인공씨감자 국내농가 실용화를 위한 최적재배방법 및 보급시스템 개발

Development of Production Techniques and Supply System for Practical Use of Potato Microtuber Produced by Tissue Culture

한국농축수산유통연구원

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “인공씨감자 국내농가 실용화를 위한 최적재배방법 및 보급시스템 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1997년 11월 30일

주관연구기관명 : 한국농축수산유통연구원
총괄연구책임자 : 소 창 호
연 구 원 : 주 호 삼
노 경 호
남 상 용
한 상 기
권 원 달
김 숭 열
김 기 현
김 은 희
이 역 기

요 약 문

Ⅰ. 제 목

인공씨감자 국내농가 실용화를 위한
최적재배방법 및 보급시스템 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

- 감자는 쌀, 밀, 옥수수와 더불어 중요한 세계 4대 주식작물의 하나로서 단위면적당 높은 생산성, 다양한 식품가공성, 100% 영농기계화 가능, 인간생존에 필수적인 영양조성을 고루 함유하고 있어 21세기 미래 식량자원으로서 가장 이상적인 작물로 인정되고 있음.
- 전세계 감자 재배면적은 1천 7백만 ha, 총 생산량은 연간 2억 6천만톤에 달하며 매년 소요되는 씨감자 물량은 약 3천 4천 만톤으로 이를 금액으로 환산하면 매년 약 100억불에 달하는

막대한 씨감자 시장이 형성되어 있음(F.A.O통계, 1991).

- 국내의 감자 총재배면적은 약 2만5천 ha 정도며, 년간 감자 생산량은 50만톤기준으로, 매년 씨감자 소요량은 약 7만톤 정도가 필요한 것으로 볼 때 국내의 씨감자 시장규모는 매년 약 400 500억원으로 추정됨.
- 기존의 국내 씨감자 생산체계는 기본종 → 기본식물 → 원원종 → 원종 → 보급종의 다단계 증식과정을 거치므로써 일반농가에 보급되는데 약 7 8년이 소요되어 세력이 왕성한 양질의 씨감자를 농가에 공급하기가 매우 어려움.
- 이상의 씨감자 생산 및 보급체계는 씨감자 증식과정의 초기단계인 인공씨감자의 대량생산이 불가능한 상태에서는 보급종 생산을 위한 최상의 방법이었으나 증식과정에 소요되는 막대한 비용부문과 채종지역 확대의 어려움 등으로 새로운 보급체계가 절실한 실정임.
- 이러한 시점에 1989년 KIST 생명공학연구소에서는 조직배양을 통해 무병·우량의 인공씨감자를 대량생산할 수 있는 기술을 개발하여 국내외 농가에 실용화시키고자 많은 시험재배를 비공식적으로 수행하여 상당한 연구결과를 획득하였음.
- 그러나, 주무부처인 농림부와 농촌진흥청에서는 공인된 시험성적이 없을 뿐만 아니라 인공씨감자의 발아율에 문제가 있다는 이유로 농가 단계에서의 실용화에 부정적인 입장을 취해 왔음.
- 따라서 인공씨감자와 관련된 각 주체들 즉, 생명공학연구소 연구팀, 인공씨감자 생산업체, 농림부 담당국, 농촌진흥청 고령지농업시험장, 대관령원예조합, 감자재배 독농가들이 참여한 가운데 제3의 기관의 주도하에 전국의 감자주산지에서 대규모

공인 농가실증시험을 수행하여 인공씨감자의 실용화 가능성 여부를 검토하기로 하였음.

- 또한 인공씨감자를 몇 단계의 증식단계를 거쳐 어느 정도의 규격으로 공급하는것이 바람직하며, 우리나라의 다양한 감자 재배작형에 맞는 최적재배 방법을 개발하여 궁극적으로 우량 씨감자를 저렴한 가격에 재배 적기에 공급할 수 있는 기술을 확립하여 감자재배농가의 소득증대와 식용감자의 안정적인 공급에 기여하는데 그 목적이 있음.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구과제는 연구목적을 달성하기 위하여

1) MCT의 휴면 조절을 통하여 필요한 시기에 파종이 가능하도록 관리할 수 있는 기술을 개발하고
2) MCT의 실용화 가능성을 평가하며
3) MCT를 대체하여 MNT를 이용할 수 있는지를 검토하고
4) MNT의 경우 실용화를 위하여 적합한 크기를 규정하고, 이에 따른 재배방법을 구명하며
5) MNT를 생산 보급하기 위한 MNT 생산기술을 개발하고
6) 농가에 우량 씨감자를 저렴한 가격에 공급할 수 있는 보급체계를 제시하는 것을 목표로 시험을 수행하였다.

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (1995 1996)	● 인공씨감자의 휴면조절 및 타파 기술 개발	- 휴면연장을 위한 적정 저장온도 및 습도 구명 - 휴면단축을 위한 개스처리 및 변온처리 방법 개발 - 파종전 최아를 위한 적정 온도, 습도 및 광도 규명
	● 인공씨감자의 품종·지역 및 작형별 최적 재배 방법 개발	- 품종별, 지역별, 작형별 씨감자 단수비교 - 소형통씨감자 생산방법 개발 - 쪽감자와 소형통씨감자 파종재배 비교 분석 - 1대 및 2대 인공씨감자와 정부보급종 재배결과 비교분석 - 멀칭, 무멀칭, 하우스, 플러그묘 재배결과비교분석
	● 경제성분석을 통한 인공씨감자의 최적생산 및 보급시스템 개발	- 생산체계 시스템 - 보급체계 시스템

