

어젠다코드	2 - 9- 27		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C04	작목구분코드	FC-05-0501
과제종류	지역특화		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
신품종 감자 안정생산 기술체계 확립			'14~'16	특화작물연구소	전신재
1) 신품종 감자 씨감자 생산기술 개발			'14~'16	특화작물연구소	전신재
2) 신품종 감자 미백의 조기휴면타파 및 재배 작형 기술개발			'14~'16	특화작물연구소	맹진희
색인용어	씨감자, 휴면타파, 미백				

ABSTRACT

Gangwon Agricultural Research and Extension Service was develop new varieties of potato Mibaeg and Oryun. This study was conducted to establish the cultivation technique for the seed potato production of new cultivars. In order to establish the technology of mini-tuber production of new cultivars, we clarified the number of days of acclimation and the planting density under aeroponics. In particular, the mini-tuber number of over 10g increased 32% by 1/2 nutrient solution supply for 15 days. As a result of examining the optimum weight of mini-tuber for field cultivation was over 10g in all cultivars. In case of small tubers less than 10 g could be used in hydroponics. We harvested 80% of seed potato using 1g mini-tuber by increasing plant density. The optimum seeding dates for mibaeg potato of spring crop was estimated as March 28~30 at Goseong region and April 3~5 at Gangneung region. The optimum seeding date of Unheated plastic house durig winter season of Gangneung was mid-January. Pre-sprouting duration of Oryun potato was 18~23days. In summer crop of Oryun, it was considered that the optimum depth of plantig was 15cm.

1. 연구목표

감자는 벼, 옥수수, 밀과 함께 세계 4대 주요작물의 하나로 매우 중요하다. 특히 우리나라에서의 주산지인 강원도로 재배면적이 5,170ha에 이르고 있다. 그러나 현재 재배되고 있는 감자 품종은 ‘수미’, ‘대서’, ‘대지’ 등으로 이는 대부분 외국에서 도입된 품종이다. 특히, 1978년 미국에서 도입된 ‘수미’(Superior) 품종이 국내 재배면적의 90%이상을 차지하고 있다. 이러한 단일 품종의 편중 재배는 돌발 병해충 및 기상이변 등에 취약하여 문제점으로 지적되고 있어 품종의 다변화가 요구된다. 또한 최근 FTA 등의 외적환경 변화에 따라 일반 식용감자 뿐만 아니라 가공용 감자의 수요도 급증하고 있어 2010년 91천톤에서 2015년 178천톤으로 급증하고 있다. 따라서 강원도농업기술원에서는 그 동안 고품질 식용 및 가공용 감자를 육성하기 위하여 감자 육성 프로그램을 운영하였다. 그 결과 2007년도에 ‘옥’, ‘미백’ 품종을 육성하였고, 2012년도에는 ‘오련’과 ‘새알’을 육성하였다. ‘미백’ 품종은 장타원형으로 특히 휴면기간이 짧아 2기작 재배가 가능한 품종으로 강원도의

동해안 지역을 중심으로 재배가 확산되고 있으며 수량은 3,479kg/10a 이다. '오륜' 품종은 증생종으로 수량은 3,700kg/10a 수준인데, 전분함량이 15.5%로 높아 딱신한 맛이 좋아 농가 호응도가 높다. 또한 가공적성도 우수하여, 강원도에서는 '17년도 30ha를 시작으로 19년에 100ha 22년까지 500ha까지 보급을 목표로 하고 있다.

감자는 영양번식성 작물로 증식률이 종자번식성 작물에 비해 상대적으로 낮아 증식 및 보급에 많은 노력과 시간이 필요하다. 현재 우리나라의 씨감자 증식체계는 5단계(기본종→기본식물→원원종→원종→보급종)로 이루어져 있다. 현재 강원도에서는 기본종과 기본식물을 육성기관인 강원도농업기술원 특화작물연구소에서 증식하고 있으며, 원원종 및 원종은 강원도 감자원종장, 그리고 보급종은 감자종자진흥원에서 농가 계약재배로 이루어지고 있다. 따라서 상위단계인 기본종과 기본식물 생산을 위한 상위단계의 씨감자 생산기술의 확립은 품종육성과 함께 농가 보급을 위한 필수적인 요소이다.

그러나 신품종의 특성에 적합한 소괴경 생산기술이 확립되어 있지 않아 상위단계 씨감자 생산에 어려움을 겪고 있으며, 신품종의 특성에 적합한 재배기술이 일부 확립되어 있지 않아 안정생산에 위협요인으로 작용하고 있다. 따라서 본 연구는 강원도농업기술원 특화작물연구소에서 육성한 '미백'과 '오륜' 품종의 농가 보급을 위하여 상위단계 생산기술을 확립하고 품종에 적합한 재배법을 확립하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제 : 신품종 감자 씨감자 생산기술 개발〉

(시험 1) 씨감자 수경재배 시스템 생산성 비교('14~'15)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 신품종 감자 '미백'을 대상으로 2014~2015년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 2014년 2월 27일 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화온실에서 7일간 순화한 묘를 사용하였다. 순화묘는 3월 5일 분무경과 배지경 베드에 각각 정식하여 재배하였다. 분무경은 스티로폼 성형베드(45×120×30cm)를 이용하였으며 전용배양액(Chang et al., 2000)을 30분 간격으로 1분간 분무하였다. 배지경은 플라스틱 상자(40×60×30cm)에 시판용 상토를 40 L충진한 후 점적드리퍼를 이용하여 관수하였다. 분무경과 배지경 모두 재식간격은 25×25cm로 하여 재식밀도 16주/m² 이었다. 정식 후 과도한 증산을 억제하여 활착을 촉진시키기 위하여 5일간 차광하였으며, 시설 내 환경은 작기 중 온도 23 ± 5℃, 상대습도 60~80%로 유지하였다. 정식 30일후에 초장, 엽수, 생체중 등 지상부와 복지, 괴경 등의 지하부 특성을 조사하였으며, 70일 후에 시험구 전체를 일시에 수확하면서 지상부와 지하부 괴경 특성을 조사하였다. 수량은 괴경 각각의 무게를 조사하여 크기별로 분류하였고, 크기별로 서고와 서폭, 비중 등을 조사하였다. 또한 수확 후 큐어링을 위하여 3일간 통풍이 잘되는 음지에서 건조시켰으며, 이후 최아특성을 조사하였다. 그 외 조사사항은 농촌진흥청 표준조사법에 준하였다.

(시험 2) 소괴경 생산 수경재배를 위한 조직배양묘의 적정 순화일수 구명(15)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 ‘미백’, ‘오륜’, ‘수미’ 품종을 대상으로 2015년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화일수를 5, 10, 15, 20일로 처리하여 일시에 정식 하였다. 그 외 재배방법, 조사내용 등은 시험1과 같다.

(시험 3) 분무경 적정 재식밀도 구명(15)

본 시험은 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 신품종 감자 ‘오륜’과 ‘미백’을 이용하여 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 2015년 2월 27일 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화실에서 7일간 순화하였다. 이후 유리온실에서 3일간 순화처리 후 3월 9일에 분무경 스티로폼 성형베드(45×120×30cm)에 정식하였다. 정식시 재식밀도는 8, 16, 32, 64주/㎡로 하였는데 이때 재식간격은 각각 35×35, 25×25, 17.5×17.5, 12.5×12.5cm 이었다. 엽면적지수는 엽면적측정기(LI-COR, USA, LI-3100C)를 이용하여 주당 엽면적을 조사한 후 계산하였다. 그 외 재배방법, 조사내용 등은 시험1과 같다.

(시험 4) 분무경 적정 재식방법 구명 시험(15)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 신품종 감자 ‘미백’과 ‘오륜’ 품종을 대상으로 2015년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 2014년 2월 27일 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화온실에서 7일간 순화한 묘를 사용하였다. 정식 시 재식하는 방법을 지상부 3마디만 남겨놓고 내려 심는 깊이심기와 관행의 방법을 비교하였다. 그 외 재배방법, 조사내용 등은 시험1과 같다.

(시험 5) 조직배양묘의 분무경시 정식기에 따른 특성 구명시험(16)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 ‘미백’, ‘오륜’, ‘수미’ 품종을 대상으로 2016년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화온실에서 7일간 순화한 묘를 사용하였다. 순화묘를 3월 7일, 3월 17일, 3월 27일, 4월 4일까지 10일간격으로 4회로 나누어 정식하였다. 그 외 재배방법, 조사내용 등은 시험1과 같다.

(시험 6) 분무경시 품종에 따른 적정 묘종류 구명시험(16)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 ‘미백’, ‘오륜’, ‘수미’ 품종을 대상으로 2016년도에 수행되었다. 분무경시 묘의 종류를 조직배양묘, 경삼증식묘, 맹아묘를 이용하여 생육과 수량을 비교하였다. 조직배양묘는 기내 배양묘를 72구 트레이 포트에서 7일간 순화한 묘를 사용하였고, 경삼증식묘는 순화과정에서 삼수를 채취하여 발근시킨 묘를 사용하였다. 맹아묘는 전년도 생산 1g 정도의 소괴경을 펄라이트에 파종하여 발아한 묘를 이용하여 재배하였다. 그 외 재배방법, 조사내용 등은 시험1과 같다.

(시험 7) 신품종 감자 오류의 괴경형성 촉진을 위한 배양액조절 시험(16)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 단동형 비닐온실에서 ‘오류’ 품종을 대상으로 2016년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화온실에서 7일간 순화한 묘를 사용하였다. 분무경은 스티로폼 성형베드(45×120×30cm)를 이용하였으며 전용배양액(Chang et al., 2000), 1배액(EC 1.5dS/m)을 30분 간격으로 1분간 분무하였다. 정식 후 30일간은 1배액으로 분무하였고, 배양액은 5일 간격으로 전량 교체하였다. 정식 31일차에 배양액의 농도를 0, 1/4, 1/2, 1배액(무처리)으로 처리하는 배양액 농도조절 처리를 하였다. 그리고 정식 46일차에 다시 1배액의 배양액으로 교체하였다. 즉, 농도 처리기간은 15일간 이었다. pH 농도조절 처리는 정식 31일차, 36일차, 41일차에 3회 처리하였다. 처리농도는 각각 pH 3.5, 4.5, 5.5 이었고, 질산을 이용하여 조정하였다. 처리시간은 오전 8시부터 오후 6시까지 10시간 동안 이었다. 그 외 재배방법, 조사내용 등은 시험1과 같다.

(시험 8) 수경재배 씨감자의 크기별 생산성 구명(14~15)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 내 망실하우스에서 ‘미백’, ‘오류’, ‘새알’, ‘수미’ 품종을 대상으로 2014~2015년도에 수행되었다. 2013년도에 분무경 생산된 소괴경을 전자저울을 이용하여 1, 5, 10, 20, 30g의 괴경을 선별한 후 시험에 이용하였다. 재식 거리는 75×25cm 이었고, 4월 4일 파종 후 7월 10일에 수확하였다. 파종 후 출현율, 생육특성 등을 조사하였고, 수확시 수량 및 품질 특성을 조사하였다.

(시험 9) 감자 소괴경 생산에 적합한 코이어 배지의 chip과 dust 비율 구명(14)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 신품종 감자 ‘미백’을 대상으로 2014년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 2014년 2월 27일 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화온실에서 7일간 순화한 묘를 사용하였다. 순화묘는 3월 5일 배지경 베드에 각각 정식하여 재배하였다. 배지경은 플라스틱 상자(40×60×30cm)에 배지 40L를 충전한 후 점적드리퍼를 이용하여 관수하였다. 배지의 종류는 시판되고 있는 코이어배지의 칩과 더스트의 비율을 100:0(v:v), 75:25, 50:50, 25:75로 하여 시판상토와 생육 및 수량을 비교하였다. 그 외 조사사항은 농촌진흥청 표준조사법에 준하였다.

(시험 10) 소괴경이용 배지경시 크기별 재식밀도(15~16)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 ‘미백’, ‘오류’, ‘수미’ 품종을 대상으로 2015~2016년도에 수행되었다. 전년도에 분무경 생산된 소괴경을 전자저울을 이용하여 1, 5, 10g의 괴경을 선별한 후 시험에 이용하였다. 2015년 3월 9일에 파종하여 6월 15일에 수확하였다. 배지경은 플라스틱 상자(40×60×30cm)에 코이어배지(chip:dust, 2:8) 40L를 충전한 후 점적드리퍼를 이용하여 감자전용 배양액을 관수하였다. 재식밀도는 상자 당 2, 4, 6, 8개를 크기별로 심어서 각각 11, 22, 33, 44개/m² 이었다. 그 외 조사사항은 농촌진흥청 표준조사법에 준하였다.

(시험 11) 씨감자 배지경(상자재배)에 적합한 수분관리방법 구명(15)

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물연구소 유리온실에서 ‘오륜’, ‘수미’ 품종을 대상으로 2015년도에 수행되었다. 기내에서 계대배양한 조직배양묘를 72구 트레이에 우레탄 스폰지를 이용하여 이식한 후, 순화온실에서 7일간 순화한 묘를 사용하였다. 2015년 3월 9일에 코이어 배지를 충전한 상자에 정식 한 후 2015년 6월 15일 수확하였다. 재식밀도는 16주/m²(25×25cm)이었다. 처리내용은 FDR센서를 이용하여 배지내 수분함량이 30%에 도달하였을 때 상자 당 배양액을 50, 150, 225, 300ml 씩 공급하였다. 그 외 조사사항은 농촌진흥청 표준조사법에 준하였다.

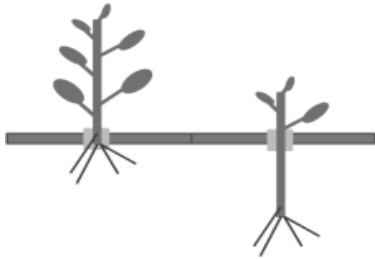


그림 1. 재식방법(좌:관행, 우:깊이심기)

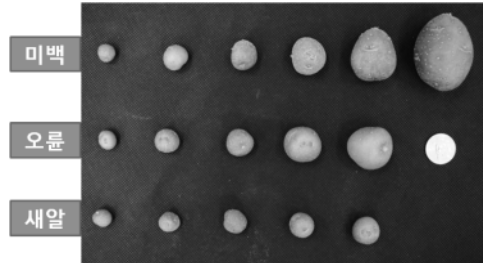


그림 2. 파종 씨감자(소과경)

<제2세부과제 : 신품종 감자 미백의 조기 휴면타파 및 재배작형 기술개발>

(시험 1) 경엽건조제 처리에 따른 2기작용 종서 생산시험(14~16)

본 연구는 2014년부터 2016년까지 3년간 강원도 강릉시에 위치한 강원도농업기술원 특화작물 연구소 망실하우스에서 수행되었다. 시험품종은 ‘미백’ 이었고, 4월 상순 파종 후 파종일로부터 70, 80, 90일에 경엽건조제(레그론)를 살포한 후, 1주일 후에 수확하였다. 수확 후 개수와 무게 등 기본 수량을 조사한 후, 상온에 저장하면서 휴면타파율을 조사하였다.

(시험 2) 수확 후 저장환경이 휴면타파에 미치는 영향 분석(14~15)

본 연구는 2014년부터 2015년까지 2개년간 수행되었다. 시험품종은 ‘미백’ 이었고 2014년도에는 수확 후 저장 온도를 15, 20, 25, 30℃의 냉장 저장고에 2주간 저장 후 휴면타파 특성을 조사하였다. 2015년도에는 온도 처리를 저온처리인 4℃(2주간)와 상온에서 저장하면서 상대습도를 각각 20, 60, 95%로 놓고 저장하면서 휴면타파 특성을 조사하였다.

