

가. 노지재배 시 적정 재식밀도는 병발생율이 낮고, 머리부분의 품질이 우수하고, 상품수량이 높은 2,220주/10a(150×30cm)가 적합한 것으로 판단되었음

(시험 10) 노지 재배 시 적정 적심높이 구명(14)

가. 적심높이를 80cm로 하면 적심처리 당해 연도의 여름 수확량은 증가하지만 과도한 적심으로 뿌리로의 양분전류가 부족하여 저장뿌리의 소질이 나빠지게 되며, 이로 인해 차년도 수량에 영향을 미칠 것으로 판단되었음

나. 여름수확량과 뿌리소질을 비교하여 볼 때, 노지재배에 적합한 적심높이는 100~120cm 정도로 판단되었음

(시험 11) 노지 재배 시 적정 적심시기 구명(15)

가. 적심을 입경 시(5.8)에 처리하는 것이 당해 연도의 여름 수확량을 증가시킬 수 있는 것으로 판단되었음

나. 반면에 적심시기를 입경 후 10일 이후에 할 경우, 상대적으로 당해 연도 여름수확량이 감소하는 것으로 보아 적심시기를 입경과 동시에 실시하는 것이 적합한 방법으로 판단되었음

(시험 12) 노지 재배 시 적정 추비량 구명(16)

가. 노지재배 적정 추비량은 상품수량이 가장 높은 N(30)-P(20)-K(25) 처리가 적합한 것으로 판단되었지만, 차년도 봄 수량에 미치는 영향에 대한 검토가 필요할 것으로 판단되었음

(시험 13) 노지 재배 시 적정 추비시기 구명(15)

가. 노지재배 시 추비시기를 입경 전 15일(4.23)에 처리하는 것이 당해 연도의 여름 수확량을 증가시킬 수 있는 것으로 판단되었음

나. 반면에 추비시기를 입경 후 15일에 할 경우, 상대적으로 당해 연도 여름수확량이 감소하는 것으로 보아 추비시기를 입경 전 15일에 실시하는 것이 적합한 방법으로 판단되었음

<제2세부과제 : 아스파라거스 병해충 방제기술개발>

(시험 1) 아스파라거스 주요 병해 발생양상 조사(14~16)

가. 아스파라거스 주요 병해 발생양상으로는 줄기마름병, 뿌리썩음병, 잿빛곰팡이병, 탄저병의 발생은 없었고 검은무늬병과 잿빛곰팡이병은 3지역 모두 발생하였음

나. 지역마다 조금씩 차이는 있었지만 3지역 모두 7월에 발병률이 증가하여 8월에 감소하는 경향을 보였으며, 연도별 발생양상을 보면 세 지역 모두 2014년에 가장 많은 발생양상을 보였음

(시험 2) 아스파라거스 주요 해충 발생양상 조사('14~'16)

- 가. 아스파라거스 주요 해충 발생양상으로는 나방류, 진딧물류, 달팽이류 발생은 없었고 아스파라거스잎벌레 및 파충채벌레는 3지역 모두 발생하였지만 가장 많은 발생양상을 보인 것은 파충채벌레였음
- 나. 아스파라거스 새순의 총채벌레 발생밀도는 2014년에는 8월에 가장 많이 발생되었고 9월 이후 점차 감소하였으며, 2015년에는 5월에 가장 많은 발생밀도를 나타낸 후 점차 감소하여 10월까지 파충채벌레 발생이 지속되었다. 2016년에는 7월에 발생이 가장 많았지만 2014년과 2015년에 비해선 그 발생량이 매우 적었음

(시험 3) 아스파라거스 친환경 방제법 개발('15~'16)