2차년도 (1996 1997)	● 인공씨감자의 휴면조절 및 타파 기술 개발	- 휴면연장을 위한 적정 저장온도 및 습도 규명 - 휴면단축을 위한 개스처리 및 변온처리 방법 개발 - 파종전 최아를 위한 적정 온도, 습도 및 광도 규명
	● 인공씨감자의 품종별 · 지역별 · 작형별 최적재배 방법 개발	- 품종별, 지역별, 작형별 씨감자 단수비교 - 소형통씨감자 생산방법 개발 - 쪽감자와 통씨감자 파종재배 비교분석 - 1대 및 2대 인공씨감자와 정부보급종 재배결과 비교분석 - 멀칭, 무멀칭, 하우스, 플럭묘, 폿트 재배결과 비교분석
	● 경제성분석을 통한 인공씨감자 최적 생산 및 보급시스템 개발	- 경제성 분석을 통한 최적생산시스템 개발 - 경제성 분석을 통한 최적보급체계 개발 - 인공씨감자의 증식단계에 적합한 검사체계, 검사 규격, 품질관리방안 수립 - 기존의 종서공급체계를 감안한 인공씨감자 증식단계별 최적생산 및 보급체계 개발

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

- 인공씨감자는 크기에 따라 휴면기간의 차이가 있기 때문에 MCT의 생산 후에 크기별로 구분하여 관리하는 것이 좋다. 휴면타파는 자연적으로 소거되도록 하는 것이 바람직하며, 인위적인 휴면타파는 휴면생리적인 면에서는 효과가 있더라도 재배적인 면에서는 그 효과가 긍정적으로 나타나지 않는 경우가 있었다.
- 휴면연장방법은 저온저장에 의한 방법이 가장 실효성이 있는 방법이나, 품종간 휴면기간의 차이로 저온저장기간에 따라 출아력의 차이가 발생할 수 있으므로 생리적 나이(physiological age)가 최적 상태가 유지되도록 한다.
- MCT는 농가에 직접 공급하여 재배하게 할 경우 재배환경에 대한 적응력이 약하여 감자 수량의 변이가 심하여 현재의 여건으로는 MCT의 농가보급은 바람직하지 않다. MNT는 기존의 쪽감자에 비하여 10% 정도의 증수효과를 나타내어 MNT를 농가에 보급하면 MCT와 같은 문제는 발생하지 않을 것으로 나타났다.
- MNT의 최소 크기는 강원도 평창에서는 5 10 g 이상, 제주도의 추작에서는 10 15 g 이상으로, 최소 크기 이상의 MNT를 노지에 재배할 경우 기존의 감자 수량과 차이를 보이지 않았

다. MNT 재배는 기존의 쪽감자보다 약간 밀식하여 재배하는 것이 괴경수량이 높았다.

- MNT 증식방법은 대형 상자를 이용하여 폿트재배와 배지경재배를 혼합한 형태로 재배하는 것이 가장 좋았는데 300평 하우스에서 270,000개 정도 생산할 수 있었다.
- 씨감자의 생산은 MCT→(하우스 증식)→MNT 1대→(하우스 또는 망실 증식)→MNT 2대→(노지 증식)→MNT 3대의 방식으로 생산하는 것이 경제성이 있었으며, 전국을 4개의 생산단지(강원도, 전남, 경남, 제주도)로 조성하고 주)하이-디어와 같은 MCT생산자가 MCT 또는 MNT를 각 단지에서 공급하여 각 단지에서 생산한 씨감자는 권역별로 공급하는 것이 효율적인 것으로 나타났다.

2. 활용에 대한 건의

- 인공씨감자(MNT)는 기존의 보급종에 비하여 크기는 작지만 기본식물에서 농가 보급종까지 증식단계가 단축되어 씨감자로서 활력이 좋아 수량성이 높고, 크기가 작기 때문에 저장, 수송 등 물류비용의 절감을 수반하게 되어 인공씨감자의 실용화는 감자 산업에서 획기적인 파급효과를 수반하게 된다.
- 감자 재배농가에서 쪽감자를 재배해오던 관행에서 크기가 작은 씨감자의 수용에 대한 불안감과 인공씨감자에 적합한 재배기술의 미비로 보급에 어려움이 예상되므로 이에 대한 적극적

인 홍보와 기술지도가 요청된다.

- 그간 감자 파종 기계화의 걸림돌이 되었던 쪽감자 대신 인공씨감자(MNT)는 크기가 작으며 균일한 통감자이기 때문에 기계화가 가능하여 기계화에 의한 농가 소득의 향상이 예상되므로 파종기계의 개발이 시급하다.
- 생산단지별로 MNT 증식에 필요한 시설하우스, 망실, 저장고, 씨감자 선별기 등은 초기 시설비용이 많이 소요되며, 또한 금융부담으로 인하여 씨감자 생산에 참여 또는 참여하고자 하는 단체나 기업이 초기 투자비용의 부담과 불안감으로 적극적인 진출을 주저할 수 있으므로 이들의 적극적인 참여를 유도하여 씨감자 산업을 활성화하기 위해서는 시설비의 정부 보조 및 지원이 절대적으로 필요하다.