(시험 3) 봄 및 가을재배 파종적기 구명(14~15)

본 연구는 2014년부터 2015년까지 강원도 고성군 및 강릉 특화작물연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험품종으로는 신품종 ‘미백’과 대조품종으로는 ‘대지’를 사용하였으며, 봄재배 및 가을재배 파종을 5일 간격으로 3처리시기를 두었다. 고성은 2014년에는 3월 28일(1차 기준), 4월 2일, 4월 7일 파종하였고, 2015년에는 3월 25일(1차 기준), 3월 30일, 4월 6일 파종하였으며, 강릉은

2014년에는 4월 2일(1차 기준), 4월 7일, 4월 12일 파종하였고, 2015년에는 3월 25일(1차 기준), 3월 30일, 4월 6일 파종하였다. 가을재배는 고성은 2014년에는 8월 7일(1차 기준), 8월 12일, 8월 18일 파종하였고, 2015년에는 8월 5일(1차 기준), 8월 10일, 8월 17일 파종하였으며, 강릉은 2014년에는 8월 6일(1차 기준), 8월 13일, 8월 18일 파종하였고, 2015년에는 8월 6일(1차 기준), 8월 11일, 8월 17일 파종하였다. 처리내용은 조간 78cm, 주간 25cm로 하여 봄재배 시비는 질소(N), 인산(P_2O_5) 및 칼륨(K_2O)을 10a당 10(N)-10(P_2O_5)-10(K_2O)로 하였으며 가을재배는 15(N)-10(P_2O_5)-10(K_2O) 비율로 기비 사용하였다. 그 밖의 재배관리는 농촌진흥청의 감자 표준재배기술에 준하여 재배하였다. 조사 항목은 농촌진흥청 시험연구조사기준에 따라 생육, 수량성, 비중, 생리장해 등을 조사하였다.

(시험 4) 겨울 시설재배 적정 파종기 구명('14~'16)

본 연구는 2014년부터 2016년까지 강릉 특화작물연구소 무가온 이중 비닐하우스시험포장에서 수행하였다. 시험품종으로는 신품종 '미백'을 30일 간격으로 4처리시기를 두었다. 2년간(2014~2015) 10월 14일(1차 기준), 11월 14일, 12월 14일, 익년 1월 14일 파종하였으며 파종 후 소형터널을 설치하여 부직포를 덮어주었다. 처리내용은 2열재배로 조간 120cm, 주간 25cm로 하여 배색 PE필름으로 멀칭하였고 시비는 질소(N), 인산(P_2O_5) 및 칼륨(K_2O)을 10a당 10(N)-10(P_2O_5)-12(K_2O)로 기비 사용하였다. 그 밖의 재배관리는 (시험 3)과 같다.

(시험 5) 봄재배를 위한 적정 최아일수('16)

본 연구는 2016년 강릉 특화작물연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험품종으로는 신품종 '오륜'과 '미백'과 대조품종은 '수미'를 사용하였다. 파종은 4월 4일 파종하여 7월 25일 수확하였다. 처리내용은 '오륜'과 '수미'는 무최아, 8일, 13일, 18일, 23일 최아기간과 '미백'은 무최아, 8일, 13일, 18일 최아기간을 두었다. 재배방법은 1열재배로 조간 75cm 주간 25cm로 하여 시비는 질소(N), 인산(P_2O_5) 및 칼륨(K_2O)을 10a당 10(N)-10(P_2O_5)-10(K_2O)로 기비 사용하였다. 그 밖의 재배관리는 (시험 3)과 같다.

(시험 6) 지대별 적정 파종 깊이('16)

본 연구는 2016년 강원도 횡성과 강릉 특화작물연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험품종으로는 신품종 '오륜'과 '미백', 대조품종은 '수미'를 사용하였다. 강릉은 4월 1일 파종하여 7월 26일 수확하였고 횡성은 4월 16일 파종하여 8월 30일 수확하였다. 처리내용은 파종깊이를 5, 10, 15, 20cm로 4처리하였다. 재배방법은 강릉은 2열재배로 조간 120cm 주간 25cm로 하였고, 시비는 질소(N), 인산(P_2O_5) 및 칼륨(K_2O)을 10a당 10(N)-10(P_2O_5)-10(K_2O)비율로 하였다. 횡성은 1열재배로 조간 75cm 주간 25cm로 하여 10a당 15(N)-12(P_2O_5)-12(K_2O)로 기비 사용하였다. 그 밖의 재배관리는 농촌진흥청의 감자 표준재배기술에 준하여 재배하였다. 조사 항목은 농촌진흥청 시험연구조사기준에 따라 출현율, 녹화율, 수량성, 비중, 생리장해 등을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제 : 신품종 감자 씨감자 생산기술 개발〉

(시험 1) 씨감자 수경재배 시스템 생산성 비교(14~15)

조직배양묘를 이용하여 배지경과 분무경 방식으로 재배한 정식 30일 후의 생육은 분무경 방식이 초장, 생체중, 근장, 복지수, 복지장 등의 조사항목에서 배지경보다 우수하였다. 이와같은 초기생육의 차이는 Kang 등(2006)이 밝힌 것처럼 정식 시 분무경에서는 조기에 활착이 이루어졌고, 배지경에서는 일시적으로 생육이 정지하여 활착이 늦었던 것이 원인으로 생각되었다. 뿐만 아니라 분무경이 배지경보다 양수분 흡수 등이 원활하여 영양기관의 생육이 우수했던 것으로 판단되었다. 분무경 방식은 배지경 방식과 비교하여 영양기관의 생육이 증가하고, 괴경의 형성이 늦어진다고 보고되었다(Ritter et al., 2001). 본 연구에서는 생체중, 복지특성 등 영양기관의 생육은 분무경에서 우수하였으나, 지하부에 착생된 괴경특성은 반대로 배지경에서 주당 4.7개에 7.5g 이었는데, 분무경에서는 14.4g개에 26.4g으로 많거나 높았다. 이러한 차이는 조생종 이었던 미백품종의 특성에 기인한 것으로 판단된다. 미백 품종은 조생종으로 정식 후 10일정도 지나면 괴경이 착생되는데, 이 시기가 배지경에서는 정식 후 활착되는 시기였으므로 괴경의 형성이 지연된 것으로 생각되었다.

표 1. 지상부 생육특성(정식 후 30일)

처리내용	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생체중 (g/주)
배지경 (시판상토)	17.4±1.95	11.6±0.19	25±2.3	17.3±0.33	9.6±0.19	12.3±1.43
분무경	23.4±1.00	13.2±0.87	38±1.0	23.5±1.62	11.5±0.70	29.9±4.34

표 2. 지하부 생육특성(정식 후 30일)

처리내용	복지수 (개/주)	근장 (cm)	복지장 (cm)	생체중 (g/주)	괴경수 (개/주)	괴경중 (g/주)
배지경 (시판상토)	1.1±0.38	12.7±2.52	2.7±1.53	9.3±0.90	4.7±0.88	7.5±1.40
분무경	6.6±0.72	51.2±9.25	26.4±6.92	24.3±5.37	14.4±1.80	26.4±3.40

정식 70일 후의 지상부 생육도 초기와 같은 경향으로 분무경이 배지경보다 초장, 경수, 경경, 생체중 등에서 우수하였다.

표 3. 지상부 생육특성(정식 후 70일)

처리내용	초장 (cm)	경수 (개/주)	경경 (cm)	SPAD	생체중 (g/주)
배지경 (시판상토)	25.5±3.59	1.1±0.12	2.3±0.11	24.2±1.18	26.5±4.85
분무경	42.8±3.35	1.3±0.12	3.9±0.03	23.4±1.53	46.2±0.21

주당수량은 배지경 95.2g, 분무경 180.2g으로 분무경이 많았으며, 수확개수에 있어서도 분무경이 9.1개로 배지경의 4.4개보다 4.7개 많았다. 그러나 수확된 괴경의 평균서중은 배지경 21.7, 분무경 19.8g으로 차이가 없었다. 이와같은 배지경과 분무경 간의 수량특성 차이는 초기 지상부 잎등과 지하부 복지 등의 영양기관의 생장차이에 기인한 것으로 판단된다. Ritter 등(2001)의 연구 결과에 의하면 분무경재배시 수량은 70%가 높아지고, 괴경수는 2.5배 늘어나고, 평균 괴경무게는 33% 작아진다고 하였는데, 본 연구도 비슷한 경향이였다. 다만, 평균 괴경무게가 본 시험에서는 큰 차이가 없었다.

표 4. 수량특성

처리내용	수량 (g/주)	개수 (개/주)	서중 (g)
배지경 (시판상토)	95.2±13.82	4.4±0.64	21.7±0.88
분무경	180.2±6.92	9.1±0.64	19.8±2.05

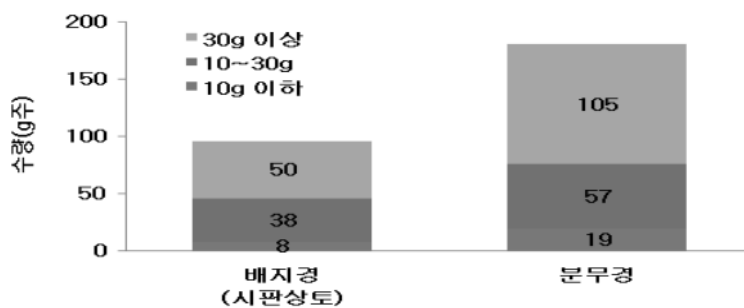


그림 3. 규격별 수량특성

괴경특성에서 서고와 서폭의 비율은 분무경이 1.6으로 배지경의 1.2와 비교하여 서고가 길어지는 경향이였고, 비중에 있어서는 배지경이 약간 높은 경향이였으나 큰 차이는 없었다. 이러한 서고와 서폭의 차이, 그리고 비중의 차이는 배지경과 분무경간의 재배방식의 차이 뿐만 아니라 괴경의 무게특성에 따른 차이가 컸다. 즉, 서고와 서폭의 비율은 재배법에 관계없이 괴경중이 무거워질 수록 비율이 높아졌는데, 그 차이는 분무경에서 더 높았다. 이와같이 서고와 서폭의 비율이 높아지는 원인에 대해서는 뚜렷한 원인을 찾을 수 없었다. 또한, 비중이 배지경에서 약간 높았던 것은 괴경비대시 배지의 영향으로 비대가 늦어진 것이 원인으로 판단되었다.

표 5. 배지경과 분무경 생산 씨감자의 특성

처리내용	서고/서폭	색도 (chroma)	비중	
			30g 이상	5g 이하
배지경 (시판상태)	1.2±0.04	24.9±0.67	1.086±0.01	1.074±0.01
분무경	1.6±0.05	20.2±0.91	1.070±0.01	1.054±0.01

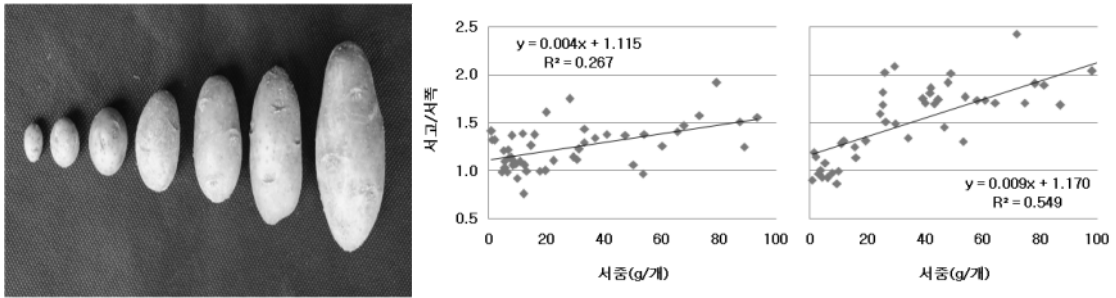


그림 4. 배지경과 분무경의 서중에 따른 서고/서폭의 관계(좌:배지경, 우:분무경)

분무경에서 재배한 소괴경은 배지경보다 피목비대현상이 심하였다. 이와같이 피목비대현상이 많았던 것은 재배 중 근권수분의 함량이 높은 것에 기인하는 것으로, 수확 후 적정하게 저장한다면 씨감자로 사용하는데 문제가 없을 것으로 판단되었다(Ritter 등, 2001).

재배방법에 따른 휴면타파 및 최야특성을 조사한 결과 재배방법에 따른 차이는 없는 것으로 조사되었고, 서중에 따라서는 차이가 있어 1-5g 정도의 소괴경의 최야가 늦어졌다(Fig. 3). 이와 같이 작은 소괴경의 최야가 늦어진 것은 미성숙 상태에서 수확되었고, 저장 중 탈수작용으로 인한 것으로 판단되었다(Ranalli 등, 1994).



그림 5. 배지경과 분무경 및 서중에 따른 휴면타파 및 최야특성

분무경 방식은 배지경과 비교하여 영양생장이 강하여 품종에 따라서는 괴경형성이 지연되는 경우도 있다(Ku 등, 2000). 그러나 '미백' 품종은 조생종으로 조기에 괴경 형성 및 비대가 잘 이루어지므로 괴경형성 촉진을 위한 질소농도조절(Kang 등, 1996), pH 조절(Wan 등, 1994) 등의 처리는

필요 없을 것으로 생각되었고, 초기 왕성한 영양생장을 유도할 수 있도록 발근소서묘의 사용 (Kang 등, 2006) 등에 관한 연구가 추가로 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

(시험 2) 소괴경 생산 수경재배를 위한 조직배양묘의 적정 순화일수 구명(15)

묘소질은 육묘일수가 늘어남에 따라 경장, 경경, 마디수 등의 생육이 길어지거나 증가하였으며, 품종간에는 오륜 품종이 경장, 마디수가 짧고 적었다.

표 6. 순화일수에 따른 품종간 묘소질

품종	순화일수	경장(cm)	경경(mm)	마디수
미백	5일	6.8	1.6	7.4
	10일	10.6	1.6	9.1
	15일	15.5	2.0	11.0
	20일	22.7	2.0	15.8
오륜	5일	3.6	1.6	6.2
	10일	7.8	1.6	10.1
	15일	10.0	2.3	10.4
	20일	14.7	2.7	13.9
수미	5일	5.6	1.1	8.4
	10일	8.7	1.8	10.7
	15일	11.3	2.0	12.5
	20일	20.1	2.0	16.2

순화일수에 따른 품종간 정식 30일 후의 생육은 처리가 차이가 있어 경장, 마디수, 생체중에서 순화기간이 긴 처리구에서 크거나 높았다. 즉, 묘소질의 차이가 초기생육에 영향을 미치는 것으로 생각되었다. 지하부의 생육은 주당 괴경의 무게가 미백, 수미, 오륜 순으로 무거웠다. 이는 품종의 특성에 따른 것으로 조생종이었던 미백이 초기에 괴경형성이 이루어져서 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다.

표 7. 순화일수에 따른 품종간 초기생육(정식 30일 후)

품종	순화일수	지상부			지하부	
		경장(cm)	마디수	생체중(g/주)	복지수	괴경중(g/주)
미백	5일	22.5	18.6	33.7	3.3	23.3
	10일	30.3	20.7	48.6	9.3	29.6
	15일	34.5	22.1	59.4	7.7	52.4
	20일	37.3	23.7	63.1	7.3	71.5
오륜	5일	26.6	16.8	54.7	16.0	7.3
	10일	40.9	22.0	118.3	17.3	9.4
	15일	42.1	21.4	108.9	29.3	12.6
	20일	52.3	23.7	120.6	40.0	26.0
수미	5일	14.3	15.8	21.4	2.0	22.3
	10일	21.0	20.3	32.8	2.3	33.2
	15일	23.3	21.8	34.9	3.7	42.5
	20일	30.2	24.4	42.0	4.3	58.8

정식 70일 후의 지상부 생육은 미백품종의 경장만 순화일수가 늘어남에 따라 길어졌으며, 그 외의 항목에서는 순화일수에 따른 생육 차이가 없어 순화일수에 따른 차이가 적어졌음을 확인할 수 있었다.

