

【별지 제19호 서식】

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ010225)

생산비 절감형 고품질 마늘 생산 및 상품성 향상 기술 개발

(Technical development of cost-effective cultivation, high-quality production and marketability enhancement for garlic)

국립원예특작과학원

연구수행기간

2014.02. ~ 2016.12.

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “생산비 절감형 고품질 마늘 생산 및 상품성 향상 기술 개발”(개발기간 : 2014.02. ~ 2016.12.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 신품종 마늘의 선발과 관련 재배법 개발

제1협동연구과제 : 대주아 이용 상품외통마늘 대량생산 및 대주아 계통 선발

제2협동연구과제 : 한지형 우량 신품종 마늘 재배기술 확립

제3협동연구과제 : 신품종 마늘 종구 생산비 절감형 재배기술 개발

2017 . 2 . 28 .

제1세부연구기관명 : 국립원예특작과학원

제1세부연구책임자 : 한지원

참 여 연 구 원 : 권영석, 김철우,곽정호

제1협동연구기관명 : 충청북도농업기술원

제1협동연구책임자 : 정재현

참 여 연 구 원 : 권영희, 윤영애, 송정숙, 박영숙, 김희필

제2협동연구기관명 : 충청북도농업기술원

제2협동연구책임자 : 전종욱

참 여 연 구 원 : 이상영, 정재현, 박영옥, 권영희, 신동숙, 선주안, 신현일, 김성옥,
김희필, 박영숙, 윤영애, 송정숙

제3협동연구기관명 : 신도영농조합법인

제3협동연구책임자 : 강경택

참 여 연 구 원 : 강봉여, 강민석

주관연구책임자 : 한지원

주관연구기관장 : 국립원예특작과학원장

농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라 보고서
열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제번호	PJ010225		연구기간	2014.2.1.-2016.12.31.	
연구사업명	단위사업명	공동연구사업			
	세부사업명	FTA대응경쟁력향상기술개발			
	내역사업명	원예특용작물 경쟁력 제고			
연구과제명	주관과제명	생산비 절감형 고품질 마늘 생산 및 상품성 향상 기술 개발			
	세부(협동) 과제명	(1세부) 품종 마늘의 선발과 관련 재배법 개발 (1협동) 대주아 이용 상품외통마늘 대량생산 및 대주아 계통 선발 (2협동) 한지형 우량 신품종 마늘 재배기술 확립 (3협동) 신품종 마늘 종구 생산비 절감형 재배기술 개발			
연구책임자	구분	연구기관		소속	성명
	1세부	국립원예특작과학원		채소과	한지원
	1협동	충북도농업기술원		단양마늘연구소	정재현
	2협동	충북도농업기술원		단양마늘연구소	전종옥
	3협동	신도영농조합법인		-	강경택
총 연구기간 참여 연구원 수	총:26명 내부:4명 외부:22명		총 연구개발비	정부:660,000천원 민간: 천원 계:660,000천원	
위탁연구기관명 및 연구책임자	-		참여기업명	-	
국제공동연구	-			-	
- 한지·난지 겸용 품종 ‘홍산’, 대주아 생성 품종 ‘한산’ 선발 - 신품종의 향산화 관련 물질은 한지 재배 시 증가함 - 상품성 있는 외통마늘 생산에 적합한 품종 선발(DL33)과 파종기 확립 - 한지형 마늘 ‘다산’, ‘화산’, ‘대주’ 등의 파종기 및 수확기, 주아 파종 방법 설정				보고서 면수 101	

〈 국 문 요 약 문 〉

연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 농진청 육성 주요 신품종 및 계통의 생육 특성 검정 및 고부가가치 계통 선발 - 신품종 마늘 생력화 재배기술 개발 - 인편 분화율을 낮추고 단구 생산성을 높이기 위한 종구재료 및 종구 크기 및 파종시기 조절 - 실제 생산현장에 활용이 가능한 기술 개발 - 한지형 우량 신품종 마늘의 재배기술 확립 - 신품종 마늘의 파종시기, 수확시기 및 주아재배법 구명 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> - 전국 재배 가능 품종인 ‘홍산’과 대주아 생성 품종 ‘한산’의 선발 - 미숙주아의 기내 배양 후 발아율과 수량에 적절한 마늘종 제거 시기는 출현 후 3주차임 - 단구 및 분구파종이 주아파종보다 상품성 단구수량이 높음 - 중간형(DL33)은 단구형성율과 상품성 단구수량이 가장 높음 - 중간형(DL33)은 10월 26일의 추파 또는 2월 23일의 춘파가 유리함 - 난지형(대서종)은 2월 23일의 춘파가 유리함 - 정책제안 : 한지형 신품종마늘 보급확대를 위한 재배법 추천 - 영농활용 : 한지형 신품종마늘 다산, 화산, 대주 품종의 파종 및 수확시기 - 논문게제 : 한지형마늘의 엽 제거가 수량 및 생육에 미치는 영향 - 학술발표 : 한지형 신품종 마늘의 종구생산을 위한 주아 재배방법 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> - 한지형 및 난지형 대주아 생성 및 고부가가치 품종 선발 - 신품종의 주아재배를 통한 우량 종구 생산 시스템 마련 - 외통마늘 생산기술 농업현장 보급 - 외통마늘 생산성 증대를 위한 춘파재배 확산 - 한지형 신품종 마늘의 주산지 시범재배 및 보급체계 구축 				
중심어 (5개 이내)	우량 품종 개발	생산비 및 노동력 절감			

〈 Summary 〉

Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> - To investigate growth characteristics of the new garlic varieties and select a high value garlic lines - To develop reducing labor and production cost method for the new garlic varieties - To investigate the factors responsible for decreasing clove differentiation rate of garlic and for increasing the productivity of single bulb compared the regulation of seed bulb materials, seeding period - To adjust real producing field - Establish of cultural technology of northern type new variety garlic - Studies on seeding time, harvesting time and bulbil cultivation method of northern type new variety garlic 				
Results	<ul style="list-style-type: none"> - ‘Hongsan’ which can be cultivated north and south area and ‘Hansan’ which producing big seed bulbs is selected - Optimal time to get rid of garlic shoots was 3 weeks after the garlic shoots appeared - Single bulb and clove materials produced higher commercial single bulb compared with bulbil - Intermediate type(DL33) showed highest commercial single bulb - Intermediate type(DL33) was performed well Oct. 26 and Feb. 23 - Warm type(Daeseojong) was more favorable Feb. 23 - policy proposal : Recommendation cultivation method for expanding new variety in northern type garlic - Practical utilization : Seeding and harvesting times of northern type new garlic ‘Dasan’, ‘Hwasan’ and ‘Daeju’ - Research paper Publication : Effect of leaf removal on yield and growth in northern type garlic. Publication Request - Annual Conference : Effect of cultivation method for seed bulb production by northern type new variety garlic bulbil. 				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> - Selection of south and north type garlic producing big seed bulb and having high value lines - Development elite garlic seed production system through cultivate seed bulbs of new garlic varieties - Dissemination of single bulbing production technology in farming - Spread of spring cultivation for single bulb productivity increasing - Cultivation trial and establishment of distribution system for cultural technology of northern type new variety garlic 				
Keywords	Development of elite lines	Reduction of labor & production cost			

〈 목 차 〉

제 1 장	연구개발과제의개요	7
제 2 장	국내외 기술개발 현황	10
제 3 장	연구수행 내용 및 결과	11
1절	신품종 마늘의 선발과 관련 재배법 개발	11
2절	대주아 이용 상품 외통마늘 대량생산 및 대주아 계통 선발	42
3절	한지형 우량 신품종 마늘 재배기술 확립	73
4절	신품종 마늘 종구 생산비 절감형 재배기술 개발	87
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	94
1절	목표대비 대외 달성도	94
2절	정량적 성과	94
제 5 장	연구결과의 활용계획 등	94
제 6 장	연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	94
제 7 장	연구개발성과의 보안등급	95
제 8 장	국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황	95
제 9 장	연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	95
제 10 장	연구개발과제의 대표적 연구실적	96
제 11 장	기타사항	98
제 12 장	참고문헌	99

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제1절 연구 개발 목적

최근 마늘의 전국 재배면적은 2000년 44,941ha이었다가 2015년에는 20,638ha로 54% 감소되고 생산량도 꾸준히 줄어드는 만큼 중국산 마늘 수입이 점차 증대될 것으로 전망된다. 마늘 재배면적의 감소 원인은 상업성 작목보다 소득이 낮은 데도 원인이 있지만, 그 보다는 고령화와 기계화 이용 저조로 인한 인건비 부담이 높기 때문으로 마늘 재배에서 노력비가 차지하는 비중은 40%~48%로 매우 높다. 국내산 마늘은 수입산인 중국산의 평균 생산비보다 약 5배정도 높아 경쟁력이 취약한 실정이다. 또한 경제적 문화적 수준 향상에 따른 웰빙문화의 영향으로 소비자의 건강에 대한 관심이 증가되어, 안전, 친환경, 고품질 마늘 수요가 증가하고 있고, 세계에서 국민 1인당 마늘 소비량이 가장 많은 우리나라이지만 관련 고품질 마늘의 재배와 생산 관련 연구를 위한 기반 조성이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 또한 한중 FTA 타결로 그 피해가 심각하여, 국내 마늘산업의 붕괴 가능성 상존하고 있다.

따라서 본 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 기존에 개발된 또는 개발 중인 신품종 및 신품종 후보 계통들에 대한 지역 별 맞춤형 생력화 재배기술을 개발하고, 우량 종구의 대량 증식과 보급을 위한 종구 생산기술 개발하는데 중점을 두고 추진되었다. 또한 대주아를 이용한 상품외통 마늘 생산 기술을 개발하여 농가 부수입 증대에 기여하는 것은 물론, 대주아 생성 품종의 선별을 통하여 종구비 절감을 이루고자하였다. 신품종의 최적 재배, 관리 및 생력화 재배법 개발이라는 중점 개발 목적과 더불어 우량 신품종을 신속하게 선별하고 관련한 우량종구의 대량증식과 분양을 통해 궁극적으로는 생산비 절감을 통한 국산 마늘의 국제 경쟁력향상을 이루고자 하였다.

외통마늘은 수확 이후 출하까지 관리 작업이 간편해 농가부담을 완화시킬 수 있다. 또한, 소비·이용자 입장에서 인편마늘에 비하여 외통마늘은 마늘까기에 간편하고 취급이 용이한 장점이 있기 때문에 구매력이 높고 가격도 일반마늘보다 두 배로 비싸 생산만 원활하다면 시장점유율이 점차 높아질 것으로 보인다.

이에 대주아 품종 및 계통을 이용하여 외통마늘 생산성을 높이기 위한 2차 추비시기 및 재식거리 조절, 춘파재배를 통한 인편분화율이 낮고 단구 생산성을 높일 수 있는 방법을 발굴하고자 하였다. 본 연구를 통하여 마늘의 인편분화와 구비대의 생리, 생태적인 이론적 접근과 실제 생산현장에 활용이 가능한 기술을 개발할 목적으로 시험을 수행하였다.

또한 수입산 마늘에 대응하고, 국내산 마늘 재배 농가를 보호하기 위해서는 생산비 절감형 신품종 마늘 육성과 생산기술 개발이 필요한 실정이기에 본 연구는 농촌진흥청에서 새로 육성한 한지형 우량 신품종 마늘의 재배기술을 확립하고자 수행하였다.

제2절 연구 개발의 필요성

마늘은 2015년 기준 국내 재배면적은 20천 ha, 생산량은 266천 톤에 이르는 주요채소이다. 현재 남부해안지방에서는 난지형 마늘, 중부내륙지방에서는 한지형 마늘을 재배하고 있으나 바이러스 감염 및 병해충 방제, 단위 면적당 수확량, 생산량, 생산비 등의 차이가 심하게 나타나고 있다. 또한 국내산 마늘은 수입산인 중국산의 평균 생산비가 약 5배정도로 높아 경쟁력이 취약한 실정이고 경쟁력을 강화시키기 위해서는 생산비 중 점유율이 높은 종구비

(33%), 노력비(40%) 절감이 시급하며, 현재 진행 중인 농업의 개방화가 가속될수록 그 피해가 심각하여, 국내 마늘산업의 붕괴 가능성이 상존하고 있다. 이와 같은 환경 속에서, 국내 마늘 재배 농가를 보호하고, 수입산 마늘과는 차별화된 국내산 마늘의 특성화를 위해서는 생산비 절감형 고품질 마늘 생산 기술과 관련 상품성 향상 기술의 개발이 절실한 시점이다.

경제적 문화적 수준 향상에 따른 웰빙문화의 확산으로 소비자의 건강에 대한 관심이 증가되어, 안전-친환경-고품질 마늘 수요가 증가하고 있고, 세계에서 국민 1인당 마늘 소비량이 가장 많은 우리나라(약 12kg/인/연)이지만 관련 고품질 마늘의 재배와 생산 관련 연구를 위한 기반 조성이 이루어지지 못하고 있는 것이 사실이다. 따라서 농진청 개발 신품종 마늘의 국제 경쟁력 향상을 위해, 고품질 마늘의 생산비 절감형 재배 시스템을 구축하고 우량 품종의 신속, 대량 농가 보급을 이루어, 마늘 중주국으로서의 위상을 확보해야 한다.

가정, 음식점소에서 마늘까기 작업이 어려워 수입산 깎마늘과 통마늘의 수요가 증대되고 있고, 일부 농가에서 종구용 및 출하용 통마늘 생산을 위해 춘파재배가 이루어지고 있는데, 비상품 인편과 작은 통마늘로 4월 상순경 파종하고 있으며, 추비는 인편분화가 완료된 후에 1~2회 시용하여 통마늘 크기를 키우고 있다. 그러나 농가에서 생산된 통마늘은 크기가 작아 상품화 비율이 20~30%로 낮고 통마늘 비율도 낮아 겉모양은 외통마늘이지만 인편수가 2~3개인 마늘이 많다. 추비, 재식거리, 재배기간 단축 등 양수분 흡수량 저하와 주아파종, 춘파파종 및 무피복 재배 등으로 인편분화율을 낮추는 시도가 행해지고 있으며, 춘파연구는 대부분 추파와 비교한 생산성 검증 시험으로 외통마늘 생산을 목적으로 한 연구는 거의 없는 실정이다.

제3절 연구 개발 범위

가임 마늘을 이용한 교잡육종의 결과로 개발된 우량 계통을 한지 및 한지권의 주산지 지역 적응성 평가를 통해 최적 품종을 선발함은 물론, 대주아 생성 신품종의 생태권 별 최적 재배법 개발하여 농가에 제시하고, 이에 필수적인 한지 및 난지형 우량 종구의 표준 생산법의 개발, 보급과 종구비 감소 기술을 개발하고자 하였다. 또한 대주아 형성 품종을 이용한 우량 종구 생산 기술 확립하여 마늘 생산비 절감에 기여하고자 하였다. 한지형 재배에 있어 장마철 수확에 따른 감모율 증대를 효과적으로 줄일 수 있는 조기 수확용 한지형 우량품종의 선발과 관련 우량종구 생산 실용화 모델 개발로 신품종 보급기반 조성에 기여하고자 함은 물론 항균, 항암 등의 고부가가치 신품종의 선발과 재배법 개발을 통해 새로운 시장 창출에 단초를 제공하고자 하였다.

대주아를 이용한 상품성 외통마늘 생산을 위한 2차 추비시기는 4월 중순 이후 추비시기를 달리하여 질소질 비료와 칼리질 비료를 시용하여 외통마늘의 크기를 증대시키는 추비방법을 구명하고자 하였다. 대주아 적정 재식거리는 대주아를 가을에 주간거리를 2.5cm, 5cm, 7.5cm 및 10cm로 파종하여 재식거리에 따른 외통마늘 생성율을 구명하였다.

한지형 마늘 중에서 0.5g 이상 되는 대주아 비율이 높으면서 생육과 수량성이 우수한 계통을 선발하여 신품종 육성에 활용하였고, 춘파재배 시험은 10월 추파와 비교하여 2월 하순부터 4월 상순 까지 생태형(한지형, 중간형, 난지형)과 종구재료(주아, 단구, 분구)를 달리하여 외통마늘 생산성이 높은 요인을 찾고자 하였다.

기후온난화에 따른 한지형 마늘 재배면적이 줄어들고 있는 실정이나 우리나라 김장시장에

서 없어서는 안 될 한지형 마늘은 기본적으로 수요는 계속 있을 것으로 생각되며, 최근 육성된 10여종의 한지형마늘중 기능성 마늘 및 생력화가 가능한 마늘의 특성과 파종 및 수확기 등 기본적인 재배기술을 확립하여 농가에 신품종을 보급하는데 기여하고자 수행하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

우리나라에서 현재 이용되고 있는 마늘의 품종은 별도의 육종과정 없이 오랫동안 한 지역에서 재배를 거듭하는 방식으로 이어져 왔기 때문에 유전적인 다양성이 부족하며, 전체 마늘 생산의 70% 이상을 차지하는 난지형의 경우 대부분이 외국 유래의 도입종(남도, 대서, 자봉 등)인 실정이다. 이와 같은 현실을 극복하기 위해 농촌진흥청에서는 가임 마늘간 교잡을 위한 모본의 개화기 조절, 주아적제, 매개충 이용 교배 등 재종을 위한 기술을 확립하였고, 실생종자의 발아율 향상을 위한 기내 파종법 및 품종을 육성('12, '13, 원예원 : '다산', '화산', '산대', '천운', '풍산', '대주' 등)하였다. 또한 마늘종을 식품 재료로의 이용뿐만 아니라 주아를 이용한 외통마늘의 생산과 2년차 외통마늘 재배를 통한 종구용 인편의 생산 등 체계적인 기술 보급을 통해 마늘의 생산성이 20% 이상 향상되는 기술과 이를 통해 종구 생산 연한을 절반으로 단축 가능하게 되었다. 그러나, 단양, 삼척, 서산, 의성 등 대부분의 한지형 재배 지역에서는 대주아를 활용한 종구 생산 연구가 수행되지 않아 난지형과의 생산비 격차가 더욱 커지고 있는 실정이다.

마늘 종구의 지역 별 교환 재배의 효과는 알려져 왔으나, 생태형 별, 또 지역별 그 수량성과 재배 용이성의 체계적 비교 연구 및 생태형 별 우량 종구 생산을 위한 일관 생산 기술 관련 연구는 희소한 실정이나, 일부에서는 종구비용 절감을 위한 우량종구(주아) 생산 시범포 운영(신안군 농업기술센터, 2011), 신품종 '단산' 적정 시비량·수확시기 구명(마늘연구소, 2013), 신품종 '대주' 및 '원교57022' 등의 적정 시비량·수확시기 구명(마늘연구소, 2012) 등의 연구가 이루어져 왔다. 미국 등 선진국에서는 근적외선 분광광도법, X선 형광분석, GC-MS 전자코, ICP/MS 등을 이용하여 식품 및 농산물의 원산지 판별을 종합적인 분석결과를 토대로 판별하고 있다.

마늘의 품종 육성 및 지역 별 재배 적품종 선발에 관한 연구는 미국, 일본, 이스라엘 등에서 이루어지고 있지만, 상용 품종화 되거나 전국 단위의 생산비 절감 등에 관한 연구는 미미한 실정이고, 미국의 경우 마늘 재배지와 종구 생산지역이 서로 다르고, 종구 생산은 건조하고 냉량한 고지대에서 우량 종구를 생산해 보급하는 체계(2005, USDA)를 구축하고 있다. 그 예로, 미국 마늘 재배의 80~90% 이상이 캘리포니아주에서 이루어지고 있으나, 종구는 인근 지역인 네바다주, 오리건주에서 구입해 사용되고 있는 실정이다. 주아재배의 경우 미주, 유럽 등의 서구에서는 극히 일부 농업관련 연구소 또는 선도 농가에서의 실험적인 재배에 그치는 수준(Mary Jasch-www.njskylands.com)을 보이고 있다. 마늘의 다양한 가공 및 저장법에 대한 연구와 각각에 따른 기능성 물질과 기타 영양성분의 변화 등에 대한 연구가 수행 중이다.

일부 농가에서 종구용 및 출하용 통마늘 생산을 위해 춘과재배가 이루어지고 있는데 비상품 인편과 작은 통마늘로 4월 상순경 파종하고 있으며, 추비는 인편분화가 완료된 후에 1~2회 시용하여 통마늘 크기를 키우고 있다. 그러나 농가에서 생산된 통마늘은 크기가 작아 상품화 비율이 20~30%로 낮고 통마늘 비율도 낮아 겉모양은 외통마늘이지만 인편수가 2~3개인 마늘이 많다.

춘과재배는 가을 파종을 놓쳤거나 한랭한 지역에서 주로 이용되어 왔으나 생산량이 적고, 추대되면 생육이 길어져 장마기에 수확작업이 겹칠 우려가 있어 재배를 기피하여 왔다. 외통마늘 생산을 위하여 주아를 가을에 파종하거나 비상품 인편마늘 혹은 작은 외통마늘을 봄철에 파종하는데, 분구율이 높아 상품성 있는 외통마늘은 많지 않은 실정이다.

중국은 독산(獨蒜)이란 이름으로 상품외통마늘이 판매되고 있으며, 운남성 대리시에서 작은 인편을 12~1월에 파종하여 생산하고 있으며(중국 상무부, 2013), 미국의 경우는 마늘 재배지와 종구 생산지역이 서로 다르고 종구 생산지역은 건조하고 서늘한 고지대에서 생산하는 우량종구 보급 체계가 갖추어져 있다(2005, USDA).

일본의 야채 연구소는 유리온실 및 조직배양을 이용하여 바이러스 프리원종(원원종) 생산과 종구 전업농에서 2년 증식 후 보급하는 체계로 운영되고 있으며, 종구 전업농에게 정부에서 보조금을 지원하고 있다.

제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

제1절 : 신품종 마늘의 선발과 관련 재배법 개발

1. 연구사

국내산 마늘의 경쟁력을 높이기 위해서는 현재 재배되고 있는 품종의 생력화 재배뿐만이 아니라 수량성이 높고 기호성이 좋은 신품종을 발굴하여 활용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다. 국내는 한지형 마늘 생산지역과 난지형 마늘 생산지역이 다르므로 수원, 무안, 단양, 제주 등의 지역에서 원예원 육성 계통의 평가를 통해 재배 유형별 적품종을 선발, 그 특성을 파악하고 효율적인 재배 방법과 주아 갱신방법 등을 개발해야 할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 1차년도 실험을 통해 선정한 원예원 육성 신품종 ‘한산(원교 57022호)’과 ‘홍산(원교57025호)’, 기능성 물질인 알린을 다량 함유한 ‘화산’의 재배법 등을 파악하였다.

마늘은 영양 번식 작물로서 해가 거듭될수록 바이러스 등으로 인해 수량이 감소하는 경향을 보이므로 주아를 통한 인편 갱신이 필요하다. 그러나 주아가 충분히 성숙할 때 까지 화경을 제거하지 않는 경우 지하부의 수량이 적어지기 때문에 농가에서는 주아 재배를 통한 종구 갱신을 꺼리는 경향이 있다. 따라서 적절한 수량성을 유지하며 미숙 주아를 채취, 성숙주아로 후숙하는 방법의 구축을 통해 신품종 마늘의 주아 갱신 방법을 확립하고자 한다. 마늘의 기능성 물질은 널리 알려져 있으며 소비자의 선호도와도 연관이 되어 있기 때문에 선정된 신품종 마늘에 포함된 기능성 물질의 기존 재배 품종과의 비교 또한 필요하다.

마늘종이 길어질수록 지하부 생육이 저하된다는 것은 익히 알려진 사실이나 신품종에 대한 연구 또한 필요하다. 또한 마늘은 관행적으로 잎이 황변하며 도복이 되면 수확기에 접어들게 되는데 ‘홍산’의 경우 기존 재래종이 도복하는 시기에도 잎이 푸른색을 띠어 수확시기 설정에 곤란을 겪고 있다. 수확기가 늦어지면 후작물의 파종에 영향을 주므로 수확기를 설정할 필요가 있다. 따라서 수확기 설정을 위해 잎을 제거하고, 또한 조기 수확을 토해 잎의 황변이나, 수확기가 수량에 어떠한 영향을 미치는지 확인하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 원예원 육성 계통의 특성 평가

다산, 원교 57022, 원교57025 등 신품종 및 우량 계통과 단양, 남도 등 대비종 총 10계통을 사용하였고 수원, 남해, 무안, 제주, 단양 즉 한지 및 난지권 5개소에서 재배시험을 수행하고 지역별로 초장, 구중 등 생육 특성을 조사하였다. 종구의 파종은 지역 기후에 맞도록 난지지역은 9월 상순에서 하순, 한지지역은 10월 하순경에 파종을 실시하였다. 수확 또한 지역 특성에 맞는 시기에 실시하였다.

2.2. 원예원 육성 신품종의 주아 재배법 개발 및 기능성 물질 분석

2.2.1. 미숙주아 후숙을 통한 주아 재배법 개발

‘한산’과 ‘홍산’의 미숙주아를 채취하여 기내 배양을 통해 성숙주아를 획득하고, 관행 노지 재배에서 성숙주아를 획득했을 때의 수량성을 비교하였다. 마늘종 출현기 이후 1주차, 2주차, 3주차, 4주차에 주아를 획득하였으며 기내 배양액은 물과 절화수명연장용액을 이용하였다. 배양

온도는 15℃, 25℃조건에서 실험을 실시하였다. 또한 주아를 얻기 위한 적절한 화경 제거기를 화경 출현 후 1주차, 2주차, 3주차, 4주차에 제거를 하여 적절한 제거시기를 실험하였다.

2.2.2. 신품종 마늘의 기능성 물질 분석

‘한산’과 ‘홍산’의 항산화능을 분석하였다. 또한 재배지에 따른 물질함량 또한 차이를 보일 것으로 보고 완주, 무안, 제주 지역에서 재배한 동일 품종간의 비교를 수행하였다.

□ Allicin함량 분석

HPLC-DAD로 분석하였다. Analytical column은 Agilent Zorbax SB-C₁₈ (4.6 x 250mm, 5 μm)를 사용하였다.

□ Alliin 분석

HPLC-DAD(Agilent 1260)로 분석하였다. Analytical column은 synchronis C₁₈ (3 x 150mm, 5 μm, thermoscientific, USA)를 사용하였다.

□ 일반 성분 분석

수분함량은 분쇄한 시료 약 1 g을 취하여 적외선 수분측정기(MB45, OHAUS, Pine Brook, NJ, USA)로 측정하였다. 조단백과 조지방 함량은 AOAC방법에 준하여 조단백질은 분쇄한 시료 2 g을 취하여 Kjeldahl 질소정량법으로 측정하였고 조지방은 분쇄한 시료 5 g을 취하여 Soxhlet 추출법으로 분석하였다.

□ 함황화합물의 분석

GC(Claruss 60, PerkinElmer life and analytical sciences, Shelton, CT, USA)를 이용하였다. 분석용 컬럼은 Elite-5(Crossbond 5% diphenyl-95% dimethyl polysiloxane, 30 m×0.25 mm(id)×0.25 μm(df), PerkinElmer, USA)를 이용하였다.

□ 무기물 함량

Inductively Coupled Plasma(ICP, Optima 7300DV, Perkin-Elmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였다.

□ 총 페놀 및 플라보노이드 함량 측정

총 페놀 함량은 실온의 암실에서 1시간 정치한 다음 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀 함량을 계산하였다. 총 플라보노이드 함량은 실온의 암실에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma-Aldrich Co.)을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

□ ABTS 라디칼 소거활성

7 mM의 ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 다음 암실에서

12~16시간동안 반응시킨 후 증류수를 가하여 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 조정하여 사용하였다. 시료액의 경우 분쇄한 마늘 2 g에 40 ml 증류수를 가하여 일정시간 추출하여 여과지로 여과한 뒤 실험에 사용하였다. ABTS 용액에 동량의 시료액을 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.2.3. 마늘중 제거 최적 조건 구명

‘홍산’과 ‘한산’ 품종의 마늘중 제거는 5월 20일, 5월 27일, 6월 3일, 6월 10일 총 4회에 걸쳐 제거하였고, 마늘중 제거시기에 따른 생육과 수량 특성을 조사 하였다.

2.3. 원예원 육성 신품종의 재배법 개발

잎은 6월 10에서 6월 13일 경 가장 높은 위치에 착생한 엽의 끝에서부터 1/3, 1/2, 2/3지점을 제거하였다. 수확은 6월 9일, 6월 13일, 6월 17일, 6월 22일에 각각 수확하여 한 달 건조 후 생육 특성과 수량을 조사하였다. 또한 위의 처리에 따른 신품종 ‘홍산’의 일반 물질 함량과 알린, 항산화 물질 함량의 변화를 조사하였다. 실험방법은 상기(2.2.2.)와 같다.

표 1. 시험 계통의 주요 특성

계통명	초 장 (cm)	엽 수 (매)	엽초경 (cm)	인편수 (개)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	구 중 (g)	수 량 (kg/10a)	비고
남도(대비)	92.7	8.7	19.7	9.2	43.2	54.4	47.6	2,373	
의성(대비)	78.0	8.0	11.4	6.0	35.1	43.4	35.1	1,194	
단양(대비)	72.6	7.9	11.9	6.4	29.4	35.5	24.7	688	
원교57022	79.0	9.5	13.3	6.0	33.8	45.9	38.0	1,183	대주아
원교57023	55.9	8.2	10.3	5.9	31.4	37.7	22.6	1,099	
원교57024	63.0	8.4	11.5	5.7	31.3	36.6	23.0	1,096	
원교57025	88.8	8.7	13.4	5.9	30.8	43.9	39.3	1,230.1	
원교57026	78.6	7.7	13.0	7.6	27.8	43.6	31.9	998.4	
원교57027	66.3	9.1	11.0	6.7	27.9	40.5	29.6	923.5	
원교57028	71.0	8.3	11.4	5.1	27.7	39.9	29.8	929.8	
원교57029	67.2	8.8	11.8	7.0	32.2	39.6	31.0	967.2	
원교57030	73.6	9.7	11.2	6.8	27.6	41.5	29.2	911.0	
원교57031	80.2	8.8	11.1	6.7	34.0	42.8	36.0	1,123.2	대주아

3. 결과 및 고찰

3.1. 원예원 육성 계통의 특성 평가

가. 당년 지역별 시험 성적

표 2. 수원지역 생육 성적 요약

계통명	초 장 (cm)	엽 수 (매)	엽초경 (cm)	인편수 (개)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	구 중 (g)	수 량 (kg/10a)
의성(대비)	59.7	7.6	8.1	5.7	30.2	38.6	23.3	848.3 d ^b
단양(대비)	64.2	7.2	9.1	6.4	32.2	40.0	26.8	975.7 c
원교57022	80.1	8.1	11.1	6.4	37.1	51.8	46.4	1689.3 a
원교57023	72.3	8.3	10.4	5.7	33.6	37.6	22.2	808.3 d
원교57024	68.2	7.4	10.1	3.9	29.6	33.8	25.1	913.8 c
원교57025	75.3	7.2	10.0	5.6	30.1	38.7	23.0	837.4 d
원교57026	79.3	7.4	10.5	6.2	33.3	46.9	33.8	1230.6 b
원교57027	72.3	7.2	9.1	5.7	33.6	38.8	26.7	972.1 c
원교57028	68.2	7.4	10.1	3.9	29.6	33.8	25.1	913.8 c
원교57029	64.7	6.8	9.2	5.6	34.0	37.8	19.0	691.8 e
원교57030	67.5	8.4	10.3	5.6	33.8	40.9	26.6	968.5 c
원교57031	75.2	7.9	11.0	6.6	38.3	48.3	43.2	1572.8 ab

JLSD 1%

수원에서 생육 결과 원교57022와 원교57031이 수량성에서 월등한 것으로 조사되었고, 원교57030에서는 스펀지 마늘이 발생하였다.(7%)

표 3. 남해 지역적응성 시험 결과 요약

계통명	출현율 (%)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽초경 (mm)	인편수 (개)	구고 (mm)	구경 (mm)	구중 (g)	수량 (kg/10a)	스펀지마늘 출현율(%)
남도(대비)	100	96.2	9.6	16.2	7.6	42.3	48.0	37.6	1368.9	0.4
원예 57022호	99	89.5	9.8	15.8	8.9	44.4	47.4	39.6	1441.8	17.7
원예 57023호	99	77.2	10.0	14.8	6.6	42.0	41.3	33.4	1216.0	1.6
원예 57024호	100	78.4	10.4	15.2	6.8	45.2	43.3	38.2	1390.8	0.9
원예 57025호	90	98.9	10.1	16.1	8.7	45.5	54.1	55.4	2017.0	0.0
원예 57026호	97	95.8	10.2	16.0	7.9	44.6	52.0	51.7	1882.3	1.0
원예 57027호	88	73.4	10.0	14.1	5.4	42.5	41.0	29.7	1081.3	0.0
원예 57028호	99	81.9	10.8	16.8	4.6	46.8	42.2	37.0	1347.1	14.2

원예 57029호	89	74.5	9.1	13.0	7.1	38.9	41.7	32.0	1165.1	0.0
원예 57030호	98	82.8	12.3	15.6	5.3	42.4	42.1	35.2	1281.6	31.3
원예 57031호	78	96.1	10.3	15.9	7.4	42.7	42.9	33.2	1208.7	0.0

* DMRT .05

계통별 생육조사 결과 초장은 원예57025호가, 엽초경은 원예57028호가 가장 컸다. 계통별 구 특성을 조사한 결과 원예57025호가 대비품종(남도)보다 인편수가 많았고, 구중이 무거워 단위면적당 수량도 높았다. 스펀지마늘 발생율은 원예57031호가 31.3%로 가장 많았고, 원예57022 및 원예57028호도 비교적 많았다. 시험계통에 있어서 문제시 되는 병해충은 없었다.