SUMMARY

The potato cultivation area in Korea is around 28,000 ha and its productivty is 28 M/T/ha, which is lower than that of major European potato cultivation countries. The low productivity in Korea results from low soil fetility, unfavorable weather conditions for potato, as well as from the lack of new varieties and high quality seed potato. The difficulties in mass production of high quality seed potato lies in its vegetative reproduction property; difficulties in mass production of microtuber(pre-nuclear class), low reproductivity resulting in several steps of reproduction during which disease infection may occur. Although researches on practical application of microtubers have been conducted after Dr. Hyouk Houng, a research scientist at the Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology in 1989, developed disease-free microtuber mass production system, the results were not satisfactory. Aiming at the establishment of practical microtuber mass production system, this experiment was focused on 5 subjects; (1) development of microtuber management technique via breaking or entending dormancy (2) examing problems lying in direct distribution of microtubers to framers (3) evaluation of minituber productivity and its minimum size (4) development of minituber multiplication technique (5) development of systematic seed potato distribution. The results can be summarized as follows:

The optimization of physiological age via controlling low temperature storage duration corresponding to variety-specific dormancy and the optimization of sprout acceleration via controlling temeperature, light, and humidity have been developed. The tuber

yield increase in minituber by 10% compared to currently distributed government variesties suggested high possibility of distributing minitubers to farmers. The minimum size of minitubers for spring and fall cultivation was 5 10 g and 10 15 g, respectively. As a minituber multiplication method, a mixture of large pot and media culture method was developed. For the efficient distribution of newly developed metods, the formation of distribution to seed potato production complex was recoomended. The formation of 4 major seed potato production complexes at alpine area in Kwangwon Province, Haenam-gun, Koheung-gun or Muan-gun in Chonnam Province, Namhae-gun or Sachun-gun in Kyungnam Province and one in Cheju Province and distribution of produced seed potato to neighboring area seems to minimize economic costs consisting of transportation, weather risks, storage, and vigority lost after seed potato production. Cosidering high amount of initial investments required for establishing a complex facilitated with seed potato production system which cannot be sustained by one private company or one organization, the financial support from government during the initial establishment is strongly recommended.

CONTENTS

목 차

표 목 차

그 림 목 차

제1장 서 론

제1장 서 론

제1절 연구개발의 목적 및 범위

1. 연구개발의 목적

감자는 남아메리카 고원지대가 원산으로 생육 적온이 18 23℃ 정도로 저온성 작물이다. 현재 감자는 옥수수 다음으로 전세계에 널리 분포되어 140여개국에서 재배되고 있으며 이중 100여개국 이상이 열대와 아열대지역 국가로 감자 생육에 제한을 받는 지역이지만 품종과 재배기술의 개발로 재배면적이 확대되고 있으며 북아프리카, 인도, 파키스탄의 고원 평야지대 등 기온이 높고 건조한 지역에서도 재배를 하고 있으며 그 면적이 확대되고 있다(Beukema & Van der Zaag, 1990). 감자는 쌀, 밀, 옥수수와 더불어 세계 4대 주식작물의 하나로 단위 면적당 생산성이 높고, 다양한 식품가공성과 영농 기계화가 가능한 작물로 21세기 미래 식량자원으로서 가장 이상적인 작물로 인정되고 있다.

전 세계 감자 재배면적은 1천 7백만 ha, 총 생산량은 연간 2억 6천만 톤에 달하며 매년 소요되는 씨감자 물량은 약 3천 4천톤으로 이를 금액으로 환산하면 연간 약 100억불에 달하고 있다(F.A.O.통계, 1991) 국내의 감자 재배면적은 약 27,000 ha 정도로 씨감자 소요량은 약 8만톤으로 추정되고 있다. 그러나 씨감자 공급량은 생산의 제한 및 공급체계상의 문제로 공급량이 부족하여 매년 씨감자공급율이 20%에 불과하여 우량 씨감자의 적기공급이 감자 재배에서 중요한 문제로 대두되고 있다. 현재

까지 국내 씨감자 생산체계는 기본종→기본식물→원원종→원종→보급종의 다단계 증식과정을 거치게 되어 농가에 공급되기까지는 7 8년이 소요되어 씨감자 생산량의 확대와 세력이 왕성한 씨감자를 공급하기가 어려운 실정이다. 이러한 씨감자 생산의다단계 증식과 생산량의 제약은 기본적으로 초기 기본종급의 대량생산이 불가능한 상태에서는 불가피한 것으로 현재까지는 보급종 생산을 위해서는 최상의 방법이었다. 그러나 여러단계의 증식과정에서 소요되는 비용과 채종지역 확대의 어려움 등은 새로운 생산 방법 및 공급체계 개발의 필요성이 절실하게 대두되었다.

따라서 씨감자 생산의 새로운 전기를 마련해야 한다는 공감대가 확산되는 시점에 1989년 생명공학연구소에서 조직배양을 통한 무병·우량의 인공씨감자를 대량 생산할 수 있는 기술을 개발하여 국내외 농가에 실용화를 위하여 많은 재배적인 노력을 기울여 어느 정도의 가시적 성과를 얻기에 이르렀다. 그러나 인공씨감자를 농가에 직접 공급하여 농민이 재배하는데에는 여러가지 문제점이 노출되고 지적되어 농림부와 농촌진흥청에서는 이러한 문제점을 극복하지 않고는 농가 단계에서의 실용화는 위험성이 내재되어 있기 때문에 적극적인 실용화에는 부정적인 입장을 취하였다. 인공씨감자의 실용화를 결정하기 위하여 인공씨감자와 관련된 주체들, 생명공학연구소 연구팀, 생산업체, 농림부 담당국, 농촌진흥청, 대관령원예조합, 감자재배 독농가들이 참여한 가운데 제 3의 기관의 주도하에 실증시험을 하기로 하였다.

본 연구는 이러한 배경하에서 ① 인공씨감자(MCT, microtuber)의 휴면 조절 방법 ② 인공씨감자의 농가 노지재배 가능성 평가 ③ 인공씨감자 (MNT, minituber)의 수량성 평가 ④ 인공씨감자(MNT) 증식기술 개발 ⑤ 공급체계 개발 등 연구를 수행하여 인공씨감자의 실용화 가능성

을 구명하고자 하였다.