표 8. 순화일수에 따른 품종간 지상부 생육(정식 70일 후)

품종	순화일수	경장(cm)	경경(mm)	마디수	생체중(g/주)
미백	5일	38.5	2.7	24.3	81.9
	10일	40.3	2.4	24.7	74.8
	15일	43.7	2.7	26.3	75.2
	20일	45.6	2.7	27.3	78.9
오륜	5일	83.4	7.5	30.0	222.5
	10일	98.9	7.1	32.0	252.9
	15일	92.0	7.0	31.6	233.1
	20일	85.9	6.8	33.0	248.7
수미	5일	20.9	2.2	19.4	38.6
	10일	25.7	2.2	21.2	44.5
	15일	27.6	2.4	22.9	42.1
	20일	32.3	2.5	23.6	43.9

단위면적당 수확된 소괴경의 총 개수는 미백품종은 순화일수가 짧았던 5일 처리구에서 223개/m²로 많았으나, 규격지수(10g 이상)는 20일 처리구에서 126.7로 높았다. 오륜품종은 10일 이상의 처리구에서 115~128개/m²로 많아서 단위면적당 수량은 순화일수가 길어질수록 많아지는 경향이였다. 괴경의 평균 서중은 미백품종은 순화일수가 길어질수록 무거워졌고, 오륜품종은 차이가 없었다. 결론적으로, 3품종 모두 적정 순화일수는 20일인 것으로 판단되었고, 이때의 묘소질 경장은 14.7~22.7cm 수준이였다.

표 9. 수량특성

품종	순화일수	개수(개/m ²)			수량(kg/m ²)			평균서중(g)		
		합계	10g 이하	10g 이상	규격지수	합계	10g 이하		10g 이상	
미백	5일	223	128	95	100.0	2.77	0.61	2.16	100.0	12.4
	10일	214	116	98	102.2	2.83	0.53	2.31	106.7	13.2
	15일	196	95	101	106.1	3.07	0.41	2.66	122.9	15.7
	20일	181	60	121	126.7	3.68	0.33	3.35	154.9	20.3
오륜	5일	78	0	78	100.0	3.82	0.00	3.82	100.0	49.2
	10일	115	1	114	146.8	6.37	0.01	6.36	166.5	55.3
	15일	128	1	127	163.4	5.34	0.01	5.33	139.7	41.7
	20일	119	0	119	153.4	6.16	0.00	6.16	161.3	51.8
수미	5일	91	36	55	100.0	1.31	0.19	1.12	100.0	14.4
	10일	147	66	81	147.1	1.80	0.34	1.46	130.2	12.2
	15일	132	51	81	147.1	1.98	0.25	1.73	154.5	15.0
	20일	125	33	92	166.5	2.19	0.15	2.03	181.6	17.5

(시험 3) 분무경 적정 재식밀도 구명(15)

정식시 묘소질은 오륜품종이 미백품종에 비하여 경장이 짧았고, 경경 및 마디수는 차이가 없었다(data not shown).

정식 30일 후의 경장은 오륜 품종의 경우 재식밀도 64주/m² 에서 42.7cm로 8주/m²의 26.6cm보다 16.5cm 길어져 도장되었다. 미백 품종은 재식밀도에 따라 경장은 길어졌으나, 그 차이는 크지 않았다. 생체중의 오륜품종은 재식밀도 8주/m²에서 80.5g으로 64주/m²의 44.2g 보다 36.3g 무거웠다. 미백품종도 재식밀도가 낮은 처리에서 생체중이 무거웠으나 차이가 크지 않았다. 근장은 재식밀도가 낮은 8주/m² 처리에서 오륜과 미백 각각 72.7, 65.3cm로 길었으나, 16주/m² 이상부터는 차이가 없었다. 복지수는 오륜품종에서는 재식밀도에 따른 차이가 없었고, 미백품종은 재식밀도가 낮은 8주/m² 처리에서 많았다. 착생된 괴경수와 무게는 두 품종 모두 재식밀도가 낮은 처리구에서 많거나 무거웠고, 품종간에는 미백품종의 괴경중이 무거웠다. 이는 조생종인 미백 품종이 조기에 괴경착생이 이루어진 결과로 생각되었다.

표 10. 재식밀도에 따른 생육특성(정식 후 30일)

품종	재식밀도 (주/m ²)	경장 (cm)	생체중 (g/주)	근장 (cm)	복지수 (개/주)	괴경수 (개/주)	괴경중 (g/주)
오륜	8	26.2	80.5	72.7	26.0	17.7	12.4
	16	26.6	54.3	63.3	18.3	15.0	13.6
	32	34.7	53.5	63.3	31.3	13.3	6.7
	64	42.7	44.2	65.3	27.0	3.7	1.9
미백	8	25.5	47.9	65.3	12.7	16.0	50.3
	16	29.5	47.7	55.0	8.3	10.0	28.9
	32	32.5	39.2	54.3	8.7	11.0	22.6
	64	32.2	34.6	55.7	9.0	5.7	24.0

Farran과 Mingo-Castel (2006)는 재식밀도가 낮아질수록 근장이 길어지고, 마디수와 복지수가 증가하며 괴경형성이 빨라진다고 보고하였는데 본 연구에서도 재식밀도가 낮은 처리구에서 괴경수와 무게가 높아 같은 경향인 것으로 판단하였다. Kim et al (2002)은 조생종인 ‘수미’품종과 중만생종인 ‘대지’품종을 대상으로 분무경한 결과 중만생종인 대지가 경엽의 생육, 뿌리, 복지 등 영양생장이 왕성하다고 하였는데, 본 시험에서도 중만생종의 특성을 갖는 오륜품종이 조생종인 미백과 비교하여 전체적으로 생육이 양호하였다. 재식밀도가 높은 처리구에서 괴경형성 및 비대가 늦어진 것은 영양생장이 촉진되어 지상부가 과번무하고 이에 따라 광합성효율이 낮아져 성숙 지연으로 괴경 형성 및 비대가 늦어진 것으로 판단되었다(Kang 등, 1996; Ritter 등, 2001).

수확시 오륜 품종의 경장은 재식밀도가 높아짐에 따라 64.8cm에서 103.8cm로 길어졌고, 경경과 마디수는 차이가 없었다. 그러나 미백 품종은 경장, 경경, 마디수에서 재식밀도간 유의성이 인정되지 않았다. 지상부 생체중은 오륜 품종은 8, 16주/m²는 각각 251.3g/주, 256.6g/주로 차이가

없었고, 32주/m²부터는 165.6g/주로 가벼워졌다. 즉, 오룬 품종은 지상부의 경장은 길어졌으나, 주당 생체중이 낮아져 도장이 심했음을 확인할 수 있었다. 미백품종의 생체중은 32주/m²까지는 59.7g으로 8주/m²와 비교하여 차이가 없었고, 64주/m²에서 37.7g으로 가벼워졌다. Kim 등 (2008)은 소괴경을 이용한 심지양액재배에서 재식본수 증가에 따라 경장이 작아져 생육이 위축 되었다고 보고하였는데, 본 연구에서는 밀식에 의하여 경장이 길어졌다. 이는 본 실험의 재배조건인 분무경 방식이 근권의 양수분 공급에 효과적이었던 것이 원인으로 판단되었다.

표 11. 재식밀도에 따른 생육특성(정식 후 70일)

품종	재식밀도 (주/m ²)	경장(cm)	경경(mm)	마디수	생체중 (g/주)
오룬	8	64.8	7.0	27.4	251.3
	16	74.8	7.3	29.6	256.6
	32	80.4	6.6	26.3	165.6
	64	103.8	6.7	30.4	163.1
미백	8	35.5	2.4	25.2	66.2
	16	40.2	2.4	26.1	66.6
	32	39.1	2.5	25.3	59.7
	64	39.1	2.0	23.2	37.7

정식 30일 후의 엽면적지수(LAI: leaf area index)는 오룬 품종이 처리별로 각각 1.1, 1.4, 1.9, 2.4 이었고, 미백 품종은 0.9, 1.3, 1.7, 2.2로 재식밀도의 증가에 따라 높아졌으며, 품종에 따라 큰 차이는 없었다. 그러나 생육후기 70일의 엽면적지수는 오룬 품종은 재식밀도별로 각각 4.4, 9.3, 12.0, 23.4로 직선적으로 높아졌고, 미백품종은 1.3, 2.4, 4.4, 5.3으로 약간 높아졌다. 적정 엽면적지수는 시설 내로 투과되는 광의 95%이상을 흡수하는 것으로, 대부분의 작물에서 3.5-4.0 정도이다(Papadopoulos와 Pararajasingham, 1997). 조생종인 미백 품종은 생육초기 괴경의 형성으로 인하여 지상부의 생육이 억제되었고, 중만생종인 오룬 품종은 상대적으로 괴경 형성이 늦어져 지상부 생육이 왕성해 엽면적지수가 높아졌던 것으로 판단되었다.

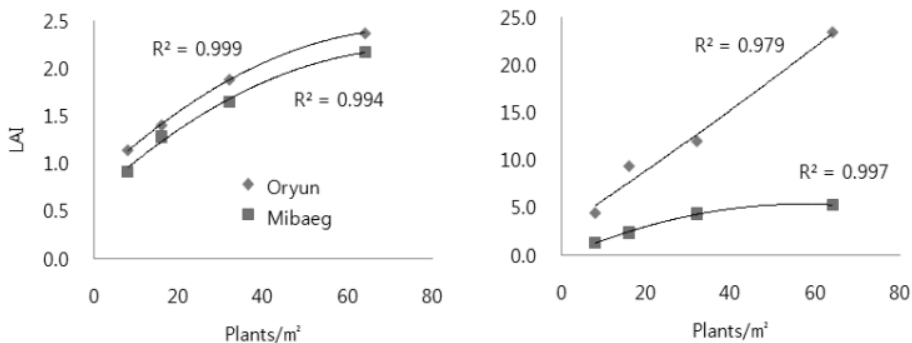


그림 6. 엽면적 지수의 변화(좌:정식 후 30일, 우:정식 후 70일)

주당 괴경 수량성은 밀식에 의하여 괴경수와 총괴경중이 감소하였다. 그러나 재식밀도 증가에 따른 수량감소가 재식주수 증가보다 적었기 때문에 밀식의 경우에서 단위면적당 괴경수와 총괴경중이 증가하였다. 단위면적 당 수량은 오륜품종은 처리별로 각각 2.14, 5.17, 6.65, 7.82kg/m² 이었고, 미백품종은 1.38, 2.33, 4.60, 4.83kg/m² 이었다. 소괴경 개수는 오륜 품종은 각각 54, 120, 180, 210개/m² 이었고, 미백 품종은 89, 150, 294, 357개/m² 이었다. 평균 서중은 미백 품종 15.1g, 오륜 품종 39.2g으로 품종 간 차이는 있었으나, 처리에 따른 차이는 크지 않았다. 이상과 같이 최대수량을 나타내는 재식밀도는 두품종 모두 64주/m² 이었다. 그러나 생산된 소괴경의 크기는 씨감자 생산시 수량에 영향을 끼쳐서 크기가 작으면 수량이 낮아지고, 소괴경의 비율 높아진다. 또한 작은 괴경은 저장 중 탈수작용이 심하여 최아능력이 떨어진다(Ranalli 등, 1994). 신품종 오륜과 미백의 소괴경을 이용한 망실하우스 재배결과 두 품종 모두 10 g 이상에서는 최종 수량에 차이가 없었으나, 출현율 등을 고려할 때 20g이상이 안정적인 것으로 판단되었다. 따라서 생산된 소괴경을 크기별로 분석한 결과 재식밀도 32주/m²에서 오륜 품종은 m² 당 20g 이상의 소괴경 139개, 6.0kg을 생산하였고, 미백 품종은 77개, 2.64kg을 생산할 수 있었고, 64주/m²과 차이가 없었다. 뿐만 아니라 재식밀도가 높아짐에 따라 조직배양묘의 소요량이 늘어나고, 과도한 밀식은 작물 간 통풍을 억제하여 병해발생의 우려가 있다.

표 12. 품종 및 재식밀도에 따른 분무경의 소괴경 생산 특성

품종	재식밀도 (주/m ²)	괴경중(g/m ²)			괴경수			평균 서중 (g)		
		합계	< 10g	10~20g	> 20g	합계	< 10g		10~20g	> 20g
오륜	8	2,143	-	149	1,994	54	0	11	43	39.5
	16	5,172	4	451	4,717	120	1	29	90	43.2
	32	6,652	-	654	5,998	180	0	44	137	36.9
	64	7,818	48	674	7,096	210	5	47	158	37.1
미백	8	1,376	187	370	819	89	37	25	27	15.5
	16	2,334	277	695	1,361	150	58	46	45	15.6
	32	4,598	762	1,201	2,635	294	131	87	77	15.6
	64	4,833	713	1,783	2,336	357	167	115	75	13.5

이상의 결과로 소괴경 생산을 위한 조직배양묘 분무경시 적정 재식밀도는 32주/m² 인 것으로 판단되었고, 금후 작기별(봄·가을) 적정재식밀도의 구명 및 비교가 필요할 것으로 생각된다.

(시험 4) 분무경 적정 재식방법 구명 시험(15)

미백 품종은 깊이 심는 것이 지상부의 생육이 우수하였고, 오륜품종은 관행적으로 심는 것이 우수하였다. 복지수는 깊이심는 처리구에서 두품종 모두 많았다.

표 13. 초기 생육특성(정식 30일 후)

품종	처리내용	지상부			복지수 (개/주)
		경장(cm)	경경(mm)	생체중(g)	
미백	깊이심기	45.3	4.0	95.4	6.7
	관행	38.5	2.3	64.2	2.7
오륜	깊이심기	81.8	6.8	211.1	7.1
	관행	89.3	7.4	230.6	4.0

표 14. 수량특성

품종	처리내용	수량(kg/m ²)	개수(개/m ²)	서중(g)
미백	깊이심기	3.66	180	20.3
	관행	2.51	172	14.5
오륜	깊이심기	4.89	138	35.5
	관행	4.19	125	33.5

표 15. 규격별 수량특성

품종	처리내용	크기별 개수(m ²)				합계	규격서울	규격서 (20g <)
		< 10g	10~20g	20~50g	50g <			
미백	깊이심기	77.1	35.2	51.2	16.3	180	37.5	67.5
	관행	77.3	41.9	50.7	2.4	172	30.8	53.1
오륜	깊이심기	0.0	32.4	82.5	22.8	138	76.5	105.2
	관행	0.0	35.5	72.5	17.1	125	71.6	89.6

시험결과 깊이 심는 처리의 효과는 미백 품종이 오륜 품종보다 컸음. 두 품종 모두 깊이 심는 처리가 관행보다 지상부 생육이 우수하였고, 소과경 수량이 증가하였음. 특히 과경의 평균무게가 무거워져 규격서 비율이 높아졌다.

(시험 5) 조직배양묘의 분무경시 정식기에 따른 특성 구명시험(16)

정식기에 따른 정식 37일 후의 각각의 생육특성은 정식기별로 차이가 있어 1차로 빠른 정식구에서 생육이 우수하였다. 이는 시설 내 온습도 등 관리에 의한 것으로 판단되었다.