- 가. 끈끈이트랩 색깔 별 파충채벌레 유인효과로는 파란색 트랩이 노란색 트랩 보다 2~4배정도 유인효과가 더 높은 것으로 나타났으며 평균적으로 약 400마리 이상 더 유인되는 것으로 조사되었음
- 나. 친환경 자재를 이용한 아스파라거스잎벌레 살충효과는 대조약제에 비해 매우 낮았으며 아스파라거스잎벌레 살충효과는 미흡한 것으로 나타났음
- 다. 아스파라거스 병해 친환경 방제제 선발시험으로는 500배, 1,000배에서 모두 2.5% 액상유황이 정향추출물 보다 더 좋은 균사 생장 억제효과를 보였으나 대조약제에 비해선 2.5% 액상유황이 효과가 떨어지는 것으로 나타났음
- 라. 아스파라거스 해충 친환경 방제제 선발시험으로는 기내실험의 경우 500배 48시간 이후의 님추출물이 가장 좋은 효과를 보였고 포장시험은 제충국 추출물이 가장 좋은 방제효과를 보였음

5. 인용문헌

- Abe, T. and T. Kameya. 1986. Promotion of flower formation by atrazine and diuron in seedlings of asparagus. *Planta*, 169:289-291.
- Anonymous, 2000. Pest management in the future: a strategic plan for the Michigan asparagus industry. Workshop Summary, Michigan State University. 43pp.
- Anonymous, 2005. UC IPM pest management guidelines: asparagus. University of California Agriculture and Natural Resources. UC Statewide Integrated Pest Management Program. Publication 3435. 30pp.
- Ando, T., Ohtani, K., Yamamoto, M., Miyamoto, T., Qin, X.-R., Witjaksono, 1997. Sex pheromone of Japanese giant looper, *Ascotis selenaria* cretacea: identification and field tests. *J. Chem. Ecol.* 23, 2413-2423.
- Bae, J. H., Jeong, P. H., Oh, S. K., and Y. G. Ku. 2013. Effect of Shoot Removal Period on Bud Break and Yield of the Asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31(1): 57-58.

- Boo, K.S., Kim, H.S., Jung, C.R. Choi, K.S., Lee, S., Cho, J.R., Lee, M.H., 2003. Studies on the practical application of semiochemicals in pest control. Rural Development Administration. pp 70.
- Bouwkamp J. C. and McCully J. E. (1975) Effects of simulated non-selective mechanical harvesting on spear emergence of *Asparagus officinalis* L. *Scientia Horticulturae* 3:157-162.
- Chin, C. K. and S. A. Garrison. 2008. Functional elements from asparagus for human health. *Acta Hort.* 776:219-225.
- Choi, K. S., Song, J. H., Yang, J. Y., Choi, H., Kim, D. S. Pest species, Damages and Seasonal Occurrences on Greenhouse Cultivated Asparagus in Jeju, Korea *Korean J. Appl. Entomol.* 231-237.
- Culpepper, C. and H. Moon. 1939. Effect of temperature upon the rate of elongation of the stems of asparagus grown under field conditions. *Plant Physiol.* 14:225-270.
- Daningsih, E. 2005. Growth development and related changes in morphology-physiology of asparagus plants associated with their productivity. Ph D thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Fanasca, S., Y. Roupael., E. Venneria., E. Azzini., A. Durazzo, and G. Maiani. 2009. Antioxidants properties of raw and cooked spears of green asparagus cultivars. *International J. Food. Sci. and Technol.* 44:1017-1023.
- Hartung, A. C., M. G. Nair, and A. R. Putnam. 1990. Isolation and characterization of phytotoxic compounds from asparagus(*Asparagus officinalis* L.) roots. *J. Chem. Eco.* 16(5): 1707-1718.
- Haynes, R. J. 1987. Accumulation of dry matter and changes in storage carbohydrate and amino acid content in the first 2 years of asparagus growth. *Sci. Hort.* 32: 17-23.
- Inoue, K., T. Shigenatsu, and Y. Ozaki. 2008. Effect of training the mother fern and time of pruning secondary branching on the yield and size of spears in semi-forced green asparagus(*Asparagus officinalis* L.) *Hort. Res.* 7:91-95.
- Jung, C.R., Park, Y.J., Boo, K.S., 2003. Optimal sex pheromone composition for monitoring *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Korea. *J. Asia-pacific Entomol.* 6, 175-182.
- Kim, C.H. (Representative translator), 1999. Diagnosis and control of pests in horticultural crops and trees, Originally published in Japan by IE NO HIKARI KYOKAI, Tokyo. Korean translation by Pyeon Soo Kwan, Seoul. 958 pp. (In Korean)
- Kim, Y.S. 1985. Effect of environmental factors on the growth of asparagus spears. PhD. Diss. Tokyo Univ. Japan.
- Kim, Y. S., Sakiyama R., Tazuke A. (1989) Effect of temperature on the elongation rate and the estimation of weight of asparagus spears. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science.* 58:155-160.