2. 연구개발의 범위

본 연구는 1995년 12월 1일부터 1997년 11월 30일까지 2년간에 걸쳐 수행되었다. 1차년도에는 인공씨감자의 농가 실용화를 평가하기 위하여 전국 감자 주 재배단지인 강원도 평창군, 전남 보성군, 경남 밀양시 및 제주도에서 인공씨감자(MCT 및 MNT)를 대상으로 춘작과 추작의 작형별, 노지재배, 멀칭재배, 플러그묘의 재배, 하우스 재배 등 재배형태별 시험을 수행하였다. 한편 인공씨감자(MCT)의 휴면조절과 관련하여 저온, 광 처리효과를 검토하였다.

2차년도에는 1차년도의 결과를 토대로 강원도와 제주도에서 춘작과 추작으로 인공씨감자(MNT)의 크기별 생산성을 평가하여 최소 크기(minimun size)를 구명하고, 인공씨감자(MNT)의 생산방법과 노지 증식방법을 검토하였다. 또한 인공씨감자(MNT) 증식을 소형 개별폿트, 대형 상자 및 배지경으로 시험하여 최적 증식방법을 개발하였다. 인공씨감자(MCT)의 휴면조절은 휴면타파방법 및 연장방법에 관한 시험을 수행하였다. 본 연구과제 수행결과 개발된 결과를 기초로하여 인공씨감자의 보급시스템을 개발·제시하였다.

《연구개발 내용 및 범위》

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (1995 1996)	● 인공씨감자의 휴면조절 및 타파 기술 개발	- 휴면연장을 위한 적정 저장온도 및 습도 구명 - 휴면단축을 위한 개스처리 및 변온처리 방법 개발 - 파종전 최아를 위한 적정 온도, 습도 및 광도 규명
	● 인공씨감자의 품종·지역 및 작형별 최적 재배 방법 개발	- 품종별, 지역별, 작형별 씨감자 단수비교 - 소형통씨감자 생산방법 개발 - 쪽감자와 소형통씨감자 파종재배 비교 분석 - 1대 및 2대 인공씨감자와 정부보급종 재배결과 비교분석 - 멀칭, 무멀칭, 하우스, 플러그묘 재배결과비교분석
	● 경제성분석을 통한 인공씨감자의 최적생산 및 보급시스템 개발	- 생산체계 시스템 - 보급체계 시스템

2차년도 (1996 1997)	● 인공씨감자의 휴면조절 및 타파 기술 개발	- 휴면연장을 위한 적정 저장온도 및 습도 규명 - 휴면단축을 위한 개스처리 및 변온처리 방법 개발 - 파종전 최아를 위한 적정 온도, 습도 및 광도 규명
	● 인공씨감자의 품종별·지역별·작형별 최적재배 방법 개발	- 품종별, 지역별, 작형별 씨감자 단수비교 - 소형통씨감자 생산방법 개발 - 쪽감자와 통씨감자 파종재배 비교분석 - 1대 및 2대 인공씨감자와 정부보급종 재배결과 비교분석 - 멀칭, 무멀칭, 하우스, 플럭묘, 폿트 재배결과 비교분석
	● 경제성분석을 통한 인공씨감자 최적 생산 및 보급시스템 개발	- 경제성 분석을 통한 최적생산시스템 개발 - 경제성 분석을 통한 최적보급체계 개발 - 인공씨감자의 증식단계에 적합한 검사체계, 검사 규격, 품질관리방안 수립 - 기존의 종서공급체계를 감안한 인공씨감자 증식단계별 최적생산 및 보급체계 개발

제2절 연구개발의 방법

인공씨감자 국내농가 실용화를 위하여 실용화의 관건이 되는 요인을 ① 인공씨감자(MCT)의 수확 후 휴면타파 및 연장방법을 개발하여 휴면관리가 가능하도록 하고 ② 인공씨감자(MCT)를 농가에 직접 공급하여 재배할 수 있는지를 검토하고 ③ 인공씨감자(MNT)와 기존 보급종의 수량성 및 인공씨감자(MNT)의 재배 가능성을 평가하며, 인공씨감자(MNT)를 이용할 경우 재배 가능한 최소 크기(minimun size)를 구명하며 ④ 인공씨감자의 증식방법의 개발과 ⑤ 개발된 결과를 토대로 새로운 씨감자의 보급시스템을 개발하는 것으로 구분하여 수행하였다.

인공씨감자(MCT)는 주) 하이-디어에서 구입하였으며, 공시품종은 장려품종중 주)하이-디어가 생산 보유하고 있는 품종을 이용하였다. 인공씨감자(MNT)는 주)하이-디어에서 생산한 것과 자체에서 생산한 것을 이용하였으며, 보급종은 대관령원예협동조합과 종자공급소 대관령지소에서 구입하여 사용하였다.

1) 인공씨감자의 휴면조절은 식물생장상 및 저온저장고를 이용하였으며, 휴면타파를 위하여 화학물질을 처리하였고, 휴면연장을 위해서는 저온저장, 플라스틱 필름 포장 등을 사용하였다.
2) 인공씨감자(MCT)의 농가보급 가능성 평가는 감자 주산단지에서 해당 지역의 재배농민의 포장을 임차하여 관행적인 재배방법으로 농민의 참여하에 수행하였다.
3) 인공씨감자(MNT)의 평가는 전국의 감자 주산단지에서 포장을 임차하여 농민의 참여하에 감자를 재배하여 실시하였다. 최소

크기를 구명하기 위한 크기별 시험은 파종작업을 같이하여 수확시 확인하도록 하였다.

4) 인공씨감자의 증식방법은 하우스에서 소형 개별폿트와 대형 플라스틱 상자에 의한 방법 및 양액재배(배지경)에 의한 방법으로 생산하여 각각 증식율을 비교하여 결정하였다.