표 16. 생육특성(정식 후 37일)

품종	정식	경장 (cm)	경경 (mm)	엽수	생체중 (g/주)	복지수 (개/주)	복지장 (cm)	괴경	
								수	무게(g)
오륜	1차	37.3	6.7	16.7	103.0	35.3	53.0	62.5	7.1
	2차	52.3	5.6	21.2	190.7	19.2	31.8	28.8	61.7
	3차	17.1	6.4	15.2	70.6	4.5	22.3	12.7	32.4
	4차	14.2	2.7	14.8	51.4	4.2	16.0	7.8	37.6
미백	1차	33.5	4.8	18.3	86.6	2.8	25.0	13.2	72.6
	2차	39.3	3.8	18.8	118.1	5.2	22.5	17.0	118.1
	3차	35.3	3.2	15.5	118.4	12.2	26.0	28.3	101.0
	4차	26.8	3.0	18.3	76.1	4.7	14.0	13.2	157.6
수미	1차	17.0	4.3	15.8	40.4	1.7	9.8	8.5	62.0
	2차	17.7	2.6	17.0	43.7	1.5	11.0	7.3	71.4
	3차	10.3	5.2	14.0	46.6	4.3	10.4	13.8	68.0
	4차	9.2	1.7	15.7	29.5	1.8	5.8	7.7	47.5

표 17. 수량 및 품질 특성

품종	정식기	수량 (g/주)	개수 (개/주)	서중 (g/개)
미백	1차	302±23.8	7.5±0.9	40.3±3.9
	2차	363±5.4	9.8±0.6	37.2±2.8
	3차	248±14.5	12.9±1.6	19.4±1.2
	4차	176±44.4	10.2±3.0	17.7±3.4
오륜	1차	274±21.9	11.7±1.4	23.4±2.1
	2차	302±21.3	11.4±2.4	26.9±3.5
	3차	233±4.2	8.7±2.3	27.9±7.2
	4차	101±53.2	3.7±0.8	26.1±10.1
수미	1차	128±7.8	7.6±0.3	17.0±1.8
	2차	149±17.5	8.5±1.4	18.1±4.8
	3차	133±13.5	16.1±2.8	8.4±0.8
	4차	37±4.9	4.6±1.1	8.3±2.4

금후 정식기에 따른 분무경 생육특성에 대해서는 추후 보완적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

(시험 6) 분무경시 품종에 따른 적정 묘종류 구명시험(16)

분무경시 품종에 따른 적정 묘종류를 구명하기 위하여 조직배양묘, 경삼묘, 맹아묘를 비교한 결과 시험에 사용한 세가지 품종 모두 묘의 종류에 따른 괴경의 숫자 및 수량에 차이가 없었다.

이는 재배시기가 봄 재배였던 관계로 생육이 왕성하여 묘 종류에 따른 수량차이가 없었던 것으로 판단되며 금후 가을재배에서 재검토가 필요할 것으로 생각된다.

표 18. 수량특성

품종	묘종류	수량(g/주)	개수(개/주)	서중(g/개)
미백	조식배양묘	363±5.4	9.8±0.6	37.2±2.8
	경삽묘	337±25.7	12.0±1.9	28.6±5.7
	맹아묘	344±25.2	13.5±1.2	25.5±1.5
오륜	조식배양묘	302±21.3	11.4±2.4	26.9±3.5
	경삽묘	291±21.4	8.7±1.7	34.2±6.4
	맹아묘	305±13.2	8.6±0.7	35.5±3.4
수미	조식배양묘	149±17.5	8.5±1.4	18.1±4.8
	경삽묘	173±13.0	8.2±1.0	21.2±3.4
	맹아묘	168±13.3	5.6±0.6	30.0±1.0

(시험 7) 신품종 감자 오륜의 괴경형성 촉진을 위한 배양액조절 시험(16)

분무경 재배시 소괴경의 괴경형성을 촉진하기 위하여 pH를 일시적으로 낮추는 처리와 배양액의 농도를 낮추어 처리한 시험구의 광합성량은 pH 처리구는 3.5에서만 16.2로 특히 낮았고, 4.0, 4.5, 5.0 처리구에서도 무처리와 비교하여 낮아져 배양액 pH 조절이 생육에 영향을 미쳤음을 확인하였다. 배양액 농도처리의 경우에도 0배액을 15일간 공급한 처리구에서 13.1로 매우 낮았다. 그러나 1/2농도로 처리할 경우 무처리와 비교하여 큰 차이가 없었다.

표 19. 처리별 광합성량($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)

pH 처리				농도 처리			무처리
pH 3.5	pH 4.0	pH 4.5	pH 5.0	0배액	1/4배액	1/2배액	
16.2±0.9	19.0±1.2	19.5±1.6	19.2±0.4	13.1±1.7	22.0±1.4	24.3±0.7	25.2±2.3

정식 70일 후의 지상부의 생육은 pH 처리에 따라서는 큰 차이가 없었다. 그러나 배양액농도를 조절한 경우 특히 0배액에서 경장이 46.5cm로 무처리의 73.7cm 보다 매우 작아졌고, 생체중도 같은 경향이였다. 따라서 배양액농도에 따라 지상부 생육은 처리별로 큰 차이가 있었다. 지하부의 괴경의 경우에도 pH 처리구는 처리에 따른 특성이 뚜렷하지 않았다. 그러나 배양액 농도조절 처리구에서는 1/2배액 처리구에서 무처리보다 괴경의 무게 및 수가 무처리 보다 높아 배양액 농도 조절 처리가 긍정적인 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

표 20. 생육특성

처리내용	지상부			지하부		괴경		평균 서중	
	경장 (cm)	생체중 (g/주)	SPAD	복지수 (개/주)	근중 (g/주)	서중 (g/주)	서수 (개/주)		
pH 처리	pH 3.5	72.8	242	39.5	8.5	95.9	237	10.7	22.3
	pH 4.0	83.8	289	42.1	14.7	85.3	217	12.0	18.1
	pH 4.5	78.3	315	40.4	15.3	76.5	245	9.8	24.9
	pH 5.0	82.5	356	41.8	29.5	87.5	237	13.3	17.8
농도 처리	0배액	46.5	149	16.3	13.0	45.7	191	12.0	15.9
	1/4배액	55.7	175	24.5	13.3	46.5	232	14.7	15.8
	1/2배액	59.0	241	38.7	15.2	58.4	331	17.2	19.3
무처리(pH 6.0, 1배액)		73.7	322	42.5	16.0	76.0	316	12.2	26.0

식물체 무기성분의 함량은 pH 조절 처리구는 3.5 처리구를 제외하고는 큰 차이가 없었다. 그러나 농도처리구에서는 배양액의 농도가 낮아질수록 특히 N, K의 함량이 낮아졌으며 Ca, Mg, P는 처리가 차이가 없었다.

표 21. 식물체 무기성분의 함량(%)

처리내용	N	Ca	K	Mg	P	
pH 처리	pH 3.5	4.11	1.49	5.59	0.99	0.59
	pH 4.0	4.95	1.77	6.57	1.05	0.73
	pH 4.5	4.48	1.81	6.53	1.18	0.76
	pH 5.0	4.89	1.72	6.72	1.07	0.80
농도 처리	0배액	3.16	1.82	4.21	1.26	0.43
	1/4배액	3.39	1.70	4.27	1.44	0.37
	1/2배액	3.89	1.47	5.70	1.28	0.49
무처리(pH 6.0, 1배액)		4.64	1.89	7.01	1.14	0.64

표 22. 수량특성

처리내용	수량 (kg/m ²)	괴경수 (개/m ²)	크기별			괴경중 (g/개)	
			10g 이하	11~20g	21g 이상		
pH 처리	pH 3.5	3.86	178	52.0	42.0	84.0	22.4
	pH 4.0	3.55	194	66.0	60.0	68.0	18.4
	pH 4.5	4.41	166	51.1	21.3	93.6	26.6
	pH 5.0	3.76	220	102.5	40.6	76.9	18.0
농도 처리	0배액	3.03	188	72.8	48.5	66.7	16.6
	1/4배액	3.77	236	86.5	44.4	105.1	16.1
	1/2배액	4.93	272	107.5	52.7	111.8	18.1
무처리(pH 6.0, 1배액)		3.93	188	62.7	29.2	96.1	20.9

최종 수량은 배양액 농도 1/2배액 처리구에서 제곱미터 당 272개, 4.93kg의 소괴경을 생산할 수 있어서 무처리와 비교하여 높았다. 즉 오염품종의 괴경 형성촉진을 위해서는 pH 조절 처리보다는 배양액 농도를 정식 30일 후부터 45일까지 15일간 1/2배액으로 공급하는 것이 효과적인 것으로 판단되었다.

(시험 8) 수경재배 씨감자의 크기별 생산성 구명('14~'15)

생육은 초장의 경우 파종된 소괴경의 무게가 무거울수록 모든 품종에서 커지는 경향이었으나, 새알 품종은 파종된 소괴경의 무게가 1~5g으로 차이가 적어 상대적으로 영향이 적었다. 미백과 오염 품종간 경수와 경경은 큰 차이를 보였는데, 미백은 소괴경의 무게가 무거울수록 경수가 1.1개에서 3.8개로 늘어났고, 경경은 차이가 없었다. 그러나 오염품종은 처리에 따라 경수는 1.0개로 동일하고 경경이 8.2에서 13.9로 굵어지는 경향이였다.

표 23. 생육특성(2014)

품종	구 분		초장(cm)	경수(개/주)	경경(mm)
	씨감자 무게				
미백	1g		29.9	1.1	9.8
	3g		36.0	1.8	9.5
	5g		35.2	1.8	10.2
	10g		37.2	2.4	10.6
	20g		38.6	3.4	9.9
	30g		42.4	3.8	10.2
오류	1g		15.7	1.0	8.2
	3g		22.6	1.0	9.8
	5g		23.8	1.0	11.6
	10g		28.2	1.0	12.5
	20g		31.6	1.0	13.9
새알	1g		42.1	1.3	9.0
	2g		48.4	1.7	10.4
	3g		47.8	1.3	10.8
	4g		50.0	1.8	11.3
	5g		50.7	2.6	9.9

씨감자 수량성은 미백품종은 10g 이상의 소괴경 파종시 주당 규격서가 713g으로 우수하였는데 이는 그간 강원도농업기술원에서 수행한 예비시험과 같은 결과를 보였다. 오류품종은 소괴경의 크기가 클수록 총수량은 593g에서 758g으로 높아졌으나, 기형서의 발생률이 높아져 적정 규격서 수량은 처리간 차이가 없었다. 새알품종은 전체적으로 처리에 따른 차이가 없었다.

표 24. 수량특성(2014)

품종	구 분 씨감자무게	규격서 (kg/주)	비규격서(kg/주)				총수량 (kg/주)	규격서 (%)
			30g이하	330g이상	기형서	소계		
미백	1g	293	87	60	467	613	907	32.4
	3g	360	120	13	693	827	1,187	30.3
	5g	493	120	53	440	613	1,107	44.7
	10g	713	107	13	180	307	1,020	70.1
	20g	827	120	-	13	140	967	85.7
	30g	840	147	67	133	353	1,187	70.5
오륜	1g	459	16	0	118	134	593	77.3
	3g	508	19	0	130	150	657	77.2
	5g	503	3	0	184	187	689	72.9
	10g	474	9	0	244	253	728	65.2
	20g	413	16	0	328	344	758	54.5
새알	1g	704	56	0	42	98	802	87.8
	2g	923	56	32	27	114	1037	89.0
	3g	850	34	0	0	34	884	96.2
	4g	774	62	0	97	159	933	83.0
	5g	637	57	0	0	57	694	91.8

시기별 출현율은 파종 21일을 기준으로 했을 때 제품종 모두 20g 이상은 되어야 균일한 출현을 기대할 수 있었다. 그러나, 파종 후 42일에는 크기가 작은 처리구에서도 출현율이 높아 졌다. 즉, 소괴경의 크기가 작은 경우 출현은 되었으나 시기가 늦고 불균일하였다.

표 25. 크기별 출현율(2015)

품종	소괴경 크기	파종 후 일수					
		7일	14일	21일	28일	35일	42일
미백	1g	0	0	0	22.8	62.1	83.1
	5g	0	0	0	20.5	66.7	88.4
	10g	0	0	8.5	34.2	68.4	91.7
	20g	0	26.0	90.2	90.2	90.2	90.4
	30g	0	24.0	92.6	92.6	92.6	92.6
오륜	1g	0	0	0	10.8	22.5	68.7
	5g	0	0	0	20.5	66.7	88.4
	10g	0	0	5.8	40.2	60.4	90.6
	20g	0	22.5	70.8	88.6	92.8	92.8
	30g	0	31.2	68.4	89.2	96.4	96.4
수미	1g	0	0	0	22.8	62.1	83.1
	5g	0	0	0	20.5	66.7	88.4
	10g	0	10.5	20.1	34.2	68.4	91.7
	20g	0	38.9	90.2	90.2	90.2	90.4
	30g	0	48.5	92.6	92.6	92.6	92.6

표 26. 생육특성(2015)

품종	소과경 크기	경장(cm)	경수(개)	경경(mm)	생체중 (g/주)	과경중 (g/주)
미백	1g	64.1	1.0	9.8	372	434
	5g	66.5	1.2	9.8	382	553
	10g	76.1	1.1	11.8	470	621
	20g	56.2	4.7	7.5	475	1,004
	30g	61.3	4.1	8.7	437	981
오륜	1g	62.4	1.1	10.3	527	156
	5g	69.8	1.4	10.5	561	213
	10g	76.8	1.3	12.7	689	269
	20g	82.8	2.0	12.6	800	292
	30g	81.7	2.0	12.8	922	445
수미	1g	63.9	1.1	9.8	532	311
	5g	67.2	1.6	9.7	634	426
	10g	69.7	2.0	10.7	650	514
	20g	60.9	3.9	8.0	492	659
	30g	62.4	4.6	8.6	607	751

수량은 제품종 모두 소과경의 크기가 10g 이상일 경우 그보다 큰 것과 비교하여 대차 없어 10g 이상이면 충분할 것으로 판단되었다.

표 27. 수량특성(2015)

품종	소과경 크기	총수량 (g/주)	규격수량* (kg/10a)	규격서율	규격서수
미백	1g	386	1,824	89	18,369
	5g	553	2,677	91	30,813
	10g	723	3,680	95	32,591
	20g	765	3,868	95	37,924
	30g	815	4,016	92	39,701
오륜	1g	846	4,148	92	37,331
	5g	869	4,165	90	41,479
	10g	1,007	5,011	93	47,404
	20g	1,018	4,492	83	62,218
	30g	1,076	5,235	91	54,515
수미	1g	687	2,899	79	33,776
	5g	760	3,296	81	30,813
	10g	874	4,266	92	41,479
	20g	928	4,164	84	53,330
	30g	910	4,057	84	54,515

* 규격수량 : 31~330g

결론적으로 수경재배산 소과경을 노지포장에서 증식할 때 신품종 감자 ‘오륜’과 ‘미백’ 모두 무게 10g 이상이면 그 이상의 것과 비교하여 큰 차이가 없어 충분할 것으로 판단되었다.

(시험 9) 감자 소괴경 생산에 적합한 코이어 배지의 chip과 dust 비율 구명(14)

시판상토와 비교한 코이어배지의 정식 30일 후의 초기 생육은 시판상토 배지가 코이어배지보다 지상부 및 지하부 생육이 큰 차이가 없었다.