표 4. 단양 지역 시험계통의 출현기, 추대기, 2차생장 및 병해발생 정도

연번	시험계통	출현기 (월.일)	추대기 (월.일)	2차생장 발생정도 (0~9)	병 해 발생정도 (0~9)
1	단양종	02.21	5.22	1.7	0
2	의성종	02.20	5.23	3.0	0
3	원교57022호	11.50	5.16	0.0	0
4	원교57023호	11.10	5.22	0.3	0
5	원교57024호	11.05	5.22	0.0	0
6	원교57025호	11.06	5.17	0.0	0
7	원교57026호	11.06	5.17	0.0	0
8	원교57027호	11.10	5.22	0.7	0
9	원교57028호	11.05	5.18	2.7	0
10	원교57029호	11.10	5.19	7.7	0
11	원교57030호	11.10	5.18	0.3	0
12	원교57031호	02.20	5.19	0.0	0

표 5. 단양 지역시험 마늘 지상부 생육특성

연번	시험계통	초장 (cm)	엽수 (개)	엽폭 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	화경장 (cm)	화경경 (mm)	총포경 (mm)
1	단양종	72	8.8	19.4	24.1	9.1	49	4.4	14.9
2	의성종	70	8.3	19.2	22.2	8.9	50	4.0	12.4

3	원 교57022호	77	8.8	17.6	32.8	9.1	81	5.7	23.4
4	원 교57023호	68	9.2	14.2	29.1	9.1	69	4.3	7.0
5	원 교57024호	66	8.8	14.7	28.8	8.4	71	4.4	7.2
6	원 교57025호	70	7.7	15.1	29.7	9.2	85	6.8	15.2
7	원 교57026호	72	8.3	18.2	30.6	9.8	92	7.9	17.6
8	원 교57027호	60	8.4	12.6	23.9	8.1	62	4.1	6.9
9	원 교57028호	61	7.7	15.4	25.3	9.1	79	5.5	10.8
10	원 교57029호	62	7.5	14.0	22.6	8.2	69	4.4	8.1
11	원 교57030호	65	8.5	13.9	29.6	7.8	75	4.7	18.6
12	원 교57031호	75	8.1	20.9	26.3	9.7	67	5.0	17.4

표 6. 단양 지역시험 마늘 지하부 생육조사 결과

연번	시험계통	구 경 (mm)	구 고 (mm)	인편수 (개)	구 중(g)	
					화경무제거	화경제거
1	단양종	49	42	7.7 a	31.0 ab	34.3
2	의성종	46	42	7.2 ab	30.4 abc	32.4
3	원 교57022호	46	42	5.6 cd	27.1 bcd	33.2
4	원 교57023호	44	41	6.1 c	23.7 c-f	32.5
5	원 교57024호	43	40	5.7 cd	23.2 def	29.5
6	원 교57025호	47	39	5.0 d	22.7 def	36.8
7	원 교57026호	46	39	4.6 d	25.7 b-e	37.2
8	원 교57027호	41	39	4.9 d	19.8 f	29.5
9	원 교57028호	40	39	3.5 e	19.1 f	32.2
10	원 교57029호	41	37	4.9 d	18.9 f	30.5
11	원 교57030호	42	40	4.6 de	21.8 ef	28.8
12	원 교57031호	45	42	6.3 bc	33.2 a	41.8

표 7. 단양 지역시험 마늘 수량조사 결과

연번	시험계통	수 량(kg/10a)		수량지수	
		화경무제거	화경제거	화경무제거	화경제거
1	단양종	1,215	1,291	100 ab	100
2	의성종	1,153	1,242	95 abc	96
3	원교57022호	1,084	1,327	89 bcd	103
4	원교57023호	946	1,299	78 c-f	101
5	원교57024호	930	1,181	77 def	91
6	원교57025호	909	1,474	75 def	114
7	원교57026호	1,030	1,489	85 b-e	115
8	원교57027호	793	1,180	65 f	91
9	원교57028호	763	1,289	63 f	100
10	원교57029호	758	1,218	62 f	94
11	원교57030호	872	1,151	72 ef	89
12	원교57031호	1,326	1,672	109 a	130

표 8. 무안 지역 시험계통의 지상부 생육조사 결과

계통 및 품종	추대기 (월.일)	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매/주)	수확일 (월.일)
남도(대비)	4.29	89.7 c	41.1	19.8	7.9 f	5.29
원교57022호	5.9	95.0 b	37.7	20.2	8.6 e	5.29
원교57023호	5.18	75.6 fg	21.7	19.9	9.8 bc	5.29
원교57024호	5.20	80.9 de	22.8	15.7	10.1 b	6.2
원교57025호	5.12	100.3 a	35.5	20.3	9.3 cd	6.5
원교57026호	5.12	95.5 b	32.5	20.0	8.9 de	6.5
원교57027호	5.20	73.8 g	20.8	17.6	9.6 bc	6.2
원교57028호	5.20	79.7 def	25.8	19.9	9.3 cd	6.2
원교57029호	5.12	77.1 efg	23.4	18.2	8.8 de	6.5
원교57030호	5.20	82.2 d	33.6	18.5	11.8 a	6.2
원교57031호	5.20	94.7 b	28.4	19.5	9.8 bc	6.2

※ 과종 : 2013년 9월 25일, 생육조사 : '14년 5월 7일, * DMRT(5%), 추대기 : 40% 출현시

표 9. 무안 지역 시험계통의 수량특성

계통 및 품종	인편수 (개)	구경 (mm)	구중 (g/구)	구고 (mm)	대구율 (%)	불결구율 (%)	수량 (kg/10a)	수량 지수
남도(대비)	8.4 b	52.1 b	37.2	46.8	76.6	0.2	1,760 b	100
원교57022호	9.6 a	53.5 b	40.7	47.7	54.3	9.6	1,650 c	94
원교57023호	6.1 d	42.0 c	36.9	31.2	9.9	16.4	1,455 de	83
원교57024호	6.4 cd	42.6 c	37.0	33.1	0.2	26.3	1,520 d	86
원교57025호	9.4 a	60.3 a	39.7	72.6	80.7	0	2,962 a	168
원교57026호	9.8 a	60.6 a	39.6	74.9	75.8	1.9	2,887 a	164
원교57027호	6.3 cd	42.5 c	36.5	35.9	5.5	6.1	1,375 e	78
원교57028호	5.3 e	45.0 c	38.6	39.2	20.3	30.1	1,732 bc	98
원교57029호	8.1 b	44.7 c	36.7	35.5	18.6	21.1	1,500 d	85
원교57030호	6.9 cd	43.0 c	35.8	34.0	21.8	28.8	1,662 c	94
원교57031호	7.1 cd	43.7 c	35.4	31.4	17.7	3.2	1,250 f	71

※ 수량조사 : 7월중순, 대구율 : 구경 45mm이상,
불결구율 : 불결구엽상화현상(스폰지마늘), * DMRT(5%)

표 10. 제주 지역 재배법

지역	파종기	재식거리 (cm)	시비량 (N-P-K)	수확기	비 고
온난화대응 농업연구센터 (제주)	9.25	11×15	54-100-34	6.19 5.30(남도마늘)	구당 150주 (인편)

※ 시비량(총량) : 요소 54, 용성인비 100, 염화가리 34, 석회 150kg/10a, 퇴비 3MT/10a

표 11. 제주 지역 시험계통의 주요 생육특성

계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대기 (%)	수확일 (월.일)
남도(대비)	86.5	9.4	25.2	5.01	5.30
원교57022호	76.3	10.2	24.7	5.15	6.19
원교57023호	43.3	8.5	17.3	5.15	6.19
원교57024호	42.5	8.4	17.1	5.15	6.19

원교57025호	80.9	9.8	24.5	5.15	6.19
원교57026호	75.9	9.7	22.8	5.15	6.19
원교57027호	46.9	8.7	18.7	5.15	6.19
원교57028호	52.7	8.9	19.7	5.15	6.19
원교57029호	47.7	9.1	14.9	5.15	6.19
원교57030호	59.6	10.0	18.0	5.15	6.19
원교57031호	67.5	9.3	16.9	5.15	6.19

표 12. 제주지역 수량 특성

계통명	구중(g)	구고(mm)	구경(mm)	인편수(개)	수량(kg/10a)
남도(대비)	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107
원교57022	53.6	38.5	54.1	8.2	2,600
원교57023	33.6	33.3	41.1	6.8	1,629
원교57024	33.1	33.6	41.7	6.7	1,607
원교57025	65.4	35.0	58.0	9.7	3,170
원교57026	51.5	32.4	53.0	10.0	2,497
원교57027	31.6	31.4	42.1	7.4	1,534
원교57028	32.8	31.7	55.5	6.5	1,591
원교57029	32.2	30.0	41.7	8.2	1,488
원교57030	65.4	35.0	58.0	9.7	3,170
원교57031	52.9	37.3	52.7	8.3	2,566

표 13. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57022)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57022	89.5	9.8	15.8	-	-	-	39.6	44.4	47.4	8.9	1,442
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57022	80.1	8.1	11.1	100	5	1	21.7	28.9	37.8	5.7	1,690
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848

	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57022	77	8.8	9.1	-	0	0	33.2	42	46	5.6	1,327
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57022	95.0	8.6	20.2	-	-	-	40.7	47.7	53.5	9.6	1,650
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57022	76.3	10.2	24.7	-	-	-	53.2	38.5	54.1	8.2	2,600
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 14. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57023)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57023	77.2	10.0	14.8	-	-	-	33.4	42.0	41.3	6.6	1,216
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57023	72.3	8.3	10.4	100	0	2	22.2	33.6	37.6	5.7	809
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57023	68	9.2	9.1	-	3	0	32.5	41	44	6.1	1,299
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	12,91
무안	원교57023	75.6	9.8	19.9	-	-	-	36.9	31.2	42.0	6.1	1,455
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57023	43.3	8.5	17.3	-	-	-	33.6	33.3	41.1	6.8	1,629
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 15. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57024)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57024	78.4	10.4	15.2	-	-	-	38.2	45.2	43.3	6.8	1,391
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57024	68.2	7.4	10.1	100	0	1	25.1	29.6	33.8	3.9	914
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57024	66	8.8	8.4	-	0	0	29.5	40	43	5.7	1,181

	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57024	80.9	10.1	15.7	-	-	-	37.0	33.1	42.6	6.4	1,520
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57024	42.5	8.4	17.1	-	-	-	33.1	33.6	41.7	6.7	1,607
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 16. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57025)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57025	98.9	10.1	16.1	-	-	-	55.4	45.5	54.1	8.7	2,017
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57025	75.3	7.2	10.0	100	5	2	23.0	30.1	38.7	5.6	837
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57025	70	7.7	9.2	-	0	0	36.8	39	47	5.0	1,474
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57025	100.3	9.3	20.3	-	-	-	39.7	72.6	60.3	9.4	2,962
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57025	80.9	9.8	24.5	-	-	-	65.4	35.0	58.0	9.7	3,170
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 17. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57026)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57026	95.8	10.2	16.0	-	-	-	51.7	44.6	52.0	7.9	1,882
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57026	79.3	7.4	10.5	100	0	1	33.8	33.3	46.9	6.2	1,231
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57026	72	8.3	9.8	-	0	0	37.2	39	46	4.6	1,489
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57026	95.5	8.9	20.0	-	-	-	39.6	74.9	60.6	9.8	2,887
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760

제주	원교57026	75.9	9.7	22.8	-	-	-	51.5	32.4	53.0	10.0	2,497
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 18. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57027)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57027	73.4	10.0	14.1	-	-	-	29.7	42.5	41.0	5.4	1,081
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57027	72.3	7.2	9.1	100	0	1	26.7	33.6	38.8	5.7	972
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57027	60	8.4	8.1	-	7	0	29.5	39	41	4.9	1,180
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57027	73.8	9.6	17.6	-	-	-	36.5	35.9	42.5	6.3	1,375
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57027	46.9	8.7	18.7	-	-	-	31.6	31.4	42.1	7.4	1,534
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 19. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57028)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57028	81.9	10.8	16.8		-	-	37.0	46.8	42.2	4.6	1,347
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57028	68.2	7.4	10.1	100	0	1	25.1	29.6	33.8	3.9	913.8
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57028	61	7.7	9.1	-	27	0	32.2	39	40	3.5	1,289
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57028	79.7	9.3	19.9	-	-	-	38.6	39.2	45.0	5.3	1,732
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57028	52.7	8.9	19.7	-	-	-	32.8	31.7	55.5	6.5	1,592
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 20. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57029)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57029	74.5	9.1	13.0	-	-	-	32.0	38.9	41.7	7.1	1,165
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57029	64.7	6.8	9.2	100	0	2	19.0	34.0	37.8	5.6	692
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57029	62	7.5	8.2	-	77	0	30.5	37	41	4.9	1,218
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57029	77.1	8.8	18.2	-	-	-	36.7	35.5	44.7	8.1	1,500
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57029	47.7	9.1	14.9	-	-	-	32.2	30.0	41.7	8.2	1,488
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 21. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57030)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57030	82.8	12.3	15.6	-	-	-	35.2	42.4	42.1	5.3	1,282
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57030	67.5	8.4	10.3	100	5	2	26.6	33.8	40.9	5.6	969
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57030	65	8.5	7.8	-	3	0	28.8	40	42	4.6	1,151
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57030	82.2	11.8	18.5	-	-	-	35.8	34.0	43.0	6.9	1,662
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57030	59.6	10.0	18.0	-	-	-	65.4	35.0	58.0	9.7	3,170
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

표 22. 지역적응성 시험 계통별 생육 성적 요약(원교 57031)

지역	계통명	초장 (cm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	2차 생장율 (%)	내병성 (0~9)	구 중 (g)	구 고 (mm)	구 경 (mm)	인편수 (개/구)	수 량 (kg/10a)
남해	원교57031	96.1	10.3	15.9	-	-	-	33.2	42.7	42.9	7.4	1,209
	남도(대비)	96.2	9.6	16.2	-	-	-	37.6	42.3	48.0	7.6	1,369
수원	원교57031	75.2	7.9	11.0	100	0	2	43.2	38.3	48.3	6.6	1,573
	의성(대비)	59.7	7.6	8.1	100	0	2	23.3	30.2	38.6	5.7	848
	단양(대비)	64.2	7.2	9.1	100	5	1	26.8	32.2	40.0	6.4	976
단양	원교57031	75	8.1	9.7	-	0	0	41.8	42	45	6.3	1,672
	단양(대비)	72	8.8	9.1	-	1.7	0	34.3	42	49	7.7	1,291
무안	원교57031	94.7	9.8	19.5	-	-	-	35.4	31.4	43.7	7.1	1,250
	남도(대비)	89.7	7.9	19.8	-	-	-	37.2	46.8	52.1	8.4	1,760
제주	원교57031	67.5	9.3	16.9	-	-	-	52.9	37.3	52.7	8.3	2,566
	남도(대비)	86.5	9.4	25.2	-	-	-	43.5	32.2	66.1	7.1	2,107

남해의 경우 계통별 생육조사 결과 초장은 원교57025호가, 엽초경은 원교57028호가 가장 컸다. 계통별 구 특성을 조사한 결과 원교57025호가 대비품종(남도)보다 인편수가 많았고, 구중이 무거워 단위면적당 수량도 높았다. 스펀지마늘 발생율은 원교57031호가 31.3%로 가장 많았고, 원교57022 및 원교57028호도 비교적 많았다. 모든 시험계통에 있어서 특별히 문제시 되는 병해충은 없었다.

무안의 경우 시험계통 중 대비 품종의 추대기(4월 29일)로 지난해(5월 7일) 보다 1주일정도 빨랐으며, 공시계통은 원교 57022(5.9)가 빨랐으나 나머지는 모두 늦은 편이었다. 시험계통의 수확기는 원교 57022호, 원교57023호 2계통이 난지형 대비품종인 남도마늘 수확기(5월 29일)와 동일하였고 나머지 원교57024 등 5계통은 6월 2일, 원교57025등 3계통은 6월 5일 수확으로 숙기가 늦다. 마늘 생육특성은 원교57022호의 초장 100.1cm, 엽수 9.3대로 가장 양호하였다. 마늘 수량성은 공시계통 중 원교57025호 및 원교57026호는 2,962kg/10a 및 2887kg/10a로 대비종에 비하여 68~64% 증수되었다. 원교57025호와 원교57026호는 대구율이 높고, 불결구율이 극히 0~1.9%로 매우 낮아서 증수의 요인이 되었다고 생각된다.

단양의 경우 시험계통의 출현기는 단양종, 의성종, 원교57031호가 2월 20일~2월 21일로 늦었고, 2차생장 발생 정도는 단양종, 의성종, 원교57028호, 원교57029호가 1.7~7.7로 높게 나타났다. 지상부 생육특성으로 엽초장은 원교57022호가 32.8cm로 길었고 원교57022호, 원교57025호, 원교57026호는 화경장과 화경경이 길고 굵었다. 지하부 생육특성 중 인편수는 원교57028호에서 3.5개로 특히 적었고 화경제거 시 구중은 원교57025호, 원교57026호, 원교57031호에서 36.8~41.8g으로 컸다. 10a당 수량은 화경제거 시 원교57025호, 원교57026호, 원교57031호에서 높아 단양종 1,291kg 보다 14%, 15%, 30% 각각 높게 나타났다.

수원의 경우 원교57022와 원교57031이 수량성에서 월등하였다. 원교57030에서는 스펀지 마

늘이 발생(7%)하였다. 원교57022는 한지형 고수량 마늘로 2014년 직무육성심의회에 상정하였다.

제주의 경우 수량성은 원교57025와 원교57030이 가장 좋고, 이어서 원교57022, 원교57031 순이었다. 인편수는 원교57028, 원교57024가 각각 6.5와 6.7개로 6쪽마늘 형태를 보였다.

원교 57022, 원교 57025가 전국적으로 수량이 좋았고 특히 원교 57025는 한지형 마늘의 특성을 갖고 있으면서 한지형 마늘 재배 지역인 단양뿐만이 아닌 난지형 마늘이 재배되는 제주 지역에서도 수량이 좋아 전국에서 재배 할 수 있을 것으로 보인다. 원교 57022의 경우 남부지역으로 갈수록 스펀지 마늘이 나타나 고수량이나 한지형 재배지에 적합할 것으로 보인다.

□ 결과 요약

재배 지역별로 적합한 신품종의 선발을 위해 원예원 육성 계통인 원교 57022호부터 원교 57031호, 재배지역별 주 재배 품인 단양, 의성, 남도를 대비종으로 이용하였다. 한지형 재배지역인 단양과 수원, 남도는 각각 단양과 단양, 의성종 모두, 난지형 마늘 재배지역인 무안, 남해, 제주, 남도를 대비종으로 이용하여 수량 특성을 조사하였다. 원교 57022와 원교 57025, 원교 57026, 원교 57031의 수량성이 전국적으로 높은 편이었고 특히 원교 57025는 한지형의 특성을 지니고 있으면서도 남부지방에서도 수량이 높아 전국 재배형으로 이용이 가능하다고 판단된다. 원교 57022의 경우 남부지방에서는 스펀지 마늘이 생겨 한지형 마늘 재배지역에 적합할 것으로 보인다. 두 계통을 직무육성품종 심의회에 상정하고 2년차, 3년차 연구에 활용할 예정이다.

3.2. 원예원 육성 신품종의 주아 재배법 개발 및 기능성 물질 분석

3.2.1. 미숙 주아의 기내 배양을 통한 성숙 주아 숙성법 개발

마늘 중 출현기 2주차까지는 마늘종의 성장에 따른 마늘 구 수량성에 유의미한 영향이 없다. 3주차에 마늘종을 제거하여 기내 배양을 할 경우 주아의 발아율이 65% 수준으로 적정 수준을 유지하면서도 마늘 구 수량성도 미제거의 83.1%로 적정수준으로 유지된다. 4주차 제거 시 기내에서 성숙된 주아의 발아율은 80%수준으로 높아지나 수량성이 77.2%수준으로 낮아져 기내 배양용 미숙 마늘종의 최적 제거 시기는 출현기 후 3주차이다. 또한 주아의 발아율은 25℃에서 최고 효율을 보였다.

미숙주아 배양 시 그림 1과 같이 25℃에서 보다 발아력이 높은 숙성 주아를 얻을 수 있으나 25℃에서 배양할 경우 배양체(마늘 꽃대, 마늘종) 자체의 부패율이 15℃에서의 배양보다 높아진다. 따라서 미숙주아의 최적 배양 온도는 15℃로 나타난다. 배양액의 비교 실험 결과 물과 절화수명연장제(상품명 : 크리잘)와의 유의미한 차이는 찾을 수 없었다.

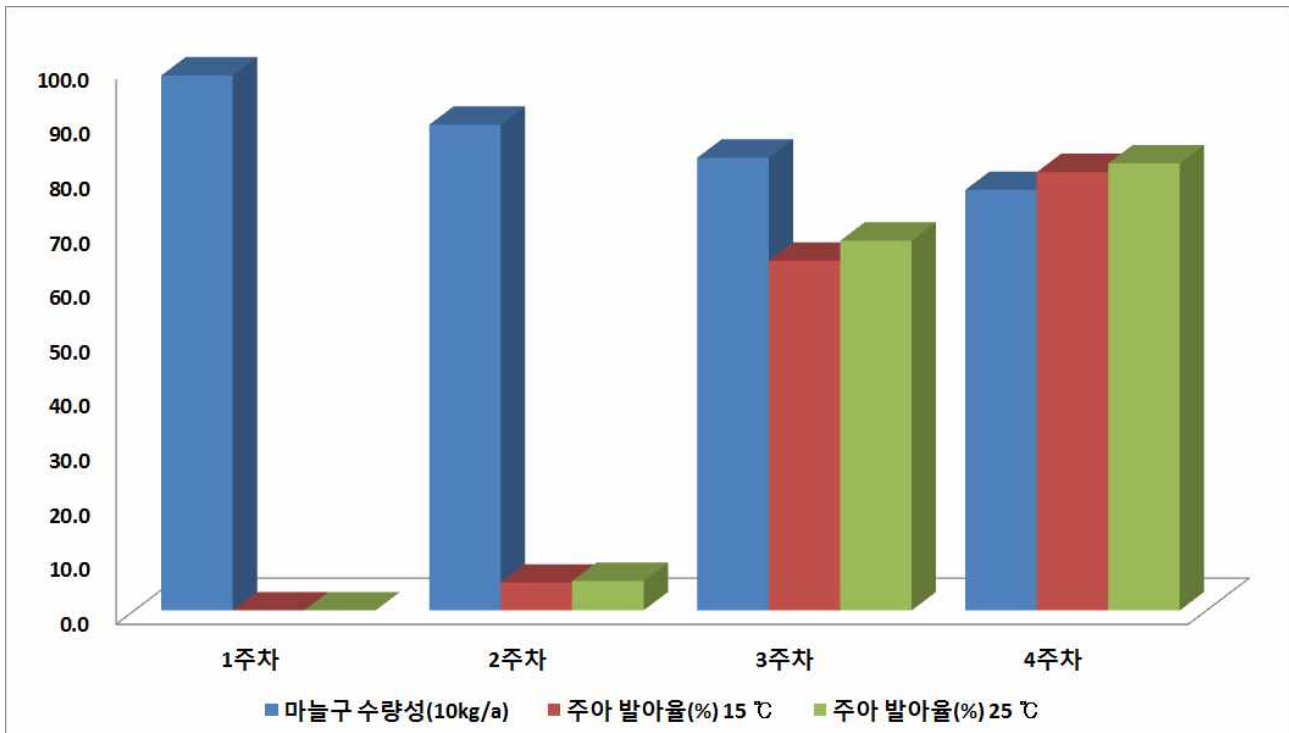


그림 1. 미숙 주아 채취 시기 별 마늘구의 수량성과 기내 배양 온도 별 주아 발아율

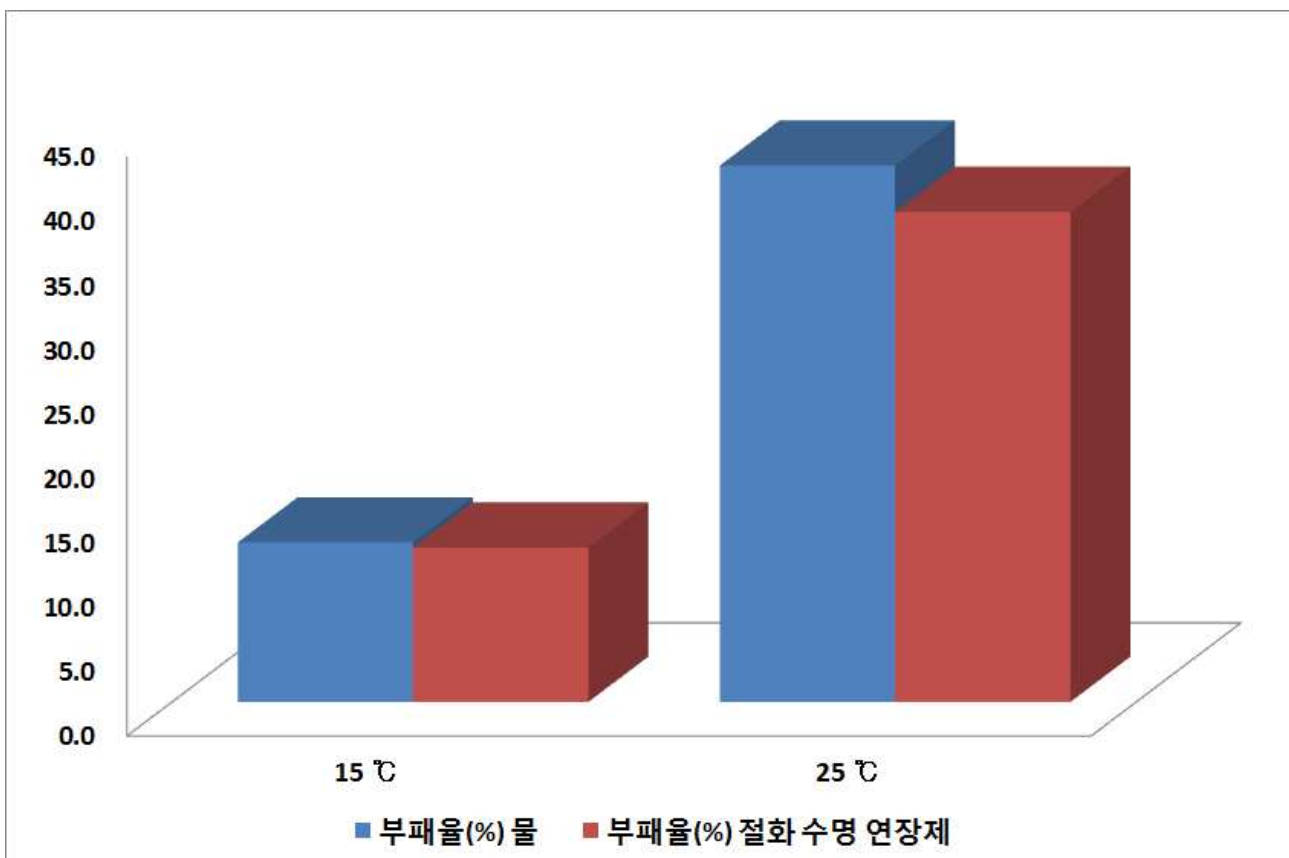


그림 2. 미숙 주아의 기내 배양 온도에 따른 마늘종 부패율

표 23. 미숙 주아의 채취 시기 별 마늘구 수량성과 기내 배양 온도 별 주아 발아율

항목		1주차	2주차	3주차	4주차
마늘구 수량성(10kg/a)		98.3 a	89.2 b	83.1 b	77.2 c
주아 발아율(%)	15℃	0.0	5.1 c	64.2 b	80.5 a
	25℃	0.0	5.4 c	67.9 b	82.1 a

* Duncan's multiple range test(5% 유의수준)

표 24. 미숙 주아의 기내 배양 온도에 따른 마늘종 부패율

항목		15℃	25℃
부패율(%)	물	12.4	41.7
	절화 수명 연장제	12.0	38.1

3.2.2 원예원 육성 신품종의 기능성 함량 평가

표 25. 주요 품종 별 일반 성분 분석

품종명(재배지)	수분 (%)	조지방 (%)	조단백 (%)
대서(무안)	66.97±0.39	0.12	5.71±0.11
단양(완주)	58.41±0.43	0.15	8.49±0.16
홍산(완주)	55.42±0.19	0.05	9.19±0.01
한산(완주)	55.99±0.32	0.11	8.57±0.11
한산(제주)	61.11±1.26	0.06	6.49±0.03
홍산(제주)	58.25±0.56	0.05	7.24±0.03
남도(완주)	55.20±0.39	0.06	6.93±0.04

‘홍산’의 난지/한지 재배시 조지방 함량비가 0.05~0.06%로 낮은편이다. ‘한산’의 경우 한지 재배가 조단백 함량비를 높이는 경향성을 보였다. 조단백 함량비는 신품종 ‘홍산’의 한지재배에서 9.19%로 최곱값을 보였고, 조지방 함량비는 대비종 ‘단양’의 한지재배에서 0.15%로 최곱값을 보였다.

표 26. 주요 품종과 대비종의 미량원소 함량 비교

품종명 (재배지)	분석항목(mg/kg)							
	칼륨 (K)	인 (P)	마그네슘 (Mg)	칼슘 (Ca)	나트륨 (Na)	철 (Fe)	아연 (Zn)	망간 (Mn)
대서(무안)	4,929	1,979	217.8	110.17	79.15	10.87	6.59	2.25
단양(완주)	5,960	1,816	255.2	195.7	126.07	7.58	8.62	2.69
홍산(완주)	5,613	2,218	309.6	215.67	73.29	8.16	10.97	2.96
한산(완주)	4,813	1,997	269.3	181.33	69.13	9.22	10.33	2.22
한산(제주)	5,110	2,157	199.7	66.61	84.66	9.99	4.93	1.68
홍산(제주)	4,636	1,809	218.6	120.37	72.81	10.04	3.94	2.23
남도(완주)	4,939	1,526	227.1	97.58	102.27	12.18	7.63	2.67

분석대상 전체 미량 원소의 함량 비교에서, 신품종 ‘홍산’, ‘한산’의 경우 한지 재배에서 난지재배 대비 유의미한 함량 증가를 볼 수 있었다. 신품종의 함량과 대비종의 함량에서 신품종의 뚜렷한 미량원소 고함유의 경향성은 없었다.

표 27. 주요 품종과 황화합물류 함량 비교

품종명 (재배지)	분석항목(mg/kg)		
	Allyl disulfide	Propyl disulfide	Allyl trisulfide
대서(무안)	42.29	44.27	64.22
단양(완주)	141.66	109.69	130.83
홍산(완주)	34.47	47.69	47.43
한산(완주)	69.03	34.48	89.15
한산(제주)	52.06	26.27	281.16
홍산(제주)	15.69	18.32	81.17
남도(완주)	55.93	36.21	68.11

황화합물류의 함량 분석에서는 ‘단양’ 품종이 타 품종 대비 높은 함량을 보였다. 다만 트리설파이드류 물질 함량은 신품종 ‘한산’의 난지재배 시료에서 최솟값을 보였으나 한지재배 시료에서는 중상 수준의 함량을 보였다.

재배 지역과 상관없이 신품종 ‘한산’의 알린, 알리신 함량이 최솟값을 보였다. ‘홍산’의 알린, 알리신 함량은 일반 한지형 재래종 수준이며 대서, 남도 등의 난지형 품종에서 알린과 알리신 함량은 낮은 경향을 보였다.

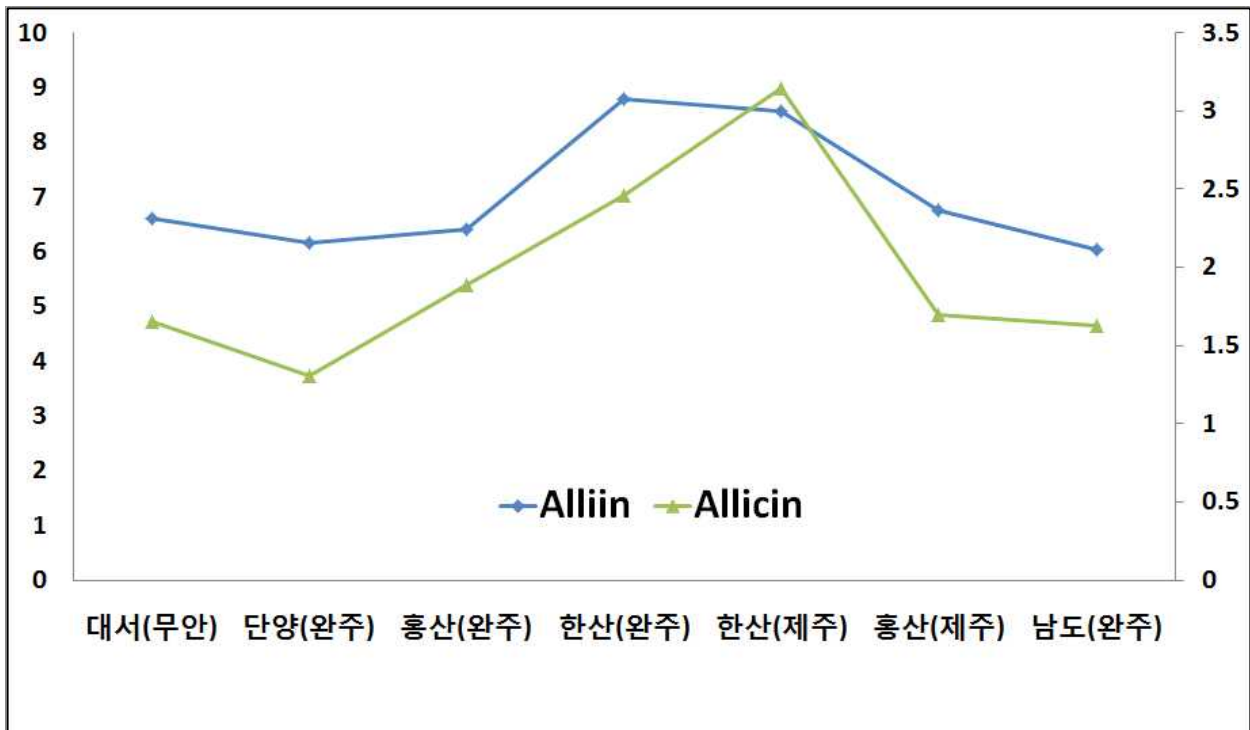


그림 3. 주요 품종과 대비종의 알린, 알리신 함량 비교(단위 : mg/g)

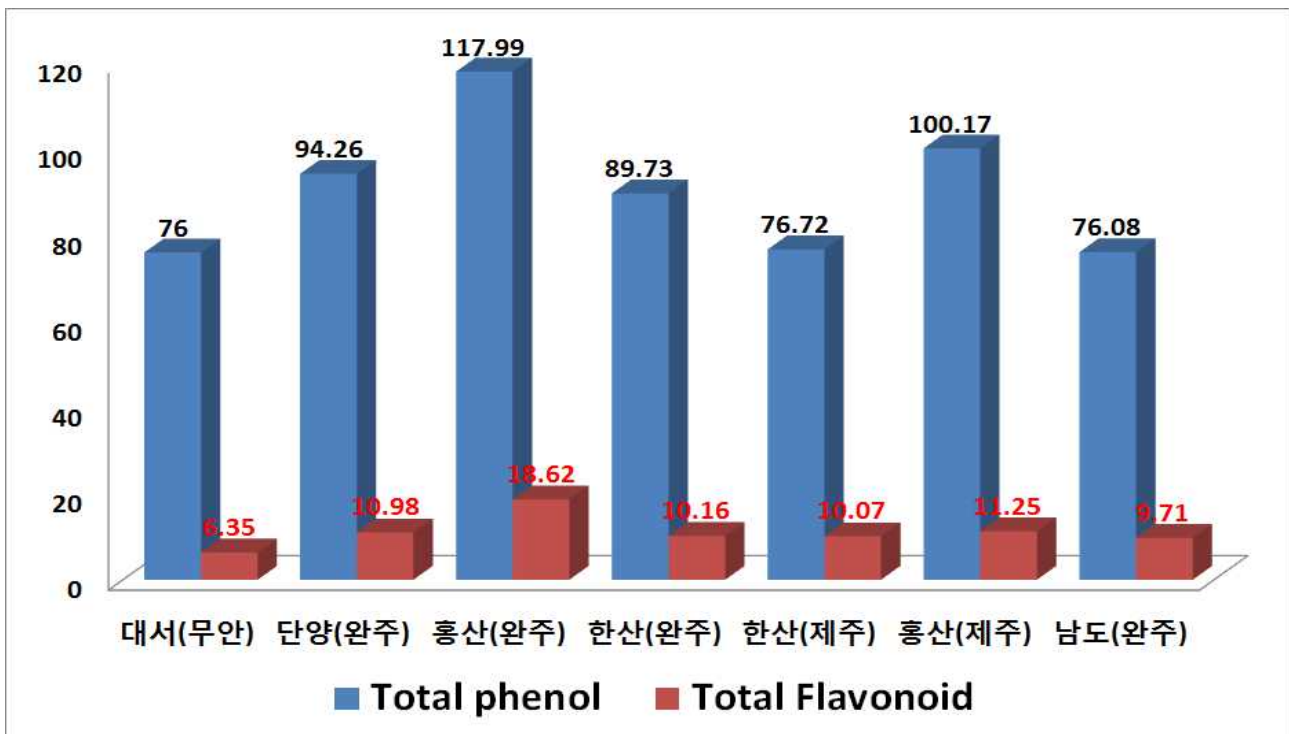


그림 4. 항산화 물질(페놀, 플라보노이드) 함량 비교

총 페놀 함량은 신품종 ‘홍산’의 한지 재배에서 최곱값, 난지재배에서 두 번째 값을 보여 두 신품종의 항산화능이 높을 것으로 보인다. 또한 플라보노이드 물질의 함량도 ‘홍산’의 한지 재배에서 최고치를 보였다. 신품종의 항산화 관련 물질의 함량은 한지재배에서 높아지는 경향

을 보였다.