5) 보급체계 개발은 증식단계별로 경제성 분석을 하여 최적 증식 시스템을 도출하고, 씨감자 생산체계를 개발하여 제시하였다.

◆ 용어의 정의: 본 과제에서는 한시적으로 아래의 용어를 다음과 같이 정의하여 사용하였다.

① MCT(microtuber): 조직배양에 의하여 생산된 소괴경

② MNT(minituber): MCT를 폿트 또는 노지에서 재배하여 얻은 소형 통감자. MCT에서 재배 증식된 것을 MNT 1대라 하고, MNT 1대를 증식한 것을 2대, 2대를 증식한 것을 3대라 하였다.

③ 보급종: 기존의 보급체계에서 생산되어 농가에 보급된 씨감자

④ 통감자: 감자를 파종할 때 완전한 감자로 파종하는 경우

⑤ 쪽감자: 감자를 2절 또는 4절로 절단하여 파종하는 경우

⑥ 씨감자의 크기: 크기는 무게에 의하여 구분하였다.

제2장 인공씨감자의 휴면 조절 및 타파기술

제2장 인공씨감자의 휴면 조절 및 타파기술 개발

제1절 서 설

식물의 종자나 영양번식체의 休眠(dormancy)은 休息· 休止(rest, quiescence)와 혼동되어 정의되는 경우가 있으나 일반적으로 수분, 온도, 산소 및 광 등의 조건이 적합한 경우에도 發芽(germination)나 萌芽(sprouting)가 이루어지지 않는 상태를 일컫는다. 휴면은 식물에게 있어 종족보존 및 번식의 기본적인 특성으로 모식물로부터 유전되는 현상이다. 휴면에 관한 연구는 주로 종자에 대해 많이 이루어져 유전적인 요인 및 생리·생화학적 면에서 휴면 기구의 해명과 휴면타파 방법 등에 대하여 많은 연구가 이루어졌다(Bradbeer, 1988; Fenner, 1985; Basra, 1995).

감자의 휴면은 품종, 괴경의 성숙도, 생육기간의 토양 및 기상조건 등에 의하여 영향을 받는데(Van Es & Hartmans, 1987), 휴면이 시작되는 시점에 대해서는 괴경 수확시부터 휴면시점으로 하는 것이 일반적이나, Burton(1978)은 수확일은 괴경의 생리적으로 큰 의미가 없으며 괴경의 분화·형성기를 휴면의 시점으로 보는 것이 생리·생화학적인 면에서 일치한다고 하였으나 재배적인 측면에서 괴경의 분화·형성기를 판단하는 것이 쉽지 않고 복잡하여 통상 괴경의 수확일을 휴면의 시점으로 보고 있다.

감자는 동일한 품종이라 하더라도 수확 후 저장기간중 온도, 상대습도, 광, 산소 및 이산화탄소의 농도에 의하여 휴면기간이 달라지며 맹아

에도 영향을 준다(Van Es & Hartmans, 1987). 萌芽數는 괴경의 생리적 나이(physiological age)에 영향을 받는데 휴면 소거 직후에는 頂芽優勢로 1개의 맹아가 발생하나 저장기간이 길어지면 정아우세가 쇠퇴하여 맹아수가 증가하게 된다. 또한 Wurr(1978)은 괴경의 생리적 나이와 맹아 활력과의 관계를 구명하여 높은 온도에서 생리적인 나이가 급속하게 진행되고, 나이가 많을수록 초기 생장과 괴경형성이 일찍 이루어지나 후기 생육과 괴경의 수량은 낮아지는 경향을 보인다고 하였다. 맹아수는 생리적인 나이 뿐만 아니라 괴경의 크기에 비례하여 괴경의 크기가 작을수록 맹아수가 적고 맹아의 활력이 낮아지는 것으로 알려져 있으나 (Van Es & Hartmans, 1987), Krijthe(1962)는 괴경의 크기에 다른 차이가 없다고하여 상반된 결과를 보고하였다.

감자의 휴면에 영향하여 맹아 발생을 조절하는 또 하나의 방법으로는 화학물질에 의한 방법이 있다. 맹아 억제제로는 IPC (isoproryl N-phenylcarbamate), MH (maleic hydrazide), TCNB (2,3,5,6-tetrachloro-nitrobenzene, Tecnazene) 및 dimethylnaphthalene 등이 있으며, 맹아 촉진물질로는 Rindite (ethylene chlorohydrin：ethylene dichloride and carbon tetrachloride, 7：3：1, v/ v), CS2 (carbon disulfide), GA3 등이 있다.

감자의 휴면 타파의 기준으로는 Krijthe(1962)는 감자를 20℃에 3주간 두었을 때 3㎜ 이상의 맹아가 90% 이상 되었을 때는 더 이상 휴면상태가 아니라고 하였으며, Potato Variety Handbook(1997)에서는 3㎜ 이상의 맹아가 50% 이상 되었을 때를 기준으로 하였다.

감자의 휴면은 생육기간중의 환경에 의하여 크게 영향을 받는데 MCT는 일반 감자와는 달리 기내에서 배양되기 때문에 환경 및 영양조건이 달라 같은 품종이라 하더라도 특성이 달라질 수 있다. MCT의 품

종간 저장력 및 맹아특성(朴 등, 1996), 저온저장시 맹아특성(朴 등, 1995), 기내 배양조건 및 GA 처리에 의한 휴면특성(崔 등, 1994) 등 MCT의 기본적인 특성이 구명되었다. 그러나 MCT는 배양 줄기의 특성 또는 배양시기 등에 따라 생산되는 MCT 크기의 분포 및 상태가 영향을 받을 수 있으며, 생산소요일수가 약 100일 정도로 배양계획에 따라서는 MCT가 연속적으로 그리고 대량으로 생산되기 때문에 이들의 특성을 파악하여 휴면을 조절하는 기술은 실용화의 첫걸음이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 MCT의 크기별 휴면특성, 휴면에 미치는 온도·광 등 환경요인의 영향, 화학물질의 효과, 플라스틱 필름 포장의 효과, 온도와 출아와의 관계, 저장기간에 따른 출아력 등을 구명하여 생산된 MCT를 필요한 시기에 파종이 가능하도록 휴면을 조절하여 관리하는 방법을 개발하고자 하였다.