표 28. 지상부 생육특성(정식 후 30일)

배지종류	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생체중 (주/g)	
코이어배지 (칩:더스트, v:v)	100:0	17.2±2.04	11.0±0.88	24±0.4	14.8±0.84	8.3±0.00	9.7±0.42
	75:25	16.6±2.14	11.1±1.07	24±0.7	15.0±1.15	8.8±0.69	10.3±1.15
	50:50	15.3±1.20	10.8±0.51	25±2.8	14.9±0.96	8.9±0.69	10.1±2.05
	25:75	16.8±1.50	10.6±0.38	22±0.7	14.2±0.51	8.1±0.51	8.8±0.79
시판상토	17.4±1.95	11.6±0.19	25±2.3	17.3±0.33	9.6±0.19	12.3±1.43	

표 29. 지하부 생육특성(정식 후 30일)

처리내용	복지수 (개/주)	근장 (cm)	복지장 (cm)	생체중 (g/주)	괴경수 (개/주)	괴경중 (g/주)	
코이어배지 (칩:더스트, v:v)	100:0	1.0±0.88	9.6±0.38	2.1±1.17	8.5±1.28	5.2±1.26	7.1±1.14
	75:25	1.3±0.58	10.6±2.22	1.2±0.29	8.3±1.01	5.4±1.07	6.7±0.84
	50:50	0.8±0.84	13.7±2.52	1.3±1.25	9.5±2.13	4.6±0.19	7.2±2.15
	25:75	0.9±0.19	10.1±0.19	1.7±0.58	6.8±0.92	4.2±0.51	5.5±0.77
시판상토	1.1±0.38	12.7±2.52	2.7±1.53	9.3±0.90	4.7±0.88	7.5±1.40	

생육 후기인 정식 70일 후에는 코이어배지가 시판상토배지보다 초장, 경경, SPAD, 생체중에서 크거나 높았다. 이는 재배 중 배양액의 공급량 및 횡수가 코이어배지에 적합한 것이 원인이었던 것으로 생각되었다.

표 30. 지상부 생육특성(정식 후 70일)

배지종류	초장 (cm)	경수 (개/주)	경경 (cm)	SPAD	생체중 (g/주)	
코이어배지 (칩:더스트, v:v)	100:0	36.3±3.42	1.5±0.31	2.7±0.37	27.4±1.95	54.1±4.77
	75:25	33.5±6.20	1.1±0.31	2.3±0.15	28.0±1.41	46.1±3.85
	50:50	35.7±2.27	1.3±0.23	2.6±0.12	26.9±1.67	55.6±8.74
	25:75	33.9±3.35	1.1±0.23	2.6±0.32	26.7±0.57	56.0±5.20
시판상토	25.5±3.59	1.1±0.12	2.3±0.11	24.2±1.18	26.5±4.85	

수량특성은 코이어배지의 주당수량이 145~151g으로 시판상토의 95g보다 높았다. 코이어배지에서 수량이 높은 것은 주당 수확개수의 증가와 평균서중 증가에 기인한 것으로 분석되었으며, 코이어배지에서 칩과 더스트의 비율에 따른 차이는 없었다.

표 31.수량특성

배지종류	수량 (g/주)	개수 (개/주)	서중 (g)
코이어배지 (칩:더스트, v:v)	100:0	151.2±14.04	5.7±1.35
	75:25	147.9±8.59	5.6±0.86
	50:50	145.5±19.41	5.5±0.75
	25:75	148.9±13.53	5.7±0.38
시판상토	95.2±13.82	4.4±0.64	21.7±0.88

소괴경의 무게별 수량분포는 칩과 더스트 비율에 따른 코이어배지간에는 차이가 없었고, 시판상토는 특히 30g 이상의 비율이 낮았다. 이와같이 배지종류에 따른 수량특성은 재배관리시 양수분 관리방법에 따라 큰 차이를 보이기 때문에, 절대수량으로 비교하는 것은 무리가 있을 것으로 판단되었다.

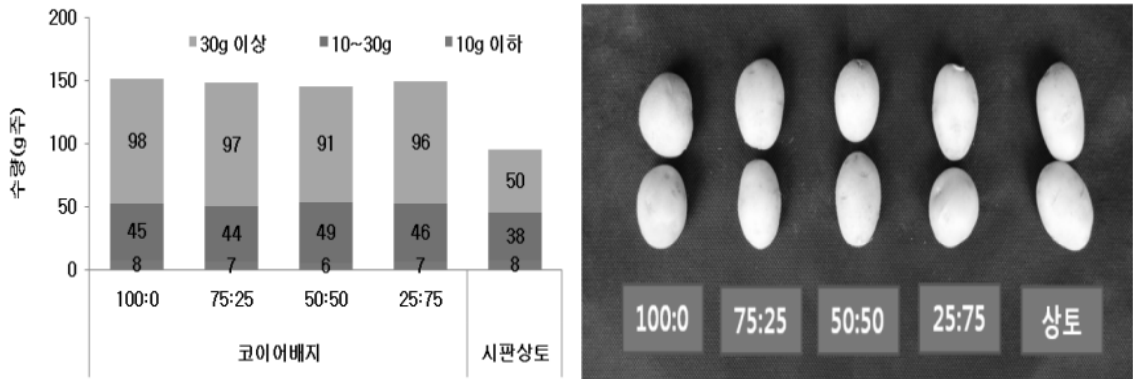


그림 7. 규격별 수량특성

시판용상토와 비교하여 코이어배지는 상대적으로 거친입자를 가지고 있어, 지하부에서 수확하는 소괴경의 외관이 깨끗할 것인지 의문이었다. 재배결과 코이어배지에서 생산된 소괴경도 시판상토와 비교하여 육안으로 구별 되지는 않았다. 그러나 색차색도계를 이용하여 조사한 결과 L값과 chroma 값에 차이가 있었음. 비중은 배지에 따른 차이는 없었고, 소괴경 크기에는 차이가 있었다.

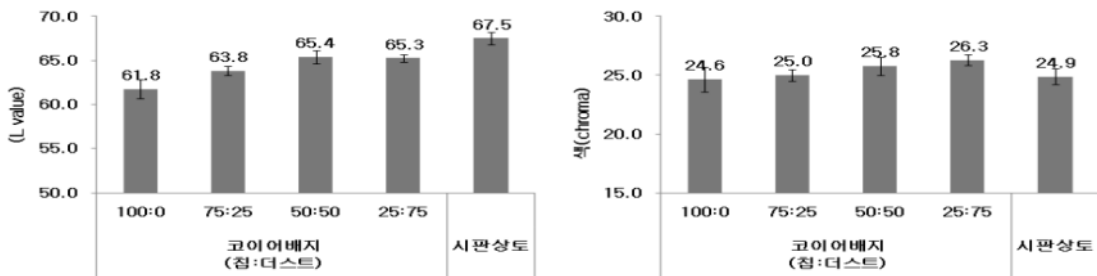


그림 8. 품질특성

(시험 10) 소과경이용 배지경시 크기별 재식밀도('15~'16)

표 32. 생육특성

품종	소과경 무게	파종량 (개/m ²)	줄기수 (개/m ²)	경장 (cm)	경경 (mm)	생체중 (kg/m ²)
미백	1g	11	20.1	60.4	4.7	2.29
		22	47.6	49.4	4.0	2.52
		33	47.6	50.8	3.8	2.87
		44	69.6	47.0	3.8	3.00
	5g	11	22.0	56.4	5.4	2.16
		22	44.0	49.4	3.3	2.64
		33	49.5	51.0	3.9	2.62
		44	53.1	48.0	3.4	2.60
	10g	11	25.6	47.2	4.0	2.40
		22	53.1	36.3	3.1	2.54
		33	89.7	36.4	3.5	2.89
		44	109.9	31.1	3.2	2.82
오륜	1g	11	18.3	55.9	5.3	2.95
		22	29.3	50.2	5.2	3.33
		33	34.8	49.4	5.1	3.40
		44	54.9	46.1	4.2	3.41
	5g	11	20.1	54.7	6.2	3.29
		22	25.6	47.9	5.3	3.31
		33	45.8	46.1	5.2	3.47
		44	58.6	43.8	5.3	3.52
	10g	11	20.1	52.8	7.2	3.14
		22	44.0	44.8	3.5	3.30
		33	51.3	42.6	5.4	3.42
		44	76.9	38.0	5.2	3.41
수미	1g	11	11.0	57.7	6.4	2.43
		22	29.3	50.8	5.6	3.03
		33	38.5	53.3	4.8	2.93
		44	53.1	51.2	4.8	3.03
	5g	11	18.3	59.1	5.9	2.78
		22	34.8	46.8	4.6	2.79
		33	44.0	47.9	5.5	2.84
		44	67.8	44.7	4.0	3.09
	10g	11	29.3	55.1	6.1	2.72
		22	42.1	44.1	4.9	2.95
		33	60.4	41.6	5.3	2.97
		44	91.6	36.9	5.0	3.17

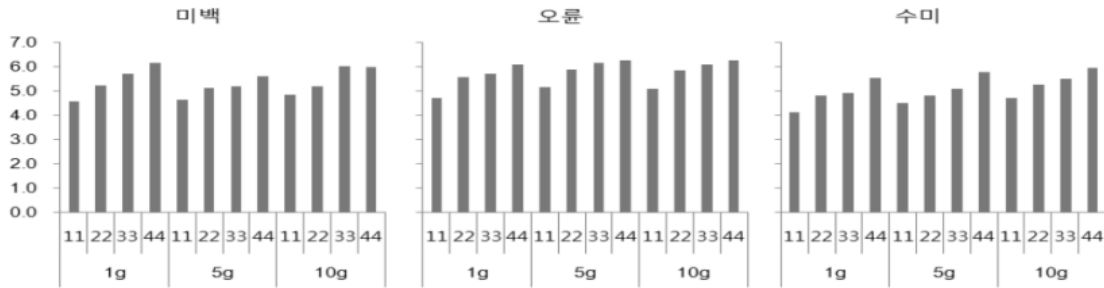


그림 9. 품종 및 처리별 엽면적지수

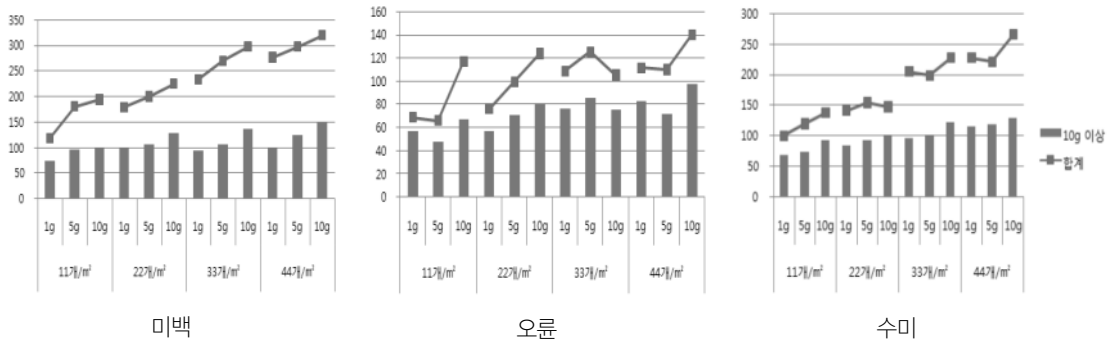


그림 10. 처리별 소괴경 수

표 33. 처리별 10g 이상의 소괴경 수(3품종 평균)

구 분	11개	22개	33개	44개	평균
1g	66	81	90	100	84
5g	73	90	98	105	92
10g	87	104	111	125	107
평균	75	92	100	110	94

(시험 11) 씨감자 배지경(상자재배)에 적합한 수분관리방법 구명(15)

FDR 센서를 이용하여 급액량 처리를 달리하면서 재배한 결과 주당 수량성은 두 품종 모두 급액량이 많을수록 수량이 높아졌다. 금후, 급액농도 및 생육단계별 급액에 대한 심층적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

표 34. 급액량에 따른 수량성(g/주)

품종	급액량			
	50%	100%	150%	200%
오륜	39.9	45.0	44.9	71.6
수미	238.2	322.5	332.4	379.7

〈제2세부과제 : 신제품 감자 미백의 조기 휴면타파 및 재배작형 기술개발〉

(시험 1) 경엽건조제 처리에 따른 2기작용 종서 생산시험('14~'16)

시기별 경엽건조제(레그론) 처리결과 수량은 70일처와 비교하여 무처리가 1,123g으로 두배 이상 증수하였다. 이러한 증수는 서수의 증가와 함께 서중의 증가에 따른 것으로 조사되었다. 경엽건조제 처리시기가 늦어질수록 270g이상의 대서 비율이 높아졌다.

표 35. 수량특성('14)

경엽건조제 처리시기 (파종 후 일수)	수량(g/주)	서수(개/주)	서중(g/개)
70일 처리	516±117.9	5.9±1.0	89±6.7
80일 처리	731±84.1	7.3±0.8	103±11.5
90일 처리	927±69.6	7.6±0.5	123±2.4
무처리	1,123±78.0	9.2±1.0	123±9.1

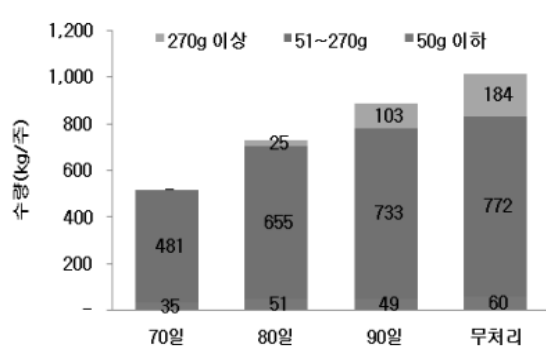


그림 11. 서중 분포('14)

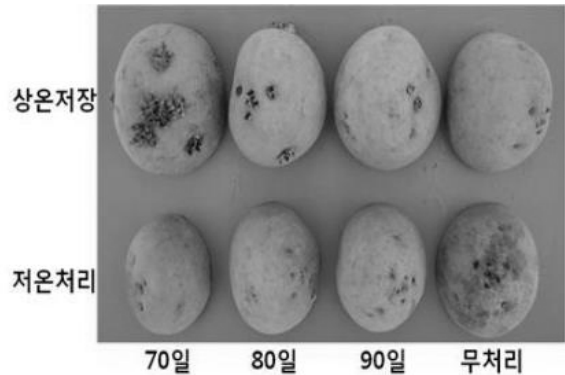


그림 12. 휴면타파 및 최야특성('14)

경엽건조제 처리에 따른 휴면타파 및 최야특성은 저온처리하지 않고 상온 처리한 것이 최야가 빠르게 진행되었다. 70일 생육 후 경엽건조제 처리한 시험구에서도 최야에 아무런 문제가 없는 것으로 조사되었다.

표 36. 경엽건조제 처리별 수량 및 휴면타파 특성('15)

경엽건조제 처리	수량특성		휴면타파율(%)		
	무게(g/주)	개수	8월 6일	8월 17일	8월 26일
파종 후 70일	615	9.0	58.8	85.5	100
파종 후 80일	686	8.4	22.5	48.9	100
파종 후 90일	798	8.9	20.5	33.6	80.2
무처리	787	8.6	0	8.6	28.5

경엽건조제 처리에 따른 수량은 늦어질수록 615g에서 798g으로 높아졌고, 수확개수의 차이는 크지 않았다. 처리별 휴면타파율은 경엽건조제 처리 후 조기 수확한 처리구에서 휴면타파 및 맹아가 발생하였다.

(시험 2) 수확 후 저장환경이 휴면타파에 미치는 영향 분석('14~'15)

수확 후 20~25℃에서 저장할 경우 45일 경과후에는 22.4~30.4% 휴면타파 후 최아가 진행되었고, 60일 경에는 84.5%이상 발생하였음. 따라서 2기작 가을감자 생산시 씨감자로 사용하기 위해서는 수확 후 20~25℃에서 보관하는 것이 적정할 것으로 판단되었다.

표 37. 수확 후 저장온도에 따른 휴면타파율('14)

처리내용	휴면타파율(%)			출현율(%)
	30	45일	60일	
15℃	0	8.5	60.1	76.8
20℃	0	22.4	94.5	80.4
25℃	0	30.4	84.5	69.4
30℃	0	25.8	78.6	71.0
실온	0	36.1	70.8	78.4

수확 후 저온처리 유무 및 상대습도 처리에 따른 휴면타파율은 저온처리 보다는 실온에서의 무처리가 높았고, 상대습도에 따른 효과는 없는 것으로 조사되었다.