표 28. 품종 별 ABTS 라디칼 소거능(%) 비교

품종명 (재배지)	희석배수			
	0*	2	4	8
대서(무안)	97.82	86.95	63.89	37.77
단양(완주)	99.27	91.25	69	44.14
홍산(완주)	99.42	95.04	71.41	44.01
한산(완주)	99.21	90.11	67	40.58
한산(제주)	90.08	72.51	46.18	26.45
홍산(제주)	99.22	85.74	59.62	37.04
남도(완주)	90.89	74.95	50.25	28.49

* 시료 2g을 증류수 40ml로 추출한 후 필터 여과하여 실험에 사용

3.2.3. 마늘종 제거 최적 조건 구명

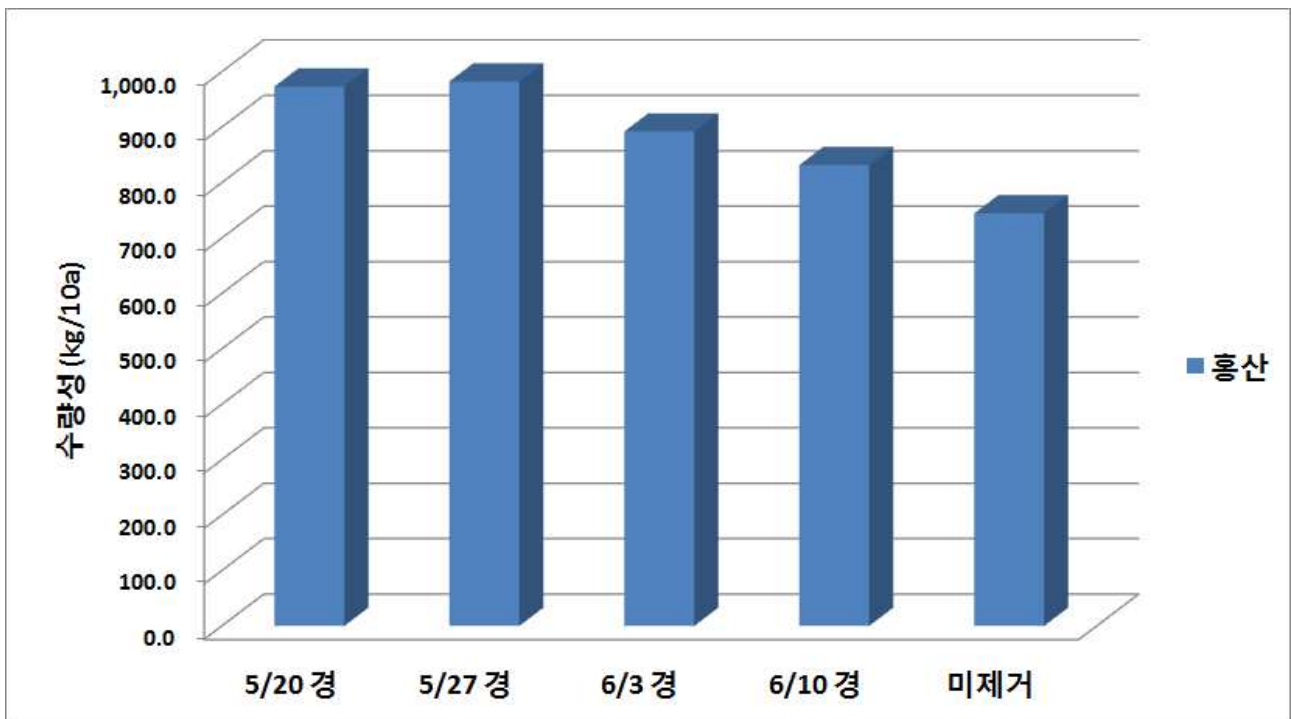


그림 5. '홍산' 품종의 마늘종 제거 시기별 수량성 비교

‘홍산’ 신품종의 경우 마늘종 출현기 제거 시 보다는 출현기 이후 1주차에서 수량성이 오히려 좋아진 것으로 조사되었으나, 이는 출현기 제거 시 식물체 감염 초래 등으로, 병해 발병율을 높아진 탓으로 추정된다.

표 29. 신품종의 마늘종 제거 시기 별 생육과 수량 특성

품종명	종제거 시기 조사항목	05/20 경	05/27 경	06/03 경	06/10 경	미제거
홍산	수량(kg/a)	973.2 a	982.5 a	892.1 b	831.4 b	744.3 c
	초장(cm)	90.4	90.1	91.0	89.1	88.4
	엽수(매)	8.8	8.9	8.8	8.9	8.8
	인편수(개)	6.3	6.3	6.2	6.2	6.1
한산	수량(kg/a)	965.1 a	955.4 a	889.7 ab	832.6 b	811.0 b
	초장(cm)	81.6	81.1	80.8	81.0	80.3
	엽수(매)	7.7	7.8	7.5	7.5	7.7
	인편수(개)	6.7	6.7	6.8	6.5	6.7

신품종 마늘 ‘홍산’의 적정 마늘종 제거 시기는 마늘종 출현기 7일 후로, 미제거 대비 수량성이 32% 높고, 신품종 마늘 ‘한산’의 적정 마늘종 제거 시기는 마늘종 출현기 직후로, 미제거 대비 수량성이 19% 높았다.

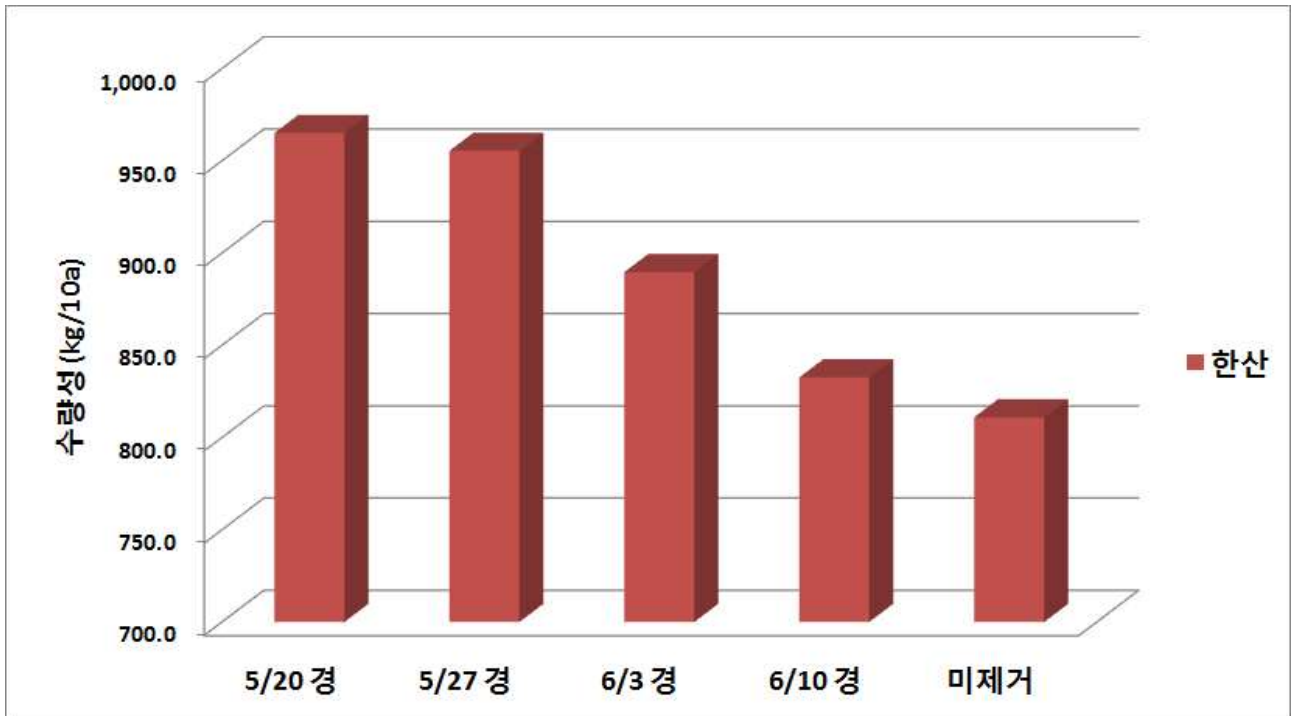


그림 6. ‘한산’ 품종의 마늘종 제거 시기별 수량성 비교

□ 결과 요약

‘홍산’과 ‘한산’의 수량성을 높이고 미숙주아의 숙성법을 개발하기 위해 마늘종 출현기 1주차, 2주차, 3주차, 4주차에 각각 채취했을 시 3주차에서 마늘구의 수량성과 주아 발아율이 안정

적으로 나타났다. 물과 절화수명연장용액에 배양했을 때 유의미한 차이는 없었으며 오히려 배양온도가 숙성에 영향을 주었다. 25℃는 발아율이 높으나 부패율이 높아 15℃배양이 최적온도인 것으로 보인다.

원예원 육성 신품종 ‘홍산’, ‘한산’과 대비 품종 ‘대서’, ‘단양’, ‘남도’의 일반 성분 분석시 함량은 조단백의 경우 ‘홍산’에서 가장 높은 수치를 나타냈으며 조지방은 ‘단양’의 한지재배에서 최고값을 보였다. 미량원소의 경우 품종간 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 ‘홍산’, ‘한산’의 경우 한지재배에서 난지재배 대비 유의미한 함량 증가를 보였다. 기능성 물질로 주목받고 있는 알린과 알리신의 함량 모두 재배지에 관계 없이 한산에서 가장 높았고 ‘홍산’은 일반 한지형 재래종 수준을 보였다. 대서, 남도 등의 난지형 품종의 알린, 알리신 함량은 낮은 경향을 보였다. 또한 총페놀과 플라보노이드류는 ‘홍산’의 한지재배에서 최고치를 보였다. 신품종의 항산화 관련 물질의 함량은 한지재배에서 높아지는 경향을 보였다.

또한 마늘종 제거 적정 시기를 시험한 결과 ‘홍산’의 경우 종 출현 2주차에 제거, ‘한산’의 경우 출현 직후 제거가 미제거에 비해 각각 수량성이 32%, 19% 높은 것으로 나타났다.

3.3. 원예원 육성 신품종의 재배법 개발

3.3.1. 마늘종 제거시기에 따른 수량 특성 변화

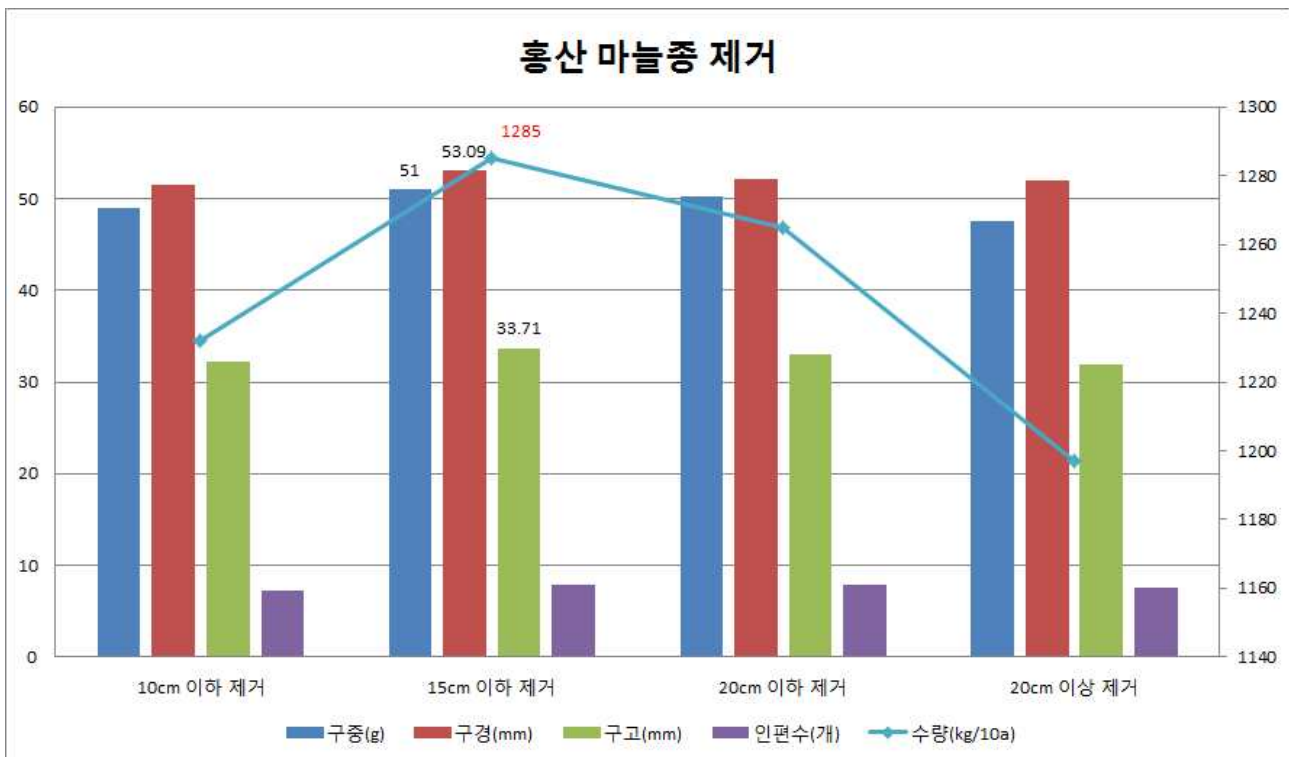


그림 7. ‘홍산’ 품종의 마늘종 제거시기에 따른 수량 및 지하부 특성 변화

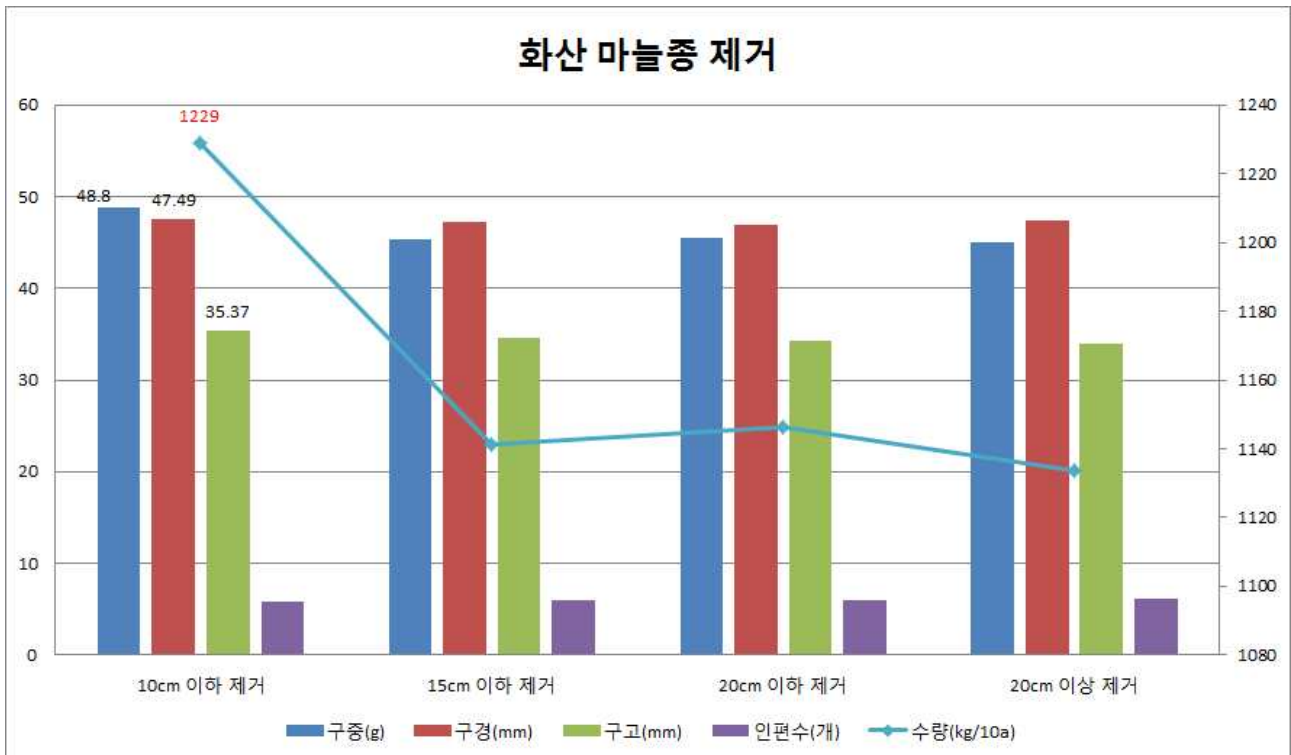


그림 8. ‘화산’ 품종의 마늘종 제거시기에 따른 수량 및 지하부 특성 변화

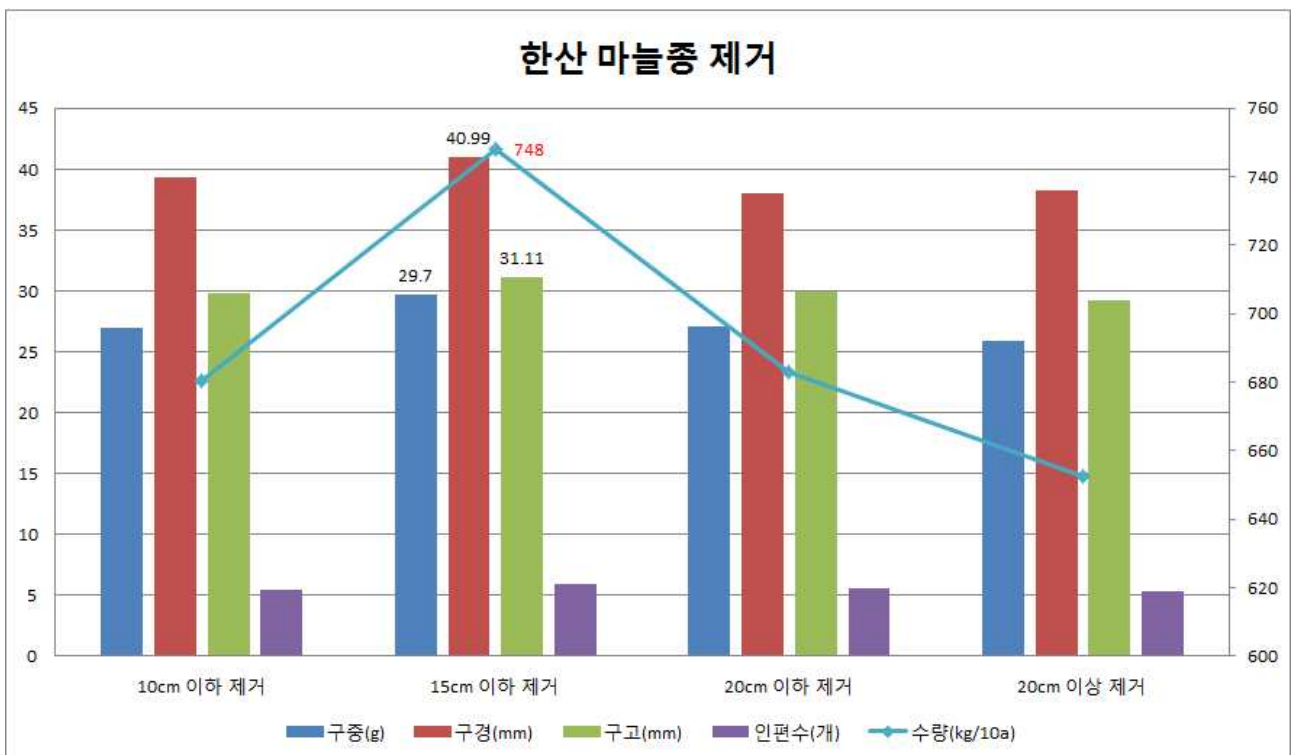


그림 9. ‘한산’ 품종의 마늘종 제거시기에 따른 수량 및 지하부 특성 변화

‘홍산’ 품종의 경우 마늘종이 15cm가량 자랐을 때 제거한 경우 수량이 가장 많았고 구중, 구고, 구경 등 생육 특성이 가장 좋았다. 반면 화산의 경우 10cm이하일 때 제거할 경우 품종 특성이 가장 좋게 나타났다. 건인의 경우 제거 노력이 많이 들고 생력화에 좋지 않기 때문에 관행적으로 사용되는 절단을 통해 마늘종을 제거하였다. 모든 시험 처리 간 유의미한 차이는

나타나지 않았다.

3.3.2. 원예원 육성 신품종의 잎 제거에 따른 수량 및 생육 특성 변화

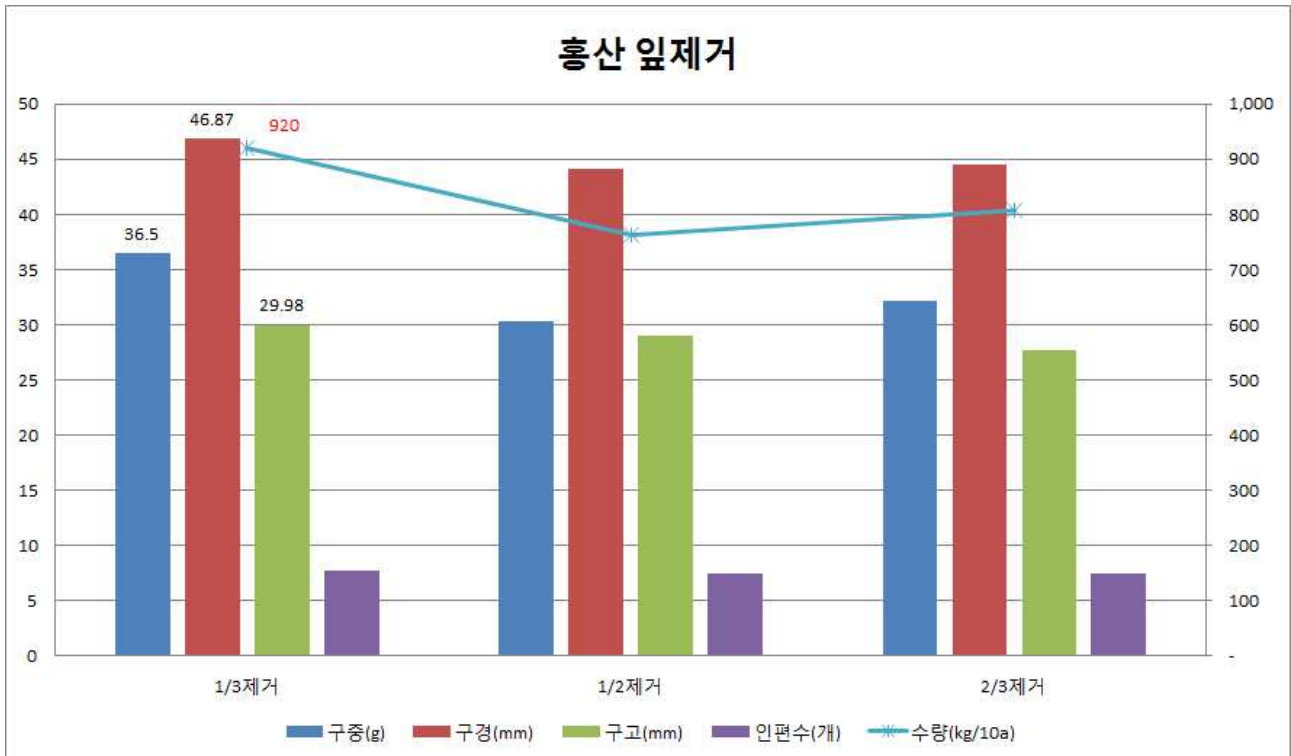


그림 10. 잎 제거 길이에 따른 ‘홍산’ 품종의 수량 및 지하부 특성 변화

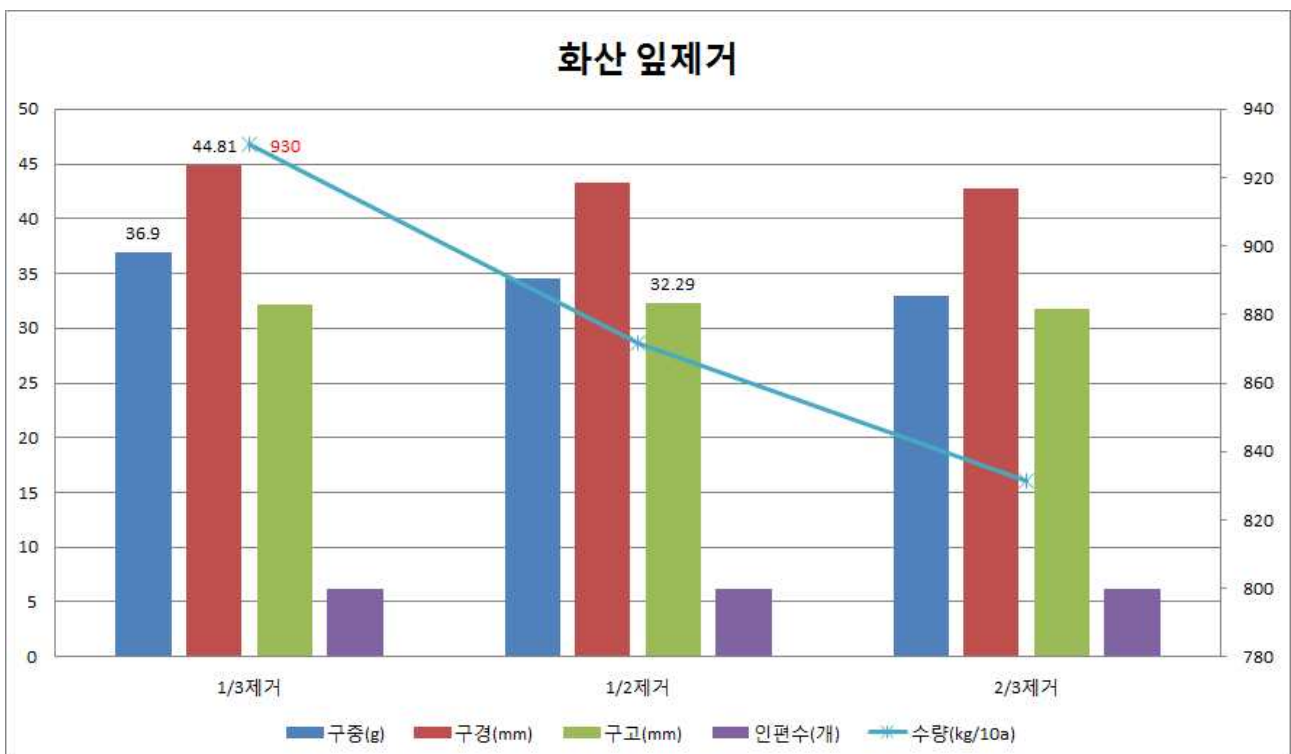


그림 11. 잎 제거 길이에 따른 ‘화산’ 품종의 수량 및 지하부 특성 변화

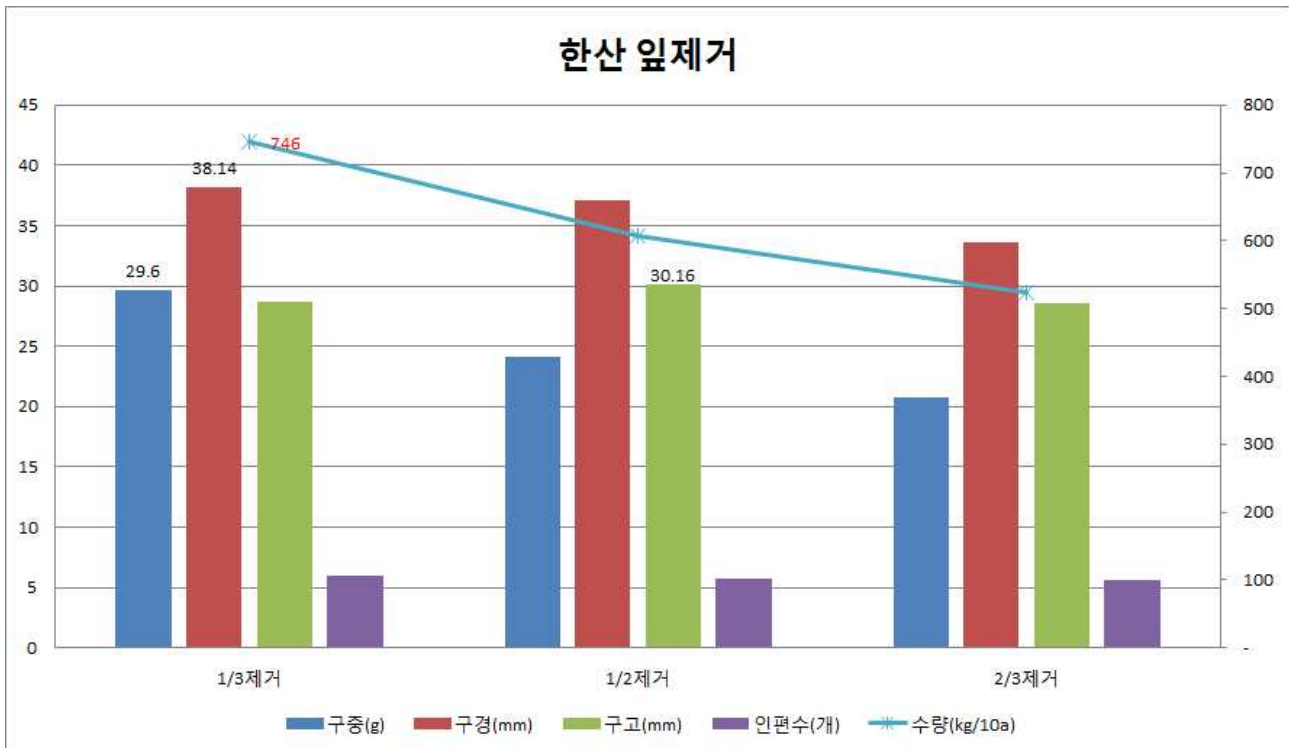


그림 12. 잎 제거 길이에 따른 ‘한산’ 품종의 수량 및 지하부 특성 변화

홍산, 화산, 한산 품종 모두 잎 제거 길이가 길어질수록 수량이 감소하는 경향을 보였다. 잎 제거 시기는 6월 10일에서 13일 경으로, 수확기에 가까운 시기였으나 잎에서 공급받아야 할 양분을 충분히 공급받지 못해 구중, 구경이 감소하는 것으로 보인다. 그러나 수량 및 지하부 특성의 변화에는 유의미한 차이는 나타나지 않는다.

3.3.3. 수확기에 따른 품종별 원예적 특성 변화

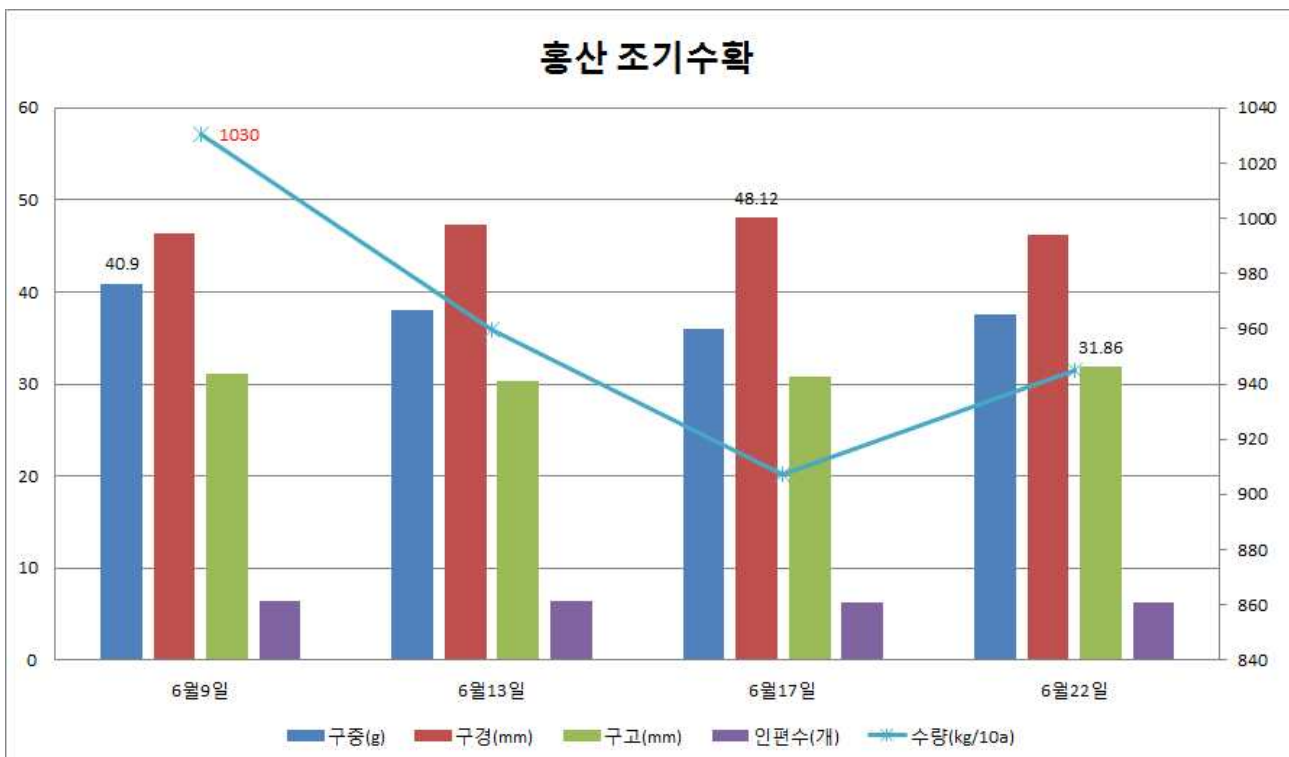


그림 13. ‘홍산’의 수확기에 따른 수량 및 지하부 특성 변화

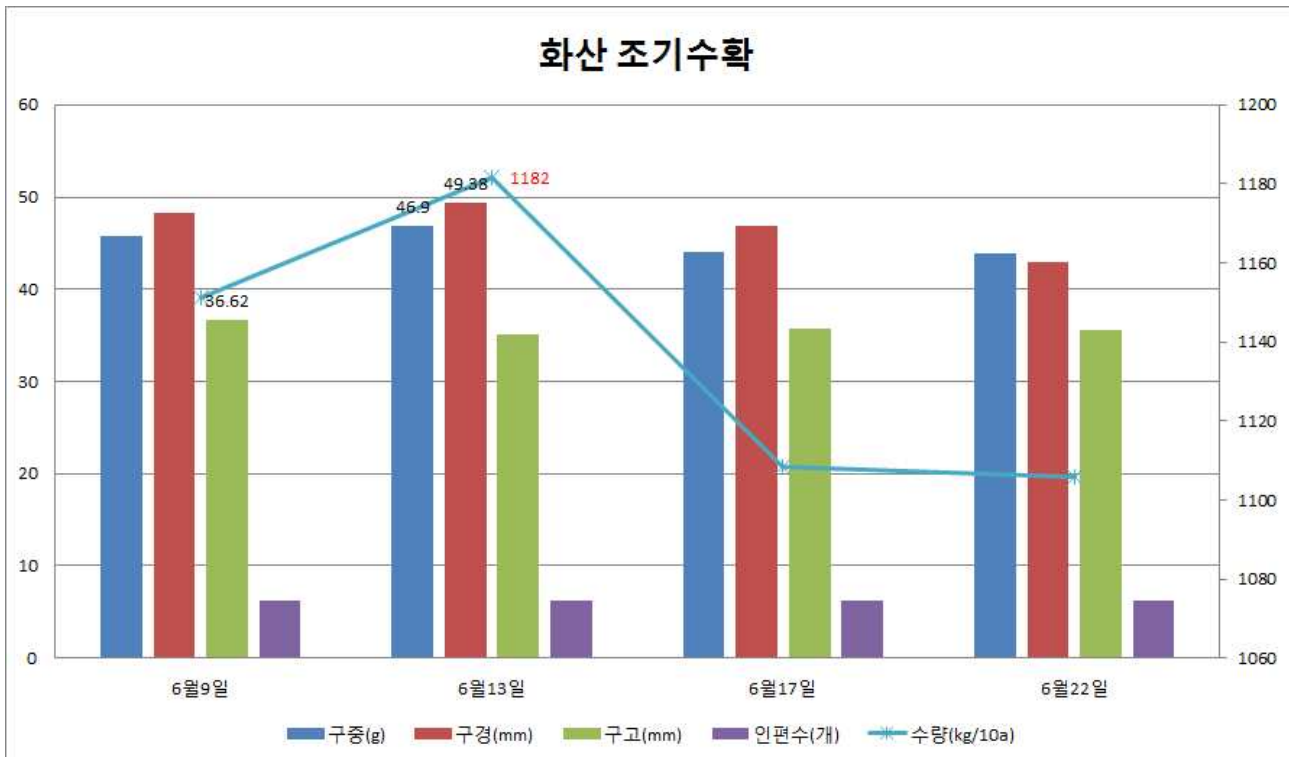


그림 14. ‘화산’ 품종의 수확기에 따른 수량 및 지하부 특성 변화

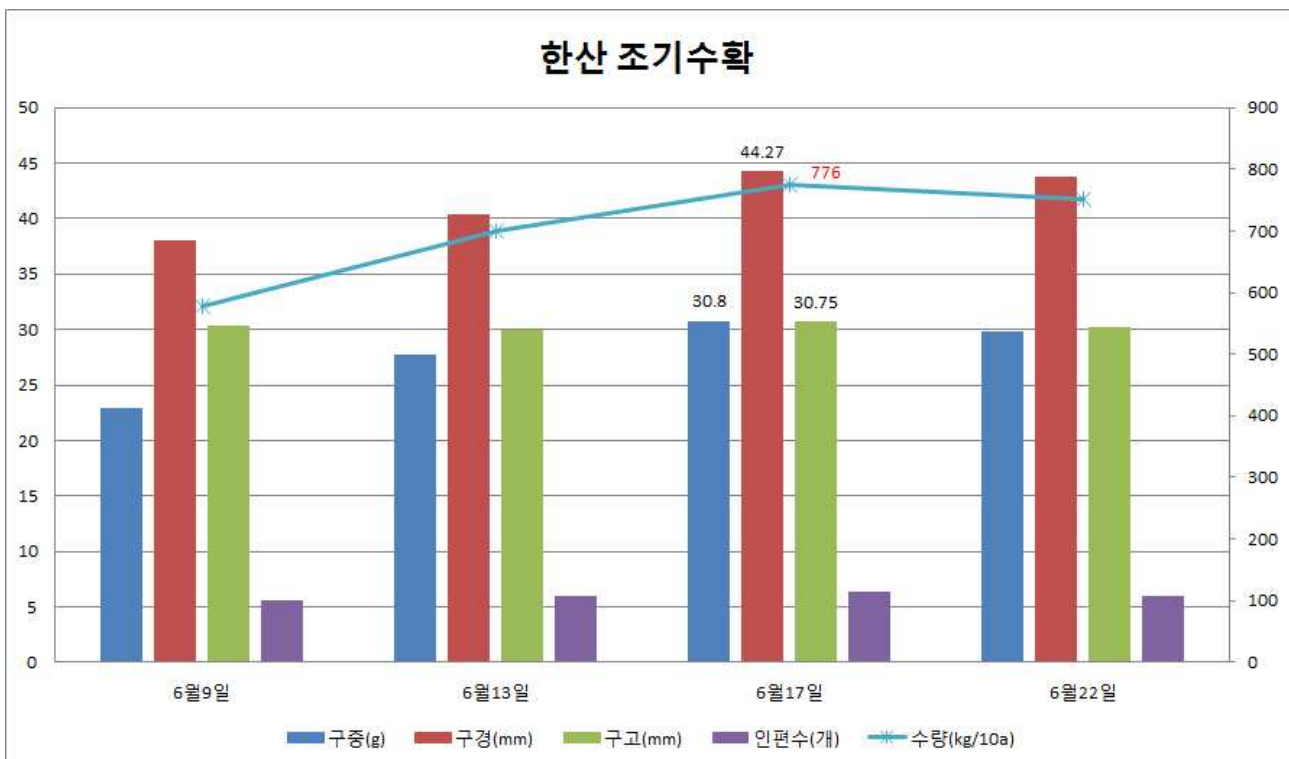


그림 15. ‘한산’ 품종의 수확기에 따른 수량 및 지하부 특성 변화

6월 9일부터 4일 간격으로 수확실험을 실시하였다. ‘홍산’의 경우 1차 수확기에 수량이 가장 많았고, 마늘의 상품성을 결정하는 구경은 3차 수확기에 가장 컸다. ‘화산’ 품종은 2차 수확기에 수량이 가장 많았을 뿐만 아니라 구경의 길이도 가장 길었다. 한산의 경우 3차 수확 수량이 가장 많았고 또한 구경도 컸다. 모든 처리 간 유의미한 차이는 없었다. ‘홍산’ 품종은 1년차

실험에서 제기되었듯 수량이 좋으나 숙기가 기존 재래종보다 늦은 특성이 있어 농가 보급에 어려울 수도 있다는 우려가 있었다. 그러나 실험 결과 수량적인 차이가 크지 않아 여타 다른 품종과 비슷한 시기에 수확을 하여도 문제가 되지 않을 것으로 보인다. 또한 마늘의 상품율과 연관되어있는 구경의 경우 ‘홍산’과 ‘화산’은 모든 처리에서 특상품 기준인 5cm이상이 대부분을 차지하고, ‘한산’의 경우 상품 기준인 4cm이상의 빈도수가 높다. 따라서 처리에 따른 수량 및 상품율의 차이는 크지 않으므로 수확기는 관행적으로 실시하여도 문제가 없을 것으로 보인다.