- Kohmura, H., Watanabe, Y. Muto, N. (2005) Polyphenol Content, Antioxidant Activity and Surface Colour of Asparagus Spears Cultivated under Different Conditions of Sunlight. *Acta Hort.* 776:255–260.
- Korean Society of Plant Protection (KSPP), 1986. A list of plant diseases, insect pests and weeds in Korea, 2nd edition. Suwon, Republic of Korea. 633 pp. (In Korean)
- Ku, D. S., Ahn, S. B., Hong, K. J., Lee, S. H., Kim, J. I., 1999. Does the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman) distribute in Korea or not? *Korean J. Appl. Entomol.* 171–176.
- Ku, Y. G., D. J. Wolley, S. J. Ahn, and J. H. Lee. 2010. Affecting asparagus officinalis shoot and root growth characteristics with CPPU foliar sprays and soil drenching. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28:167–171.
- Ku, Y. G., J. H. Lee, S. K. Bae, K. D. Moon, S. J. Ahn, and G. C. Chung. 2011. Effect of harvesting duration and establishing fern number on spear number, diameter, sugar content and yield of asparagus. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29:57(Abstr.).
- Ku, Y. G., J. H. Lee, G. C. Chung, and J. H. Bae. 2012. Effect of plant density on the characteristics of spear growth and yield of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30:75(Abstr.)
- Lee, J. H., J. H. Bae, and Y. G. Ku. 2013. Effect of two male cultivars of asparagus with low temperature treatment on bud breaking and spear growth. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31(2): 141–145.
- Maeda, T., H. Kakuta, T. Sonoda, S. Motoki, R. Ueno, T. Suzuki, and K. Oosawa. 2005. Anti-oxidation capacities of extracts from green, purple, and white asparagus spears related to polyphenol concentration. *HortScience.* 40:1221–1224.
- Maeda, T., K. Honda, T. Sonoda, S. Motoki, K. Inoue, T. Suzuki, K. Oosawa, and M. Suzuki. 2010. Light condition influences rutin and polyphenol contents in asparagus spears in the mother-fern culture system during the summer-autumn harvest. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 79:161–167.
- Matsubara, S. 1980. ABA content and levels of GA-like substances in asparagus buds and roots in relation to bud dormancy and growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:527–532
- Nichols, M.A. 2007. The Production of Year Round White Asparagus in Greenhouse Using a Coco Peat Medium. *Acta Hort.* 747: 279–281.
- Nicola, S. and Basoccu L. 2000. Containerized Transplant Production of Asparagus: Effects of Nitrogen Supply and Container Cell Size on Plant Quality and Stand Establishment. *Acta Hort.* 511: 249–256.
- Reiners, S. and Garrison, S. A. (1994) Evaluation of the mother stalk method of asparagus production in greenhouse. *HortScience.* 29(9):1016–1018.