표 38. 수확 후 상대습도에 따른 휴면타파율('15)

처리내용	상대습도	휴면타파율(%)		
		30	45일	60일
저온처리	20%	0	20.4	65.8
	60%	0	21.1	65.2
	95%	0	24.2	60.4
무처리	20%	0	25.4	82.4
	60%	0	18.2	77.5
	95%	0	22.1	80.6

(시험 3) 봄 및 가을재배 파종시기 구명('14~'15)

가. 봄재배

시험기간 중 강릉 지역의 감자 생육기간(3하~7상)의 평균기온은 2014년 18.5℃, 2015년에는 17.6℃였으며, 고성은 2014년 16.8℃, 2015년 15.5℃로서 강릉의 기온이 대체적으로 높았으며 년차별로는 2014년의 기온이 2015년보다 0.9~1.3℃높았다.

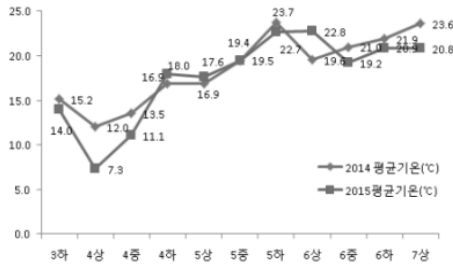


그림 13. 시험기간 중 강릉(좌) 및 고성(우) 기온 변화

표 39. 지역별 파종 시기에 따른 지상부 생육특성

파종	미백						대지						
	고성			강릉			고성			강릉			
	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	
1차	2014	100	55	1.7	100	47	1.6	100	72	2.7	100	69	2.1
	2015	96	54	1.5	100	52	1.4	100	63	2.7	100	59	2.0
	평균	98	55	1.6	100	50	1.5	100	68	2.7	100	64	2.1
2차	2014	100	57	1.6	100	51	1.8	100	75	2.9	100	72	2.3
	2015	100	63	1.2	100	56	1.2	96	66	2.2	68	57	2.1
	평균	100	60	1.4	100	54	1.6	98	71	2.6	84	65	2.2
3차	2014	100	58	2.0	100	62	2.0	100	77	2.4	100	76	2.4
	2015	100	59	1.4	100	56	1.3	100	62	2.3	64	59	2.2
	평균	100	59	1.7	100	59	1.7	100	70	2.4	82	68	2.3

품종별 파종기에 따른 미백의 출현율은 고성과 강릉 두 지역 모두 파종기와 관계없이 양호하였으나, 대지의 고성에서의 출현율은 2014년과 2015년 모두 양호하였으나 2015년 강릉 2차와 3차 시기에는 다소 저조하였으며 지상부 숙기가 중만생종인 대지가 미백에 비해 처리시기별로 초장이 9~14cm가 컸다. 처리시기별로 미백의 경수는 1.4~1.7개였고, 대지는 2.1~2.7개였다. 이는 극조생종인 미백과 중만생종인 대지의 품종특성으로 보여진다.

표 40. 지역별 파종 시기에 따른 수량성(t/ha)

구분	미백			대지			
	고성	강릉	평균	고성	강릉	평균	
1차	2014	36.9±1.7	29.1±2.4	33.0	32.5±2.5	34.0±2.1	33.3
	2015	25.1±1.6	26.5±1.7	25.8	34.6±1.4	27.5±2.2	31.0
	평균	31.0	27.8	29.4	33.6	30.8	32.2
2차	2014	22.2±2.4	28.7±1.8	33.4	33.4±2.2	30.5±3.1	31.9
	2015	29.2±1.5	31.6±2.1	30.4	30.3±2.8	16.7±1.8	23.5
	평균	25.7	30.2	31.9	31.9	23.6	27.8
3차	2014	29.4±1.7	33.0±2.5	31.2	25.3±3.1	32.6±2.5	29.0
	2015	27.2±2.4	30.3±1.4	28.7	24.5±2.2	16.8±2.2	20.7
	평균	28.3	31.7	30.0	24.9	24.7	24.9

표 41. 지역별 파종 시기에 따른 품질특성(2015)

지역	파종	미백			대지		
		녹화율(%)	싹(%)	PGA (mg/100gFW)	녹화율(%)	싹(%)	PGA (mg/100gFW)
고성	1차	5.0	7.0	6.1	6.5	28.0	7.5
	2차	3.5	5.0	6.1	6.0	31.0	8.3
	3차	6.5	5.0	5.8	12.0	32.0	8.6
강릉	1차	6.0	9.0	7.5	8.0	38.0	12.5
	2차	6.0	9.0	7.1	24.0	29.0	10.2
	3차	3.0	7.0	6.4	29.0	28.0	11.6

* PGA(Potato glycoalkaloid) : 솔라닌

표 42. 지역별 파종 시기에 따른 비중

구분		미백			대지		
		고성	강릉	평균	고성	강릉	평균
1차	2014	1,074	1,066	1,070	1,079	1,070	1,075
	2015	1,066	1,058	1,062	1,070	1,063	1,067
	평균	1,070	1,062	1,066	1,075	1,067	1,071
2차	2014	1,068	1,069	1,069	1,065	1,073	1,069
	2015	1,068	1,055	1,062	1,069	1,059	1,064
	평균	1,068	1,062	1,066	1,067	1,066	1,067
3차	2014	1,079	1,065	1,072	1,082	1,073	1,078
	2015	1,067	1,057	1,062	1,067	1,056	1,062
	평균	1,073	1,061	1,067	1,075	1,065	1,070

미백의 파종시기에 따른 수량성은 고성은 3월 28일과 3월 30일 수량이 ha당 36.9, 29.2ton으로 가장 높았으며, 강릉은 3월 30일부터 4월 7일까지 파종하였을 경우 수량성이 높았다. 대지는 고성과 강릉 두 지역 모두 3월 28일까지 파종하는 것이 상품수량성에서는 유리하였다. 봄재배는 여름에 수확하고 수확기 무렵 기상에 의한 수확일 지연 등은 지온상승에 따른 싹이 튼다. 이는 글리코알칼로이드 성분 증가와 함께 녹화율을 고려한다면 고성지역은 3월 28일, 강릉지역은 4월 3일 전후가 가장 유리하며, 대지의 경우 휴면기간이 짧아 전반적으로 파종시기에 빠르고 늦음에 상관없이 수확시 싹이 나서 상품수량이 적었고 수확이 늦어질수록 글리코알칼로이드 성분이 높아졌다. 비중은 점질형 감자인 미백의 비중이 대지보다 전반적으로 낮았으며 파종시기에 따른 차이는 없었다.



대지 싹



대지(2차 강릉)



미백(2차 강릉)

그림 14. 봄재배 품종별 수확

나. 가을재배

표 43. 기상 분포

〈강릉〉

구분	8월			9월			10월			11월			
	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
2014 (°C,mm)	최고	27.9	25.6	26.5	26.6	25.2	23.4	21.6	20.1	20.0	16.9	13.0	13.4
	최저	22.3	20.6	19.8	19.2	19.2	16.0	12.6	11.3	11.2	8.9	4.1	7.3
	평균	25.0	22.9	23.0	22.7	20.5	19.3	16.8	15.5	15.5	12.6	8.3	10.3
	강수량	13.7	10.4	8.5	9.7	4.7	6.7	1.3	9.0	0.6	4.9	0.0	3.5
2015 (°C,mm)	최고	33.0	29.0	27.0	25.0	23.6	24.5	23.2	22.2	17.4	16.3	13.9	8.3
	최저	25.2	22.0	20.0	18.0	15.4	16.2	13.2	12.3	8.7	9.3	9.4	2.9
	평균	28.8	25.2	23.4	21.3	19.3	20.0	17.9	16.9	12.9	12.7	11.4	5.6
	강수량	1.3	4.1	16.5	4.8	2.2	0.0	0.8	0.6	0.7	14.8	9.6	10.4

* 강릉 기상관측자료 인용

〈고성〉

구분	8월			9월			10월			11월			
	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
2014 (°C,mm)	최고	27.9	25.6	26.4	26.1	24.5	22.7	20.7	19.9	19.1	16.7	12.1	13.5
	최저	22.3	20.2	19.4	18.7	16.2	15.8	12.5	10.8	10.2	8.7	3.3	6.7
	평균	24.9	22.7	22.9	22.4	20.2	19.0	16.7	15.4	15.1	12.5	7.7	10.2
	강수량	12.0	20.2	12.6	35.3	3.3	3.8	1.6	8.2	0.0	3.4	0.0	6.2
2015 (°C,mm)	최고	30.4	27.5	25.9	23.7	22.2	23.3	21.6	19.9	16.1	14.7	12.7	6.8
	최저	23.1	20.4	18.6	16.9	13.9	15.1	11.9	10.9	9.6	7.2	7.9	1.1
	평균	26.4	23.9	22.2	20.2	18.2	18.9	16.9	15.4	11.6	10.8	10.2	3.9
	강수량	10.3	12.4	17.5	1.7	0.6	0.0	7.4	1.8	1.4	25.2	24.0	23.5

* 속초 기상관측 자료 인용

1년차(2014)에는 강릉의 가을재배 생육기간 동안은 파종과 수확 무렵 감자 생육에 크게 불리하지 않았으나, 2년차(2015)에는 생육초기에 온도가 높고 강수량이 적어 미백의 출현율이 1년차에 비해 12% 차이까지 떨어졌다.

표 44. 지역별 파종 시기에 따른 지상부 생육특성

파 종	미 백						대 지						
	고 성			강 룡			고 성			강 룡			
	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (개)	
1차	2014	88	56	1.4	76	53	1.6	92	53	1.5	88	53	1.8
	2015	76	45	1.5	68	47	1.6	84	54	1.7	80	49	1.8
	평균	82	51	1.5	72	50	1.6	88	54	1.6	84	51	1.8
2차	2014	84	53	1.3	80	54	1.4	92	54	1.7	84	54	1.9
	2015	76	48	1.6	68	48	1.8	80	56	1.7	76	50	2.0
	평균	80	51	1.5	74	51	1.6	86	55	1.7	80	52	2.0
3차	2014	88	53	1.6	72	56	1.3	96	56	1.4	88	56	1.9
	2015	80	47	1.8	64	50	1.9	80	56	1.8	80	51	2.2
	평균	84	50	1.7	68	53	1.6	88	56	1.6	84	54	2.1

초장역시 전년보다 작았으며 수확기 무렵에는 강우가 지속되었다. 고성 역시 2년차(2015)에는 생육초기의 고온과 생육 후기의 강우가 지속되었다. 고성에서의 대지의 출현율은 미백보다는 처리 시기별로 평균적으로 4~6% 높았으나, 강릉은 6~16% 차이까지 높았다. 미백의 경수는 고성은 평균 1.5~1.7개, 강릉은 1.6개였으며, 대지는 고성은 1.6~1.7개, 강릉은 1.8~2.1개였으며, 평균적으로 경수와 초장이 미백보다는 대지가 크고 많았다.

표 45. 지역별 파종 시기에 따른 수량성(t/ha)

구분	미백			대지			
	고성	강릉	평균	고성	강릉	평균	
1차	2014	15.7	17.9	16.8	17.9	19.5	18.7
	2015	17.9	18.6	18.2	19.0	17.5	18.3
	평균	16.8	18.3	17.5	18.5	18.5	18.5
2차	2014	17.9	19.0	18.4	18.9	17.8	18.4
	2015	18.2	19.9	19.0	18.4	16.6	17.5
	평균	18.1	19.5	18.7	18.7	17.2	18.0
3차	2014	17.4	18.9	18.2	17.7	17.0	17.4
	2015	17.2	17.6	17.4	17.3	17.2	17.2
	평균	17.3	18.3	17.8	17.5	17.1	17.3

파종기에 따른 수량성은 미백의 경우 강릉보다는 고성지역의 수량성이 1.0~1.5ton 낮았고, 특히 2년차에 11월 상순부터 비로 인해 20일 이상 수확이 지연되어 강릉보다 수량성이 저조하였다. 대지의 수량성은 파종시기가 빠를수록 수량이 많았으며 강릉보다는 고성에서의 수량성이 시기별로

최고 1.5ton 정도 많았다. 따라서 품종별로 비교하자면 미백은 고성보다는 강릉에서의 적응성이 높고, 대지는 고성과 강릉에서의 지역적응성이 미백보다는 넓었다. 이는 2기작으로 미백과 대지 모두 파종가능 하지만 휴면기간이 짧은 대지(50~55일)가 가을재배로 더 적합하고, 봄재배로는 대지보다는 휴면기간이 긴 미백(55~65일)이 더 적합하다고 판단된다.

표 46. 지역별 파종 시기에 따른 비중

구분	미백			대지			
	고성	강릉	평균	고성	강릉	평균	
1차	2014	1.072	1.070	1.071	1.074	1.068	1.071
	2015	1.072	1.071	1.072	1.070	1.069	1.070
	평균	1.072	1.071	1.072	1.072	1.069	1.071
2차	2014	1.074	1.073	1.074	1.075	1.071	1.073
	2015	1.071	1.069	1.070	1.070	1.071	1.071
	평균	1.073	1.071	1.072	1.073	1.071	1.072
3차	2014	1.071	1.072	1.071	1.073	1.074	1.074
	2015	1.071	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072
	평균	1.071	1.072	1.072	1.073	1.073	1.073

봄재배에 비해 가을재배의 비중이 전반적으로 높았으며 봄재배의 미백 비중은 대지보다 낮았으나 가을재배는 두 품종 모두 비슷하였으며, 감자 생육적온(20℃내외)과 주야간 기온차에 의한 괴경 전분 축적이 봄재배보다 가을재배가 유리하기 때문이라고 판단된다(감자총서, 2005).



그림 15. 지역별 가을재배 출현율 및 수확(2015년)

(시험 4) 겨울 시설재배 적정 파종기 구명

시험기간(2014~2016)중 외기 평균기온은 1차 5.9, 2차 3.5, 3차 3.7, 4차 6.5℃였으며, 지중 기온은 1차 13.0, 2차 11.2, 3차 10.5, 4차 12.0℃였다. 외기기온과 지온과의 차이는 4차 파종(1월 14일)이 5.5℃로 가장 차이가 적었으며, 이중하우스 안 지온은 온도가 낮은 1월에도 5℃ 이상을 유지하였다.