제2절 감자 품종 및 크기에 따른 휴면

1. 주요 감자 품종의 휴면기간

감자의 휴면기간은 유전적인 요인에 의하여 기본적으로 결정되지만 재배환경 등에 따라 어느 정도 영향을 받게된다. 일반 감자와 생산 환경이 전혀 다른 MCT의 휴면기간을 조사하여 표 1에 나타 내었다. 대지, 대서, 수미, 남작 및 조풍 등 주요 품종의 일반 감자와 MCT와의 휴면기간의 차이는 없는 것으로 나타나 휴면은 품종의 유전적 특성에 의하여 우선적 지배되는 것으로 나타났으며, 휴면기간의 편차는 MCT 크기나 성숙정도 등의 요인에 의하여 발생되는 것으로 생각되었다.

표 1. 주요 감자 품종의 휴면기간

품 종	휴 면 기 간 (일)			
	일 반 감 자		MCT (인공씨감자)	
대 지	50	60	50	60
대 서	90	110	90	120
수 미	80	90	80	90
남 작	80	90	80	90
조 풍	85	95	80	90

<자료: 일반감자(고령지시험장), MCT(생명공학연구소)>

2. MCT 크기에 따른 휴면기간

가. 재료 및 방법

대지와 대서 2품종의 MCT를 공시하여 크기를 무게로 1 g 이상, 0.5 1.0 g 및 0.5 g 이하의 3등급으로 구분하여 상온에 두어 맹아 소요일수를 조사하였다. 각 품종별 및 크기별로 200개씩 치상하였으며, 맹아의 길이가 1㎜ 이상인 것을 맹아가 된 것으로 계산하였고, 80% 맹아가 되었을 때를 휴면이 소거된 것으로 간주하여 그 소요일수를 산출하였다.

나. 결과 및 고찰

MCT 크기에 따른 휴면기간을 조사하여 표 2에 제시하였다. 휴면기간은 MCT의 크기가 작을수록 길어져, 대지의 경우 1 g 이상인 것은 휴면기간이 40일이었으나 0.5 1.0 g 인 것은 45일, 0.5 g 이하인 것은 55일로 크기가 작은 것이 15일 정도 휴면기간이 길어졌다.

표 2. MCT 크기에 따른 휴면기간의 차이

품 종	M C T 의 크 기		
	1 g 이상	0.5 1.0 g	0.5 g 이하
대 지	40 일	45 일	55 일
대 서	69 일	80 일	98 일

대서의 경우도 같은 경향을 보여 1 g 이상인 것은 69일이었으나 크기가 작을수록 길어져 0.5 1.0 g인 것은 80일, 0.5 g 이하 인 것은 98일로 1 g 이상인 것에 비하여 약 30일 정도 더 길어졌다. 이러한 결과는 생산된 MCT를 생산일자별로 각각 크기별로 구분하여 저장하는 것이 휴면 조절을 위한 1차적인 방법으로 적용할 수 있을 것으로 생각되었다.

3. MNT 크기에 따른 휴면기간

가. 재료 및 방법

대지와 대서 2 품종을 공시하여 MCT를 폿트에 3월에 파종하여 6월에 수확하여 MNT를 생산하였다. MNT는 0.5 3 g, 4 8 g, 10 15 g 및 20 30 g의 4등급으로 구분하여 각각 100개씩 상온에 치상하여, 대지는 치상 후 50일과 60일에, 대서는 80일과 95일에 맹아 개체수를 조사하여 맹아율을 산출하였다.

나. 결과 및 고찰

휴면기간은 괴경의 크기에 따라 차이가 나는데(Van Es & Hartmans, 1987), MCT의 경우도 그 크기에 따라 휴면기간이 달라져 크기가 작을수록 휴면기간이 길어졌다(표 2). 이러한 결과가 MCT를 폿트에서 증식한 MNT의 경우에도 같이 나타나는가를 구명하기 위하여MNT를 크기별로 구분하여 맹아율을 조사하여 표 3에 나타내었다. 대지는 치상 후 50일에는 크기에 따라 72 89% 정도의 맹아율을 보였으며, 60일에는 100%의

맹아율을 보였다. 대서는 치상 후 80일에 44 78%, 95일에는 92 100%의 맹아율을 보였으며 크기가 작을수록 맹아율이 낮아져 상대적으로 휴면기간이 더 길었음을 알 수있었다. 크기별로는 20 30 g의 것이 20 g 이하의 것보다 상대적으로 짧았으며, 그 이하의 것들은 크기에 따른 차이를 보이지 않았다. 맹아율을 토대로 휴면기간의 차이를 산출하여 보면 대지는 10일 정도, 대서는 15일 정도 차이를 보여 MNT의 경우도 크기가 작을 경우 휴면기간이 길어졌으나, MCT의 경우보다 크기에 따른 영향은 적었다.

표 3. MNT 크기에 따른 맹아율(%)

품 종	DAH*	MNT 크 기 (g)							
		0.5	3	4	8	10	15	20	30
대 지	50	70.7		72.6		78.3		88.7	
	60	100		100		100		100	
대 서	80	44.1		66.5		1.6		78.6	
	95	91.9		100		100		100	

* 수확 후 상온에 보관한 일수.