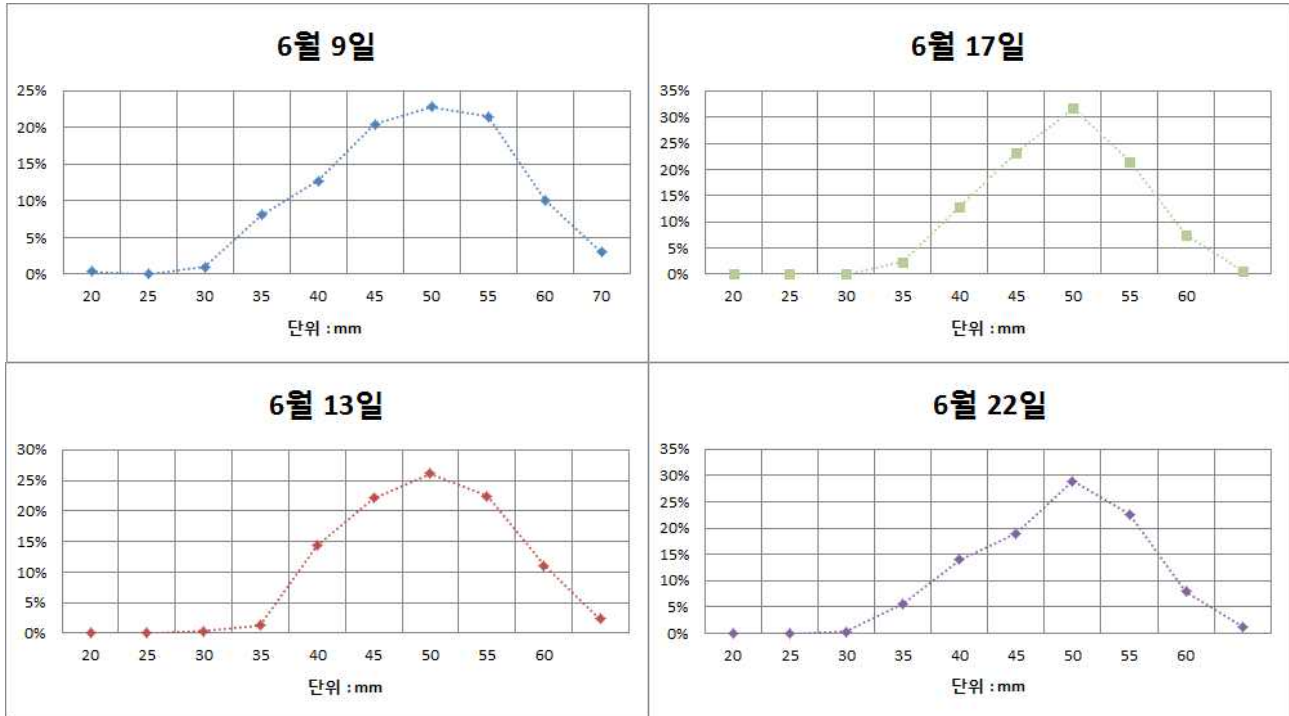


그림 16. ‘홍산’ 품종의 수확 시기에 따른 상품율

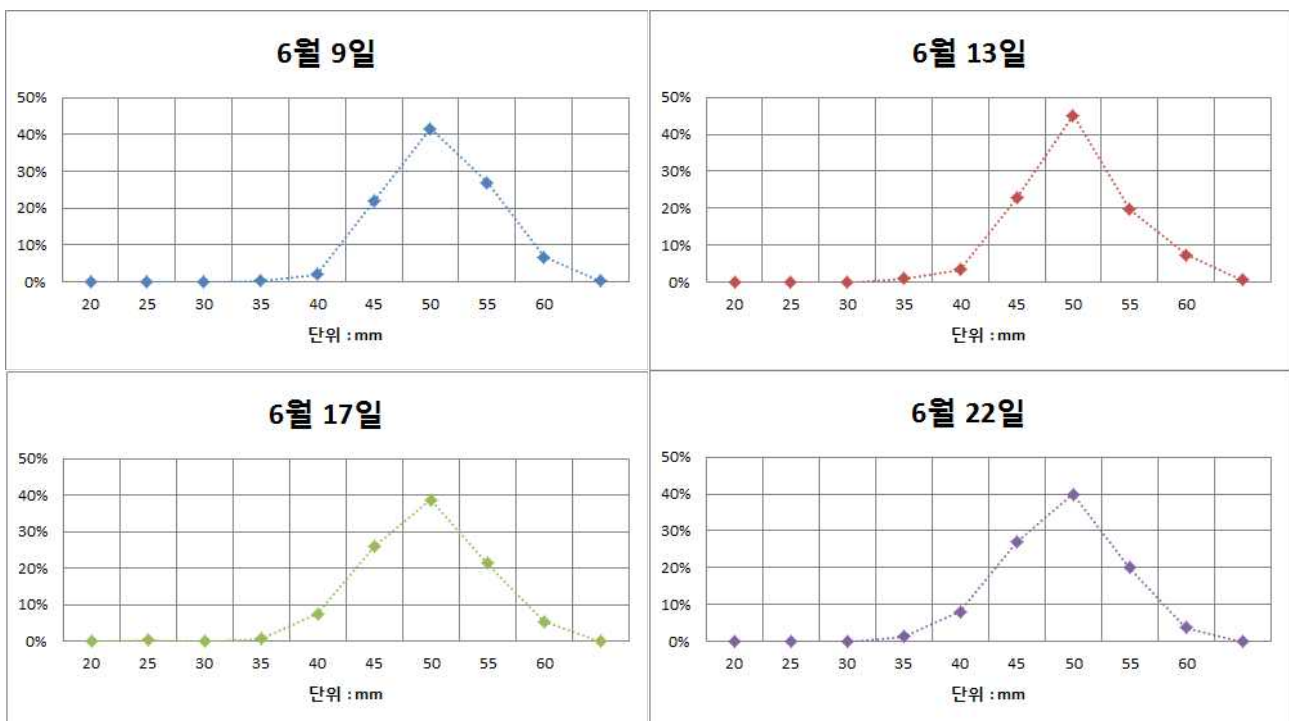


그림 17. ‘화산’ 품종의 수확시기별 상품율

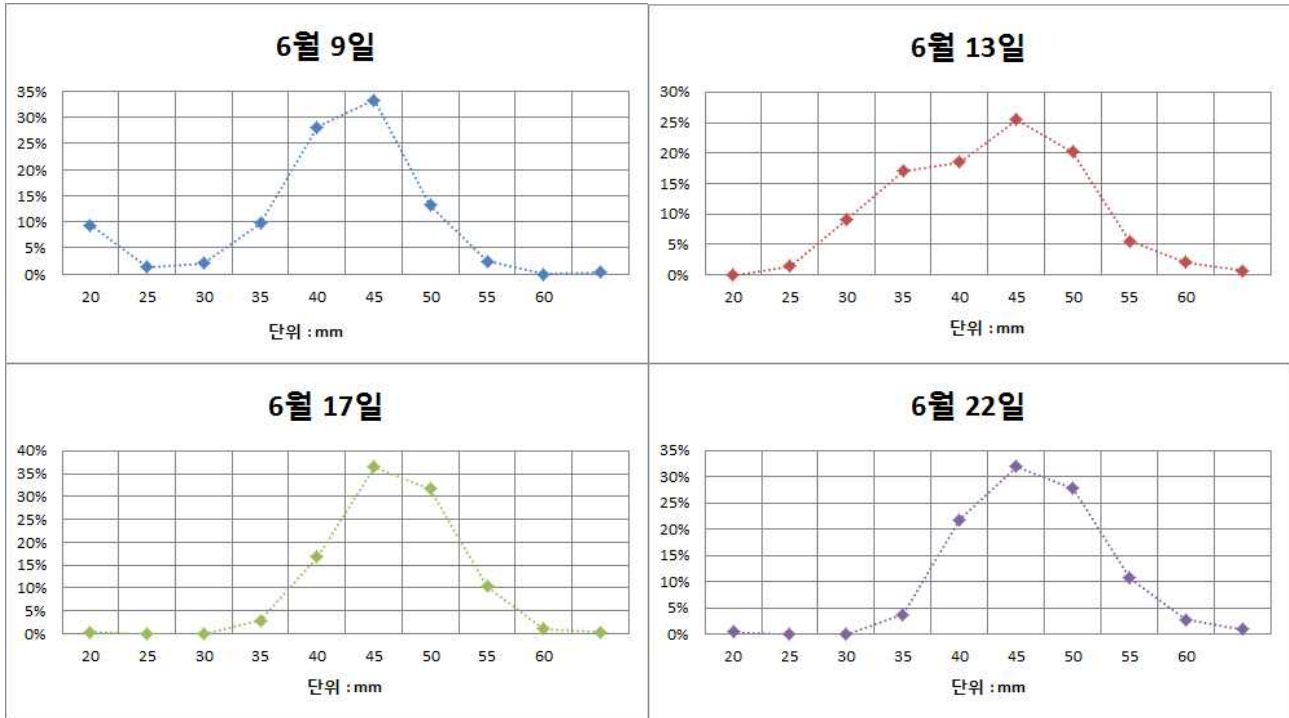


그림 18. ‘한산’ 품종의 수확기에 따른 상품율

3.3.4. 신품종 마늘 ‘홍산’의 시험 처리에 따른 기능성 물질 함량 분석

표 30. 시험 처리별 일반 성분 분석

시험구	수분(%)	조지방(%)	조단백(%)
제주홍산	59.1±0.1	0.40±0.38	11.83±0.07
완주홍산	56.4±0.2	0.68±0.52	11.16±0.03
6/9 수확	57.6±0.7	0.34±0.02	9.9±0.00
6/13 수확	58.1±0.1	0.35±0.04	10.35±0.08
6/17 수확	57.2±0.8	0.50±0.46	10.09±0.03
6/22 수확	57.6±1.6	0.56±0.013	9.46±0.05
잎 1/3제거	58.1±0.5	0.23±0.09	10.15±0.07
잎 1/2제거	58.4±0.3	0.56±0.33	10.82±0.01
잎 2/3제거	58.1±1.0	0.68±0.42	10.83±0.08

‘홍산’의 조지방 함량은 일반 재배시 한지에서 재배할 경우 함량비가 높아지는 모습을 보였다. 또한 관행 수확기보다 수확기가 더 빠를수록 조지방 함량비가 감소하는 모습을 보였으며, 잎 제거 길이가 길어질수록 조지방 함량비는 증가하였다.

또한 조단백의 경우 난지에서 재배한 경우 가장 함량비가 높았으며 수확기별로는 2차 수확기인 6월 13일에 수확했을 경우 가장 함량이 높았고, 잎 제거 길이가 길어질수록 함량이 높아졌다.

표 31. 시험 처리구와 대비구의 황화합물류 함량 비교

시험구	분석항목(mg/kg)		
	Allyl disulfide	Propyl disulfide	Allyl trisulfide
제주홍산	21.25	33.40	23.95
완주홍산	27.81	23.83	30.82
6/9 수확	12.41	11.00	22.32
6/13 수확	6.21	3.61	17.20
6/17 수확	12.09	8.52	26.19
6/22 수확	28.55	18.55	28.30
잎 1/3제거	14.49	13.20	20.14
잎 1/2제거	24.54	51.00	27.00
잎 2/3제거	29.18	26.16	27.09

황화합물류의 함량분석에서는 시험구간 함량차이가 크게 나타나지 않았으나 propyl disulfide의 경우 잎을 1/2가량 제거 했을 때 함량이 두드러지게 높았다. 또한 6월 13일에 수확한 홍산은 모든 황화합물류 함량이 낮게 나타났다.

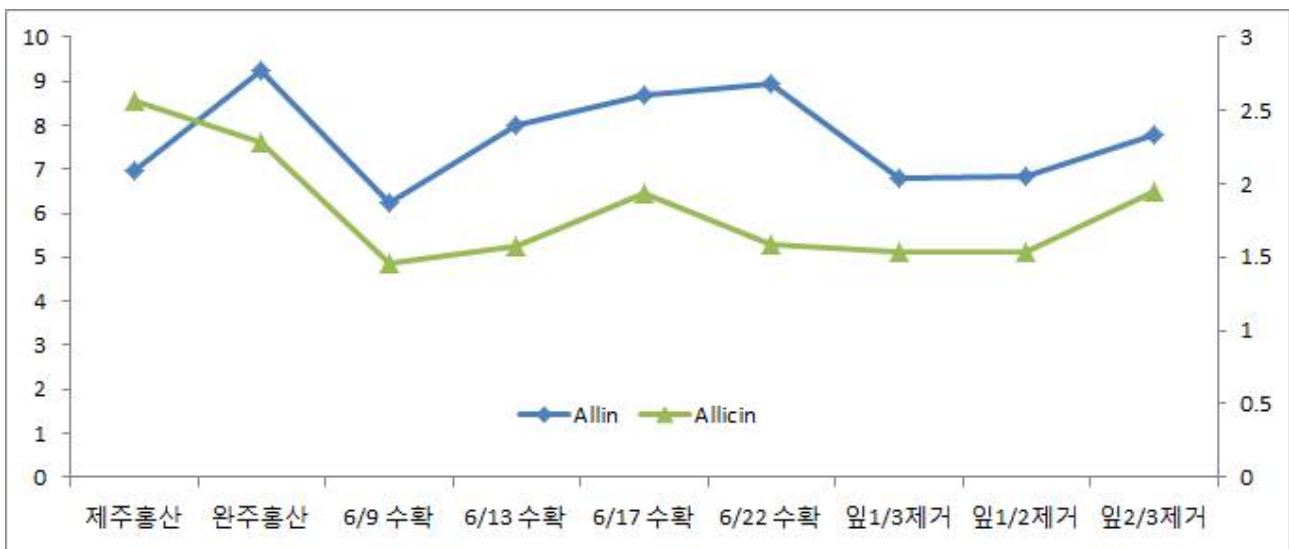


그림 19. 시험구와 대비구의 알린, 알리신 함량 비교(단위 : mg/g)

알린 함량은 한지에서 재배한 홍산에서 최고값을 보였고 알리신은 난지에서 재배한 홍산에서 함량이 높았다. 1차 수확기인 6월 9일에 수확한 홍산의 경우 알린, 알리신의 함량 모두 낮은 경향을 보였으며 수확기가 늦어질수록 상승하는 모습을 보였다. 또한 잎 제거 길이가 길수록 알린과 알리신의 함량이 증가하였다.

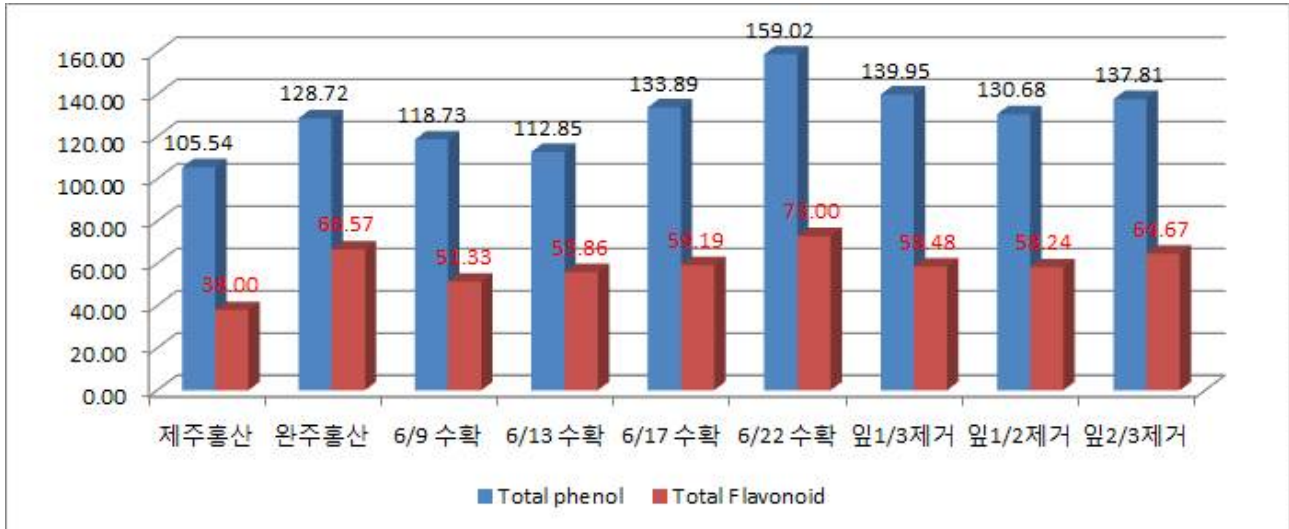


그림 20. 향산화 물질(페놀, 플라보노이드) 함량 비교

총페놀과 플라보노이드류 함량의 경우 가장 늦은 수확기인 6월 22일에 가장 높았다. 또한 난지에서 재배한 것보다 한지에서 재배한 경우 총페놀, 플라보노이드 함량이 더 높았다. 총페놀 함량은 2차 수확기에 다소 낮아지긴 하였으나 전체적으로 수확기가 늦어질수록 상승하는 추세를 보였고 플라보노이드류는 수확기가 늦어질수록 함량이 상승하는 경향을 보였다.

표 32. ABTS 라디칼 소거능(%) 비교

시험구	희석배수		
	10	50	100
제주홍산	99.24±0.09	68.19±0.74	42.02±0.60
완주홍산	99.36±0.10	67.29±0.74	42.12±0.46
6/9 수확	99.57±0.02	67.52±0.60	42.29±0.46
6/13 수확	99.54±0.07	64.05±1.17	39.08±0.59
6/17 수확	99.44±0.10	70.23±1.22	46.29±0.72
6/22 수확	99.40±0.16	80.47±0.50	54.23±0.65
앞1/3제거	99.53±0.07	73.72±0.46	46.74±0.53
앞1/2제거	99.44±0.18	67.41±0.63	42.02±0.82
앞2/3제거	99.52±0.09	73.73±0.26	47.93±0.40

□ 결과 요약

홍산의 경우 마늘종이 15cm가량 자랐을 때 제거한 경우 수량이 가장 많았고 구중, 구고, 구경 등 생육 특성이 가장 좋았다. 반면 화산의 경우 10cm이하일 때 제거할 경우 품종 특성이 가장 좋게 나타났다. 홍산, 화산, 한산 품종 모두 앞 제거 길이가 길어질수록 수량이 감소하는 경향을 보였다. 앞 제거 시기는 6월 10일에서 13일 경으로, 수확기에 가까운 시기였으나 앞에서 공급받아야 할 양분을 충분히 공급받지 못해 구중, 구경이 감소하는 것으로 보인다. 6월 9일부터 4일 간격으로 수확실험을 실시하였다. ‘홍산’의 경우 1차 수확기에 수량이 가장 많았고,

마늘의 상품성을 결정하는 구경은 3차 수확기에 가장 컸다. ‘화산’품종은 2차 수확기에 수량이 가장 많았을 뿐만 아니라 구경의 길이도 가장 길었다. 한산의 경우 3차 수확 수량이 가장 많았고 또한 구경도 컸다. 또한 마늘의 상품율과 연관되어있는 구경의 경우 홍산과 화산은 모든 처리에서 특상품 기준인 5cm 이상이 대부분을 차지하고, 한산의 경우 상품 기준인 4cm 이상의 빈도수가 높았다. 따라서 처리에 따른 수량 및 상품율의 차이는 크지 않으므로 수확기는 관행적으로 실시하여도 문제가 없을 것으로 보인다.

홍산은 관행 수확기보다 수확기가 빠를수록 조지방 함량비가 감소하는 모습을 보였으며, 잎 제거 길이가 길어질수록 조지방 함량비는 증가하였다. 또한 조단백의 경우 수확기별로는 2차 수확기인 6월 13일에 수확했을 경우 가장 함량이 높았고, 잎 제거 길이가 길어질수록 함량이 높아졌다.

황화합물류의 함량분석에서는 시험구간 함량차이가 크게 나타나지 않았으나 6월 9일에 수확한 홍산은 모든 황화합물류 함량이 낮게 나타났다. 알린 함량은 한지에서 재배한 홍산에서 최솟값을 보였고 알리신은 난지에서 재배한 홍산에서 함량이 높았다. 1차 수확기인 6월 13일에 수확한 홍산의 경우 알린, 알리신의 함량 모두 낮은 경향을 보였으며 수확기가 늦어질수록 상승하는 모습을 보였다. 또한 잎 제거 길이가 길수록 알린과 알리신의 함량이 증가하였다.

총페놀과 플라보노이드류 함량의 경우 가장 늦은 수확기인 6월 22일에 가장 높았다. 총페놀 함량은 2차 수확기에 다소 낮아지긴 하였으나 전체적으로 수확기가 늦어질수록 상승하는 추세를 보였고 플라보노이드류는 수확기가 늦어질수록 함량이 상승하는 경향을 보였다.

제 2절 대주아 이용 상품외통마늘 대량생산 및 대주아 계통 선발

가. 출하용 통마늘 생산기술 개발

<시험 1> 통마늘 생산을 위한 대주아 적정 재식거리 구명

DL01호의 재식거리별 출현, 좌지정도 및 추대율은 Table 2와 같다. 출현기는 20×2.5cm에서 2월 20일로 가장 빨랐고, 출현율은 재식거리가 좁을수록 높은 경향이였다. 수확기 좌지되어 도복되는 정도는 재식거리가 좁을수록 높아 20×2.5cm에서 100%이었고, 추대율은 재식거리가 넓을수록 높아 20×2.5cm가 1.5%, 20×10cm가 5.6%이였다. 이는 재식거리가 넓을수록 줄기가 굵고 단단하여 도복시기가 늦어졌고, 추대된 개체는 도복되지 않은데 따른 결과로 보여졌다.

Table 2. 재식거리별 출현, 좌지정도 및 추대율

재식거리 (조간x주간,cm)	출현기 (월.일)	출현율 (%)	한해정도 (0~9)	수확기 좌지정도(%)	추대율 (%)
20 × 2.5	2. 20	88	3	100	1.5 b
20 × 5	2. 22	87	3	85	2.4 b
20 × 7.5	2. 23	85	3	77	4.2ab
20 × 10	2. 23	85	3	47	5.6 a

DL01호의 재식거리별 지상부 생육특성은 Table 3과 같다. 초장, 엽수, 엽초장, 엽초경 및 엽폭은 재식거리가 넓을수록 크거나 많은 경향이였으며, 엽의 녹색정도는 재식거리별 일정한 경향이 없었다.

Table 3. 재식거리별 지상부 생육특성

재식거리 (조간x주간,cm)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽폭 (mm)	엽녹색도 (sp. value)
20 × 2.5	51.3	5.8	15.9	2.2	7.7	61.2
20 × 5	54.3	6.0	17.0	2.8	9.3	61.1
20 × 7.5	55.6	6.1	17.3	3.1	9.6	61.1
20 × 10	54.9	6.2	17.9	3.4	9.4	60.6

DL01호의 재식거리별 지하부 생육특성은 Table 4와 같다. 구경, 구고 및 구중 모두 재식거리가 넓은 20×10cm에서 가장 크거나 무거운 경향이였는데, 단구 구중은 20×2.5cm가 7.2g/구이었고, 20×10cm가 13.5g/구이였다. 상품성 단구 구중도 20×2.5cm가 12.1g/구이었고, 20×10cm가 15.2g/구이였다.

Table 4. 재식거리별 지하부 생육특성

재식거리 (조간x주간,cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구 중(g/구)	
			단 구	상품성 단구
20 × 2.5	2.4	2.7	7.2 d	12.1 d
20 × 5	2.7	3.0	10.1 c	13.0 c
20 × 7.5	2.9	3.1	11.5 b	13.9 b
20 × 10	3.1	3.1	13.5 a	15.2 a

^z : DMRT 5%, 상품성 단구 : 10g 이상

DL01호의 재식거리별 인편분화 및 통마늘 생성비율은 Table 5와 같다. 재식거리가 좁은 20×2.5cm 처리에서 수확개체수가 가장 많았고, 분구율은 가장 낮았으며, 단구생성은 가장 높았다. 20×2.5cm의 수확개체수는 141천개/10a였고, 이중 인편분화된 분구개수는 1.8천개/10a로 전체 수확주수의 0.9% 수준이었다. 20×2.5cm의 단구개수는 163천개/10a로 전체주수의 99%였으며, 10g이상의 상품성 단구개수는 27.4천개/10a로 전체주수의 16.7%였다. 재식거리가 가장 넓은 20×10cm 처리는 수확개체수가 49천개/10a로 가장 적었고, 이중 인편분화된 분구개수는 3.0천개/10a로 전체 수확주수의 5.9% 수준이었다. 20×10cm의 단구개수는 39천개/10a로 전체주수의 94%였고, 10g이상의 상품성 단구개수는 30.9천개/10a로 전체주수의 74.0%로 가장 높았다. 재식거리가 넓을수록 분구수는 증가하고 단구수는 감소하지만 10g이상의 상품성 단구비율은 가장 많았다.

Table 5. 재식거리별 인편분화(분구) 및 통마늘(단구) 생성비율

재식거리 (조간x주간, cm)	수확개체수 (천개/10a)	분 구 갯수(비율)	통마늘(단구)	
			전 체	상 품
			갯수(비율) 천개/10a(%)	갯수(비율)
20 × 2.5	141	1.8 (0.9)	163 (99)	27.4 (16.7)
20 × 5	87	2.2 (2.1)	82 (98)	40.1 (47.9)
20 × 7.5	63	2.8 (3.7)	60 (96)	37.6 (60.6)
20 × 10	49	3.0 (5.9)	39 (94)	30.9 (74.0)

^z : DMRT 5%, 상품성 단구 : 10g 이상

DL01호의 재식거리별 수량은 Table 6과 같다. 총 수량, 단구 전체수량, 10g이상 상품성 단구수량은 재식거리가 넓을수록 많았다. 출하 가능한 상품성 단구수량은 20×2.5cm에서 264kg/10a로 총 수량의 28% 이었고, 20×10cm는 상품성 단구수량이 535kg/10a으로 총 수량의 81% 이었다.

Table 6. 재식거리별 수량

재식거리 (조간x주간,cm)	총 (kg/10a)	단구수량(kg/10a-비율)		
		전 체	상 품	상품 지수
20 × 2.5	1,186a	1,142(99) a	264(28) b	100
20 × 5	845 b	960(98) b	508(62) a	192
20 × 7.5	719 bc	775(96) c	494(73) a	187
20 × 10	578 c	676(94) d	535(81) ab	202

^z : DMRT 5%, 비상품 10g/구 이하, 상품은 10g 이상 통마늘

DL01호의 재식거리별 상품성 통마늘의 구중 분포는 Fig. 1과 같다. 재식거리가 좁을수록 10g이하의 소형 단구가 많았고, 재식거리가 넓어질수록 대립의 단구가 많이 생성되었다.

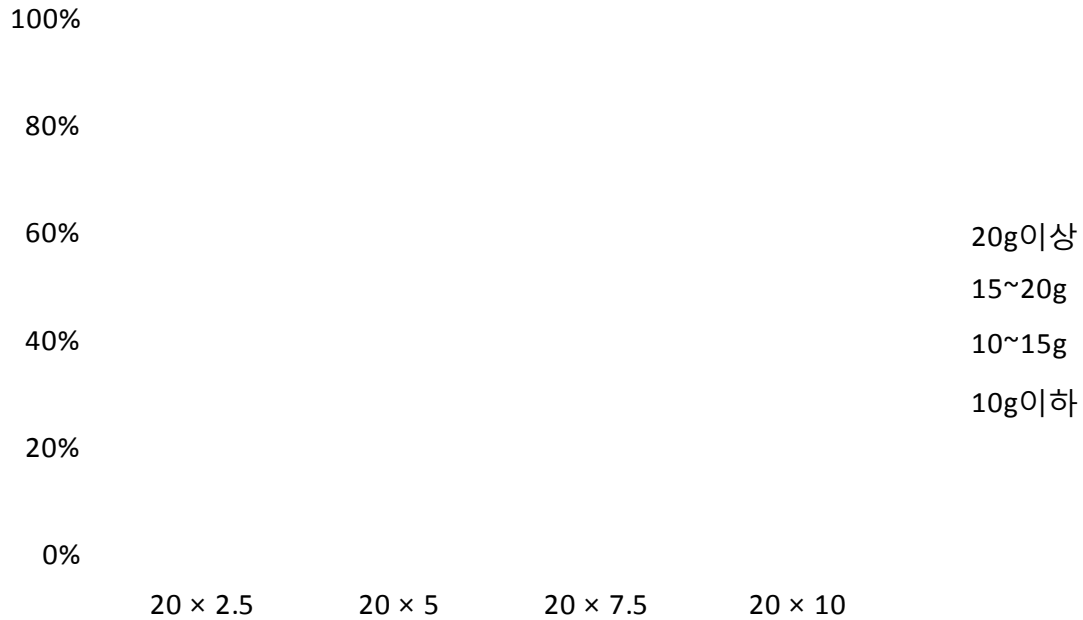


Fig. 1. 재식거리별 통마늘 구중 분포(갯수 기준)

<시험 2> 통마늘 생산을 위한 2차 추비시기 구명

춘파과중 시 추비시기에 따른 지상부와 지하부 생육 특성은 Table 7 및 Table 8과 같다. 4월 중순부터 10일 간격으로 추비시기를 달리 하였는데 지상부의 초장, 엽수, 엽초장, 엽초경, 엽폭 및 엽록소 함량 모두 통계적 차이가 없었고, 지하부 생육 또한, 인편수를 제외한 구경, 구고, 구중에서 통계적 차이가 없었다.

Table 7. Above ground growth characteristics by additional fertilizing date according to spring planting cultivation.

Additional fertilizing date	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf plant height (cm)	Stem diameter (mm)	leaf width (mm)	Chlorophyll content(sp.v)
Middle-Apr.(Apr. 15)	63.3 a	7.4 a	15.1 a	7.4 a	2.2 a	63.6 a
Late-Apr.(Apr. 26)	68.3 a	7.3 a	15.5 a	8.7 a	2.3 a	62.1 a
Early-May(May 6)	61.4 a	7.7 a	14.0 a	7.4 a	2.0 a	61.9 a
Middle-May(May 16)	66.5 a	7.4 a	15.9 a	8.0 a	2.1 a	63.0 a
Late-May(May 25)	67.3 a	7.5 a	16.0 a	8.4 a	2.2 a	62.7 a
Non fertilization	68.0 a	7.3 a	16.3 a	8.6 a	2.2 a	63.3 a

Table 8. Underground growth characteristics by additional fertilizing date according to spring planting cultivation.

Additional fertilizing date	Bulb diameter (mm)	Bulb height (mm)	No. of cloves	Bulb weight (g/a bulb)	
				Total	Single bulb
Middle-Apr.(Apr. 15)	39.1 a ^z	36.6 a	6.2 ab	15.9 a	9.4 a
Late-Apr.(Apr. 26)	39.6 a	36.3 a	6.7 a	15.9 a	9.2 a
Early-May(May 6)	41.0 a	36.6 a	5.9 ab	16.0 a	9.5 a
Middle-May(May 16)	39.1 a	36.1 a	6.5 ab	16.0 a	9.6 a
Late-May(May 25)	38.5 a	35.4 a	6.1 ab	14.9 a	10.5 a
Non fertilization	38.9 a	36.0 a	5.6 b	16.0 a	9.1 a

^z : DMRT 5%, Single bulb for commercial : over 10g.