표 47. 시설재배기간 동안 기상 데이터

구분	10.14~10.31		11월			12월			1월			2월			3월			4월			
	중	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
기온	평균	2014	15.6	12.6	8.3	10.3	1.0	-0.6	3.1	1.3	2.7	2.3	1.0	3.7	4.3	4.4	8.1	12.0	7.3	11.1	18.0
	(°C)	2015	15.0	12.7	11.4	5.6	6.3	4.9	3.4	4.1	-1.2	-1.5	0.7	3.1	1.9	4.6	8.4	10.6	13.4	14.0	12.9
	일조	2014	131.7	173.5			227.9			186.9			186.3			277.2			188.8		
	(hr)	2015	139.8	97.7			174.2			232.8			212.9			207.0			250.8		
지온	평균	2014	17.5	17.9	16.3	14.4	12.3	9.5	8.5	8.5	8.6	8.8	9.6	10.2	10.1	11.1	11.8	11.9	14.8	13.1	14.9
	(°C)	2015	20.1	18.8	16.4	15.9	13.3	11.7	10.8	10.1	10.4	9.8	8.8	10.3	11.4	12.7	13.4	13.1	13.5	16.9	19.2

*기온측정: TR-71,72U

표 48. 파종시기별 지상부 생육특성

구분	경장 (cm)	경수 (개)	경엽중 (g/주)	
1차 (10.14)	2014	73±4	2.1±0.2	401±47
	2015	72±6	2.3±0.1	378±43
	평균	73	2.2	390
2차 (11.14)	2014	69±5	2.2±0.2	330±32
	2015	72±6	2.3±0.1	325±39
	평균	71	2.3	328
3차 (12.14)	2014	69±5	2.4±0.2	315±35
	2015	66±4	2.3±0.4	348±38
	평균	68	2.4	332
4차 (1.14)	2014	79±3	2.0±0.2	412±29
	2015	77±5	1.8±0.1	456±32
	평균	78	1.9	434

표 49. 파종시기별 수량성

구분	총서중 (kg/10a)	상서중 (kg/10a)	상서울 (%)	괴경수 (개/주)	
1차 (10.14)	2014	2,714±301	2,443±300	90±5	5.9±2.1
	2015	2,581±401	2,297±342	89±3	6.1±2.3
	평균	2,648	2,370	90	6.0
2차 (11.14)	2014	2,428±178	2,161±175	89±4	5.7±2.1
	2015	2,274±206	1,979±245	87±2	5.9±1.9
	평균	2,351	2,070	88	5.8
3차 (12.14)	2014	2,106±118	1,369±289	65±7	5.9±2.9
	2015	1,967±130	1,881±329	60±5	6.1±2.5
	평균	2,037	1,625	63	6.0
4차 (1.14)	2014	3,202±57	2,850±85	89±3	5.1±2.2
	2015	3,283±91	2,988±103	91±5	4.8±2.0
	평균	3,243	2,919	90	5.0

파종시기별로 1차에서의 경장은 73, 2차 71, 3차 68, 4차 78cm로 4차에서의 파종시 가장 컸으며 경수는 각각 2.2, 2.3, 2.4, 1.9개로 1~3차까지는 비슷하였으나 4차 파종이 가장 적었다. 경엽중은 4차 파종이 434g으로 가장 무거웠고, 이는 1월 중순 이후 기온 상승과 일조시수 증가에 따른 것으로 판단된다. 수량성은 처리시기별로 10a당 1차 2,648, 2차 2,351, 3차 2,037, 4차 3,243kg 이었고, 4차 파종이 상서율 90%로 높았으며 괴경수는 평균 5.0개로 적었는데, 이는 기온이 점점 낮아지는 1~3차 파종시기보다는 감자 생육에 유리하여 상서율과 수량성이 높아진 것으로 여겨진다. 겨울재배시 흔히 나타나는 열개서와 괴경 표피 실금증상은 1월 14일(4차)에서 각각 1.1%, 1.9%로 다른 시기보다 낮았는데 지중기온 상승에 따른 것으로 여겨진다. 녹화를 역시 4차 처리기가 가장 낮았으며 더듬이병에 대한 차이는 없었다. 비중은 4차 처리가 가장 높았다.

표 50. 파종시기별 괴경 생리장해

구분	열 개 (%)	녹 화 (%)	더듬이병 (%)	실금 (%)	
1차 (10.14)	2014	4.1	4.5	2.4	5.1
	2015	4.8	2.3	1.7	3.9
	평균	4.5	3.4	2.1	4.5
2차 (11.14)	2014	6.4	3.5	2.8	4.6
	2015	6.7	4.5	1.7	3.3
	평균	6.6	4.0	2.3	4.0
3차 (12.14)	2014	8.5	2.5	2.0	4.6
	2015	7.9	4.1	1.7	4.1
	평균	8.2	3.3	1.9	4.4
4차 (1.14)	2014	1.0	1.4	2.5	2.0
	2015	1.2	2.0	1.3	1.8
	평균	1.1	1.7	1.9	1.9

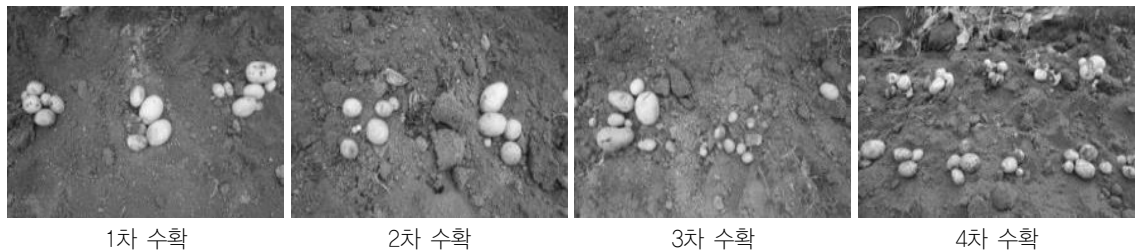


그림 16. 시기별 수확

표 51. 파종시기별 비중

구분	파종시기			
	1차(10.14)	2차(11.14)	3차(12.14)	4차(1.14)
2014	1.064	1.065	1.071	1.075
2015	1.065	1.067	1.067	1.067
평균	1.065	1.066	1.069	1.071

(시험 5) 봄재배를 위한 적정 최아일수

품종별로 미백의 처리시기에 따른 차이는 무최아 대비 18일 최아처리기간의 출현소요일수가 7일 정도 빨랐으며, 오륜은 무최아에 대한 처리가 다른 품종보다도 늦게 출현하였으나 처리일수가 가장 긴 23일 최아처리와 비교하면 5일 차이로서 미백이나 수미보다 적었으며, 수미는 무처리와 23일 처리간에 8일 정도 차이가 나타났다. 개화기는 출현기와 비슷한 경향이였다. 초장은 품종별로 무최아처리가 가장 컸으며 미백, 오륜, 수미의 초장은 각각 76, 64, 66cm였으며 극조생종인 미백과 조생종인 수미가 지상부 생육이 빨랐다. 경수는 품종에 따른 특성 차이가 있었으며 처리시기에 따른 차이는 크지 않았다.

표 52. 처리시기별 지상부 생육특성

구분	싹길이 (mm)	출현기 (월·일)	개화기 (월·일)	초장 (cm)	경수 (개/주)	
미백	무최아	-	4.29	5.29	76±6	1.4±0.5
	8일	1.6	4.27	5.27	65±5	1.5±0.6
	13일	2.1	4.25	5.25	69±4	1.5±0.6
	18일	3.6	4.22	5.22	72±6	1.6±0.7
	23일	7.4	4.24	5.23	60±3	1.5±0.5
오륜	무최아	-	5.1	6.1	64±4	1.4±0.6
	8일	-	4.28	5.30	61±3	1.4±0.5
	13일	1.2	4.28	5.28	61±3	1.4±0.6
	18일	3.0	4.26	5.26	63±4	1.4±0.5
	23일	7.4	4.24	5.23	60±3	1.5±0.5
수미	무최아	-	4.28	5.26	66±3	2.2±0.8
	8일	6.9	4.27	5.26	62±4	2.0±0.8
	13일	7.1	4.25	5.25	63±3	1.9±0.9
	18일	7.9	4.22	5.23	61±5	1.7±0.8
	23일	11.5	4.20	5.18	61±5	2.1±0.8

* 중서 서령 : 수미, 오륜(15년 9월), 미백(15년 11월)

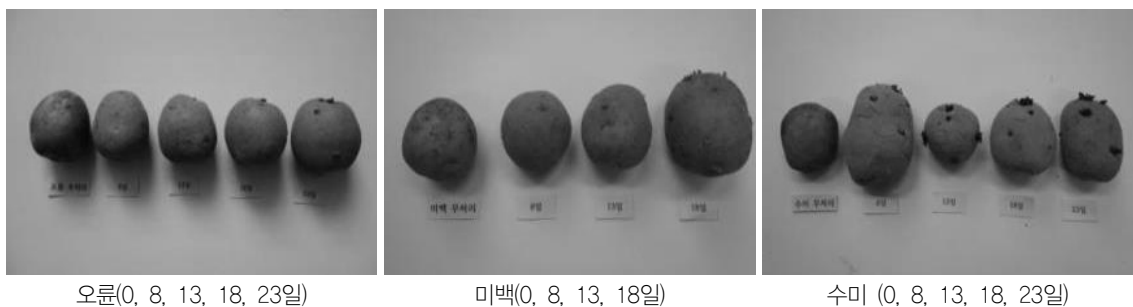


그림 17. 최아일수에 따른 품종별 비교

표 53. 처리시기별 수량특성

구분	총서중 (kg/10a)	상품중 (kg/10a)	상품율 (%)	괴경수 (개/주)	비중	
미백	무최아	4,755a	3,880b	84	6.4±1.8	1.054
	8일	5,196a	4,452a	86	5.7±1.9	1.055
	13일	4,869a	4,203a	86	6.0±2.4	1.053
	18일	5,251a	4,247a	81	6.9±2.0	1.053
오륜	무최아	4,646b	3,859b	84	6.9±2.6	1.075
	8일	4,799b	3,866b	81	5.8±2.1	1.076
	13일	4,774b	3,737b	78	7.2±2.6	1.078
	18일	4,861b	4,291a	88	6.6±2.2	1.077
	23일	5,107a	4,339a	85	8.4±2.6	1.075
수미	무최아	3,311a	2,873a	87	7.2±2.4	1.059
	8일	3,361a	2,908a	87	6.2±1.8	1.061
	13일	3,410a	2,947a	86	6.4±2.5	1.061
	18일	3,144a	2,743a	87	6.2±2.5	1.061
	23일	3,485a	2,883a	83	6.9±2.0	1.061

미백의 총서중은 무최아처리와 최아처리간의 차이가 없었으나 상품수량성을 비교하면 무최아 처리가 3,880kg/10a로서 다른 8일, 13일, 23일 처리보다 낮았으며 3처리간에는 수량차이가 없었다. 오륜은 무최아와 8일, 13일 처리시기에 따른 차이가 없었으나 18일과 23일 처리가 상품성 있는 수량이 높았다. 수미는 무최아와 최아처리기간에 따른 차이가 없었다. 상품율과 괴경수는 처리에 따른 차이가 없었으나 오륜의 경우 23일 처리시 8.4개로 가장 많았다. 비중은 처리에 상관없이 오륜이 가장 높았으며 이는 품종간의 차이가 크게 나타난 것으로 본다.

표 54. 처리일수에 따른 상품수량 및 분포

구분	100g<		101~160g		161~220g		>221g		합계	
	수량	(%)	수량	(%)	수량	(%)	수량	(%)		
미백	무최아	1,249	32.2	718	18.5	1,211	31.2	702	18.1	3,880
	8일	1,264	28.4	944	21.2	1,425	32	819	18.4	4,452
	13일	946	22.5	1,009	24	1,311	31.2	937	22.3	4,203
	18일	960	22.6	1,100	25.9	1,431	33.7	756	17.8	4,247
오륜	무최아	2,061	53.4	710	18.4	880	22.8	208	5.4	3,859
	8일	2,169	56.1	603	15.6	692	17.9	402	10.4	3,866
	13일	1,704	45.6	874	23.4	691	18.5	467	12.5	3,737
	18일	1,262	29.4	1,373	32	1,107	25.8	549	12.8	4,291
	23일	1,011	23.3	1,254	28.9	1,688	38.9	386	8.9	4,339
수미	무최아	1,086	37.8	934	32.5	569	19.8	284	9.9	2,873
	8일	995	34.2	974	33.5	625	21.5	314	10.8	2,908
	13일	1,143	38.8	828	28.1	637	21.6	339	11.5	2,947
	18일	1,004	36.6	801	29.2	642	23.4	296	10.8	2,743
	23일	1,026	35.6	842	29.2	819	28.4	196	6.8	2,883

처리일수에 따른 상품수량 및 분포는 미백은 무최아시 100g이하의 비율이 높았고, 오류는 161g이상의 비율이 18일과 23일 처리시 높았으며, 수미는 괴경크기별 분포도 무최아와 최아처리 기간에 따른 차이가 크지 않았다. 따라서 미백은 적정기간까지는 최아처리를 실시하고, 오류는 18일이상 최아처리가 필요할 것으로 판단된다.

표 55. 품종별 처리기간에 따른 경제성 분석

품종	재식거리 (cm)	상품수량 (kg/10a)	조수입 (천원)	소득 (천원)	소득 지수
미백	무최아	3,880	2,859	2,079	100
	8일	4,452	3,349	2,569	124
	13일	4,203	3,305	2,525	121
	18일	4,247	3,280	2,500	120
오류	무최아	3,859	2,299	1,519	100
	8일	3,866	2,310	1,531	101
	13일	3,737	2,399	1,619	107
	18일	4,291	3,055	2,275	150
	23일	4,339	3,226	2,446	161
수미	무최아	2,873	1,895	1,115	100
	8일	2,908	1,974	1,193	107
	13일	2,947	1,966	1,186	106
	18일	2,743	1,851	1,071	96
	23일	2,883	1,937	1,157	104

* 경영비(지역별 농산물 소득자료, '13~'15년평균)

* 단가(수미품종, 농수산물유통공사, '14~'16년 7월 등급별 평균) : 특(1,123원), 상(912원), 중(699원), 하(372원)



수미(무최아)

수미 (23일)

오류(무최아)

오류(23일)

그림 18. 최아일수에 따른 품종별 차이(16. 5. 2)

(시험 6) 지대별 적정 파종 깊이

가. 강릉(2열재배)

품종별로 파종깊이에 따른 출현율의 차이는 미백이 전처리구에서 가장 양호하였으며, 오류는 5cm 외에 다른 처리의 출현율이 다소 낮았다. 출현기는 품종에 따른 차이가 컸으며 수미는 처리에 따른 출현기 차이는 거의 없었다. 초장은 미백은 53~56cm, 오류는 44~46cm, 수미는 49~51cm로

극조생종인 미백이 가장 컸다. 괴경수는 품종과 처리에 따른 차이가 없었으며 비중은 품종별 차이에서 오륜이 가장 높게 나왔다. 처리별로 가장 높은 총서중은 미백과 오륜 5cm 처리가 10a당 4,116kg, 3,895kg이었지만 수미는 15cm처리가 10a당 3,985kg이었다. 다만 상품수량과 분포와 경제성분석을 고려하면 미백과 오륜은 15cm, 수미는 10cm가 적정하였다. 파종깊이가 얕을수록 녹화율과 싹이 나는 증상은 세품종 모두 같은 경향을 보였으며, 오륜과 수미는 깊게 심을수록 기형서의 비율이 높아졌다.