- Robb, A. 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus officinalis*) as related to the production of the crop. N.Z. J. Exp. Agr. 12:251-260
- Robert J. Dufault. 1996. Relationship between soil temperatures and spring asparagus spear emergence in coastal South Carolina. Acta Hort. 415:157-161.
- Rodr guez, R., S. Jaramillo, G. Rodríguez., J. A. Espejo., R. Guillén., J. Fernández-Bolaños., A. Heredia, and A. Jiménez. 2005. Antioxidant activity of ethanolic extracts from several asparagus cultivars. 53:5212-5217.
- Rural Culture Association (2008) High quality cultivation techniques of asparagus. Nobunkyo. Japan.
- Seo, H.T., Kim, Y. J., Jang E. H., Hong, D. K. and H. M. Kang (2016) Effects of Early Shading of Roots of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) on Harvesting Time, Spring Yield and Farm Income in Republic of Korea. Acta Horticulturae 1132:155-159.
- Seo, H.T., Kim, Y. J., Jang E. H., Won, J. H. and H. M. Kang (2016) Effect of Environmental Factors on Spear Quality of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during Spring Time in Western Gangwon Province. Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences. 28(2):50-55.
- Seong, K.C. 1996. Dormancy characteristics of root crown in Aster scaber THUNB. RDA. J. Agr. Sci. 105:527-532.
- Seong, K.C., C.H. Kim, J.S. Lee, D.K. Moon, K.H. Kang and Y.C. Eum. 2009. Investigation of proper spring harvesting methods on the summer planted asparagus(*Asparagus officinalis* L.) in Jeju. Journal of Bio-Environment Control. 18(3): 280-284.
- Seong, K.C., J.S. Lee, S.G. Lee and B.C. Yoo. 2001. Comparison of growth characteristics by varieties and effect of rain shelter and mulching on the production of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Journal of Bio-Environment Control. 10(3): 187-196.
- Seong, K.C., J.C. Lee, H.D. Seo, B.C. Yoo, J.W. Lee and H.M. Kwon. 2002. Effect of raising period on the growth and yield of asparagus(*Asparagus officinalis* L.). Korean journal of Horticultural Science & Technology. 43(3): 297-300.
- Seong, K.C., C.H. Kim, J.S. Lee, D.S. Kim and Y.C. Eum. 2006. Optimum number of mother stalks for beter yield and quality in asparagus(*Asparagus officinalis* L.). Journal of Bio-Environment Control. 15(1): 197-201.
- Seong, K.C., J.S. Lee, S.G. Lee, D.S. Kim, Y.C. Eum and K.H. Kang. 2007. Effect of tunnel covering date on harvesting and yield of asparagus(*Asparagus officinalis* L.). Journal of Bio-Environment Control. 16(4): 344-347.
- Seong, K.C., J.S. Lee, and C.H. Kim. 2007. A farm trial study for asparagus production using developed technique. National Institute of Subtropical Agriculture Res. Rep. P. 397-403.

- Seung, K.C., 2007. Asparagus (*Asparagus officinalis* L., Liliaceae). pp. 142–144. In Horticulture in Korea, ed. by Lee, J.M., Choi, G.W., and Janick, J. 390 pp. Published by Korean Society for Horticultural Science, CIR Communication Co, Seoul, Korea.
- Shao, Y., C. K. Chin, C. T. Ho, W. Ma, S. A. Garrison, and M. T. Huang. 1996. Antitumor activity of the crude saponins obtained from asparagus. *Cancer Lett.* 104: 31–36.
- Shou, S. Y., G. Lu, and X. Z. Huang. 2007. Seasonal variations in nutritional components of green asparagus using the mother fern cultivation. *Sci. Hort.* 112: 251–257.
- Sinton, S. M. and D. R. Wilson. 1999. Comparative performance of male and female plants during the annual growth cycle of a dioecious asparagus cultivar. *Acta Hort.* 479:347–353.
- Son D. M., Kim H. J., Jung J. M., Kim S. J., Kim B. S., Yun B. K. and J. H. Lee 2016. Effect of Removal Period of Asparagus Above-Ground Part Mother Stem on the Yield of Spear in the Following Year. *Trends in Agriculture & Life Sciences* 53 : 39–47.
- Sun, T., J. R. Powers, and J. Tang. 2007. Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices. *Food Chemistry.* 105:101–106.
- Pressman, E., A. A. Schaffer, D. Compton, and E. Zamski. 1993. Seasonable changes in the carbohydrate content of two cultivars of asparagus. *Sci. Hort.* 53: 149–155.
- Tomoo M., Kazushige H., Takahiro S., Satoru M., Katsuhiko L., Takashi S., Katsuji O., Masahiko S. (2010) Light Condition Influences Rutin and Polyphenol Contents in Asparagus Spears in the Mother-fern Culture System during the Summer-Autumn Harvest. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science.* 79(2):161–167.
- Wilson, D. R., Cloughley, C. G. and Sinton, S. M. (1999) Model of the influence of temperature on the elongation rate of asparagus spears. *Acta Hort.* 479:297–304.
- Wilson, D. R., S. M. Sinton, and C. E. Wright. 1999. Influence of time of spear harvest on root system resources during the annual growth cycle of asparagus. *Acta Hort.* 479: 313–319.
- Yang, C.Y., Han, K.S., Boo, K.S., 2009. Sex pheromones and reproductive isolation of three species in genus *Adoxophyes*. *J. Chem. Ecol.* 35, 342–348.
- 한국식물병리학회. 2009. 한국식물병명목록 제5판. p. 128–129
- 서현택, 성기철. 2013. 아스파라거스 재배기술