제3절 MCT의 휴면타파 방법

1. 휴면타파에 미치는 광의 영향

가. 재료 및 방법

MCT 휴면타파에 미치는 光의 영향을 평가하기 위하여 대지와 대서 2품종을 공시하여 크기가 中 정도(0.5 1.0 g)인 MCT를 각각 200개씩 25℃의 배양실에서 형광등의 조명(약 500 lux)과 暗조건의 2 조건에서 맹아가 80%에 도달하는데 소요된 일수를 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

휴면타파에 미치는 광의 효과를 평가하기 위하여 형광등에 의한 조명과 암조건하에 치상한 후 맹아개체수를 조사하여 80% 맹아소요일을 산출하여 표 4에 나타내었다. 광의 효과는 암조건보다는 광조건하에서 맹아소요일이 지연되어 대지는 5일, 대서는 10일 정도 지연되었다. 그러나 암조건하에서는 맹아가 乳白色으로 계속 도장하여 실용적인 문제가 있었다. 광조건하에서는 맹아의 길이가 단축 생장을 하는데 광 파장별로는 350 450nm 및 650 950nm의 광이 가장 효과가 크고, 특히 양상추와 같은 광발아 종자는 phytochrome에 민감하게 반응하여 Pfr 및 Pr에 의하여 발아조절이 이루어지며(Toole et al., 1953), 어느 정도의 散光下에서는 저온과 같은 생리적인 효과를 갖게 되는 것(Van Es & Hartmans,

1987)과 관련이 있는 것으로 생각되어, MCT 휴면타파에 미치는 광의 효과를 phytochrome과 관련하여 검토할 필요가 있다고 사료된다.

표 4. MCT 맹아에 미치는 광의 영향

품 종	80% 맹 아 소 요 일 수	
	光 조 건	暗 조 건
대 지	45	40
대 서	90	80

2. 휴면타파에 미치는 화학물질의 효과

가. 재료 및 방법

휴면타파 효과가 있는 것으로 알려진 화학물질을 MCT에 처리하여 그 효과를 구명하기 위하여 무처리, GA3, Rindite, CS2 및 물리적인 처리로 MCT의 하부 일부분을 절단하는 처리를 하였다. 수확하여 저온 저장중인 대지와 대서 MCT에서 크기가 중간 정도인 것을 80개씩 2집단(반복)으로 나누어 실시하였다. GA3 처리는 100 ppm 농도에 20분간 침지 후 음건하였고, 가스처리는 가스 주입구를 장착한 플라스틱통을 이용하였는데, Rindite 처리는 200 ㎖/㎥의 농도로 72시간, CS2 처리는 25 ㎖/㎥의 농도로 72시간씩 처리하였다. 각 처리 후 상온(15 20℃)에 치상하여 40일 후에 맹아율을 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

휴면타파를 촉진하는 물질로 알려진 GA3, Rindite, CS2의 효과를 검토하고 MCT 하부의 일부분을 절단하는 처리를하여 맹아율을 조사하여 표 5에 제시하였다. 처리 후 40일의 맹아율은 각 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 CS2의 효과가 약간 있는 것으로 나타났다. 처리 후 40일은 대지의 경우 자연적으로 휴면이 소거되기 시작하는 기간으로 처리에 관계없이 88% 이상의 맹아율을 나타냈으며, 대서의 경우 저온저장 기간에 의하여 어느 정도 휴면타파가 진행되어 평균 70%의 맹아율을 보인 것으로 생각되었다. 인위적인 휴면타파는 휴면기간이 상대적으로 긴 품종 등 부득이 한 경우에 실시하는 것이 바람직하며, 그 방법으로는 CS2 가스처리가 효과가 있을 것으로 사료되나 가스 자체가 독성이 있기 때문에 취급상 주의가 필요하다.

표 5. MCT 맹아에 미치는 화학물질의 효과

처 리 내 용	맹 아 율 (%)	
	대 지	대 서
무 처 리	90.6	70.0
GA3	88.0	68.6
Rindite	92.0	70.0
CS2	93.3	72.0
절 단	89.3	70.6
$LSD_{.05}$	4.8	3.6

제4절 MCT의 휴면연장 방법

1. 저온 및 ABA에 의한 휴면연장 효과

가. 재료 및 방법

대지와 대서 MCT를 공시하였는데, 중간 크기의 MCT를 품종별로 1,000개씩 치상하였다. 온도처리는 식물생장상을 이용하여 25℃와 4℃의 2 조건으로 처리하였고, 80% 맹아에 소요되는 일수로 저온처리의 효과를 평가하였다.

발아억제물질로 알려진 ABA(abscisic acid)의 휴면연장 효과를 검토하기 위하여 각 품종별로 MCT 1,000개씩을 ABA 10 ppm액에 20분간 침지한 후 음건하여 상온(18 23℃)에 치상하여 80% 맹아가 이루어지는 일수를 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

일반적으로 저온하에서는 식물체의 경우 호흡을 비롯한 대사가 저하되어 물질의 소모가 적어지고 증산이 억제되며, 저장고내의 경우 같은 절대수분량이라하더라도 상대습도가 높아져 수분의 손실이 적게된다. 이러한 이유로 과일이나 채소의 경우 그 신선도를 유지시키는 방안의 하나로 저온에 저장하는 방법을 사용하고 있다(矢吹 등, 1985). 이러한 관점에서 수확한 MCT를 저온에 저장하여 휴면기간을 연장시키는 효과를 평가하였다. MCT를 25℃와 4℃의 두 조건에 치상하여 80% 맹아가 되는

데 걸리는 기간을 조사하여 표 6에 나타내었다.