표 56. 파종 깊이별 생육 및 수량 특성

품종	파종깊이 (cm)	출현율 (%)	출현기 (월.일)	개화기 (월.일)	초장 (cm)	괴경수 (개/주)	총서중 (kg/10a)	상품중 (kg/10a)	비중
미백	5	100	4.22	5.24	56	5.3±1.8	4,116	3,485	1.067
	10	100	4.23	5.24	55	5.6±2.3	3,945	3,526	1.066
	15	100	4.23	5.24	53	4.5±1.4	3,916	3,623	1.071
	20	100	4.24	5.25	55	4.7±1.9	3,470	3,075	1.068
오륜	5	100	4.21	5.23	44	5.5±1.9	3,895	2,748	1.083
	10	98.6	4.22	5.23	47	5.7±2.2	3,251	2,933	1.084
	15	98.6	4.22	5.23	50	4.9±1.6	3,814	3,205	1.086
	20	98.6	4.23	5.25	46	4.5±1.5	3,358	2,981	1.086
수미	5	100	4.19	5.24	50	4.4±1.8	3,800	2,945	1.065
	10	100	4.19	5.26	49	5.2±1.7	3,895	3,345	1.071
	15	98.6	4.19	5.25	51	6.1±2.0	3,985	3,219	1.070
	20	100	4.20	5.25	50	5.5±2.1	3,546	2,908	1.067

표 57. 파종깊이에 따른 상품수량 및 분포

품종	파종깊이 (cm)	<100g		101~160g		161~220g		>221g		합계
		수량	(%)	수량	(%)	수량	(%)	수량	(%)	
미백	5	941	27	882	25.3	1,087	31.2	575	16.5	3,485
	10	839	23.8	783	22.2	1,255	35.6	649	18.4	3,526
	15	804	22.2	851	23.5	1,264	34.9	703	19.4	3,623
	20	895	29.1	753	24.5	978	31.8	449	14.6	3,075
오륜	5	1,190	43.3	819	29.8	599	21.8	140	5.1	2,748
	10	1,273	43.4	751	25.6	572	19.5	337	11.5	2,933
	15	1,006	31.4	1,026	32	763	23.8	410	12.8	3,205
	20	1,297	43.5	850	28.5	641	21.5	194	6.5	2,981
수미	5	1,269	43.1	792	26.9	633	21.5	250	8.5	2,945
	10	1,057	31.6	1,191	35.6	746	22.3	351	10.5	3,345
	15	982	30.5	1,053	32.7	824	25.6	361	11.2	3,219
	20	997	34.3	1,120	38.5	573	19.7	218	7.5	2,908

표 58. 파종깊이별 괴경 생리장해

품종	파종깊이 (cm)	기형서 (%)	녹화 (%)	싹 (%)	합 (%)
미백	5	2.5	3.8	3.9	10.2
	10	2	3.6	2.1	7.7
	15	2	2.3	1.3	5.6
	20	2.3	1.9	1.3	5.5
오륜	5	1.2	5.6	3.2	10.0
	10	1.2	4.1	2.3	7.6
	15	2.3	1.3	2.1	5.7
	20	2.3	1.2	1.9	5.4
수미	5	2.1	5.9	4.7	12.7
	10	2.1	4.1	1.6	7.8
	15	2.9	3.5	1.6	8
	20	3.6	2.3	1.2	7.1

표 59. 파종깊이에 따른 경제성 분석

품종	파종깊이 (cm)	상품수량 (kg/10a)	조수입 (천원)	소득 (천원)	소득 지수
미백	5	3,485	2,604	1,824	89
	10	3,526	2,733	1,953	95
	15	3,623	2,836	2,056	100
	20	3,075	1,751	971	47
오륜	5	2,748	1,719	939	64
	10	2,933	1,899	1,119	76
	15	3,205	2,248	1,468	100
	20	2,981	1,879	1,099	75
수미	5	2,945	1,884	1,104	73
	10	3,345	2,301	1,522	100
	15	3,219	2,258	1,478	97
	20	2,908	1,921	1,141	77

* 경영비(지역별 농산물 소득자료, '13~'15년 평균)

* 단가(수미품종, 농수산물유통공사, '14~'16년 7월 등급별 평균) : 특(1,123원),상(912원),중(699원),하(372원)

나. 황성(1열재배)

품종별로 파종깊이에 따른 출현율의 차이는 세품종 모두 큰차이가 없었으며 초장은 파종 깊이에 별로 미백은 79~81cm, 오륜은 79~84cm, 수미는 74~80cm로 중생종인 오륜이 가장 컸다. 괴경 수는 2열재배와 비슷하게 파종깊이에 따른 차이가 없었으며 비중 역시 품종별 차이에서는 오륜이 가장 높게 나왔다. 처리에 따른 수량성은 미백 파종깊이 5cm 처리가 10a 당 4,955kg, 오륜과

수미는 15cm처리가 10a 당 4,796, 3,873kg이었다. 다만 상품수량과 분포, 경제성분석을 고려하면 고랭지 여름재배의 1열재배는 미백과 오륜, 수미 모두 15cm가 적정하였다. 파종깊이가 얕을수록 녹화율과 싹이 나는 증상은 제품종 모두 같은 경향을 보였으며, 오륜과 수미는 깊게 심을수록 기형서의 비율이 높아졌다.

표 60. 파종 깊이별 생육 및 수량특성

품종	파종깊이 (cm)	출현율 (%)	초장 (cm)	괴경수 (개/주)	총서중 (kg/10a)	상품중 (kg/10a)	비중
미백	5	97.2	79	8.4±3.1	4,955a	4,123b	1.046
	10	97.2	79	6.9±2.0	4,882a	4,427a	1.047
	15	100	81	7.2±2.2	4,934a	4,458a	1.048
	20	97.2	80	7.6±2.2	4,348b	3,942b	1.049
오륜	5	100	84	5.4±1.9	3,806c	3,256c	1.061
	10	100	79	5.8±2.4	4,342b	3,784b	1.066
	15	97.2	80	6.7±2.4	4,796a	4,312a	1.065
	20	97.2	81	5.7±2.1	4,287b	3,912b	1.063
수미	5	97.2	74	8.0±3.2	3,420b	2,759b	1.050
	10	100	75	7.6±2.4	3,732a	3,232a	1.051
	15	97.2	76	8.9±3.3	3,873a	3,329a	1.049
	20	97.2	80	9.0±2.7	3,849a	3,209a	1.052

표 61. 파종깊이에 따른 상품수량 및 분포

품종	파종깊이 (cm)	100g<		101~160g		161~220g		>221g		합계
		수량	(%)	수량	(%)	수량	(%)	수량	(%)	
미백	5	1,154	28	1,027	24.9	1,332	32.3	610	14.8	4,123
	10	1,178	26.6	1,102	24.9	1,421	32.1	726	16.4	4,427
	15	1,092	24.5	1,092	24.5	1,476	33.1	798	17.9	4,458
	20	1,368	34.7	922	23.4	1,143	29.0	509	12.9	3,942
오륜	5	1,374	42.2	941	28.9	720	22.1	221	6.8	3,256
	10	1,521	40.2	999	26.4	791	20.9	473	12.5	3,784
	15	1,328	30.8	1,380	32.0	1,039	24.1	565	13.1	4,312
	20	1,713	43.8	1,131	28.9	818	20.9	250	6.4	3,912
수미	5	1,250	45.3	706	25.6	579	21.0	223	8.1	2,759
	10	1,021	31.6	1,125	34.8	714	22.1	372	11.5	3,232
	15	1,099	33.0	1,069	32.1	789	23.7	373	11.2	3,329
	20	1,085	33.8	1,075	33.5	799	24.9	250	7.8	3,209

표 62. 파종깊이별 괴경 생리장해

품종	파종깊이 (cm)	기형서 (%)	녹화 (%)	싹 (%)	합 (%)
미백	5	2.7	4.5	4.7	11.9
	10	2.1	4.5	2.8	9.4
	15	2.2	2.3	1.5	6
	20	5.1	1.9	1.5	8.5
오륜	5	1.2	8.5	6.4	16.1
	10	1.5	4.6	2.3	8.4
	15	2.3	1.3	2.1	5.7
	20	2.3	1.2	1.9	5.4
수미	5	2.5	6.2	5.6	14.3
	10	2.4	5.4	3.5	11.3
	15	3.9	2.9	2.3	9.1
	20	3.7	2.3	1.2	7.2

표 63. 파종 깊이에 따른 경제성 분석

품종	파종깊이 (cm)	상품수량 (kg/10a)	조수입 (천원)	소득 (천원)	소득 지수
미백	5	4,123	3,269	1,966	83
	10	4,427	3,560	2,257	96
	15	4,458	3,658	2,356	100
	20	3,942	2,368	1,065	45
오륜	5	3,256	2,226	923	47
	10	3,784	2,690	1,387	70
	15	4,312	3,272	1,970	100
	20	3,912	2,633	1,330	68
수미	5	2,759	1,956	655	56
	10	3,232	2,410	1,108	95
	15	3,329	2,470	1,167	100
	20	3,209	2,336	1,034	89

* 경영비(지역별 농산물 소득자료, '13~'15년 평균)

* 단가(수미품종, 농수산물유통공사, '14~'16년 9월 등급별 평균) : 특(1,165원), 상(986원), 중(794원), 하(453원)

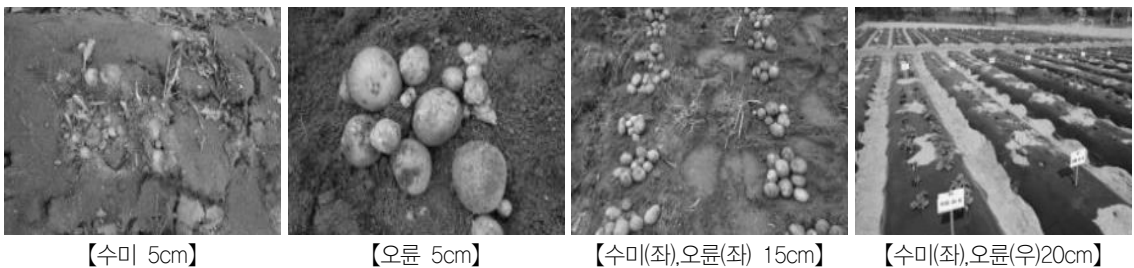


그림 19. 지대별 파종깊이에 따른 생육차이

4. 적 요

〈제1세부과제 : 신품종 감자 씨감자 생산기술 개발〉

- 가. 오륜 감자의 괴경형성 촉진을 위한 배양액 농도를 정식 30일 후부터 45일까지 15일간 1/2 배액으로 공급하는 것이 효과적이었으며 10g 이상의 괴경수가 32% 증가하였다.
- 나. 소괴경의 노지 증식시 무게별 수량특성을 검토한 결과 모든 품종에서 10g 이상이 적정한 것으로 조사되었으며 10g 미만 소괴경의 경우 배지경기술을 이용하면 1g 정도의 소괴경도 10g의 80% 정도 수확할 수 있었다.
- 다. 경제적인 배지경 기술을 확립하기 위하여 기존 상토의 대체 배지로 코이어 배지를 선발하였다.

〈제2세부과제 : 신품종 감자 미백의 조기휴면타파 및 재배작형 기술개발〉

- 가. 동해안지역 2기작 재배를 위하여 미백 품종을 파종 후 70일에 수확하여 휴면타파 시켜 재배가 가능함을 확인하였다.
- 나. 미백품종의 봄재배 적정 파종기는 고성 3월 28~30일, 강릉 4월 3~5일이 적정하였으며, 겨울 시설재배는 1월 중순에 파종하는 것이 수량성 및 품질에서 적정하다.
- 다. 오륜 품종의 재배를 위해서는 최아를 18일 이상 시키고 파종시 관행보다 깊은 15cm로 심는 것이 수량성이 많았다.

5. 인용문헌

- Chang, D. C., Kim, S. Y., Shin, K. Y., Cho, Y. R. (2000) Development of a nutrient solution for potato (*Solanum tuberosum* L.) seed tuber production in a closed hydroponic system. Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 18(3):334-341.
- Chiipanthenga, M., Maliro, M., Demo, P., Njoloma, J. (2012) Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* l.) seed in developing countries. African Journal of Biotechnology, 11(17):3993-3999.
- Corra, R. M., Pinto, J. E. B. P., Faquin, V., Pinto, C. A. B. P., Reis, E. S. (2009) The production of seed potatoes by hydroponic methods in Brazil. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 3(1):133-139.
- Farran, I., Mingo-Castel, A. M. (2006) Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. American Journal of Potato Research, 83(1):47-53.
- Heuvelink, E. (1995) Effect of plant density on biomass allocation to the fruits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Scientia Horticulturae 64:193-201.

- Highland Agriculture Research Center. 2005. Gamjachongseo(Revised edition).
- Jelodar, Y. J., Hassanpanah, D. (2012) Investigation of qualitative characteristics on potato cultivars micro-tubers under hydroponic and conventional cultivation system. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2(4):336-342.
- Kang, B. K. (2003) Effects of medium composition on growth and yield of potato plug plantlets under capillary hydroponic system. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*.
- Kim, C. W., Song, C. K., Park, J. S., Mun, H. K., Kang, Y. K., Kang, B. K. (2008) Effects of medium and planting density on growth and yield of seed potatoes grown in a wick hydroponic system. *Korean Journal of crops science*, 53(3):251-255.
- Kim, S. Y., Chang, D. C., Kim, H. J., Shin, K. Y. (2002) Improvement of rooting of stem cuttings propagated in vitro through hydroponics in potato. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 20(1):29-31.
- Ku, O. S., Kim, H. Y., Lee, U. S. (2000) Rapid multiplication of potato stem cuttings based on nutrient culture system. *J. kor. Soc. Hort. Sci.*, 41(2):161-165.
- McAvoy, R. J., Janes H. W., Godfriaux B. L., Secks M., Duchai D., Wittman W. K. (1989) The effect of total available photosynthetic photon flux on single truss tomato growth and production. *J. Hortic. Sci.*, 64:331-338.
- Muro, J., Diaz, V., Goni, J. L., Lamsfus, C. (1997) Comparison of hydroponic culture and culture in a peat/sand mixture and the influence of nutrient solution and plant density on seed potato yields. *Potato research*, 40:431-438.
- Papadopoulos, A. P., Pararajasingham S. (1997) The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): A review. *Scientia Horticulturae* 69:1-29.
- Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herran, C., Relloso, J., San Jose, M. (2001) Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research*, 44(2):127-135.
- Rural Development Administration(RDA). 2003. Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, Korea
- Sikryang gwahak, 2012. Rural Development Administration(RDA).
- Tibbitts, T. W., W. Cao. (1994) Solid matrix and liquid culture procedures for growth of potatoes. *Adv. Space Res.* 14(11):427-433.
- Wan, W. Y., Cao, W., Tibbitts, T. W. (1994) Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alteration of solution pH. *HortScience*, 29(6):621-623.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	영농기술	신품종 감자(미백, 오륜) 씨감자 생산을 위한 적정 양액씨감자 크기
	영농정보	씨감자 배지경시 코코피트(코이어) 배지의 활용
2015년(2년)	영농기술	동해안 지역 미백감자 파종시기
	논문게재	신품종 감자 미백의 씨감자 소괴경 생산을 위한 분무경과 배지경의 비교
	학술발표	신품종 감자 오륜과 미백의 소괴경 생산을 위한 조직배양묘 분무경시 적정 재식밀도
	학술발표	파종기에 따른 미백감자 생육과 수량비교
2016년(3년)	정책건의	신품종 감자 오륜의 확대보급을 위한 구역서 전량 수매
	영농기술	여름재배를 위한 오륜감자 적정 파종깊이
	영농기술	봄감자 재배를 위한 적정 최아일수
	영농정보	오륜감자 분무경시 괴경수 향상을 위한 배양액 농도조절 효과
	영농정보	신품종 감자(미백, 오륜)의 증식을 위한 배지경시 파종하는 소괴경의 무게별 적정 파종밀도
	영농정보	신품종 감자(미백, 오륜) 소괴경 생산을 위한 적정 분무경 조건
	논문게재	신품종 감자 오륜과 미백의 소괴경생산을 위한 분무경시 적정 재식밀도
	학술발표	감자 최아처리기간에 따른 생육 및 수량 비교
	학술발표	무거운 시설재배 파종기에 따른 미백 감자의 생육과 수량 비교
	학술발표	신품종 감자 오륜의 분무경시 괴경수 증대를 위한 배양액 조절 효과
	학술발표 (국제)	Effect of size of Potato Seed Mini-tubers and Planting Density on Container Cultivation in South Korea

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'14	'15	'16
과제책임자	특화작물연구소	농업연구사	전신재	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	특화작물연구소	농업연구사	전신재	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	특화작물연구소	농업연구사	맹진희	시험수행 및 평가	○	○	○
	"	"	이안수	조사 지원	○	○	○
	"	"	최옥	조사 지원	-	-	○
	"	"	최성진	조사 지원	-	○	○
	"	농업연구관	김종환	평가분석 지원	○	○	-
	"	"	김인종	평가분석 지원	○	○	-
	"	"	최준근	평가분석 지원	-	○	○
2세부책임자	특화작물연구소	농업연구사	맹진희	세부주관 수행	○	○	○
	특화작물연구소	농업연구사	전신재	시험수행 및 평가	○	○	○
	"	"	이안수	조사 지원	○	○	○
	"	"	최옥	조사 지원	-	-	○
	"	"	최성진	조사 지원	-	○	○
	"	농업연구관	김종환	평가분석 지원	○	○	-
	"	"	김인종	평가분석 지원	○	○	-
	"	"	최준근	평가분석 지원	-	○	○
공동연구자	"	"	임상현	평가분석 지원	-	-	○
	"	"	임상현	평가분석 지원	-	-	○