추비시기별 인편분화율 및 추대율은 Fig. 2와 같다. 춘파파종 시 추비시기에 따른 추대율과 인편분화율을 Fig. 9로 나타내었다. 추대는 4월 하순 시용에서 가장 많이 발생되어 정점을 찍은 후 추비시기가 늦어질수록 하락하는 경향이었으나 통계적 유의성은 없었다. 인편분화율 역시 일정한 경향이 없고 통계적 차이가 없었다.

추비시기에 따른 수확 개체수, 단구 형성을 및 2차생장 발생율(Table 9)은 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다. 다만 2차생장 발생율의 경우, 4월 중순 추비시용이 3.2%로 낮았다가 4월 하순과 5월 상순 추비시용으로 7.9%~9.5%로 증가되어 2차생장 발생율이 가장 높은 구간을 형성한 다음 5월 중순 이후에 3.8%~4.7%로 다시 낮아지는 양상이었다.

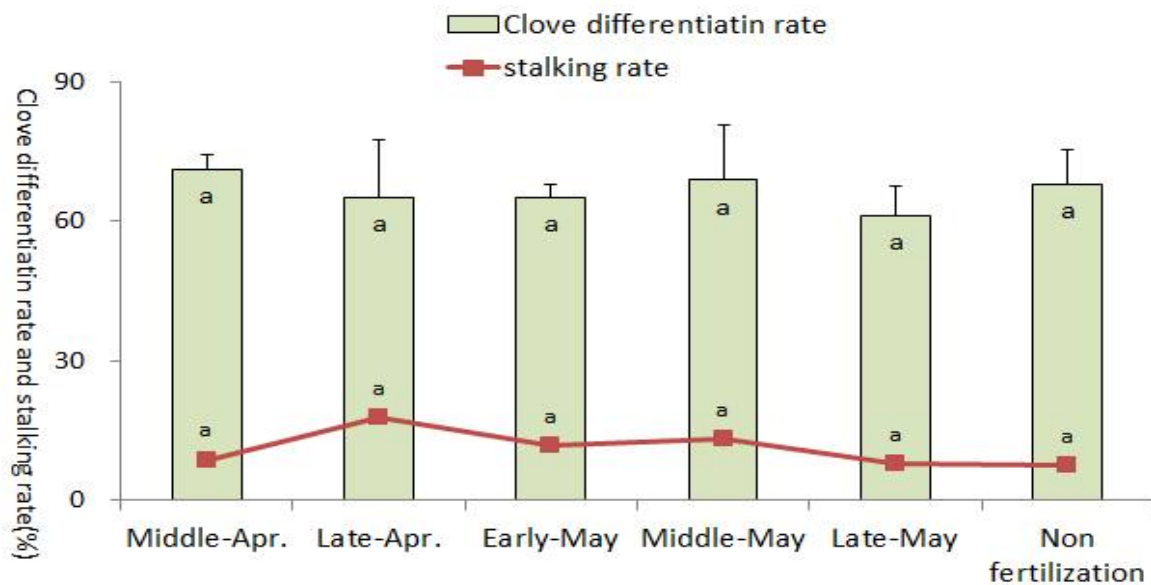


Fig. 2. Clove differentiation rate and stalking rate by additional fertilizing date according to spring planting cultivation

보통 마늘재배에서 질소질 비료 추비시용 시기를 4월 중순 이전까지 마치도록 권장하고 있는데, 그 이유는 2차 생장의 발생이 우려되기 때문이다. 한지형(단양종) 단양종의 경우, 4월 중순 이후 인편분화가 진행되어 분화기 이후 질소질 비료 과용은 2차생장 발생을 유발하여 벌마늘 발생이 증대된다고 하였다(Kim, 1983).

Table 9. Degree of bulb formation rate and secondary growth development by additional fertilizing date according to spring planting cultivation.

Additional fertilizing date	Total bulb harvested (1000/10a)	Single bulb		Secondary growth rate (%)
		Total number (1000/10a)	ratio (%)	
Middle-Apr.(Apr. 15)	29.1 a ^z	8.2 a	28.2 a	3.2 a
Late-Apr.(Apr. 26)	30.2 a	11.1 a	36.8 a	7.9 a
Early-May(May 6)	26.0 a	9.5 a	36.8 a	9.5 a
Middle-May(May 16)	32.2 a	10.4 a	32.4 a	3.8 a
Late-May(May 25)	32.0 a	12.9 a	40.3 a	4.7 a
Non fertilization	27.8 a	8.1 a	29.2 a	4.6 a

^z : DMRT 5%, Single bulb for commercial : over 10g.

총수량, 분구비율, 단구 수량 및 상품성 단구 수량 모두 통계적 유의성이 없었다. 결국 춘파재배의 경우 추비시기에 따른 생육과 수량의 차이가 없었기 때문에 생산비용 절감을 위하여 2차 추비시용은 필요하지 않다고 판단되었다.(Table 10)

Table 10. Yield by additional fertilizing date according to spring planting cultivation.

Additional fertilizing date	Total yield (kg/10a)	Cloved bulb ratio (%)	Single bulb yield (kg/10a)	
			Total	Commercial
Middle-Apr.(Apr. 15)	439 a ^z	83 a	74 a	17.4 a
Late-Apr.(Apr. 26)	475 a	79 a	104 a	9.8 a
Early-May(May 6)	408 a	77 a	94 a	20.5 a
Middle-May(May 16)	502 a	81 a	100 a	21.6 a
Late-May(May 25)	467 a	73 a	129 a	19.5 a
Non fertilization	400 a	80 b	80 a	8.1 a

^z : DMRT 5%, Single bulb for commercial : over 10g.

<시험 3> 통마늘 생산을 위한 춘파재배 시험

(1) 생태형 및 종구종류에 따른 단구형성 및 수량

2월 25일 춘파 파종의 종구재료와 생태형에 따른 생육단계 및 생육일수는 Table 11과 같다. 출현기는 주아파종이 단구파종과 분구파종보다 1~2일 늦었으나, 생육일수는 오히려 주아파종에서 가장 짧아 분구파종보다는 생육기간이 5일 단축되었다. 생태형별로는 한지형(단양종)이 중간형(DL01)과 난지형(남도종)보다 출현소요일수가 2.7일이 지연되었다.

이러한 결과는 난지형은 휴면이 짧아 맹아와 발근이 일찍 시작되고 인편 분화기와 구 형성 비대기도 빨라 조생종이며, 한지형은 휴면이 길어서 만생종인데, 남도마늘은 한지에서 춘파할 경우 생육일수가 짧았고, 지상부의 생육 정지기는 서산종이 남도마늘보다 늦었다는 보고(Lim *et al.*, 1987)와 유사한 경향이였다.

Table 11. Comparisons of growth characteristics based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Emergence date	Harvesting date	Required days to emergence	Growth days
Bulbil	Cold type ^{a)}	Mar. 14	Jun. 21	18	117
	Inter.-type ^{b)}	Mar. 12	Jun. 13	16	109
	Warm type ^{c)}	Mar. 11	Jun. 17	15	113
	Mean	Mar. 12 a	Jun. 17 b	16.3 a	113 b
Single bulb	Cold type	Mar. 12	Jun. 27	16	123
	Inter.-type	Mar. 9	Jun. 14	13	110
	Warm type	Mar. 10	Jun. 18	14	114
	Mean	Mar. 10 c	Jun. 20ab	14.3 b	116 ab
Clove	Cold type	Mar. 13	Jun. 28	17	124
	Inter.-type	Mar. 10	Jun. 14	14	110
	Warm type	Mar. 10	Jun. 23	14	119
	Mean	Mar. 11 b	Jun. 22 a	15.0 b	118 a
Ecotype mean	Cold type	Mar. 13 a	Jun. 25 a	17.0 a	121 a
	Inter.-type	Mar. 10 b	Jun. 14 c	14.3 b	110 c
	Warm type	Mar. 10 b	Jun. 19 b	14.3 b	115 b
S ^{d)}		**	**	**	**
E ^{e)}		**	**	**	*
S×E		**	ns	ns	ns

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

춘파재배에 따른 종구재료와 생태형별 출현율 및 한해 정도는 Table 12와 같다. 출현율은 주아파종에서 80%로 가장 높았고, 단구파종과 분구파종은 75~76%로 낮았다. 생태형별로는

한지형(단양종)과 난지형(남도종)이 81~82%였고, 중간형(DL01)은 68%로 가장 낮았다. 출현율은 종구재료와 생태형 간에 상호작용이 인정되었는데, 모든 종구재료에서 중간형(DL01)과 분구파종에서 난지형(남도종)의 출현율은 특히 낮았다. 이는 2월 25일 춘파 당시의 저장에 따른 종구활력의 차이로 중간형(DL01)의 모든 종구와 난지형(남도종)의 분구 종구는 다른 종구보다 입중이 무거웠는데 종구재료의 크기가 컸기 때문에 저장성이 저하되었을 것으로 판단되었다.

2월 25일의 춘파 이후 저온피해는 종구재료 간 통계적 차이가 없었으며, 생태 형별로는 한지형(단양종)이 저온에 가장 잘 견디어 피해가 적었고, 다음으로는 난지형(대서종)이 피해가 적었으며, 중간형(DL01)이 한해의 피해가 가장 컸다. 이는 중간형이 출현시기가 빠른 만큼 저온기의 노출기간이 길었고, 출현율이 낮아 초기생육이 불량했기 때문에 한해 발생이 많은 것으로 생각되었다.

Table 12. Comparisons of emergence rate and degree of cold damage based on seed bulb material and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Emergence rate (%)	Degree of cold damage (0~9)
Bulbil	Cold type ^{a)}	83	3
	Inter.-type ^{b)}	70	5
	Warm type ^{c)}	86	5
	Mean	80 a	4.3 a
Single bulb	Cold type	75	2
	Inter.-type	65	7
	Warm type	89	5
	Mean	76 b	4.7 a
Clove	Cold type	89	3
	Inter.-type	69	6
	Warm type	68	4
	Mean	75 c	4.3 a
Ecotype mean	Cold type	82 a	2.7 c
	Inter.-type	68 c	6.0 a
	Warm type	81 b	4.7 b
S ^{d)}		**	ns
E ^{e)}		**	**
S×E		**	ns

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

춘파재배에 따른 종구재료와 생태형별 지상부의 생육특성은 Table 13과 같다. 지상부의 생육은 주아파종이 단구파종과 분구파종보다 저조하여 초장, 엽수, 엽초경 및 엽폭에서 생육량이 적었고, 단구파종과 분구파종 간에는 생육이 비슷하여 초장을 제외하고는 통계적 차이가 없었다.

Table 13. Comparisons of above ground growth characteristics based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf sheath length (cm)	Leaf diameter (mm)	Leaf width (mm)
Bulbil	Cold type ^{a)}	60.8	4.8	10.9	7.0	14.3
	Inter.-type ^{b)}	49.0	4.4	11.5	4.4	8.2
	Warm type ^{c)}	62.0	5.6	17.4	4.5	9.3
	Mean	57.3 c	4.9 b	13.3 a	5.3 b	10.6 b
Single bulb	Cold type	72.1	6.8	12.2	7.6	19.9
	Inter.-type	57.7	7.7	16.9	8.4	13.7
	Warm type	73.3	6.8	21.8	7.6	13.1
	Mean	67.7 a	7.1 a	16.9 a	7.9 a	15.6 a
Clove	Cold type	70.0	8.0	13.5	9.1	21.5
	Inter.-type	55.7	5.6	15.1	5.1	12.0
	Warm type	73.2	7.4	23.1	9.1	16.1
	Mean	66.3 b	7.0 a	17.2 a	7.8 a	16.5 a
Ecotype mean	Cold type	67.6 b	6.5 a	12.2 b	7.9 a	18.6 a
	Inter.-type	54.2 c	5.9 a	14.5 b	5.9 b	11.3 b
	Warm type	69.5 a	6.6 a	20.8 a	7.1 ab	12.8 b
S ^{d)}		**	**	ns	**	**
E ^{e)}		**	ns	**	*	**
S×E		*	ns	ns	ns	ns

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

생태형별로 초장과 엽초경은 난지형(남도종)이 컸고, 엽초경과 엽폭은 한지형(단양종)이 양호하여 생태형 간 지상부의 생육은 일정한 경향이 없었다. Ra *et al.*(1987)은 한지형이 난지형보다 지상부의 생장이 우수 하였다고 하여 본 연구와 차이가 있었는데, 이는 난지형으로 사용된 남도종의 고유 특성 때문에 생태형 간 지상부의 생육에 일정한 경향이 나타나지 않은 것으로 생각되었다.

춘파재배에 따른 종구재료와 생태형별 지하부의 생육특성은 Table 14와 같다. 수확 후 구 특성의 조사 결과, 분구파종이 주아파종과 단구파종보다 마늘의 구경이 굵었고, 구고가 높았으며, 인편수가 많았다. 또한 분구파종은 인편 분화되지 않은 단구마늘의 구경도 굵었고, 구고가 높았으며, 주아파종은 구 특성이 가장 저조하였다.

생태형별로는 한지형(단양종)이 분구력이 왕성하여 인편분화 마늘의 구경, 구고, 인편수는 크고 많았으나, 인편 미분화 마늘의 구경과 구고에서는 한지형(단양종)이 중간형(DL01)과 난지형(남도종)보다 저조하였다. 중간형(DL01)의 인편수는 2.0개로 매우 적었는데, DL01은 단구형성이 왕성하여 분구가 되지 않은 개체가 많았기 때문이었다.

Table 14. Comparisons of underground growth characteristics based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Cloved bulb			Single bulb	
		Diameter (cm)	Height (cm)	No. of cloves	Bulb diameter (cm)	Bulb height (cm)
Bulbil	Cold type ^{a)}	3.9	3.4	4.6	2.3	2.5
	Inter.-type ^{b)}	—	—	—	2.8	2.9
	Warm type ^{c)}	3.9	3.1	4.6	3.0	2.9
	Mean	3.9 b	3.2 b	4.6 b	2.7 b	2.8 b
Single bulb	Cold type	4.5	3.6	7.1	—	—
	Inter.-type	3.0	3.4	2.0	3.1	2.9
	Warm type	4.3	3.5	5.1	2.7	2.7
	Mean	4.0 ab	3.5 ab	4.7 b	2.9 b	2.8 b
Clove	Cold type	4.9	4.1	6.0	—	—
	Inter.-type	—	—	—	3.8	3.4
	Warm type	4.3	3.4	6.3	3.4	3.2
	Mean	4.6 a	3.8 a	6.2 a	3.6 a	3.3 a
Ecotype mean	Cold type	4.4 a	3.7 a	5.9 a	2.3 b	2.5 b
	Inter.-type	3.0 b	3.4 b	2.0 b	3.2 a	3.1 a
	Warm type	4.2 a	3.3 c	5.3 a	3.0 a	3.0 a
S ^{d)}		*	*	**	**	**
E ^{e)}		**	**	**	*	**
S×E		ns	ns	*	**	**

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

춘파재배에 따른 종구재료와 생태형별 구중은 Table 15와 같다. 종구재료 간에는 총구중, 분구중 및 단구중은 분구파종, 단구파종, 주아파종의 순으로 높았고, 10 g 이상의 상품성 단구중은 종구재료 간 차이가 없었다. 분구파종은 총구중이 20.2 g, 분구중이 24.7 g, 단구중이 8.9 g, 상품성 단구중이 12.3 g으로 주아파종보다 월등히 높았다. 이와 같이 종구재료별 구중이 차이 나는 이유는 인편 분화율과 연관이 있는데, 총구중과 분구중은 인편 분화율이 높은 처리에서 구중이 높았고, 단구중과 상품성 단구중은 단구형성율이 높은 처리에서 높게 나타났다.

생태형별로 한지형(단양종)은 중간형(DL01)과 난지형(남도종)에 비하여 총구중은 대체로 높았고, 단구중과 상품성 단구중은 매우 낮았는데, 인편 분화력이 높아 분구생산은 많고 단구생산은 적었기 때문이었다. 생태형별 단구중과 상품성 단구중은 한지형(단양종)이 14.7~15.5%로 중간형(DL01) 및 난지형(남도종)의 단구중 11.1 g과 11.6 g에 비하여 매우 낮았다.

이와 같은 결과는 난지형의 구중이 한지형에 비하여 낮았다는 Ra *et al.*(1987)의 결과와 비슷한 경향이였다. 구 비대에 요구되는 한계온도와 한계일장이 난지형은 한지형보다 낮고, 짧아(Lim *et al.*, 1987) 난지형 품종의 구 비대 개시시기가 한지형보다 빨랐을 것으로 판단되었다.

Table 15. Comparison of bulb weight based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Total (g/bulb)	Cloved bulb (g/bulb)	Single bulb(g/bulb)	
				Total	Commercial
Bulbil	Cold type ^{a)}	10.4	12.0	5.0	3.4
	Inter.-type ^{b)}	7.9	0	7.9	11.7
	Warm type ^{c)}	12.4	17.3	9.6	14.2
	Mean	10.2 c	9.8 c	7.5 b	9.8 a
Single bulb	Cold type	22.3	22.3	0	0
	Inter.-type	14.4	25.0	12.6	14.0
	Warm type	16.0	20.2	11.3	16.0
	Mean	17.5 b	22.5 b	8.0 ab	10.0 a
Clove	Cold type	24.4	24.4	0	0
	Inter.-type	15.0	24.3	12.9	16.1
	Warm type	21.3	25.2	13.9	20.6
	Mean	20.2 a	24.7 a	8.9 a	12.3 a
Ecotype mean	Cold type	19.0 a	19.6 b	1.7 b	1.1 c
	Inter.-type	12.4 c	16.4 c	11.1 a	14.0 b
	Warm type	16.6 b	20.9 a	11.6 a	16.9 a
S ^{d)}		**	**	*	ns
E ^{e)}		**	**	**	**
S×E		**	**	**	*

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

종구재료 간, 생태형별 단구의 구중 분포를 보면(Fig. 3), 주아과종은 단구가 많이 생산되었지만 단구 크기가 10 g 이하 되는 소립이 대부분이었고, 분구과종은 단구과종보다 대립의 단구가 많이 형성되었다. 한지형(단양종)은 인편 분화율이 92% 이상으로 대부분이 분구가 되었으며, 생육이 저조한 개체에서 일부 단구가 형성되어 크기가 작은 소립단구가 많이 생산되었을 것으로 판단되었다. 상품성 있는 대립단구는 중간형(DL01)이 가장 많이 생산되었는데, 종구재료별로는 분구과종, 단구과종 및 주아과종의 순으로 대립단구가 많았고, 분구과종은 10 g 이상의 단구가 85%였다.

춘파재배에 따른 종구재료 및 생태형별 추대율은 Fig. 4와 같다. 종구재료별 추대율은 주아과종이 0~45%로 가장 낮았고, 단구과종과 분구과종이 높았다. 중간형(DL01)의 추대율은 주아과종이 0%, 단구과종이 9%, 분구과종이 0%로 단구과종은 추대율이 높았다. 생태형별 추대율은 한지형(단양종)이 45~80%로 가장 높았고, 중간형(DL01)이 0~9%로 가장 낮았으며, 난지형(남도종)은 28~56%였다. 중간형인 DL01은 단구형성이 뛰어난 계통으로 난지형인 남도종보다 추대율이 낮았다.

이러한 결과로, 추대율은 춘파재배가 추파재배에 비하여 낮았고, 한지형이 난지형보다 높았다. 인편분화는 품종 간 뚜렷한 차이가 있었고, 한지형은 춘파와 추파에 관계없이 100% 추대하였다는 보고(Kim, 1983)와 비슷한 경향을 보였다.

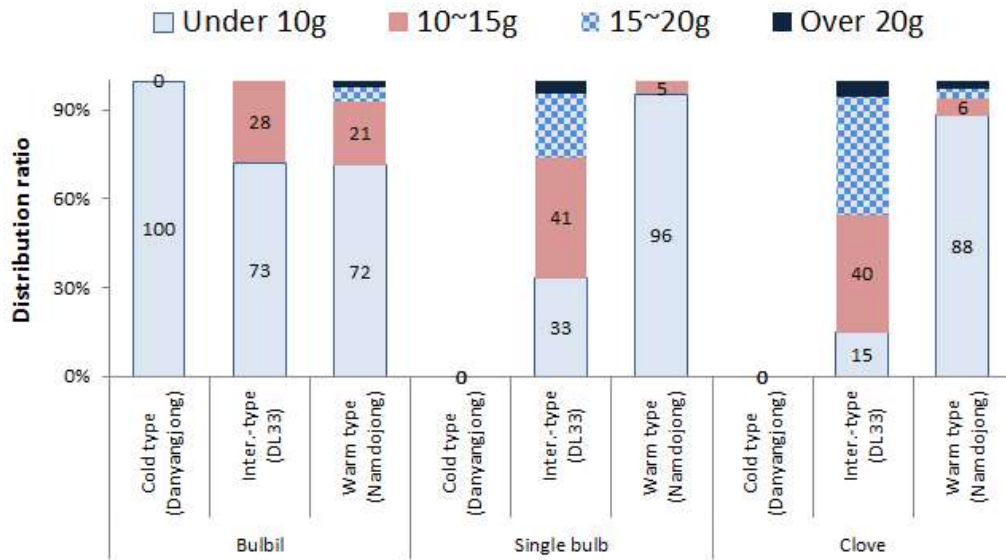


Fig. 3. Comparison of distribution ratio based on single bulb materials and bulb sizes by ecotype in spring cultivation of garlic

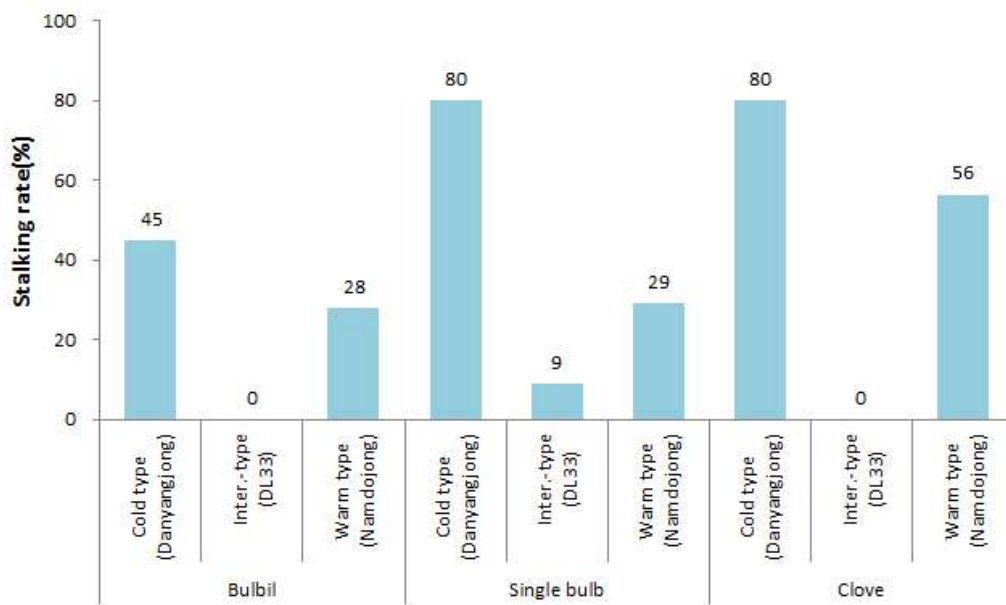


Fig. 4. Comparison of stalking rate based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic

종구재료에 따른 생태형별 인편 분화율과 단구형성율은 Table 16과 같다. 종구재료별 분구율은 주아과종이 39.5%로 가장 낮았고, 단구형성율과 10 g 이하의 종구 비율은 주아과종이 각각 60.6%, 42.0%으로 가장 높았다. 주아과종은 소립의 단구가 많이 생산되었기 때문에 단구과종이나 분구과종에 비하여 10 g 이상 되는 상품성 단구 비율은 18.7%로 가장 낮았다. 또한 분구과종은 단구과종에 비하여 분구율이 높아 단구형성이 적었지만, 상품성 단구비율은 32.3%로 단구과종의 24.0% 보다 높았다.

Table 16. Comparison of rate of single bulb formation based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Cloved bulb rate (%)	Single bulb formation rate (%)		
			Total	Seed garlic	Commercial
Bulbil	Cold type ^{a)}	77.3	22.9	23.0	0
	Inter.-type ^{b)}	0	100	73.0	28.0
	Warm type ^{c)}	41.1	58.9	30.0	28.0
	Mean	39.5 c	60.6 a	42.0 a	18.7 c
Single bulb	Cold type	100	0	0	0
	Inter.-type	16.0	84.0	17.0	67.0
	Warm type	36.1	63.9	59.0	5.0
	Mean	50.7 b	49.3 b	25.3 b	24.0 b
Clove	Cold type	100	0	0	0
	Inter.-type	12.0	88.0	3.0	85.0
	Warm type	70.9	29.1	18.0	12.0
	Mean	61.0 a	39.0 c	7.0 c	32.3 a
Ecotype mean	Cold type	92.4 a	7.6 c	7.7 c	0 c
	Inter.-type	9.3 c	90.7 a	31.0 b	60.0 a
	Warm type	49.4 b	50.6 b	35.7 a	15.0 b
S ^{d)}		**	**	**	**
E ^{e)}		**	**	**	**
S×E		**	**	**	**

For seed garlic : Under 10 g single bulb, For commercial : Over 10 g single bulb

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

생태형별로는 한지형(단양종)이 추대율과 인편 분화율이 높았기 때문에 분구율이 92.4%로 월등히 높았고, 단구형성은 7.6%로 현저히 낮았다. 중간형(DL01)은 분구율이 9.3%로 매우 낮은 반면, 단구형성율은 90.7%로 가장 높았고, 상품성 단구비율도 60.0%로 매우 높았다.

마늘의 구 형성에는 저온이 요구되는데, 저온의 범위와 기간은 생태형과 품종에 따라 상이하였고, 단구형성율은 난지형이 한지형보다 높았으며, 난지형 춘파재배의 통마늘 형성율은 87~100%였다(Ahn *et al.*, 2010; Lim *et al.*, 1987)는 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

한지형인 서산재래와 난지형인 제주재래의 비교에서 인편 분화기는 서산재래가 4월 8일, 제주재래는 2월 28일경 이었으며, 구 비대기는 서산재래가 6월 상순, 제주재래는 5월 상순경으로 난지형의 인편분화와 구 비대는 한지형보다 빨랐다. 이와 같이 생태형 간의 구 비대생육이 차이 나는 원인은 마늘이 어느 정도 성장한 후 화경과 인편이 분화되는데, 남도마늘은 화경과 인편분화에 필요한 생육단계에 도달하기 전에 고온에 의한 인편비대가 먼저 유기되었기 때문으로

판단되었다(Kim, 1983; Hwang, 1994).

2월 25일 춘파의 종구 재료별 총수량과 분구수량은 Table 17과 같다. 분구파종은 총수량과 분구수량이 각각 673 kg/10a, 439 kg/10a으로 주아파종과 단구파종에 비하여 많았고, 주아파종은 가장 적었다. 단구수량은 주아파종이 300 kg/10a으로 가장 많았고, 단구파종이 267 kg/10a, 분구파종이 235 kg/10a으로 낮은 결과를 보였지만, 상품성 있는 단구수량은 정반대의 결과를 보여 주아파종이 가장 적었고, 분구파종이 가장 많았다. 주아파종은 소립의 단구가 많아 상품성 단구수량이 89 kg/10a으로 저조하였고, 10 g 이하의 종구용 수량은 212 kg/10a로 가장 많았다. 결국 상품성 단구수량을 높이기 위한 춘파재배의 종구 선택은 분구마늘을 선택하여 파종하는 것이 주아파종이나 단구파종보다 유리할 것으로 판단되었다.

생태형별 총수량과 분구수량은 한지형(단양종)이 중간형(DL01)과 난지형(남도종)보다 높았는데, 한지형(단양종)의 총수량은 난지형(남도종)에 비하여 1.7배, 분구수량은 3.2배 많았다. 단구수량은 추대율과 인편분화 정도가 낮았던 중간형(DL01), 난지형(남도종), 한지형(단양종)의 순으로 높았으며, 특히 한지형(단양종)은 대부분이 추대가 되어 단구수량과 상품성 단구수량에서 저조한 결과를 보였다.

Table 17. Comparison of yield based on seed bulb materials and ecotypes in spring cultivation of garlic.

Seed bulb material	Ecotype	Total (kg/10a)	Cloved bulb (kg/10a)	Single bulb(kg/10a)		
				Total	Seed garlic	Commercial
Bulbil	Cold type ^{a)}	555	429	127	128	0
	Inter.-type ^{b)}	515	0	515	376	144
	Warm type ^{c)}	437	180	257	131	122
	Mean	502 b	203 c	300 a	212 a	89 c
Single bulb	Cold type	828	828	0	0	0
	Inter.-type	580	93	487	99	388
	Warm type	492	178	315	291	25
	Mean	633 a	366 b	267 b	130 b	138 b
Clove	Cold type	918	918	0	0	0
	Inter.-type	650	78	572	19	552
	Warm type	452	320	132	81	54
	Mean	673 a	439 a	235 c	34 c	202 a
Ecotype mean	Cold type	767 a	725 a	42 c	43 b	0 c
	Inter.-type	581 b	57 c	525 a	165 a	362 a
	Warm type	461 c	226 b	235 b	168 a	67 b
S ^{d)}		**	**	**	**	**
E ^{e)}		**	**	**	**	**
S×E		**	**	**	**	**

For seed garlic : Under 10 g single bulb; For commercial : Over 10g single bulb

^{a)}Danyangjong, ^{b)}DL01, ^{c)}Namdojong, ^{d)}Seed bulb material, ^{e)}Ecotype

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

중간형인 DL01은 추대율과 분구율이 낮아 단구형성율이 높아 단구수량과 상품성 수량도 525

kg/10a와 362 kg/10a로 한지형(단양종)과 난지형(남도종)보다 월등히 높았다. 이러한 결과는 DL01이 한지형보다는 난지형에 가까운 중간형으로 단구형성 능력이 우수하여 품종적 특성이 발현된 결과로 생각되었다.

이상의 결과, 2월 25일 춘파재배 시 종구재료에 따른 생태형별 단구형성율과 단구수량을 보면, 주아과종은 단구형성율이 60.6%로 높았지만 단구의 크기가 작아 10 g 이상의 상품성 단구비율은 18.7%, 상품성 단구수량은 89 kg/10a으로 매우 낮았다. 단구과종과 분구과종은 단구형성율이 39.0~49.3%로 주아과종보다 낮았으나, 상품성 단구비율은 24.0~32.3%였고, 상품성 단구수량은 138~202 kg/10a으로 주아과종보다 높았다. 단구생산을 위한 춘파재배의 종구 선택은 단구과종과 분구과종이 주아과종보다 유리할 것으로 생각되었다.

생태형별로 한지형(단양종)은 단구형성율이 7.6%로 낮았고 상품성 단구비율이 0%, 상품성 단구수량도 0 kg/10a으로 낮아 한지형(단양종)의 춘파재배는 단구 생산성이 매우 낮았다. 중간형(DL01)은 단구형성율이 90.7%로 매우 높았고, 상품성 단구비율이 60.0%, 상품성 단구수량이 362 kg/10a으로 가장 많아 춘파재배에 유리해 보였다. 난지형의 남도종은 단구형성율이 50.6%, 상품성 단구비율이 15.0%, 상품성 단구수량은 67 kg/10a으로 단구형성과 단구수량이 높지 않았다.

(2) 파종시기에 따른 단구형성 및 수량

생태형별 파종시기에 따른 출현기, 추대기, 수확시기 및 생육일수는 Table 18과 같다. 출현소요일수는 한지형(단양종)이 가장 길었고, 다음으로 난지형(대서종)이 길었으며, 중간형(DL01)이 가장 짧았다. 한지형은 춘파의 파종시기별 출현소요일수가 11~16일 이었고, 추파는 115일로 춘파에서 단축효과가 컸다. 중간형(DL01)과 난지형(대서종)은 춘파의 파종시기별 출현소요일수 단축효과가 한지형에 비하여 크지 않았다.

Table 18. Effects of ecotypes and planting dates on the growth stages and days in the cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	Emergence date	Stalking date	Harvest date	Required days to emergence	Growth days
Cold type (Danyang -jong)	Feb. 23	Mar. 17	May 24	Jun. 28	16	123
	Mar. 16	Apr. 2	Jun. 3	Jun. 29	15	103
	Apr. 5	Apr. 19	-	Jul. 2	11	84
	Oct. 26	Feb. 23	May 23	Jun. 21	115	234
	Mean	Mar. 24 a	May 27 a	Jun. 28 a	39.3 a	136 a
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	Mar. 15	-	Jun. 14	13	109
	Mar. 16	Mar. 30	-	Jun. 14	11	88
	Apr. 5	Apr. 17	-	Jun. 13	8	65
	Oct. 26	Nov. 10	May 14	Jun. 3	15	216
	Mean	Feb. 26 c	May 14 b	Jun. 11 b	11.8 c	120 c
Warm type (Daeseo -jong)	Feb. 23	Mar. 15	-	Jun. 23	13	118
	Mar. 16	Mar. 29	-	Jun. 26	12	100
	Apr. 5	Apr. 16	-	Jun. 23	9	75
	Oct. 26	Nov. 10	May 11	May 29	15	211
	Mean	Feb. 26 b	May 11 b	Jun. 18 b	12.3 b	126 b
Planting date mean	Feb. 23	Mar. 16 c	May 24 b	Jun. 22 b	14.0 b	117 b
	Mar. 16	Mar. 31 b	Jun. 3 a	Jun. 23 b	12.4 c	97 c
	Apr. 5	Apr. 17 a	- c	Jun. 23 a	9.6 d	75 d
	Oct. 26	Jan. 15 d	May 16 c	Jun. 14 c	21.1 a	221 a
E ^{a)}		**	**	**	**	**
P ^{b)}		**	**	**	**	**
E×P		**	**	**	**	**

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

생육일수도 출현소요일수와 같은 경향으로 한지형(단양종)이 136일로 가장 길었으며, 중간형(DL01)은 생육일수가 난지형(대서종)보다 6일 빨랐다. 이는 중간형(DL01)이 추대되지 않은 개체가 많아 경엽의 황화가 조기에 시작되었기 때문으로 생각되었다.

파종시기별 출현소요일수와 생육일수는 파종시기가 늦을수록 단축되었는데, 생육일수는 2월 23일의 춘파가 117일, 3월 16일의 춘파가 97일, 4월 5일의 춘파가 75일, 10월 26일의 추파가 221일이

소요되었다. 이는 파종시기가 늦을수록 출현기와 수확기가 길어진다는 Kim(1983), Lim *et al.*(1987), Ra *et al.*(1987) 및 Cho and Lee(1973)의 보고와 유사한 경향이였다.

생태형 및 파종시기에 따른 출현율 및 월동율은 Table 19와 같다. 생태형별로 출현율은 한지형(단양종)이 89%로 가장 높았고, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)이 각각 67%와 63%로 낮았는데, 한지형(단양종)이 중간형(DL01)과 난지형(대서종)에 비하여 종구 저장성이 좋았기 때문으로 생각되었다. 파종시기 별로는 파종시기가 늦을수록 출현율이 낮아져 10월 26일의 추파가 81%로 높았는데, Ra *et al.*(1987)의 결과와 유사하였다. 월동 전 출현된 중간형(DL01)의 월동율은 72%였고, 난지형(대서종)은 82%로 낮아 중간형(DL01)과 난지형(대서종)의 동해피해가 높았다.