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	영농기술	아스파라거스 비가림 재배 시 동계 차광에 따른 봄철 저온피해 경감 및 수확시기 지연 효과
	학술발표	아스파라거스 비가림하우스 재배 시 겨울철 차광처리가 봄 수확시기에 미치는 영향
	학술발표	아스파라거스 가식 시 퇴비량, 멀칭처리 및 재식밀도가 뿌리생육에 미치는 영향
2015(2년)	영농정보	아스파라거스 노지 육묘 시 적정 재식밀도
	영농정보	아스파라거스 노지 재배 시 적정 적심높이
	영농정보	아스파라거스 주요 병해충 진단, 예찰, 방제시기
	학술발표	강원 아스파라거스 연구현황 및 발전방향
	학술발표	아스파라거스 비가림 재배 시 관비처리가 여름철 생육 및 수량에 미치는 영향
2016(3년)	학술발표	Effects of Early Shading of Roots of Asparagus (<i>Asparagus officinalis</i> L.) on Harvesting Time, Spring Yield and Farm Income in Republic of Korea
	영농기술	아스파라거스 비가림 재배 시 입경 후 저상스프링쿨러 관수처리 효과
	영농정보	아스파라거스 비가림재배 시 적정 입경줄기수 및 입경시기
	영농정보	아스파라거스 노지 재배 시 적정 재식밀도
	영농정보	아스파라거스 노지 재배 시 적정 적심시기
	논문게재	아스파라거스 노지 재배 시 적심 높이 및 시기가 생육 및 수량에 미치는 영향
	학술발표	강원지역 아스파라거스 비가림 재배 시 줄기세움 시기가 수량에 미치는 영향
학술발표	Effects of Early Shading of Roots of Asparagus (<i>Asparagus officinalis</i> L.) on Harvesting Time, Spring Yield and Farm Income in Republic of Korea	

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	-	-	○
	"	기계서기보	박기진	현장조사 지원	○	○	○
	"	농업연구관	방순배	평가분석 지원	○	○	○
	산채연구소	"	홍대기	평가분석 지원	○	○	-
2세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	원현섭	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구관	권순배	평가분석 지원	○	○	○
	"	"	정태성	현장조사 지원	○	○	○
	작물연구과	"	김재록	현장조사 지원	○	○	-
	환경농업연구과	농업연구사	이재홍	현장조사 지원	○	○	○
	"	"	이남길	현장조사 지원	○	○	○
	산채연구소	"	문윤기	세부주관 수행	○	○	-
	환경농업연구과	공무직	손해숙	현장조사 지원	○	○	-
	"	"	황미란	현장조사 지원	○	○	○
"	계약직	강성희	현장조사 지원	-	-	○	