Table 19. Effects of ecotypes and planting dates on the emergence and over wintering rate in the cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	Emergence rate(%)	Over wintering rate (%)
Cold type (Danyang -jong)	Feb. 23	90	—
	Mar. 16	88	—
	Apr. 5	84	—
	Oct. 26	93	—
	Mean	89 a	— c
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	69	—
	Mar. 16	64	—
	Apr. 5	61	—
	Oct. 26	72	72
	Mean	67 b	72 b
Warm type (Daeseo -jong)	Feb. 23	62	—
	Mar. 16	58	—
	Apr. 5	53	—
	Oct. 26	78	82
	Mean	63 b	82 a
Planting date mean	Feb. 23	73 ab	—
	Mar. 16	70 b	—
	Apr. 5	66 b	—
	Oct. 26	81 a	76.8
E ^{a)}			
P ^{b)}			
E×P			

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

생태형별 추대율은 한지형(단양종)이 0~68%로 가장 높았고, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)

간에는 0~36% 수준에서 비슷한 경향을 보였다(Fig. 5). 파종시기별 추대율은 추파의 10월 26일, 춘파의 2월 23일, 3월 16일 및 4월 5일의 순으로 파종이 빠를수록 높았는데, 한지형(단양종)의 4월 5일 춘파와 중간형(DL01) 및 난지형(대서종)의 2월 23일 춘파 이후에서는 거의 추대되지 않았다. 추대율은 파종시기가 빠를수록 높았고, 춘파 중에서는 2월 25일의 추대율이 높다는 보고(Lim *et al.*, 1987; Ra *et al.*, 1987)와 유사한 경향이었다.

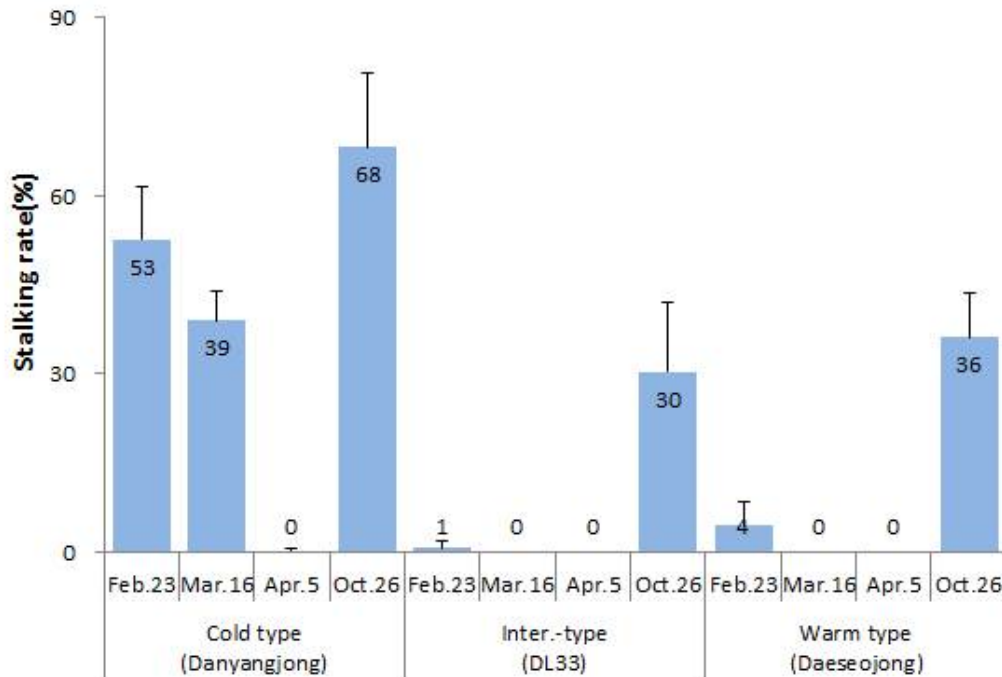


Fig. 5. Effects of ecotypes and planting dates on the stalking rate in the cultivation of garlic

인편 분화율은 추대율과 비슷한 경향으로 생태형별로는 한지형(단양종)이 월등히 높았고, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)은 인편분화 정도가 낮았는데, 중간형(DL01)이 난지형(대서종)보다 다소 낮은 경향을 보였다(Fig. 6). 파종시기에 따른 인편 분화율은 파종시기가 빠를수록 높았는데, 한지형(단양종)은 춘파와 추파 간 차이가 적어 76~99%의 범위 내에 있었고, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)은 춘파와 추파 간 차이가 컸다.

난지형(대서종)은 10월 26일 추파의 인편 분화율이 99%였고 춘파는 4~21%로 춘파와 추파 간의 차이가 상당히 컸다. 이는 난지형(대서종)의 구 비대에 필요한 고온, 장일 조건이 한지형(단양종)보다 일찍 도래하여 파종시기가 늦은 춘파일수록 인편이 분화되지 않고 단구로 비대되었기 때문이라 판단되었다.

5월 30일에 조사된 지상부의 생육은 Table 20과 같다. 생태형별로 한지형(단양종)이 중간형(DL01)이나 난지형(대서종)보다 초장, 엽수, 엽초장, 엽초경, 엽장 및 엽폭 모두 생육이 양호하였다. 중간형(DL01)과 난지형(대서종) 간에는 초장, 엽초경, 엽장 및 엽폭은 차이가 없었고, 엽수 및 엽초장은 난지형이 중간형보다 생육이 양호하였다. 파종시기 별로 초장 등 모든 생육특성은 춘파가 추파에 비하여 생육이 저조하였고, 춘파는 파종이 빠를수록 양호하였는데, 이는 Lim *et al.*(1987)과 Ra *et al.*(1987)의 보고와 비슷한 경향이었다.

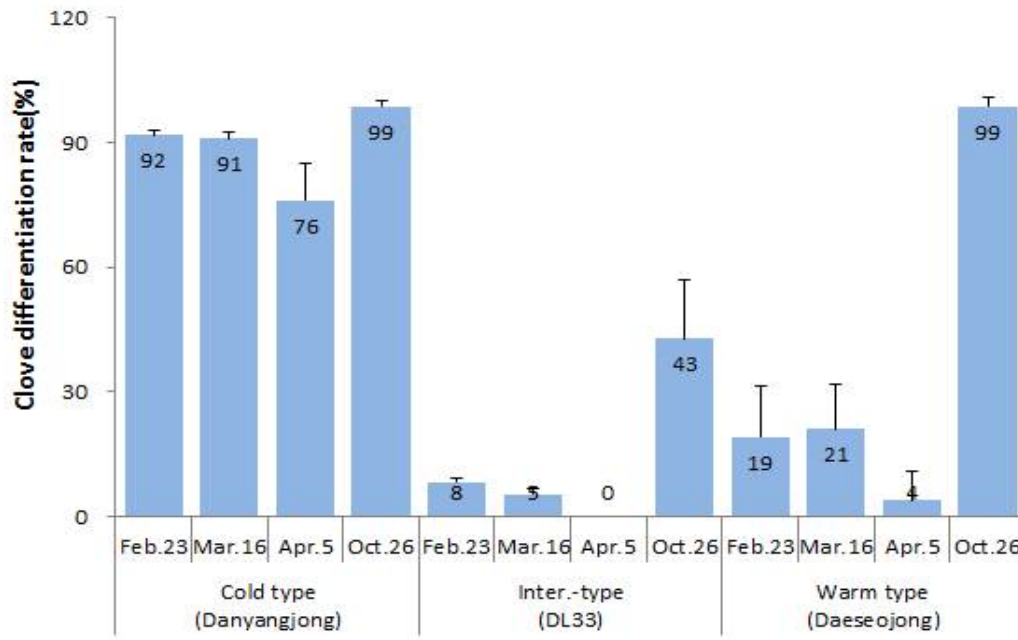


Fig. 6. Effects of ecotypes and planting dates on the clove differentiation rate in the cultivation of garlic

Table 20. Effects of ecotypes and planting dates on the growth characteristics of above ground measured in May 30 in the cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf sheath diameter (mm)	Leaf sheath length (cm)	Leaf width (cm)
Cold type (Danyangjong)	Feb. 23	78.8	6.6	20.2	10.9	59.8	2.3
	Mar. 16	77.2	7.0	16.8	10.3	60.1	2.3
	Apr. 5	62.0	8.0	11.6	8.4	51.6	1.9
	Oct. 26	77.3	7.2	21.8	8.7	55.8	2.3
	Mean	73.8 a	7.2 a	17.6 a	9.6 a	56.8 a	2.2 a
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	54.3	4.5	14.1	3.7	39.4	1.0
	Mar. 16	36.4	3.6	6.6	2.5	29.1	1.3
	Apr. 5	33.7	4.5	6.5	2.8	26.3	1.2
	Oct. 26	76.2	6.6	27.0	7.2	48.3	1.7
	Mean	50.2 b	4.8 c	13.5 c	4.1 b	35.8 b	1.3 b
Warm type (Daeseojong)	Feb. 23	62.6	6.8	17.1	5.9	44.6	1.5
	Mar. 16	45.6	5.6	11.3	3.5	33.1	1.1
	Apr. 5	32.8	4.9	6.1	3.1	26.1	1.1
	Oct. 26	65.7	6.2	25.6	6.9	39.2	1.8
	Mean	51.7 b	5.9 b	15.0 b	4.8 b	35.7 b	1.4 b
Planting date mean	Feb. 23	65.2 b	6.0 b	17.1 b	6.8 a	47.9 a	1.6 b
	Mar. 16	53.1 c	5.4 c	11.5 c	5.4 b	40.7 b	1.6 bc
	Apr. 5	42.9 d	5.8 d	8.0 d	4.8 b	34.7 c	1.4 c
	Oct. 26	73.1 a	6.6 a	24.8 a	7.6 a	47.8 a	1.9 a
E ^{a)}							
P ^{b)}							
E×P							

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

생태형에 따른 파종시기별 구경, 구고 및 인편수는 Table 21과 같다. 생태형별로 분구마늘의 구경, 구고 및 인편수는 한지형(단양종)이 중간형(DL01)과 난지형(대서종)보다 크거나 많았으며, 중간형(DL01)은 난지형(대서종)보다 분구의 크기가 작고 인편수도 2.5개로 가장 적었다. 반면 분구되지 않은 단구의 구경, 구고는 한지형(단양종)이 작았고, 난지형(대서종)이 대체로 컸는데, 이런 결과는 인편 분화율과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되었다. 인편 분화율이 높았던 한지형(단양종)이 분구마늘 생산이 많았기 때문에 분구마늘의 특성은 양호한 반면, 단구마늘의 생산은 저조하였으므로 단구의 구경과 구고는 작았다고 판단되었다.

Table 21. Effects of ecotypes and planting dates on the growth characteristics of cloved and single bulb in the cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	Cloved bulb(mm)			Single bulb(mm)	
		Diameter	Height	No. of cloves	Diameter	Height
Cold type (Danyang -jong)	Feb. 23	42.3	33.0	6.7	29.7	25.9
	Mar. 16	42.4	34.5	6.5	28.2	24.7
	Apr. 5	38.3	30.6	6.7	27.6	25.1
	Oct. 26	45.6	34.9	6.0	26.7	28.1
	Mean	42.1 a	33.2 a	6.5 a	28.0 b	26.0 a
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	41.5	31.2	2.9	36.3	29.1
	Mar. 16	35.6	27.7	2.1	29.5	24.7
	Apr. 5	0	0	1.0	28.2	23.8
	Oct. 26	49.5	34.5	4.1	41.7	33.8
	Mean	31.6 c	23.3 c	2.5 c	33.9 a	27.9 a
Warm type (Daeseo -jong)	Feb. 23	48.0	36.8	6.2	43.0	38.2
	Mar. 16	43.4	34.2	4.1	34.7	28.3
	Apr. 5	20.2	17.9	1.4	32.9	28.0
	Oct. 26	50.8	30.4	8.2	25.6	25.0
	Mean	40.6 b	29.8 b	5.0 b	34.0 a	29.9 a
Planting date mean	Feb. 23	43.9 b	33.7 a	5.3 b	36.3 a	31.1 a
	Mar. 16	40.5 b	32.1 a	4.2 c	30.8 ab	25.9 a
	Apr. 5	19.5 c	16.2 b	3.1 d	29.6 b	25.6 a
	Oct. 26	48.6 a	33.2 a	6.1 a	31.3 c	29.0 a
E ^{a)}		**	**	**	*	ns
P ^{b)}		**	**	**	**	*
E×P		**	**	**	**	**

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

파종시기 간에도 분구마늘의 구경, 구고 및 인편수는 파종시기가 늦을수록 작고 적었는데, 이는 Shin(1997)의 파종시기가 늦을수록 인편수가 적고, 4월 이후 파종은 인편수가 현저히 감소되었다는 보고와 유사한 경향이였다. 단구의 구경, 구고는 2월 23일의 춘파가 10월 26일의 추파보다 컸는데, 2월 25일의 춘파가 10월 20일의 추파보다 인편수가 증가했다(Hwang, 2008)는 연구결과와 비슷한 경향이였다. 특히 난지형(대서종)의 2월 23일 춘파의 단구 구경과 구고는 각각 43.0 mm, 38.2 mm로

10월 26일 춘파의 25.6 mm, 25.0 mm보다 컸다. 이것은 난지형(대서종)의 2월 23일의 춘파가 추대율이 낮아 단구형성이 순조롭고 우량한 단구가 형성된 반면, 10월 26일의 춘파는 대부분 추대되어 생육이 부진한 개체만 분구되지 않고 단구로 형성되었기 때문에 크기가 작았을 것으로 판단되었다.

춘파재배에 따른 생태형과 파종시기 간의 구중은 Table 22와 같은데, 구경, 구고 등의 지하부 생육 특성과 비슷한 경향이였다. 생태형 별로 총구중과 분구중은 분구율이 높았던 한지형(단양종)과 난지형(대서종)이 중간형(DL01)보다 높은 반면, 단구중과 상품성 단구중은 단구형성율이 높았던 중간형(DL01)과 난지형(대서종)이 한지형(단양종)보다 높아 통계적 유의성이 인정되었다.

Table 22. Effects of ecotypes and planting dates on the total, cloved and single bulb weight in spring cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	Total (g/bulb)	Cloved bulb (g/bulb)	Single bulb(g/bulb)	
				Total	Commercial
Cold type (Danyang -jong)	Feb. 23	19.7	20.4	8.4	13.1
	Mar. 16	19.5	20.8	7.8	13.2
	Apr. 5	12.5	13.9	7.7	12.4
	Oct. 26	23.6	23.7	8.1	10.4
	Mean	18.8 a	19.7 a	8.0 b	12.3 b
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	16.4	24.7	14.9	16.4
	Mar. 16	9.1	16.7	8.2	13.0
	Apr. 5	6.4	0	6.1	12.3
	Oct. 26	25.3	27.5	23.6	24.0
	Mean	14.3 b	17.2 b	13.2 a	16.4 a
Warm type (Daeseo -jong)	Feb. 23	26.6	35.6	23.4	25.0
	Mar. 16	13.3	21.1	12.2	15.4
	Apr. 5	7.6	4.1	7.3	15.5
	Oct. 26	23.7	23.9	9.0	10.9
	Mean	17.8 a	21.2 a	13.0 a	16.7 a
Planting date mean	Feb. 23	20.9 b	26.9 a	15.6 a	18.2 a
	Mar. 16	14.0 c	19.5 b	9.4 b	13.8 b
	Apr. 5	8.8 d	6.0 c	7.0 c	13.4 b
	Oct. 26	24.2 a	25.0 a	13.5 b	15.1 b
E ^{a)}		**	*	**	**
P ^{b)}		**	**	**	**
E×P		**	**	**	**

Single bulb for commercial : Over 10g

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

난지형(대서종)의 2월 23일 춘파는 총구중이 26.6 g, 분구중이 35.6 g, 단구중이 23.4 g, 상품성 단구중이 25.0 g으로 인편분화구와 인편 미분화구 모두 구중이 특히 높았다. 그런 결과로 3가지 생태형 중에서 난지형(대서종)의 평균 구중이 높아졌고, 4가지 파종시기 중에서는 2월 23일 춘파의

평균 구중이 높아졌다. 춘파의 구중은 파종시기가 늦을수록 낮았고, 2월 23일 춘파의 단구종과 상품성 단구종은 10월 26일의 추파보다 높았는데, 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다. 이와 같은 결과는 구중은 조기파종으로 증가되고 파종이 늦어질수록 감소되며, 4월 5일 이후의 춘파는 구중이 현저히 낮아졌다는 Kim(1983), Lim *et al.*(1987), Ra *et al.*(1987) 및 Hwang(2008) 보고와 비슷한 경향이였다.

무게별로 단구의 구중 분포를 보면(Fig. 7), 한지형(단양종)의 단구종은 대부분 10 g 이하였고, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)은 10 g 이상의 구중이 한지형(단양종)보다 많았는데, 파종시기에 따라 다른 경향이였다.

중간형(DL01)은 10월 26일 추파 시 20 g 이상의 대구 분포가 많은 반면, 난지형(대서종)은 대부분이 10 g 이하의 단구 분포를 보였다. 중간형(DL01)은 2월 23일의 춘파 시 10 g 이하, 10~15 g, 15~20 g 및 20 g 이상의 구중 비율이 고르게 분포되었다. 난지형(대서종)은 10 g 이하와 20 g 이상의 비율이 많은 분포를 보였고, 3월 16일 이후의 춘파와 10월 26일의 추파에서 10 g 이하의 구중 비율이 높아졌다.

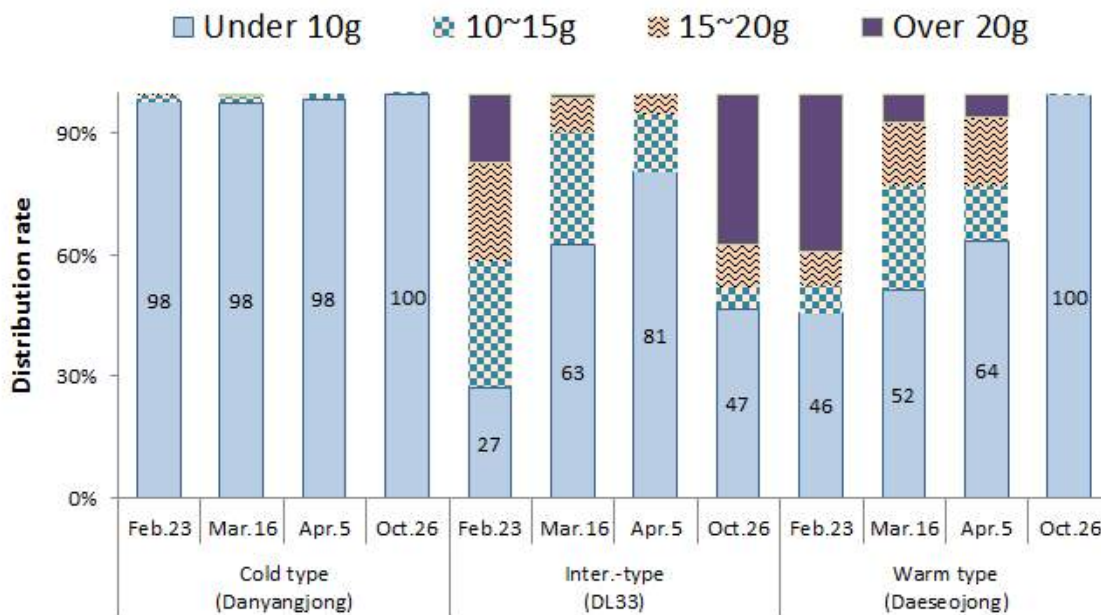


Fig. 7. Effects of ecotypes and planting dates on the distribution rate of bulb weight in spring cultivation of garlic

생태형 및 파종시기에 따른 단구형성의 정도는 Table 23과 같다. 생태형에 따른 10a당 수확 개체수는 한지형(단양종)이 31.3천개/10a로 가장 많았고, 중간형(DL01)은 난지형(대서종)보다 많았는데, 출현율과 월동율의 차이에 의한 결과로 판단되었다. 단구의 총개수와 상품성 단구의 개수는 중간형(DL01)이 각각 20.5천개/10a, 11.4천개/10a로 월등히 많은 반면, 단구형성율이 저조하였던 한지형(단양종)과 중간형(DL01)은 적었다.

이러한 결과는 단양마늘을 추파하면 수확주율이 61~71%였고, 춘파하면 53~62%였으며, 남도마늘은 추파가 53~70%였고, 춘파가 27~31%로 춘파보다는 추파가 높았고, 단양마늘이 남도마늘보다 높았다(Ahn *et al.*, 2010)는 보고와 비슷한 경향이였다.

Table 23. Effects of ecotypes and planting dates on the formation rate of single bulb in the cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	No. of total harvested (1,000/10a)	No. of single bulb(1,000/10a)			
			Total	Ratio (%)	Commercial	Ratio (%)
Cold type (Danyang -jong)	Feb. 23	31.9	2.8	8.2	1.1	3.0
	Mar. 16	30.1	2.9	9.1	0.4	1.3
	Apr. 5	29.4	7.5	24.5	0.5	1.7
	Oct. 26	33.7	0.5	1.4	0.1	0.2
	Mean	31.3 a	3.4 c	10.8 c	0.5 c	1.5 c
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	26.0	23.8	91.7	18.6	73.1
	Mar. 16	22.8	20.1	94.6	7.6	30.2
	Apr. 5	20.4	20.4	100	2.2	10.6
	Oct. 26	31.5	17.8	57.3	17.4	55.9
	Mean	25.2 b	20.5 a	85.9 a	11.4 a	42.5 a
Warm type (Daeseo -jong)	Feb. 23	21.2	17.2	84.4	15.8	73.1
	Mar. 16	18.0	12.2	78.9	7.6	42.0
	Apr. 5	17.4	16.8	96.0	3.8	19.8
	Oct. 26	28.6	0.4	1.4	0.3	0.9
	Mean	21.3 c	11.7 b	65.2 b	6.9 b	34.0 b
Planting date mean	Feb. 23	26.4 b	14.6 a	61.4 b	11.8 a	49.7 a
	Mar. 16	23.6 c	11.7 a	60.9 b	5.2 b	24.5 b
	Apr. 5	22.4 c	14.9 a	73.5 a	2.2 c	10.7 c
	Oct. 26	31.2 a	6.2 b	20.0 c	5.9 b	19.0bc
E ^{a)}		**	**	**	**	**
P ^{b)}		**	**	**	**	**
E×P		*	*	**	**	**

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

Ra *et al.*(1987)은 춘파의 파종시기가 빠른 2월 25일의 춘파 처리가 수확주율이 가장 양호하였으며, 저장력 차이에 의한 출현을 저하가 그 원인으로 판단하였다.

단구의 총 개수는 파종시기가 늦어질수록 분구력이 약화되어 감소되었다. 10 g 이상의 상품성 단구 개수는 2월 23일의 춘파가 10월 26일의 추파보다 더 많아 단구의 구경, 구고 및 구중의 변화와 비슷한 경향이었는데, 이는 난지형(대서종)이 2월 23일 춘파의 상품성 단구개수가 15.8천개/10a로 10월 26일 추파의 0.3천개/10a보다 월등히 많았기 때문으로 생각되었다.

파종시기에 따른 생태형(품종)별 상품성 단구의 개수는 Fig. 8과 같다. 한지형(단양종)은 모든 파종시기에서 상품성 단구개수가 매우 적었고, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)의 상품성 단구개수는 2월 23일의 춘파가 가장 많았으며, 3월 16일의 춘파 이후에는 감소되었다.

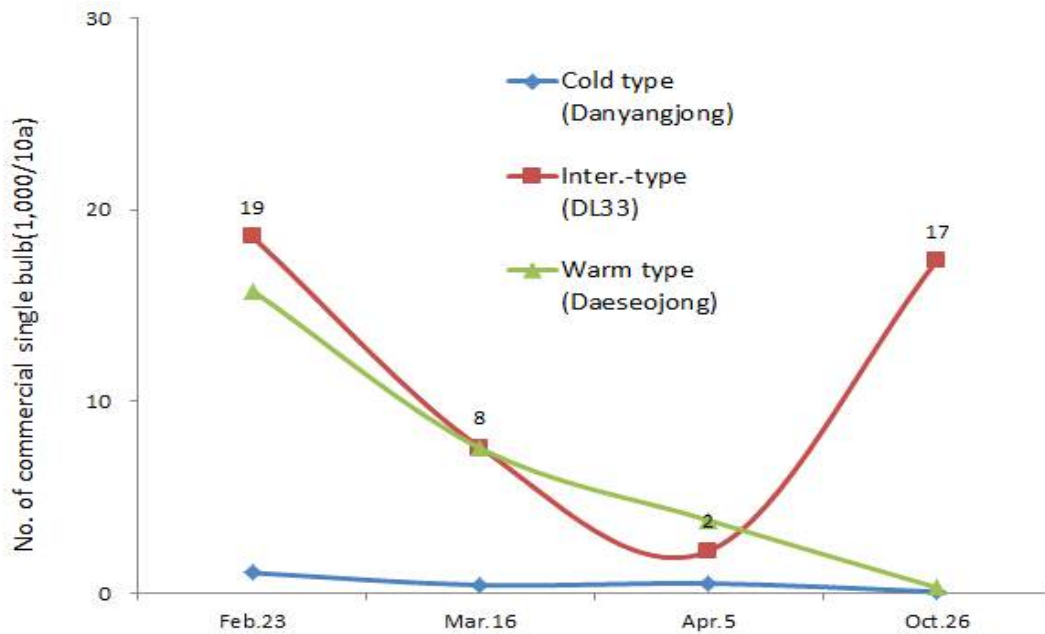


Fig. 8. Effects of ecotypes and planting dates on number of commercial single bulb in the cultivation of garlic

중간형(DL01)은 2월 23일의 춘파가 19천개/10a였고, 10월 26일의 추파가 17천개/10a로 서로 비슷하였으며, 난지형(대서종)은 2월 23일의 춘파재배에서 상품성 단구개수가 15.8천개/10a로 비교적 많았다. 10월 26일의 추파에서는 인편이 99%가 분화되어 상품성 단구의 개수가 매우 적었다.

파종시기에 따른 생태형별 상품성 단구의 생산은 생태형 간 확실한 차이를 보였다. 이러한 결과는 상품용 외통마늘의 비율이 2월 15일의 파종 이후에는 높아지다가 2월 25일의 춘파를 정점으로 다시 낮아지는 경향을 보였다(Hwang, 2008)는 결과와 비슷하였다.

생태형 및 파종시기에 따른 수량은 Table 24와 같다. 총수량은 생태형별로 한지형(단양종)이 592 kg/10a로 가장 높았다. 중간형(DL01)과 난지형(대서종)은 각각 436 kg/10a, 404 kg/10a로 한지형보다 낮았는데, 두 생태형 간의 유의성은 없었다.

파종시기 간에는 파종이 늦어질수록 수량이 감소되어 4월 5일의 춘파에서는 211 kg/10a로 매우 적었다. 이는 춘파의 파종시기별 수량은 2월 25일의 춘파가 가장 많았고, 파종시기가 늦어짐에 따라 수량의 감소를 보였는데, 특히 4월 5일의 춘파와 4월 25일의 파종이 현저히 감소하였다는 Shin(1997)의 결과와 비슷한 경향이였다.

파종시기의 지연에 따른 총수량 감소 정도는 중간형(DL01)과 난지형(대서종)이 한지형(단양종)보다 심했다. 2월 23일의 춘파 대비 4월 5일 춘파의 총수량 비율은 한지형(단양종)이 58.4%, 중간형(DL01)과 난지형(대서종)은 모두 25.0%로 상당히 낮았다. 이러한 결과는 파종시기가 늦어질수록 한지형이 중간형과 난지형 보다는 구 비대 개시부터 수확까지의 구 비대 기간이 길어졌기 때문으로 판단되었다.

한지형(단양종)은 분구율이 높았던 만큼 분구수량이 많았는데, 총수량의 93%를 차지한 반면, 중간형(DL01)은 분구율이 저조하여 총수량의 17%에 불과하였다. 단구수량은 분구수량과 부의 관계로 한지형(단양종)은 34 kg/10a로 매우 저조한 반면, 중간형(DL01)은 320 kg/10a로 가장 수량이 많았고, 총수량의 83%를 차지하였다. 파종시기별 단구수량은 총수량의 양상과 달리 2월 23일의 춘파가 10월

26일의 추파보다 높았는데, 2월 23일 춘파의 총수량은 10월 26일의 추파보다 적었지만 인편 분화율이 10월 26일의 추파보다 낮아 단구의 형성이 많았기 때문으로 판단되었다.

Table 24. Effects of ecotypes and planting dates on the yield of total, cloved and single bulb in the cultivation of garlic.

Ecotype (Variety)	Planting date	Total yield (kg/10a)	Cloved bulb		Single bulb		Commercial	
			Yield (kg/10a)	Ratio (%)	Yield (kg/10a)	Ratio (%)	Yield (kg/10a)	Ratio (%)
Cold type (Danyang -jong)	Feb. 23	627	597	95.7	30	4.3	14	2.1
	Mar. 16	581	538	93.3	43	6.7	15	2.4
	Apr. 5	366	308	84.0	58	16.0	6	1.6
	Oct. 26	793	786	99.1	7	0.9	1	0.1
	Mean	592 a	557 a	93 a	34 c	7 c	9 c	2 c
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	520	68	13.6	452	86.4	386	72.7
	Mar. 16	302	28	8.7	273	91.3	123	37.3
	Apr. 5	130	0	0	130	100	28	19.3
	Oct. 26	793	370	46.0	423	54.0	417	53.2
	Mean	436 b	116 c	17 c	320 a	83 a		46 a
Warm type (Daeseo -jong)	Feb. 23	561	252	44.5	309	55.5	301	54.2
	Mar. 16	240	92	38.6	148	61.4	118	48.4
	Apr. 5	138	2	3.1	136	96.9	60	36.4
	Oct. 26	678	673	99.4	5	0.6	3	0.4
	Mean	404 b	255 b	46 b	149 b	54 b	121 b	35 b
Planting date mean	Feb. 23	569 b	306 b	51 b	264 a	49 b	234 a	43 a
	Mar. 16	374 c	219 c	47 b	155 b	53 b	86 c	29 b
	Apr. 5	211 d	104 d	29 c	108 c	71 a	31 d	19 c
	Oct. 26	755 a	610 a	82 a	145 bc	18 c	140 b	18 c
E ^{a)}		**	**	**	**	**	**	**
P ^{b)}		**	**	**	**	**	**	**
E×P		**	**	**	**	**	**	**

^{a)}Ecotype(Variety), ^{b)}Planting date

Same letters within a column indicate no significant difference at $\alpha=0.05$ by DMRT(*, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ns, non-significant)

상품성 단구수량은 한지형(단양종)이 9 kg/10a으로 매우 적었고, 중간형(DL01)이 239 kg/10a로 가장 많았으며, 난지형(대서종)은 121 kg/10a였다. 파종시기별 상품성 단구수량은 단구수량과 비슷한 경향으로, 2월 23일의 춘파가 234 kg/10a로 가장 많았고, 3월 16일의 춘파 이후로 파종시기가 늦어질수록 현저히 감소되어 Shin(1997)과 Hwang(2008)의 보고와 유사한 경향이였다.

이상의 결과로부터 춘파재배의 생태형별 파종시기에 따른 인편 분화율과 단구수량은 한지형(단양종)이 총수량은 592 kg/10a로 가장 많았지만 단구형성율이 7%로 낮았고, 상품성 단구수량도 9 kg/10a으로 상당히 적어 단구생산을 위한 한지형(단양종)의 춘파재배는 적합하지 않았다. 중간형(DL01)은 단구형성율이 83%로 매우 높았고, 상품성 단구비율이 46%, 상품성

단구수량은 239 kg/10a으로 가장 많아 춘파재배에 유리해 보였다. 난지형(대서종)의 대서종은 단구형성율이 54%, 상품성 단구비율이 35%, 상품성 단구수량은 121 kg/10a으로 단구형성과 단구수량은 한지형(단양종)보다 양호하였으나 중간형(DL01)보다는 높지 않았다.

파종시기별로 2월 23일의 춘파에서는 단구형성율이 49%로 높았고, 상품성 단구비율이 43%, 상품성 단구수량은 234 kg/10a으로 가장 많아 상품성 단구생산을 위한 적합한 파종시기로 판단되었다. 3월 16일의 춘파 이후 파종시기가 늦어질수록 단구형성율은 높아졌지만, 총수량과 단구수량은 점차 감소되어 상품성 단구생산에 불리하였다. 총수량은 10월 26일의 추파가 755 kg/10a로 가장 많았지만 단구형성율이 18%로 가장 낮았고, 상품성 단구수량도 140 kg/10a으로 2월 23일의 춘파보다 적었다. 단구생산을 위한 적합한 생태형과 파종시기는 중간형(DL01)의 10월 26일의 추파 혹은 2월 23일의 춘파가 가장 유리해 보였고, 난지형(대서종)의 대서종도 2월 23일의 춘파가 다른 파종시기보다 유리할 것으로 생각되었다.

파종시기에 따른 생태형(품종)별 총수량의 변화는 Fig. 9와 같다. 생태형별로는 한지형(단양종)의 총수량이 많았는데, 파종시기 별로는 10월 26일 추파의 수량이 가장 많았고, 춘파재배에서는 파종시기가 늦어질수록 수량은 감소되었다. 파종시기 지연에 따른 생태형별 총수량의 감소폭은 한지형(단양종)이 가장 적었고, 중간형(DL01)이 가장 크게 감소하여, 4월 5일의 춘파는 10월 26일 추파의 793 kg/10a에 비하여 총수량이 16.4%에 불과하였다.

생태형 및 파종시기에 따른 상품성 단구수량의 변화는 Fig. 10과 같다. 생태형별로는 한지형(단양종)의 상품성 단구수량이 상당히 저조한 수준이었고, 중간형(DL01)이 가장 많았다.

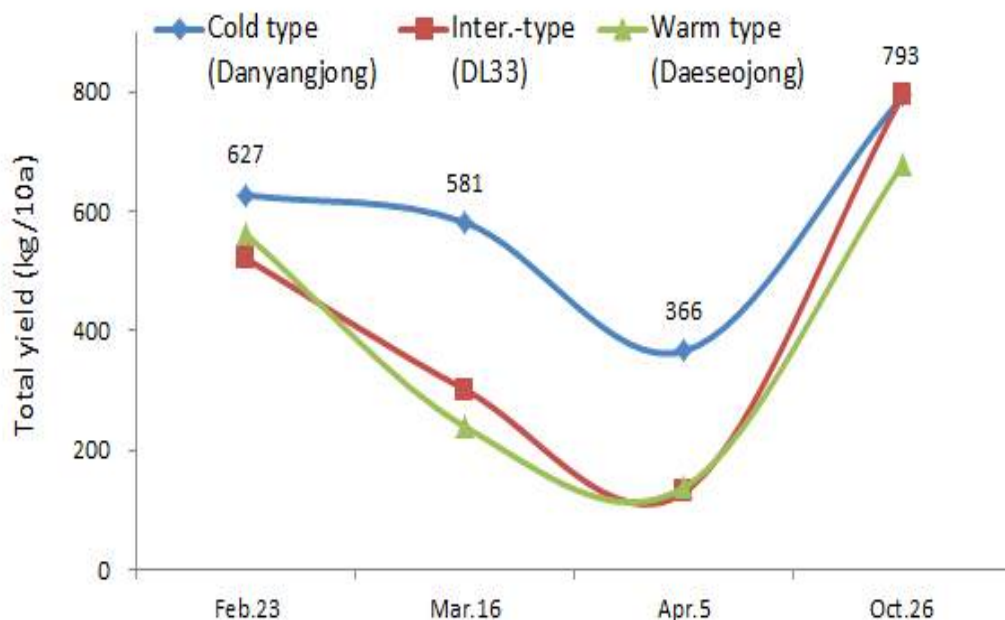


Fig. 9. Effects of ecotypes and planting dates on the total yield in the cultivation of garlic

파종시기 별로는 중간형(DL01)의 10월 26일 추파가 417 kg/10a로 가장 높은 수준을 보인 반면,

난지형(대서종)의 10월 26일의 추파는 단구형성을 저하로 상품성 단구수량이 0에 가까웠고, 2월 23일의 춘파는 급격히 증가되었다. 중간형(DL01)과 난지형(대서종)의 2월 23일의 춘파 이후에는 상품성 단구수량이 급격히 감소되는 경향이였다.

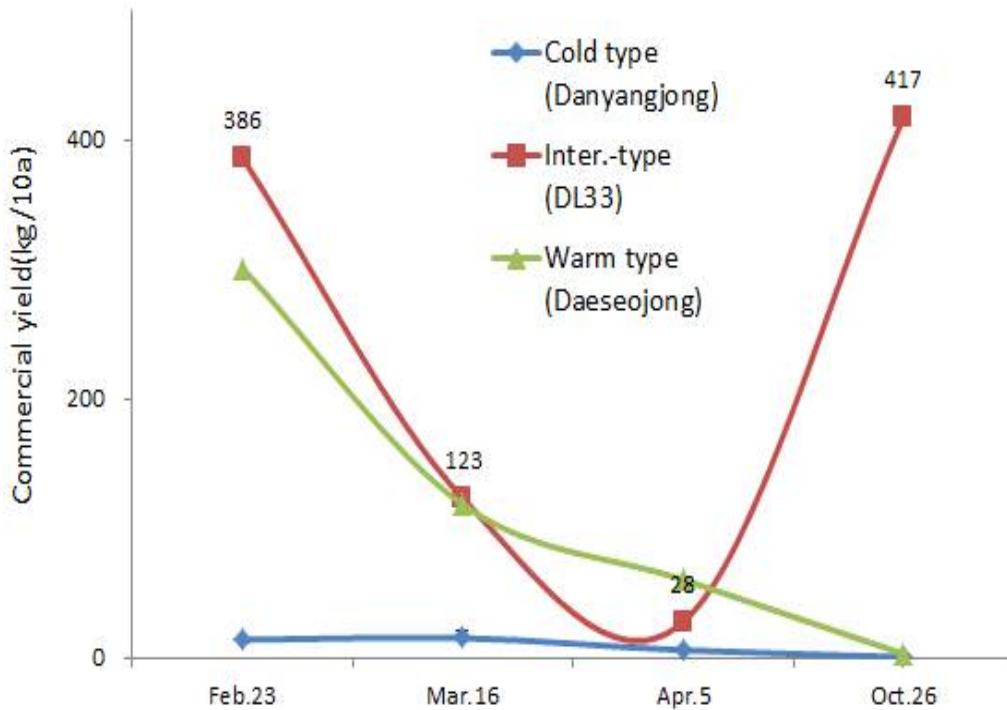


Fig. 10. Effects of ecotypes and planting dates on the yield of commercial single bulb in the cultivation of garlic

춘파재배에 따른 생태형과 파종시기별 소득은 Table 25와 같다. 2015년의 전국평균 마늘의 수량은 1,290 kg/10a로 조수입이 5,072천원/10a였고, 소득은 3,553천원/10a였다. 생태형별 파종시기 간 단구수량이 높아 소득도 높았는데, 한지형(단양종)은 10월 26일의 추파가 3,572천원/10a으로 전국평균 대비 101% 정도였다. 중간형(DL01)은 10월 26일의 추파가 6,338천원/10a으로 전국평균 대비 178%로 가장 높게 분석되었다. 중간형(DL01)의 2월 23일 춘파는 전국평균 대비 120%였으며, 난지형(대서종)의 2월 23일 춘파는 소득이 4,048천원/10a으로 전국평균 대비 114%로 높게 분석되었다.

단구생산을 목적으로 한 소득분석에서 중간형(DL01)의 10월 26일의 추파와 2월 23일의 춘파가 유리하고, 난지형(대서종)은 2월 23일의 춘파가 농가소득이 높을 것으로 분석되어 현장적용이 가능하리라 판단되었다.

Table 25. Effects of ecotypes and planting dates on income in spring cultivation of garlic.

Ecotype	Planting date	Yield (kg/10a)	Gross income	Operating cost	Income	Income ratio (%)
			(1,000 won/10a)			
National Average (Variety)	Fall planting	1,290	5,072	1,520	3,553	100
Cold type (Danyangjong)	Feb. 23	627	3,971	1,520	2,451	69
	Mar. 16	581	3,735	1,520	2,215	62
	Apr. 5	366	2,333	1,520	814	23
	Oct. 26	793	5,091	1,520	3,572	101
Inter.-type (DL01)	Feb. 23	520	5,790	1,520	4,271	120
	Mar. 16	302	2,537	1,520	1,017	29
	Apr. 5	130	872	1,520	-648	-18
	Oct. 26	793	7,858	1,520	6,338	178
Warm type (Daeseojong)	Feb. 23	561	5,568	1,520	4,048	114
	Mar. 16	240	2,286	1,520	767	22
	Apr. 5	138	1,179	1,520	-340	-10
	Oct. 26	678	4,426	1,520	2,907	82

* National average was referred from standard incomes of agriculture and livestock, Rural Development Administration, 2015.

* The price was calculated national price as 3,932 won/kg, marketable bulb as 6,500 won/kg, marketable single bulb as 13,000 won/kg, seed bulb as 5,000 won/kg.

나. 한지형 마늘 대주아 우량 계통 선발

한지형 대주아 계통의 출현 및 생육특성은 Table 26과 같다. 출현기는 DL02가 11월 16일로 월동 전에 이루어졌고, 나머지 계통은 월동 후 2월에 출현되었다. 추대율은 DL05, DL09 및 DL22는 2.3%~13.3%로 낮았고, 2차생장 발생율은 모든 계통이 3.7% 이하로 낮았다.

Table 26. 한지형 대주아 계통의 출현 및 생육특성

계통명	출현기 (월.일)	출현율 (%)	추대기 (월.일)	추대율 (%)	황화정도 (0~9)	2차생장 발생율 (%)	잎마름병 (0~9)
단양중	2.21	90	5.25	35.0	7.0	3.7	4.3
DL02	11.16	58	5.17	95.0	6.0	1.7	1.3
DL05	2.20	90	-	6.7	5.7	0.7	2.0
DL06	2.17	44	5.23	60.0	5.7	1.7	3.3
DL09	2.20	90	-	2.3	7.0	0.3	2.3
DL16	2.24	89	5.21	85.0	8.3	0.0	4.0
DL22	2.22	85	-	13.3	7.3	0.7	4.0

한지형 대주아 계통의 지상부 생육특성은 Table 27 및 Table 28과 같다. DL06은 초장, 엽수, 엽초장, 엽초경 등 지상부 생육량이 많고 컸는데 초장이 84cm, 엽초경이 16.6mm 이었다. 엽의 녹색 정도는 DL09에서 8로 가장 짙었고, 잎마름병은 0~1 정도였으며, 2차생장 발생율은 0~3으로 낮았다. 생육 중 포장평가는 DL05, DL06, DL09 및 DL22에서 8 이상으로 양호하였다.

Table 27. 한지형 대주아 계통의 지상부 생육특성

계통명	초 장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽 수 (개)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽록소 함량(sp.v)
단양중	76	22.5	10.8	8.5	53.4	2.2	59.4
DL02	70	25.6	11.7	7.7	45.0	2.3	68.5
DL05	73	21.8	11.0	9.3	49.8	2.2	58.6
DL06	84	24.0	16.6	10.2	59.3	2.9	64.7
DL09	76	21.4	11.5	9.3	52.7	2.2	59.1
DL16	74	26.9	10.5	8.6	48.3	2.0	53.1
DL22	73	18.7	11.8	9.0	53.7	2.3	64.3

Table 28. 한지형 대주아 계통의 지상부 생육특성

계통명	엽록색 정도 (0~9)	모자이크증상 (0~9)	잎마름병 (0~9)	2차생장발생율 (0~9)	생육중평가 (0~9)
단양종	7	2	1	2	6
DL02	7	1	0	3	4
DL05	7	1	0	3	8
DL06	3	2	1	1	9
DL09	8	1	0	3	8
DL16	3	2	1	0	6
DL22	4	1	1	1	8

한지형 대주아 계통의 지하부 구 특성은 Table 29와 같다. 구중은 DL05, DL06, DL09에서 40g 이상으로 무거웠고, 인편수는 DL06에서 3.6개로 가장 적었으며, DL02와 DL05는 주아 파종 시 분구율이 100% 이었다.

Table 29. 한지형 대주아 계통의 구 특성

계통명	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g/구)	인편수 (개/구)	주아 파종 시		
					구중 (g/구)	인편수 (개/구)	분구율 (%)
단양종	4.5	3.5	35.4	6.8	4.1	1.5	7.4
DL02	4.4	3.2	28.6	7.6	16.3	5.0	100
DL05	4.8	3.8	41.8	5.6	10.0	4.0	100
DL06	5.1	3.8	43.9	3.6	9.4	4.0	19.0
DL09	5.0	4.1	46.1	6.0	7.6	4.0	2.6
DL16	4.7	3.7	38.5	7.0	9.8	3.3	18.6
DL22	4.7	3.8	37.7	6.3	-	-	-

한지형 대주아 계통의 주아 특성은 Table 30과 같다. DL06은 총포중이 3.2g 으로 무거웠고, 주아중은 모든 계통에서 0.6g 이상으로 대주아 계통 이었다.

Table 30. 한지형 대주아 계통의 주아 특성

계통명	총포경 (cm)	총포고 (cm)	총포중 (g/개체)	주아수 (개/개체)	주아중 (g/립)
단양중	2.6	2.1	4.9	16.0	0.3
DL02	3.0	2.2	7.4	10.0	0.8
DL05	2.3	2.3	4.2	6.3	0.8
DL06	3.2	2.5	10.1	11.7	0.9
DL09	2.6	2.2	4.8	7.0	0.7
DL16	3.0	1.8	6.7	9.7	0.7
DL22	2.8	2.1	6.6	11.7	0.6

한지형 대주아 계통의 지상부 중구특성 평가는 Table 31과 같다. DL05는 인편 피색이 보라색 계통으로 특이하였고, 단단한 정도는 DL22에서 8로 가장 높았다. 종합적 평가는 DL05가 9, DL09가 8로 높아 구 특성이 양호하였다.

Table 31. 한지형 대주아 계통의 중구 특성 평가

계통명	구모양정도 (0~9)	단단한정도 (0~9)	종합평가 (0~9)
단양중	7	7	6
DL02	7	5	6
DL05	7	7	9
DL06	4	4	7
DL09	7	6	8
DL16	5	7	6
DL22	6	8	6

제 3절 한지형 우량 신품종 마늘 재배기술 확립

□ 마늘종 생산용 신품종 ‘산대’ 마늘종 수확시기 구명(2014년)

1. 재료 및 방법

신품종 마늘 산대품종의 마늘종 수확시기 구명을 위하여 2014년 단양에서 시험을 수행하였으며, 시험구를 휴폭 110cm×휴간 40cm의 두둑을 만들어 조간 20cm×주간 10cm 간격으로 1주 1본씩 파종한 후 3cm 정도 복토하였으며, 너비 120cm의 투명무공비닐(두께 0.02mm)을 이용 피복하였다. 파종은 10월 30에 파종하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다, 월동 후 고자리파리 방제를 위한 토양살충제(카보퓨란입제)를 1회 살포하였으며, 엽초 추출은 전체 출현기 중 엽초가 5cm 정도 자랐을 때 실시하였고, 엽초 추출 후 흙으로 비닐을 덮어 주었다. 마늘종 수확시기는 추대 후 15일, 20일, 25일, 30일 4처리를 두어 실시하였으며, 마늘 피해를 및 구특성은 수확 후 45일 저장한다음 조사하였다. 기타 관리는 관행에 준하였다.

2. 결과 및 고찰

표 1과 2는 산대품종의 출현, 추대특성 및 지상부 생육상황을 나타낸 것으로 산대품종은 출현기가 2월 15일경으로 월동 후 싹이 출현되는 한지형 생태의 특성을 보였으며, 추대는 단양종보다 7일 늦게 추대 되었다. 산대품종의 지상부 생육상황은 전체적으로 단양종 보다 낮은 경향을 보였으나 잎의 엽록소 값은 단양종보다 높게 나타났다.

표 1. 산대 품종의 출현 및 추대특성

(파종일 : 2013. 10. 21.)

품종	출현기 (월.일.)	출현율 (%)	출현소요일수 (일)	추대기 (월.일)	추대소요일수 (일)
산대	2. 15.	88.6	118	5. 18	204
단양종	2. 15	86.6	118	5. 25	211

표 2. 산대 품종의 지상부 생육상황

(조사일 : 2014. 5. 7.)

품종	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽폭 (mm)	엽초경 (mm)	엽수 (매/주)	엽록소 (SPAD값)
산대	59.6b	13.3b	13.0a	22.2b	7.4a	61.5a
단양종	74.6a	18.2a	12.9a	26.2a	7.8a	53.6b

y DMRT = 5%



그림1. 산대 마늘(2014.6.11.) 생육상황

그림 1은 산대품종의 수확직전 생육상황으로 마늘중 생산 전용 품종임에도 불구하고, 마늘중의 생육이 현저히 낮아 마늘중 수량조사를 하지 못하였고, 품종특성이 전혀 나타나지 않았다.

표 3는 산대품종의 수확시기에 따른 지하부 구특성 나타낸 것으로 저장후 45일에 조사하였으며, 특성을 보면 이차생장을 발생이 100%였으며, 상품수량을 기준으로 추대 후 25일에서 상품수량이 10a당 623kg으로 가장 높아 수확적기로 나타났다.

표 3. 산대 품종의 수확시기에 따른 지하부 특성

(저장 45일)

수확시기 (추대 후)	인편수 (개/주)	이차생장을 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)	피해율 (%)	상품수량 (kg/10a)
15일	5.0	100	25.5	35.4	29.3	709.7	52.7	333
20일	4.8	100	30.5	39.0	31.5	848.8	35	551
25일	4.6	100	31.1	40.0	31.3	865.5	27.5	623
30일	4.7	100	31.3	40.2	31.5	871.1	50	435

*피해율 : 이차생장을 제외한 녹변, 병해충 피해립, 열구의 총비율

□ 한지형 신품종 마늘 수확시기 및 저장성 구명(2014~2015년)

1. 재료 및 방법

농촌진흥청에서 육성한 한지형 신품종 마늘 화산 등 5품종의 수확시기 및 저장성 구명을 위하여 2014년부터 2015년까지 2년간 단양에서 시험을 수행하였으며, 시험구는 휴폭 110cm×휴간 40cm의 두둑을 만들어 조간 20cm×주간 10cm 간격으로 1주 1본씩 파종한 후 3cm 정도 복토하였으며, 너비 120cm의 투명무공비닐(두께 0.02mm)을 이용 피복하였다. 파종은 10월 30일에 파종하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다, 월동 후 고자리파리 방제를 위한 토양살충제(카보퓨란입제)를 1회 살포하였으며, 엽초 추출은 전체 출현기 중 엽초가 5cm 정도 자랐을 때 실시하였고, 엽초 추출 후 흙으로 비닐을 덮어 주었다. 품종별 수확시기는 추대 후 15일, 20일, 25일 3처리를 두어 실시하였으며, 마늘 피해율은 수확 후 45일 저장한 다음 조사하였다. 기타 관리는 관행에 준하였다.

2. 결과 및 고찰

표 4는 신품종 마늘 지상부 생육상황을 조사한 성적으로 출현율이 다산, 화산품종은 단양종에 비하여 현저히 떨어지는 경향을 보였으며, 기타 생육상황은 단양종과 비슷한 결과를 보였다. 단양종에 비해 화경장은 신품종 다산, 화산, 대주 품종이 매우 높은 것으로 나타났으며, 엽록소는 다산, 화산품종이 높은 것으로 나타났다.

표 4. 신품종마늘 지상부 생육상황('15, 충북)

품종	출현율 (%)	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매/주)	화경장 (cm)	화경경 (mm)	엽록소 (SPAD값)
다산	78.6	68.7	27.2	9.4	7.9	82.9	4.7	72.1
화산	70.2	74.8	24.0	9.4	8.3	81.3	6.8	72.5
단산	82.5	70.5	20.5	9.3	8.4	-	-	56.5
대주	89.7	68.6	23.3	9.9	8.7	79.0	5.5	67.0
단양	87.3	70.4	20.0	9.8	8.3	49.7	4.6	55.5

표 5는 마늘 수확시기별 수량을 조사한 것으로 화산품종은 추대 후 20일에서 10a당 수량이 695kg으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 다산, 단산, 대주 및 단양종은 추대 후 25일 수확에서 수량이 높은 것으로 나타났다. 특히 화산 품종은 추대 후 20일 이후에 지상부가 급속히 말라 시들기 때문에 수확노력 및 수량면에서 볼 때 추대 후 20일 이전에 수확하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

표 5. 신품종 마늘 수확시기별 지하부 생육조사결과('14~'15, 충북)

1. 다산 품종

수확시기 (추대 후)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
15일	전년	5.4	-	30.2	38.4	31.2	840.5
	본년	5.7	25	13.8	30.4	29.7	406.8
	평균	5.6	12.5	22.0	34.4	30.5	623.7
20일	전년	5.3	-	31.9	39.4	31.3	887.9
	본년	5.9	5	14.0	29.8	30.9	412.7
	평균	5.6	2.5	23.0	34.6	31.1	650.3
25일	전년	5.9	-	34.1	40.4	35.0	949.1
	본년	6.3	35	14.4	31.0	31.5	424.4
	평균	6.1	17.5	24.3	35.7	33.3	686.8

2. 화산 품종

수확시기 (추대 후)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
15일	전년	4.4	-	28.4	38.3	31.5	790.4
	본년	4.0	-	18.4	35.3	31.3	484.4
	평균	4.2	-	23.4	36.8	31.4	637.4
20일	전년	4.2	-	29.5	39.1	31.5	821.1
	본년	4.6	-	21.6	36.9	32.2	568.6
	평균	4.4	-	25.6	38.0	31.9	694.9
25일	전년	4.4	-	29.7	39.6	32.2	826.6
	본년	4.6	5	20.0	36.2	32.2	526.5
	평균	4.3	2.5	24.9	37.9	32.2	676.6

3. 단산 품종

수확시기 (추대 후)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
15일	전년	6.3	-	25.1	41.7	32.2	698.6
	본년	5.4	-	22.9	40.2	35.3	708.5
	평균	5.7	-	24.0	41.0	33.8	703.6
20일	전년	6.7	-	28.1	42.6	34.0	782.1
	본년	5.8	-	24.0	40.1	34.9	742.5
	평균	6.3	-	26.1	41.4	34.5	762.3
25일	전년	6.4	-	28.5	42.8	33.6	793.2
	본년	5.3	10	24.5	40.3	35.7	758.0
	평균	5.9	5	26.5	41.6	34.7	775.6

4. 대주 품종

수확시기 (추대 후)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
15일	전년	2.4	-	27.0	34.3	30.8	751.4
	본년	2.4	-	14.9	33.3	29.6	501.2
	평균	2.4	-	21.0	33.8	30.2	626.3
20일	전년	2.1	-	29.5	38.0	31.9	821.0
	본년	2.5	-	15.2	33.6	30.5	511.3
	평균	2.3	-	22.4	35.8	31.2	666.2
25일	전년	2.2	-	35.6	44.1	35.2	990.8
	본년	2.4	-	16.1	32.5	30.0	541.6
	평균	2.3	-	25.9	38.3	32.6	766.2

5. 단양 품종('15, 충북)

수확시기 (추대 후)	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
15일	6.4	40	23.7	41.4	37.6	775.9
20일	6.7	35	23.5	38.7	35.8	769.3
25일	6.6	35	26.0	42.4	37.8	851.2

표 6은 수확시기별 경제성을 분석한 성적으로 소득은 각 품종별 추대 후 15일에 비해 화산품종은 추대 후 20일 수확에서 47%, 다산 및 대주품종은 추대 후 25일 수확에서 각각 57%, 124% 증수되었다,

표 6, 신품종 마늘 수확시기별 경제성 분석('14~'15, 충북)

품종	수확시기	수 량 (kg/10a)	조수입 (천원/10a)	경영비 (천원/10a)	소 득 (천원/10a)	소득지수 (%)
다산	추대후 15일	624	2,298	1,891	407	100
	추대후 20일	650	2,394	1,891	503	124
	추대후 25일	687	2,530	1,981	639	157
화산	추대후 15일	637	2,346	1,891	455	100
	추대후 20일	695	2,560	1,891	669	147
	추대후 25일	677	2,493	1,891	602	132
대주	추대후 15일	626	2,306	1,891	415	100
	추대후 20일	666	2,453	1,891	562	135
	추대후 25일	766	2,821	1,891	930	224
단산	추대후 15일	704	2,593	1,891	702	100
	추대후 20일	762	2,806	1,891	915	130
	추대후 25일	777	2,862	1,891	971	138
단양	추대후 15일	776	2,858	1,891	967	100
	추대후 20일	769	2,832	1,891	941	97
	추대후 25일	851	3,134	1,891	1,243	128

※ 2014년 농산물 소득자료(농촌진흥청) 참고 : 마늘단가 3,683원/kg, 경영비 1,891천원/10a

표 7은 신품종의 수확시기별 저장성을 조사한 성적으로 저장 45일후 조사하였으며, 피해율은 단산품종이 19.2%로 가장 낮았고, 화산품종이 45.8%로 피해율이 가장 높았다. 수확시기별로는 추대 후 20일 수확시 피해율이 가장 적은 것으로 나타났다.

표 7. 신품종 마늘 수확시기별 저장성

품 종	수확시기별 45일 저장후 피해율(%)			
	추대후 15일	추대후 20일	추대후 25일	평균
다산	30.0	27.5	42.5	33.3
화산	65.0	32.5	40.0	45.8
대주	32.5	7.5	17.5	19.2
단산	10.0	12.5	27.5	16.7
풍산	38.5	27.6	21.4	29.2

※ 저장중 피해율 : 녹변, 병해충 피해립, 열구의 충비율

□ 우량 신품종 마늘 이용확대 연구(2015년)

1. 재료 및 방법

한지형 신품종 마늘 농가 실증을 위하여 2015년에 단양마늘연구회 농가 실증포 3개소에서 시험을 수행하였다. 신품종 마늘 화산 등 5품종을 10월 30일에 파종하였고, 다음해 추대 후 25일에 수확하여 생육 및 수량을 조사하였다. 기타 재배관리는 관행에 준하여 시험하였다.

2. 결과 및 고찰

표 8은 신품종 마늘을 연구회 농가 실증포 3개소에서 농가 이용가능성을 시험한 성적으로 풍산 품종은 일부 이차생장이 나타났으며, 대주 품종은 인편수가 매우 적었으며, 구중은 무거운 것으로 나타났다. 수량은 대주 품종이 990.8kg/10a로 가장 높았으며, 단산 품종은 793.2g/10a로 수량이 상대적으로 낮게 나타났다. 신품종별로는 대주>다산>풍산>화산>단산 순으로 높았다.

표 8. 신품종 마늘 농가 실증포 생육 및 수량

품종	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
다산	5.9	-	34.1	40.4	35.0	949.1
화산	4.4	-	29.7	39.6	32.2	826.6
단산	6.4	-	28.5	42.8	33.6	793.2
대주	2.2	-	35.6	44.1	35.2	990.8
풍산	5.3	4.2	26.0	42.4	37.8	851.2

□ NMR 분석을 위한 마늘 추출 및 정제법 설정(2015년)

1. 재료 및 방법

마늘 신품종 핵자기공명분광기(NMR) 분석을 위하여 2015년에 실험하였으며, NMR 분석 샘플조건 확립을 위하여 NMR 500MHz에서 Methanol, Chloroform, H₂O 처리를 두어 추출하였다. 정제법 설정을 위하여 국산종(단양), 코끼리마늘, 중국산(산동성, 가정사, 강내성), 스페인산(대서마늘) 등 6개 원산지 마늘을 이용하여 NMR 피크분석을 하였다.

2. 결과 및 고찰

그림 2는 NMR 분석 샘플 조건 확립을 위하여 조사한 그림으로 6가지 샘플 그래프 피크를 비교 조사한 결과, 차이를 보이는 부분이 많이 보이는 메탄올 추출에서 많은 대사체가 추출되었고, 대사체 비교가 효율적인 것으로 나타났다. 따라서 마늘의 NMR 분석을 위한 최적 추출은 메탄올 추출(1:10비율=샘플:메탄올)이 가장 좋은 것으로 나타났다.

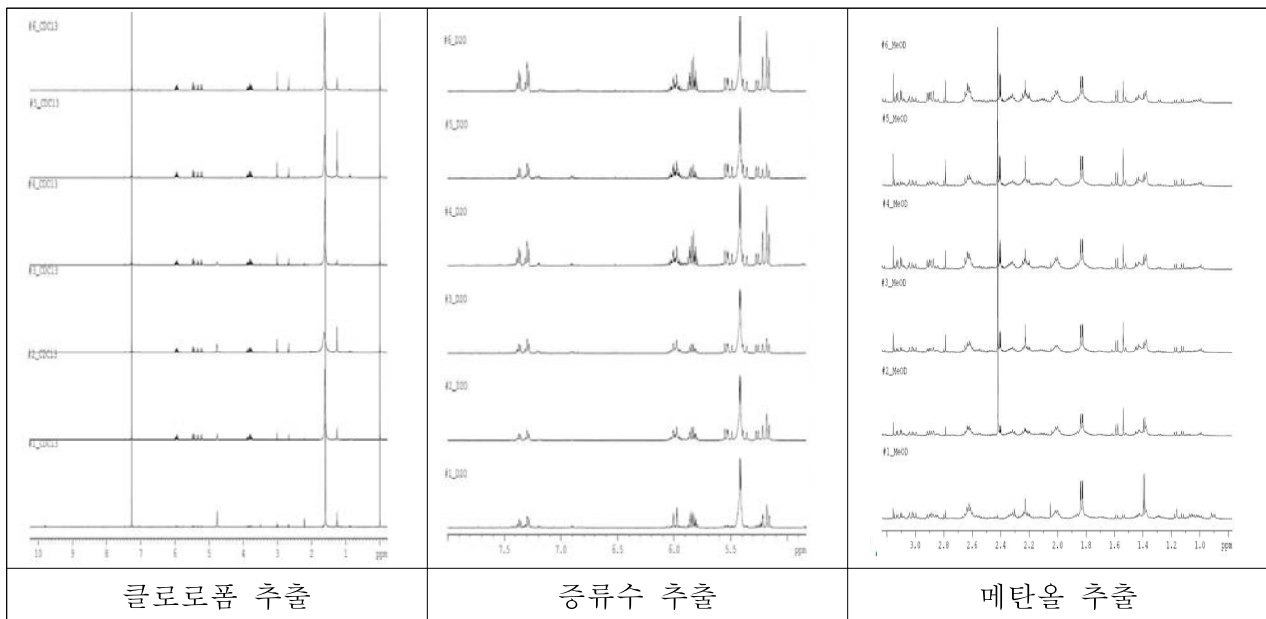


그림 2. NMR 분석 샘플 조건 확립

그림 3은 원산지별 1D NMR 피크를 분석한 결과로 국내산(단양종)에서 2.8, 2.4, 2.2 ppm 부근에서 중국산, 스페인산 마늘과 확연한 차이를 보였으며, 코끼리마늘과는 완전 다른 양상을 보여, 코끼리마늘은 물론, 중국산과 스페인산의 원산지와 판별을 할 수 있는 기초자료로 활용 가능한 것으로 나타났다.

샘플은 마늘연구소 유전자원에 채취하여 사용한 것이기 때문에 직접 중국이나 스페인에서 생산된 마늘을 가지고 실험을 하면 기후 및 토양 조건이 다르기 때문에 더 많은 차이를 보일 것으로 판단된다.(nmr은 마늘에 포함되어 있는 모든 대사체를 profiling하는 것이기 때문에 기후 및 토양조건에 따라 성분차이를 보이게 되면, 그래프에서도 차이를 보이게 됨)

원산지 별 1D NMR 피크분석

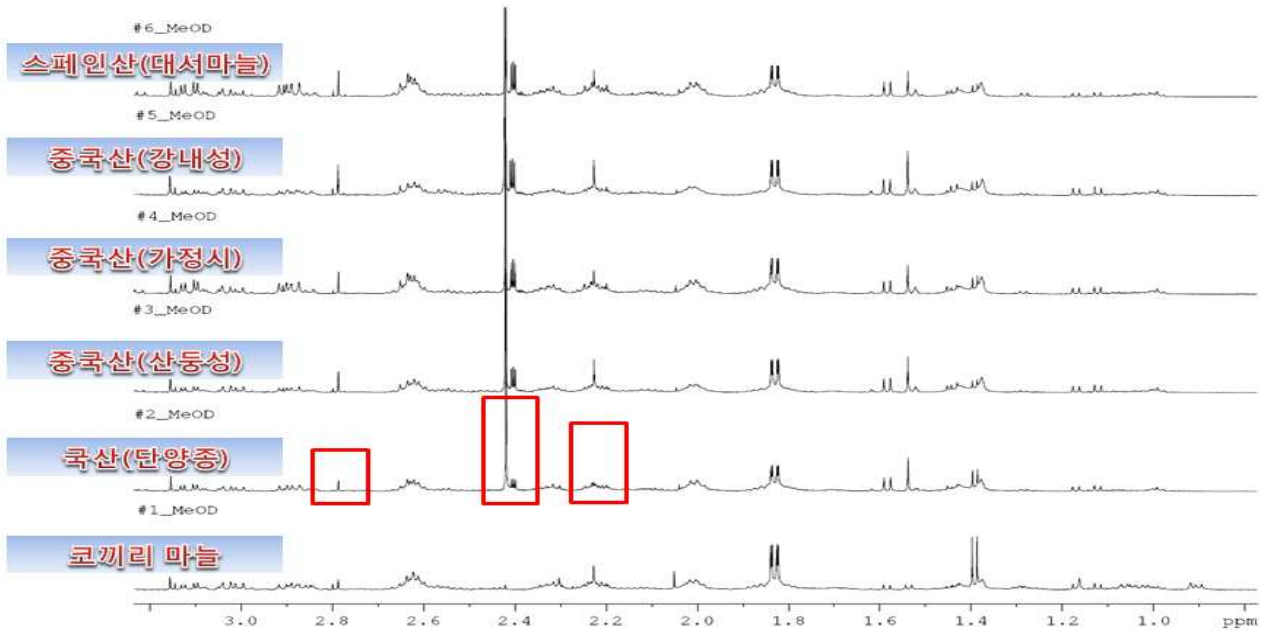


그림 3. 원산지별 1D NMR 피크 분석 결과

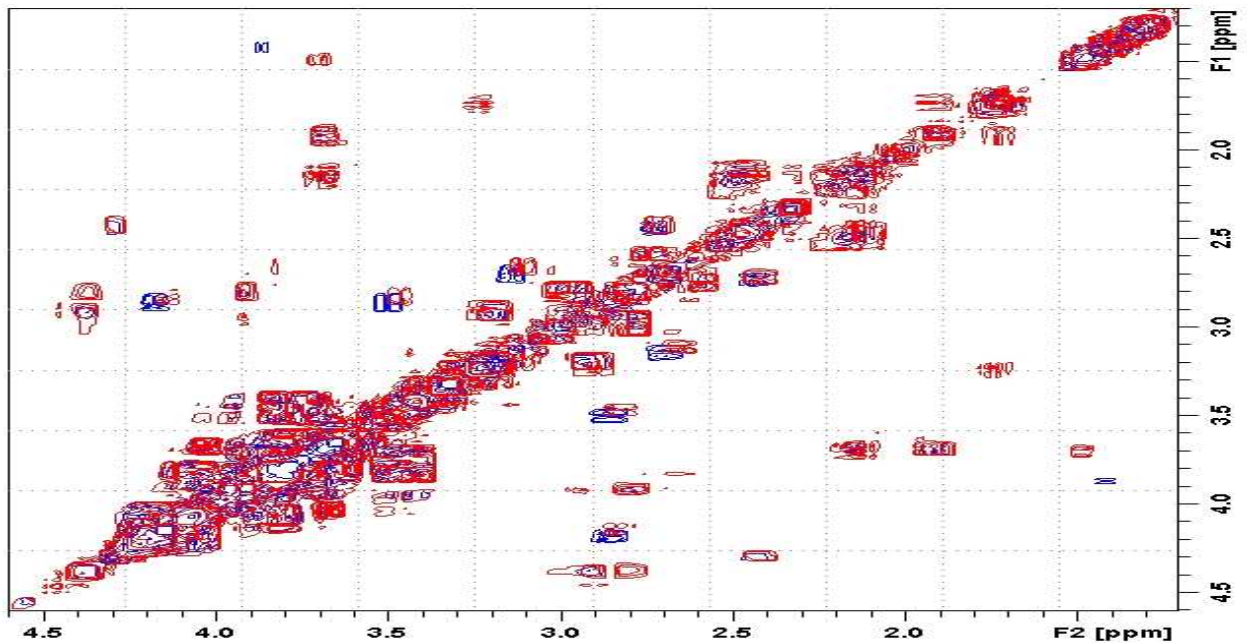


그림 4. 2D NMR 피크 분석결과

그림 4는 2D NMR 피크를 분석한 그림으로 빨간색은 중국산 마늘, 파란색은 국내산 마늘이며, 2D 피크 분석에서도 국내산 마늘은 중국산 마늘과 몇몇 피크에서 차이가 나는 것을 볼수 있었다. (파란색과 빨간색이 겹쳐있으면 같은 물질, 파란색과 빨간색이 겹쳐있지 않으면 대사체가 다르다는 내용임)

□ 한지형 신품종 마늘 파종시기 구명(2015~2016년)

1. 재료 및 방법

한지형 신품종 마늘 화산 등 5품종의 파종시기 구명을 위하여 2015년부터 2016년까지 2년간 단양에서 시험을 수행하였으며, 시험구는 휴폭 110cm×휴간 40cm의 두둑을 만들어 조간 20cm×주간 10cm 간격으로 1주 1본씩 파종한 후 3cm 정도 복토하였으며, 너비 120cm의 투명무공비닐(두께 0.02mm)을 이용 피복하였다. 파종은 10월 10일, 10월 20일, 10월 30일, 11월 10일 4처리를 두어 파종하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다, 월동 후 고자리파리 방제를 위한 토양살충제(카보퓨란입제)를 1회 살포하였으며, 엽초 추출은 전체 출현기 중 엽초가 5cm 정도 자랐을 때 실시하였고, 엽초 추출 후 흙으로 비닐을 덮어 주었다. 화산품종은 추대 후 2이일에, 나머지 신품종은 추대 후 25일에 수확하였다. 기타 관리는 관행 재배에 준하였다.

2. 결과 및 고찰

표 9는 신품종마늘 파종시기별 출현상황을 조사한 성적으로 다산, 화산, 대주 품종은 파종시기에 따라 출현기가 달라졌던 반면, 단양종의 출현기는 파종시기와 관계없이 일정하게 나타났다.

출현율은 단양종은 10월 30일 파종구에서 가장 좋았고, 화산, 풍산 및 대주 품종은 파종시기가 빠를수록 출현율이 좋은 반면, 다산은 파종기가 늦을수록 출현율이 좋은 것으로 나타났다.

표 9. 신품종마늘 파종시기별 출현상황(2016년)

품종	파종시기 (월. 일)	출현기 (월.일)	출현율 (%)	출현소요일수 (일)
다산	10.10	10.26	89.3	16
	10.20	11.09	87.3	20
	10.30	11.17	86.0	18
	11.10	11.22	90.0	12
화산	10.10	11.09	85.3	30
	10.20	11.21	82.0	32
	10.30	11.26	84.0	27
	11.10	11.30	85.3	20
풍산	10.10	10.28	91.3	18
	10.20	11.08	90.7	19
	10.30	11.14	88.0	15
	11.10	11.21	87.3	11
대주	10.10	11.01	95.3	22
	10.20	11.10	92.0	21
	10.30	11.16	94.0	17
	11.10	11.23	93.3	13
단양종	10.10	2.16	90.7	129
	10.20	2.16	89.3	119
	10.30	2.17	92.7	110
	11.10	2.18	88.7	100

표 10은 신평종 마늘 파종시기별 지상부 생육상황을 조사한 성적으로 화산품종은 10월 10일, 풍산, 대주 및 단양종은 10월 30일, 다산품종은 11월 10일 파종에서 생육이 좋은 것으로 나타났다. 화산품종은 난지형 마늘처럼 일찍 파종하는 것이 생육이 좋은 것으로 나타났으며, 반대로 다산 품종은 늦게 파종하는 것이 생육이 좋은 것으로 나타났다.

표 10. 신평종 마늘 파종 시기별 지상부 생육

(조사일 : 2016. 6. 15.)

품종	파종일 (월.일)	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽폭 (mm)	엽수 (매/주)
다산	10.10	69.9	33.1	10.1	21.1	8.4
	10.20	67.7	31.1	10.3	21.0	8.4
	10.30	65.7	31.3	9.6	20.6	8.8
	11.10	72.0	33.9	10.7	21.3	8.7
	평 균	68.8	32.4	10.2	21.0	8.6
화산	10.10	77.3	31.7	10.3	20.9	8.6
	10.20	73.9	27.9	10.0	20.3	8.9
	10.30	76.4	30.4	9.8	19.8	8.6
	11.10	77.2	31.6	9.7	20.7	8.6
	평 균	75.7	29.9	10.0	20.4	8.7
풍산	10.10	55.4	28.3	9.6	19.6	8.2
	10.20	56.0	27.4	9.6	18.9	8.2
	10.30	68.7	28.6	10.1	19.1	9.0
	11.10	59.5	27.4	8.4	16.4	8.4
	평 균	62.4	27.7	9.4	18.5	8.5
대주	10.10	63.7	26.7	11.4	23.4	8.6
	10.20	72.7	27.2	10.6	19.9	8.6
	10.30	65.1	28.2	11.8	24.1	8.9
	11.10	72.0	26.2	12.3	23.7	9.0
	평 균	73.4	27.1	11.5	22.7	8.8
단양	10.10	69.8	23.6	11.0	23.6	9.0
	10.20	74.7	22.1	10.9	23.3	9.0
	10.30	77.2	24.5	11.0	21.5	9.6
	11.10	74.3	23.5	10.4	21.4	8.9
	평 균	71.5	23.4	10.6	22.4	8.9

표 11은 신평종 마늘 파종시기별 지하부 생육을 조사한 성적으로 수량은 지상부 생육상황과 비슷한 경향을 보였으며, 화산 및 대주품종은 10월 10일 파종시 10월 30일 파종에 비해 수량이 10% 증수되었으며, 풍산과 단양종은 10월 30일 파종에서 수량이 높았으며, 다산품종은 11월 10일 파종에서 10월 30일 파종에 비해 수량이 18% 높은 것으로 나타났다. 단양종을 제외한 신평종에서는 대주>다산>화산>풍산의 순으로 수량이 높은 것으로 나타났다.

표 11. 신품종 마늘 파종시기별 지하부 생육('15~'16)

1. 다산 품종

파종일 (월.일)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
10.10	전년	6.0	20.0	17.3	33.3	32.1	576
	본년	4.1	0	31.9	42.9	33.4	1,067
	평균	5.1	10.0	24.6	38.1	32.8	822
10.20	전년	5.5	26.7	16.3	33.6	30.3	480
	본년	4.3	0	36.2	44.9	33.8	1,187
	평균	4.9	13.4	26.3	39.3	32.1	834
10.30	전년	5.6	38.3	17.6	34.5	30.3	519
	본년	4.2	0	32.7	43.0	33.9	1,054
	평균	4.9	19.2	25.2	38.8	32.1	787(100)
11.10	전년	5.6	41.7	17.5	36.1	30.2	586
	본년	4.5	0	37.9	44.4	36.5	1,278
	평균	5.1	20.9	27.7	40.3	33.4	932(118)

2. 화산 품종

파종일 (월.일)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
10.10	전년	4.8	0	21.2	35.8	32.6	639
	본년	3.2	0	29.2	43.3	32.3	934
	평균	4.0	0	25.2	39.6	32.5	787(110)
10.20	전년	4.4	0	18.9	34.5	31.5	498
	본년	3.1	3.3	29.2	44.7	33.1	898
	평균	3.8	1.7	24.1	39.6	32.3	698
10.30	전년	4.3	0	20.1	35.9	31.9	572
	본년	3.4	0	27.3	42.3	32.5	860
	평균	3.9	0	23.7	39.1	32.2	716(100)
11.10	전년	4.3	1.7	20.7	37.4	31.5	624
	본년	3.6	0	28.1	41.4	32.5	899
	평균	4.0	0.9	24.4	39.4	32.0	762

3. 풍산 품종

파종일 (월.일)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
10.10	전년	4.1	0	18.9	36.7	30.9	653
	본년	2.4	0	23.5	39.9	31.8	806
	평균	3.3	0	21.2	38.3	31.4	730
10.20	전년	3.9	0	17.3	35.4	29.9	565
	본년	3.2	0	21.1	36.4	30.0	717
	평균	3.6	0	19.2	35.9	30.0	641
10.30	전년	4.6	0	20.8	38.6	32.8	663
	본년	4.3	0	27.5	41.8	30.7	907
	평균	4.5	0	24.2	40.2	31.8	785
11.10	전년	4.4	0	19.3	38.3	31.5	620
	본년	4.3	0	25.9	39.1	30.6	847
	평균	4.4	0	22.6	38.7	31.1	734

4. 대주 품종

파종일 (월.일)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
10.10	전년	3.1	0	23.7	38.5	35.4	835
	본년	2.0	0	30.4	45.5	33.7	1,085
	평균	2.6	0	27.1	42.0	34.6	960(110)
10.20	전년	3.8	0	18.0	36.1	31.4	605
	본년	2.4	0	26.9	42.8	33.3	927
	평균	3.1	0	22.5	39.5	32.4	766
10.30	전년	2.3	0	20.9	39.0	33.4	714
	본년	2.1	0	33.2	46.3	34.9	1,029
	평균	2.2	0	27.1	42.7	34.2	872(100)
11.10	전년	2.5	0	19.3	38.3	31.5	667
	본년	2.3	0	28.5	43.3	35.7	996
	평균	2.4	0	23.9	40.8	33.6	832

5. 단양 품종

파종일 (월.일)	연차	인편수 (개/주)	이차생장율 (%)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)	수량 (kg/10a)
10.10	전년	7.0	21.7	25.1	41.0	36.4	867
	본년	7.0	13.3	34.6	43.7	34.9	1,078
	평균	7.0	17.5	29.9	42.4	35.7	973
10.20	전년	6.5	25.0	23.8	40.4	35.0	779
	본년	7.1	10.0	30.7	43.7	33.9	1,029
	평균	6.8	17.5	27.3	42.1	34.5	904
10.30	전년	6.3	25.0	26.5	42.8	35.8	938
	본년	6.5	3.3	31.5	43.8	33.8	1,095
	평균	6.4	14.2	29.0	43.3	34.8	1017
11.10	전년	6.5	26.7	25.5	42.3	33.9	849
	본년	6.3	3.3	30.6	43.4	34.7	1,017
	평균	6.4	15.0	28.1	42.9	34.3	933

표 12는 신품종 마늘 파종시기별 경제성을 분석한 성적으로 단양종을 제외한 신품종에서는 대주>다산>화산>풍산의 순으로 소득이 높았으며, 화산 및 풍산 품종은 다른 품종에 비해 소득이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 화산 및 대주품종은 10월 10일 파종에서 소득이 높았으며, 풍산과 단양종은 10월 30일, 다산품종은 11월 10일 파종에서 소득이 높은 것으로 나타났다. 이것으로 볼 때 중부지역에서 한지형 마늘을 재배시 화산과 대주품종은 난지형 마늘처럼 10월 상순에 일찍 파종하고, 다산은 11월 상순에 늦게 파종하는 것이 소득면에서 높은 것으로 나타났다.

표 12. 신품종 마늘 파종시기별 경제성 분석('15~'16)

품종	파종시기 (월. 일)	수량 (kg/10a)	조수입 (천원/10a)	경영비 (천원/10a)	소득 (천원/10a)	소득지수 (%)
다산	10.10	822	3,232	1,520	1,712	109
	10.20	834	3,279	1,520	1,759	112
	10.30	787	3,094	1,520	1,574	100
	11.10	932	3,665	1,520	2,145	136
화산	10.10	787	3,094	1,520	1,574	122
	10.20	698	2,745	1,520	1,225	95
	10.30	716	2,815	1,520	1,295	100
	11.10	762	2,996	1,520	1,476	114
풍산	10.10	730	2,870	1,520	1,350	86
	10.20	641	2,520	1,520	1,000	63
	10.30	785	3,087	1,520	1,567	100
	11.10	734	2,886	1,520	1,366	87
대주	10.10	960	3,775	1,520	2,255	118
	10.20	766	3,012	1,520	1,492	78
	10.30	872	3,429	1,520	1,909	100
	11.10	832	3,271	1,520	1,751	92
단양종	10.10	973	3,826	1,520	2,306	93
	10.20	904	3,555	1,520	2,035	82
	10.30	1,017	3,999	1,520	2,479	100
	11.10	933	3,669	1,520	2,149	87

※ 2015년 농축산물생산비조사(통계청) 참고 : 마늘단가 3,932원/kg, 경영비 1,520천원/10a

□ 한지형 신품종 마늘 종구 대량확보를 위한 주아재배법 구명(2015~2016년)

1. 재료 및 방법

한지형 신품종 마늘 종구 대량확보를 위하여 2015년부터 2016년까지 2년간 주아재배방법을 구명하기 위하여 단양에서 시험을 수행하였다. 시험재료는 다산, 화산, 대주 품종의 주아를 이용하였고, 파종방법은 점파(점뿌림), 줄파(줄뿌림), 산파(흩어뿌림)를 두어 파종하였으며, 주아파종수는 1㎡당 점파는 200개, 줄파는 300개, 산파는 400개를 파종하였다. 파종시기는 10월 30일에 난괴법 3반복 처리를 두어 파종하였고, 생육특성 및 구생산량을 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

표 13은 신품종 마늘 주아 파종방법별 생육 및 구특성을 조사한 성적으로 다산, 화산, 대주 품종 모두 점뿌림에서 생육 및 구특성이 좋은 것으로 나타났으며, 품종별로는 대주>화산>다산 품종 순으로 나타났다.

표 13. 신품종 마늘 주아 파종방법별 생육 및 구특성('15~'16)

1. 다산 품종

파종 방법	연차	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매/주)	생체중 (cm)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)
점파	전년	27.5	5.2	1.3	2.8	1.3	0.9	10.2	15.5
	본년	36.3	7.4	3.9	1.8	4.8	2.6	14.9	19.6
	평균	31.9	6.3	2.6	2.3	3.1	1.8	12.6	17.6
줄파	전년	27.7	5.7	0.9	2.9	1.1	0.8	9.0	15.8
	본년	34.6	7.9	4.0	2.0	4.1	2.0	13.9	18.2
	평균	31.2	6.8	2.5	2.5	2.6	1.4	11.5	17.0
산파	전년	24.7	5.5	0.7	2.5	0.9	0.7	8.5	14.8
	본년	26.9	5.9	3.9	1.2	1.9	1.5	11.9	16.5
	평균	25.8	5.7	2.3	1.9	1.4	1.1	10.2	15.7

2. 화산 품종

파종 방법	연차	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매/주)	생체중 (cm)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)
점파	전년	33.0	7.8	1.8	3.2	4.1	3.0	16.0	20.9
	본년	34.9	8.2	4.0	1.7	4.2	3.2	16.3	19.6
	평균	34.0	8.0	2.9	2.5	4.2	3.1	16.2	20.3
줄파	전년	36.2	8.7	1.6	3.6	3.1	2.3	14.3	20.7
	본년	33.4	9.5	4.5	1.5	3.5	3.0	15.9	19.6
	평균	34.8	9.1	3.1	2.6	3.3	2.7	15.1	20.2
산파	전년	31.3	7.5	0.7	3.3	1.4	1.2	10.5	16.2
	본년	33.3	9.0	4.1	1.4	3.1	2.6	14.8	18.4
	평균	32.3	8.3	2.4	2.4	2.3	1.9	12.7	17.3

3. 대주 품종

파종 방법	연차	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매/주)	생체중 (cm)	구중 (g/주)	구경 (mm)	구고 (mm)
점파	전년	34.4	9.8	1.6	3.6	3.5	2.8	15.4	21.5
	본년	52.4	19.4	5.7	5.8	9.5	4.8	19.6	21.0
	평균	43.4	14.6	3.7	4.7	6.5	3.8	17.5	21.3
줄파	전년	35.0	8.0	1.5	3.2	2.1	1.7	11.8	18.7
	본년	47.2	18.0	5.9	4.7	7.3	4.1	18.4	20.2
	평균	41.1	13.0	3.7	4.0	4.7	2.9	15.1	19.5
산파	전년	31.1	5.5	1.8	3.3	2.2	1.6	12.5	16.9
	본년	47.5	18.2	6.3	4.8	8.4	3.7	17.3	19.5
	평균	39.3	11.9	4.1	4.1	5.3	2.7	14.9	18.2

표 14는 신품종 마늘 주아 파종방법별 구생산량을 조사한 성적으로 다산 및 대주 품종은 산파에서 구생산량이 많았고, 화산은 줄파에서 많았으나 상품성 있는 대구생산은 3품종 모두 점파에서 많았다.

표 14. 신품종 주아 파종방법별 구생산량('15~'16)

품종	파종방법	주아파종수 (개/m ²)	구생산수 (개/m ²)	구중 (g/주)	구생산량 (g/m ²)	구생산지수 (%)
다산	점파	200	192	1.8	346	100
	줄파	300	273	1.4	382	110
	산파	400	366	1.1	402	116
	평균	300	277	1.4	377	-
화산	점파	200	194	3.1	601	100
	줄파	300	278	2.7	751	125
	산파	400	365	1.9	694	115
	평균	300	279	2.6	682	-
대주	점파	200	195	3.8	741	100
	줄파	300	282	2.9	818	110
	산파	400	374	2.7	1,010	136
	평균	300	284	3.1	856	-

제 4절. 신품종 마늘 종구 생산비 절감형 재배기술 개발

1. 재료 및 방법

원교57020, 원교57021 등 국립원예특작과학원에서 육성한 교배 계통 총 12종을 사용하였다. 모두 지역적응성 시험 후보였으며 국내 마늘 주재배지 중 하나인 제주지역에서 재배되었다. 생력화를 위한 자동방제와 효율적인 주아 재배 및 종구 생산을 위한 망재배 등의 실험을 실시하였다. 재배 방법은 제주지역 관행 재배법을 따랐다.

생력화 재배를 위해 자동방제, 일괄 관수, 관비, 약제 살포를 위한 자동화 시설을 설치하고 품종별 노동력 감소 효과와 병해충 발병도 및 수량성을 조사하고자 한다. 마늘 종구의 퇴화는 끊임없이 제기되어온 문제이나 주아 재배 시 지하부 수량이 감소하는 문제와 주아 파종 시 수확에 곤란을 겪기 때문에 주아 재배 체계는 잘 이루어지지 않고 있다. 그를 예방하기 위해 명석망을 바닥에 깔아 그 위에 주아를 파종한 후 관행재배를 실시하였다. 명석망의 규격은 구멍 크기 1~1.3mm, 폭 1.2m, 길이 100m이다. 또한 품종 별 주아재배를 위한 최적 파종 및 수확기에 따른 생육특성, 상품 종구의 생산성을 조사하였다. 백색비닐 멀칭 규격은 180cm x 14 공, 구멍 4cm이다.

2. 결과 및 고찰

2.1. 망재배를 이용한 생력화 재배법 구명

표 1을 보면 그물망 재배방식으로 인해 노동력 61%, 인건비 46% 절감효과를 나타냈으며 우량종구 생산 이용으로 관행의 10~50% 까지 증수되었다. 10a당 40~70점의 종구비용 절감이 가능하며 공중에 착생되므로 토양전염성 병해충 감염이 없다.

표 1. 관행 마늘 재배와 망재배의 생력화 비교(2013~2016, 제주)

재배방법	년도	작업	생산비(노동력, 10a 기준)	
			인력	1일 인건비
관행재배	'13~'14	파종	여 4 명	288,000원
		수확	마늘수확 여 6명	432,000원
			마늘절단 여 3명	216,000원
		총합	936,000	
	'14~'15	파종	여 4 명	288,000원
		수확	마늘수확 여 6명	432,000원
			마늘절단 여 3명	216,000원
		총합	936,000	
	'15~'16	파종	여 4 명	320,000원
		수확	마늘수확 여 6명	480,000원
			마늘절단 여 3명	240,000원
		총합	1,040,000원	

그물망 재배	'13~'14	파종	남 1 명	120,000원
		수확	줄기절단 1 명	120,000원
			수확 1명	120,000원
			망정리 여 2 명	144,000원
		총합	504,000원	
	'14~'15	파종	남 1 명	120,000원
		수확	줄기절단 1 명	120,000원
			수확 1명	120,000원
			망정리 여 2 명	144,000원
		총합	504,000원	
	'15~'16	파종	남 1 명	130,000원
		수확	줄기절단 1 명	130,000원
			수확 1명	130,000원
			망정리 여 2 명	160,000원
		총합	550,000원	



그림 1. 관행재배 파종 및 수확



그림 2. 그물망 재배 파종 및 수확



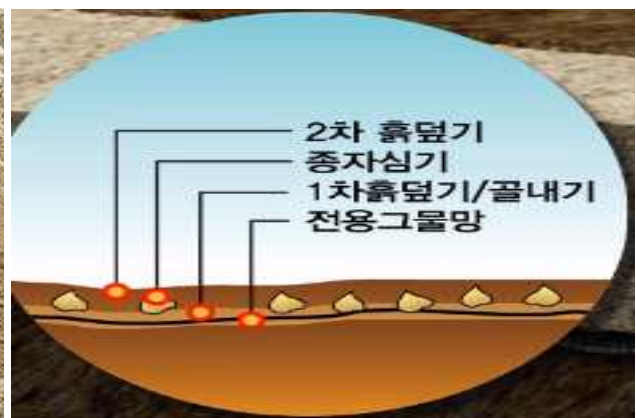
망재배 파종 후



망재배 생육



망재배 수확 후



그물망 재배

그림 3. 망재배 생육 모습

2.2. 자동방제, 일괄 제어를 통한 생력화 방법 개발

마늘 병해충 자동방제로 생산비가 절감되며 기존 관행방제 대비 방제인력 95%가 절감된다. 또한 농약대 40%, 비료대 30%가 감소되며, 방제 소요시간 또한 93% 감소한다. 예방위주 적기방제로 병해충 발생을 30% 감소하는 효과를 보였다. 추비는 엽면시비로 10회 살포하여 회당 35,000원/5ha의 비용이 소모되었다.



관행 < A >



자동방제 < B >

그림 1. 관행과 자동방제 시스템 전경

표 2. 관행과 자동방제 시스템 간의 생력화 및 생산비 절감 비교

년차	구분	관행<A>	자동방제	절감율
'13~'14	소요 농약 대금	225,900원	136,200원	60%
	소요 비료 대금	354,000원	247,000원	70%
	방제 소요 시간	60분	3~5분	17%
'14~'15	소요 농약 대금	225,900원	136,200원	60%
	소요 비료 대금	354,000원	247,000원	70%
	방제 소요 시간	60분	3~5분	17%
'15~'16	소요 농약 대금	225,900원	136,200원	60%
	소요 비료 대금	354,000원	247,000원	70%
	방제 소요 시간	60분	3~5분	17%

2.3.1. 주아 재배를 위한 원예원 품종의 최적 파종기 및 생육 특성 조사

표 3. 계통별 특성 및 마늘종 출현기

- 1차년도(2013~2014)

계통명	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽수 (매/주)	엽근경 (cm)	엽폭 (mm)	엽장 (cm)	마늘종 출현 기
원 교57022	91.7	3.30	10.0	43.8	6.2	86.4	2014.04.10
원 교57023	90.7	2.70	7.3	12.9	3.0	87.3	2014.04.25
원 교57024	54.0	4.50	9.1	11.0	4.3	53.9	2014.04.28
원 교57025	107.2	12.30	5.2	3.9	21.9	101.6	2014.04.27
원 교57026	101.4	8.60	8.7	18.2	3.2	93.0	2014.04.25
원 교57027	50.4	1.54	8.1	9.7	1.7	48.8	2014.04.28
원 교57028	66.1	2.05	9.5	12.6	2.5	66.6	2014.04.28
원 교57029	54.0	1.00	8.8	9.0	2.6	52.8	2014.04.28
원 교57030	69.1	2.07	12.3	14.3	2.4	67.2	2014.04.26
원 교57031	79.2	7.60	7.5	11.8	2.8	71.7	2014.04.26

- 2차년도(2014~2015)

계통명	초장 (mm)	엽초장 (mm)	엽장 (mm)	엽수 (개)	엽폭 (mm)	엽초경 (mm)
원 교57022 (주아)	41.3	2.7	38.8	8.5	2.14	12.40
원 교57025 (주아)	75.2	5.5	71.7	8.1	2.89	12.02

※ 파종 : 2014.9.15.~2014.9.20. 생육조사일: 2015.4.11.

- 3차년도(2015~2016)

품종명	초장 (mm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	구경 (mm)	구고 (mm)	구중 (g)	인편수	마늘종 출현기
홍산 (주아인편)	1046	11.3	21.35	53.90	39.71	49.7	82	2016.5.3

1년차 10계통 공시하여 난지에서도 우량하게 자라는 1계통(원교57025호)를 선발하였다. 그 후 국립원예특작과학원 채소과에서 품종 출원한 ‘홍산(원교57025호)’, ‘한산(원교57022호)’ 제주 지역의 주아 재배 특성을 조사하였다.

2.3.2. 2년차 종구생산을 위한 최적 파종시기 및 수확기에 따른 생육특성, 병해충 발생도 및

생산성 등의 조사

표 4. 계통별 생육 특성 및 마늘종 출현기

- 2차년도('14~'15)

계통명	초장 (mm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	구경 (mm)	구고 (mm)	구중 (g)	인편수	마늘종 출현기
원교57020	47.3	8.7	13.80	30.22	24.72	20.7	3.8	2015.5.9.
원교57022	88.6	7.8	16.22	32.68	20.24	15.4	6.2	2015.4.27.
원교57023	52.6	8.4	14.59	-	-	-	-	2015.4.26.
원교57024	37.7	8.9	11.02	28.53	23.63	11.9	4.3	2015.4.27.
원교57025	83.1	9.5	21.54	96.78	28.08	41.5	6.5	2015.4.15.
원교57026	-	-	-	82.47	28.15	39.5	7.3	-
원교57027	38.0	8.2	11.51	29.04	22.19	14.8	6.0	2015.4.20.
원교57030	45.5	9.0	12.25	34.10	24.33	25.8	5.6	2015.4.21.
원교57031	-	-	-	56.28	26.50	26.2	6.2	-

- 3차년도('15~'16)

계통명	초장 (mm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	구경 (mm)	구고 (mm)	구중 (g)	인편수	마늘종 출현기
원교57022	76.3	11.9	17.81	33.92	30.76	15.1	6.7	2016.4.20.
원교57024	71.6	12.6	17.87	33.04	31.58	18.5	6.5	2016.5.1.
원교57025	108.4	12.3	22.32	51.83	38.58	46.4	7.5	2016.5.2.
원교57026	106.6	11.7	21.71	48.12	35.39	38.7	6.6	2016.5.2.
원교57027	85.0	7.3	77.76	-	-	-	-	2016.5.2.
원교57029	80.7	11.0	18.99	39.55	36.67	26.1	4.8	2016.5.1.
원교57030	81.1	12.4	17.59	41.44	36.20	30.4	5.9	2016.5.1.
원교57031	70.5	11.3	16.80	39.02	35.07	23.5	7.8	2016.5.1.

표 5. 재식 거리 및 시비량에 따른 생육 특성 변화('15~'16)

품종 (재식거리)	시비량	초장 (mm)	엽수 (개)	엽초경 (mm)	구경 (mm)	구고 (mm)	구중 (g)	인편수	마늘종 출현기
홍산 (12x15, 14공)	성장엔(12-8-8) 표준이상시비	53.0	81	15.55	-	-	-	-	2016.5.3.
	성장엔(12-8-8)	50.9	81	14.80	48.47	32.39	36.7	8.4	2016.5.3.

	표준시비								
	성장엔(12-8-8) 소량시비	523	67	1266	-	-	-	-	2016.5.3.
	성장엔(12-8-8)	-	-	-	53.52	38.25	49.9	7.0	-
홍산 (14x15, 12공)	엔텍퍼펙트 (14-7-7)	109.2	12.1	23.91	-	-	-	-	2016.5.3.
	엔텍퍼펙트 +성장엔혼합	108.7	12.3	22.98	47.75	37.67	37.3	6.8	2016.5.3.
	엔텍퍼펙트 (14-7-7) 소량	-	-	-	49.72	37.92	42.8	7.1	-
홍산 (13x15, 13공)	엔텍퍼펙트 (14-7-7)	-	-	-	50.51	36.11	42.7	7.1	2016.5.3.

2차년도, 3차년도 실험 모두 원고 57025의 수량성이 가장 좋았다. 홍산의 재식거리를 12x15로 두었을 때, 표준 이상시비 시 초장이 길어졌고 소량시비 시 엽수가 감소되었다. 홍산의 재식거리가 14x15일 때 엔텍 퍼펙트만 시비했을 시에 초장과 엽초경이 커졌다. 엔텍퍼펙트와 성장엔을 혼합하여 시비했을 때보다 엔텍퍼펙트를 소량 시비했을 때 수량이 더 증가하였다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 : 목표대비 달성도

목표로 하였던 경쟁력 있는 신품종의 선발과 선발된 신품종 및 기존 선발 품종의 관련 재배법 개발, 기능성 물질의 분석을 통해 신품종의 특성을 파악하였음. 또한 상품성 있는 외통마늘의 재배법 개발과 적합한 품종의 선정을 통해 현장에서 바로 적용 및 활용할 수 있는 기술 정보를 제공할 수 있게 되었다. 종구비를 절감하기 위한 주아 망재배법의 생력화 정도를 확인하였다.

제2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술

SCI논문 3건, 비SCI 논문 1건, 국내 학술발표 10건, 품종 출원 2건, 품종 등록 2건, 정책자료 기관제출 2건, 영농기술·정보 기관제출 9건, 유전자원 확보 및 분양 1560kg, 홍보성과 10건 달성하였다.

제 5 장 연구 결과의 활용 계획

1. 현장실증 및 현장접목(2017) : 미숙주아의 기내 성숙 방법을 이용, 수량 상승과 주아 갱신을 통한 우량 종구 보급 실증 시험 추진
2. 현장실증 및 현장접목(2017) : 상품 외통마늘 생산을 위한 대주아 적정 재식거리, 외통마늘 수량증대를 위한 종구재료별 춘파 파종시기 연구결과를 농가에 적용하여 실증시험 추진
3. 농가실증(2017) : 홍산의 수확기 설정을 통해 신품종 보급에 기여
4. 농가실증(2017) : 한지형 신품종마늘 재배기술 확립 연구결과를 농가에 적용하여 실증시험 추진
5. 농업기술 길잡이(2017) : 외통마늘 생산을 위한 2차 추비시기 관련 내용 등재
6. 논문게제(2017) : 마늘 춘파재배가 단구형성 및 품질에 미치는 영향에 대하여 한국원예학회 논문게제 예정
7. 논문게제(2017) : 한지형 신품종 선발 및 재배법에 대하여 한국원예학회 논문게제 예정

제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

1. 미국 등 선진국에서는 근적외선 분광광도법, X선 형광분석, GC-MS 전자코, ICP/MS 등을 이용하여 식품 및 농산물의 원산지 판별을 종합적인 분석결과를 토대로 판별 하고 있다.
2. 근단배양법에 통해 기존 증식률 20배에서 180배로 바이러스 프리원종(원원종)을 대량 증식, JA 종구 전엽농 2년 증식 후 보급하는 체계로 운영되고 있으며, 종구전엽농에게 정부에서 종구보조금을 지원(2012, 일본)

제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

1. 해당사항 없음

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

1. 해당사항 없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

1. 해당사항 없음

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	한지형마늘의 엽 제거가 수량 및 생육에 미치는 영향	충북농업 기술원	주저 자	한국국제농업 개발학회지	0.4	2015.03.27	단독사사	비SCI
2	논문	Contents of Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity of 19 Garlic (<i>Allium sativum</i> L.) Parental Lines and Cultivars	원예원	공동 저자	Horticulture, Environment, and Biotechnolog y	0.662	2014.5.10	단독사사	SCI
3	논문	Ethyl linoleate from garlic attenuates lipopolysaccharide-in duced pro-inflammatory cytokine production by inducing heme oxygenase-1 in RAW264.7 cells	부산대	공동 저자	International Immunophar macology	2.551	2014.4.1.	단독사사	SCI
4	논문	Identification and quantification of quercetin glycosides present in different color onions (<i>Allium cepa</i> L.)	원예원	공동 저자	RESEARCH JOURNAL OF BIOTECHN OLOGY	0.242	2015.10.	단독사사	SCI
5	품종 등록	품종등록-2014-109- 채소-마늘-대주	원예원	공동 참여	대한민국	-	2014년 12월	단독	-
6	품종 등록	한산	원예원	주참 여자	대한민국	-	2016년 10월	단독	-
7	품종 출원	만산	원예원	주참 여자	대한민국	-	2016년 10월	단독	-
8	품종 출원	한산	원예원	주참 여자	대한민국	-	2015년 04월	단독	-
9	학술 발표	한지형 신품종 마늘 '다산', '화산' 및 '대주' 의 파종 및 수확시기 에 따른 생육 및 수 량 특성	충북농업 기술원	주저 자	자원식물학회지	0.865	2015.11.27	단독사사	비SCI

10	학술 발표	한지형 신품종 마늘의 종구생산을 위한 주아 재배방법	충북농업 기술원	주저 자	원예과학기술지	0.343	2016.10.27	단독사사	비SCI
11	학술 발표	한지형 신품종 마늘의 파종시기에 따른 생육 및 수량 특성	충북농업 기술원	주저 자	원예과학기술지	0.343	2016.10.27	단독사사	비SCI
12	정 책 제 안	농식품부 종자산업 기 반구축사업의 마늘종구 생산단지 지원에 농진 청 신품종 마늘 선택재 배시 가점부여	원예원	주저 자	-	-	2016.11.	-	-
13	정 책 제 안	한지형 신품종마늘 보 급확대를 위한 재배법 추천	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2016.11.11	-	-
14	정 책 제 안	중부지역에 적합한 한지형 신품종 마늘 선발 및 재 배법 추천	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2016.11.11	-	-
15	영 농 활 용	신품종 마늘 8종의 영 양 성분 함량 분석	원예원	주저 자	-	-	2016.11.	-	-
16	영 농 활 용	신품종 마늘 화산의 재 배지역 별 기능성 물질 함량 분석	원예원	주저 자	-	-	2016.11.	-	-
17	영 농 활 용	한지형 신품종마늘 다산, 화산 품종의 수확시기	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2015.11.10	-	-
18	영 농 활 용	한지형 신품종마늘 다산, 화산, 대주 품종의 적정 파종시기	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2016.11.11	-	-
19	영 농 활 용	단산마늘 종구용 통마늘 생산을 위한 총포 파종밀도	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2014.12	-	-
20	영 농 활 용	상품 외통마늘 생산에 위한 대주아 적정 재식거리	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2015.12	-	-
21	영 농 활 용	외통마늘 수량증대를 위한 종구재료별 준파 파종시기	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2016.11	-	-
22	영 농 활 용	외통마늘 생산을 위한 2차 추비시기	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2016.11	-	-
23	우 량 계 통 육 성 · 선 발 증 식	대주아 우량계통 선발 및 시험 계통 지역적응시험 상정	충북농업 기술원	주저 자	-	-	2016.11	-	-

제 11 장 기타사항

○ 시험 처리내용 변경

- 제 1 협동 과제 중 세부과제 ‘통마늘 생산을 위한 춘파재배 시험’
 - 시험재료 중 주아 삭제
 - 파종시기 중 4월 하순 삭제
- 제 1 세부과제 중 망재배 및 중앙집중식 관리 재배법 개발’
 - 삭제

※3협동과제에서 수행

○ 성과목표 상향 조정

- 제1세부과제
 - 비SCI 1건 → SCI 1건
- 채소과-2716(15.10.27.)

○ 기관 별 인사이동에 의한 주관 소과제 및 세부과제 책임자 변경

- 주관 소과제 책임자 변경 : 원예원 채소과 곽정호 → 원예원 채소과 한지원
- 제 1 세부과제 책임자 변경 : 원예원 채소과 곽정호 → 원예원 채소과 한지원
- 제 2 협동과제 책임자 변경 : 충북도원 김기현 → 충북도원 윤철구

충북도원 윤철구 → 충북도원 전종욱

- 제1협동과제의 정량적 성과 당초목표의 산업재산권 출원 1건 등록은 영농기술활용 목표 수치를 잘못 기재한 것임

제 12 장 참고문헌

- AOAC. 2000. Official method of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp 17-24
- Ahn, Y.K, G.L. Choi, and H.S. Choi. 2010. Productivity of seed garlic using garlic bulbils as affected by planting dates and storage temperatures. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(6):959-963.
- Cho, S.Y., and S.W. Lee. 1973. Studies on the compositional changes of garlic during growth. I. Changes in alliin and amino acid content in various parts. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 15(1):1-6.
- Hwang, J.M. 1994. Effects of seed garlic storage before planting and soil temperature during winter on the growth and bulb development in garlic (*Allium sativum* L.). Bulletin of Institute of Agricultural Science and Technology 1:45-54.
- Hwang, S.G. 2008. Studies on establishment of the production method of commercial single clove garlic in northern type garlic (*Allium sativum* L.). Rept. RDA(H).
- Kim, C.M. 1983. Studies on bulbing and secondary growth of southern garlic by low temperature storage and planting date in Cheju. Cheju National University.
- Kim, C.M. 1987. Effect of low temperature storage of seed bulb and thermokeeping on the advanced production of garlic. Res. Rept. RDA(H) 29-2:156-162.
- Lim, J.H., J.Y. Oh, S.B. Lee, and D.W. Choi. 1987. Studies on the productivity of spring planting garlic (*Allium sativum* L.) according to planting dates in a southern inland district. Res. Rept. RDA(H).
- Ra, S.W., D.K. Shin, B.W. Shin, J.Y. Lee, and S.Y. Kim. 1987. Studies on the productivity of spring-sown garlic in the middle region of Korea. Res. Rept. RDA(H).
- Ra. S.W, B.W. Shin, J.Y. Lee, and S.Y. Kim. 1987. Studies on the productivity of spring-sown garlic in the middle region of Korea. RDA. J. Agri. Sci. 29(2):185-190.
- Ra. W.H, and G.W. Park. 1987. Study on the growth and the yield of ecotype of garlics in main producing districts in Korea. Korean J Environ. Agric. Vol. 6, No 1.
- Shin S.L. 1997. Effect of yield on spring planting date in garlic. Dept. of Horticulture.

Joong-Bu Univ. ADRI Vol(5).

Ban, C.D., J.M. Hwang. and J.G. Choi. 1982. Studies on cultivation of the aerial bulbils in garlic. Res. Rept. R.D.A. 24(H):72-76.

Chung, H.D. and M.U. Chang. 1979. Studies on the infection of virus in garlic in Korea. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 20(2):123-29.

Choi, G.L. 2001. The use of bulbils as seed bulb for garlic production (*Allium sativum*. L.). MS, Diss., Gyeongsang Nat'l Univ. p. 19-24.

Choi, G.J., G.P. Han. and U.S. Lee. 1992. Physiological on bulb formation in aerial bulbil plants of garlic. 1. Effect of seed aerial bulbil size on growth and bulb formation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 10(2):118-119.

Gu, Y.S. 1973. Studies on the garlic cultivation with bulbil. Res. Rept. R.D.A. 16(H):99-106.

Hwang, J.M. and B.Y. Lee. 1990. Effect of temperature and humidity condition on rooting and sprouting of garlic. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31:15-21.

Hwang, S.G. 1998. Studies on utilization of bulbil for seed bulb in garlic. MS, Diss. Chungbuk Nat'l Univ. p. 8-23.

Kang, J.S. 1980. Studies on the garlic cultivated with bulbil. Res. Rept. Chungnam. p. 380-382.

Kim, I.N., G.W. Park., C.H. Yun., J.S. Lee. and K.H. Kim. 2013. Effects of The Time Sowing on Growth and Yield of Northern Type Garlic. Kor. J. Intl. Agri. 25(3):1-5.

Park, S.K., K.Y. Kim, J.W. Lee, and H.D. Shu. 1988. Studies on utilization of aerial bulbils in garlic. 1. Production of leafy garlic from aerial bulbils in winter season. Res. Rept. R.D.A. 30(3):16-21.

8. 뒷면지

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발 사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발 사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

* 예산사업명은 과제 종료년도에 지원한 세부사업을 기재함