표 6. 저장온도에 따른 80% 맹아 소요일수

품 종	저 장 온 도	
	25 ℃	4 ℃
대 지	35 일	85 일
대 서	80 일	175 일

80% 맹아소요일수는 25℃에서 대지는 35일, 대서는 80일이 소요되었으나, 4℃에서는 대지는 85일, 대서는 175일이 소요되어 4℃의 저온조건에서 대지는 45일, 대서는 95일간 휴면이 연장되는 효과를 얻었다. 이러한 저온저장의 효과는 수미 품종의 경우 130일 정도 휴면연장 효과를 얻었다는 朴 등(1995)의 결과와 같은 경향을 보여 주었다. 특히 저온에서는 맹아의 길이가 짧아지는 대신 굵고 튼튼하게 나오는데 이는 출아와 초기 생장에 연약한 것보다는 강건한 것이 유리하다는 결과(Van Es & Hartmans, 1987)와 관련하면 저온저장에 의한 휴면연장 방법은 실용성이 있는 방법이라 할 수 있다.

휴면을 야기시키는 원인중 하나는 종자 또는 영양번식체내에 ABA, coumarine 등과 같은 발아억제물질이 존재하기 때문인데, 발아억제 물질인 ABA에 MCT를 인위적으로 침지하여 휴면에 미치는 효과를 검토하여 그 결과를 표 7에 제시하였다. 무처리의 경우 80% 맹아소요일수가

대지는 35일, 대서는 80일이었고 ABA처리의 경우 대지는 50일, 대서는 130일로 ABA 10 ppm에 침지한 경우 대지는 15일, 대서는 50일 정도 휴면연장 효과가 있었다.

표 7. 휴면연장에 미치는 ABA의 효과

품 종	80% 맹아소요일수	
	무처리	ABA 처리
대 지	35 일	50 일
대 서	80 일	130 일

ABA에 의한 휴면연장 효과를 ABA 농도, 침지시간 등을 달리하여 검토하여 볼 필요는 있으나, ABA액의 조제, 침지 시간 조절, 음건 등 처리의 과정이 소요될 뿐더러 ABA 가격이 비싸고 용액으로 조제한 후에는 자외선에 의한 활성 저하가 쉽게 이루어지는 문제점이 있고, 그 효과는 저온보다 떨어지기 때문에 휴면을 연장시키는 방법으로는 저온저장이 보다 효과적인 것으로 판단되었다. 저온 저장은 저온저장고와 같은 설비가 필요하지만, MCT는 크기가 작아 저장에 소요되는 용적이 적기 때문에 저온 설비가 상대적으로 적어도 가능하기 때문에 실용적인 면에서 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

2. 플라스틱 필름 포장에 의한 휴면연장 효과

가. 재료 및 방법

저온에 의한 휴면연장 효과를 증진시키기 위한 방안의 하나로 과일이나 채소의 저장에서 사용되는 MA(modified atmosphere) 방법을 적용하여 특성이 다른 플라스틱 필름을 사용하였다. 공시 품종은 휴면기간이 짧은 대지를 선택하여 크기가 0.3 0.6 g 정도되는 MCT를 사용하였다. 플라스틱 필름은 셀로판, 고밀도폴리에칠렌 필름, 저밀도폴리에칠렌 필름 및 선상 저밀도폴리에칠렌 필름을 이용하였는데 이들 필름의 특성은 표 8과 같다.

표 8. 폴리에칠렌 필름의 특성

종 류	透氣性 (24℃ dry ㎖/㎡/hr/atm)						透水性 (g/㎡/hr/㎜)	
	CO2		O2		N2			
셀로판	10.6	106	2.9		10		—	
고밀도폴리에칠렌 필름	424	636	117	175	33	50	0.02	0.04
저밀도폴리에칠렌 필름	1,480	1,700	380	470	100	133	0.04	0.08

〈자료 : 矢吹 외, 農業環境調節工學, p166〉

직경 9cm 플라스틱 페트리디쉬 상·하면을 제거하고 각각의 필름을 부착하였고, 공기중에 노출 처리는 페트리디쉬 뚜껑없이 그대로 저장하였고, 밀폐는 페트리디쉬를 파라필름으로 밀봉하였다. 각 페트리디쉬에 MCT 150개씩 치상하였는데 MCT 대 용기의 용적이 대략 1∶3 정도가 되었다.

나. 결과 및 고찰

감자의 휴면은 저장고내의 저장조건 즉, 온도, 상대습도, 광, 산소 및 이산화탄소의 농도 등에 따라 영향을 받는데(Van Es & Hartmans, 1987), MA 저장은 저온저장을 기본으로 하고 공기의 조성을 간단하게 조절하여 저장하는 것으로 공기의 조성은 폴리에칠렌 필름의 透氣·透濕性에 따라 달라지게 된다. 맹아율과 軟化率을 동시에 고려하면 폴리에칠렌 필름 종류에 따른 효과는 셀로판이 좋았는데 저장 135일 후에 무처리의 경우 80.3%의 맹아율을 보인 반면 셀로판 포장에서는 64.5%의 맹아율을 보였으며, 고밀도 폴리에칠렌 필름이 그 다음이었다. 이는 셀로판의 透氣·透濕性이 낮아 포장내의 공기의 조성이 휴면이 지속될 수 있는 상태로 유지되었을 것으로 추정되는데, 이는 산소의 경우 휴면 소거 및 맹아 생장에 영향을 미치며 최적 산소요구도는 감자의 나이에 따라 다르지만 수확 초기에 10 20℃에 저장할 시에는 4 5%가 적합하며, 이산화탄소의 경우는 2 4%가 적합하다고 한 보고(Van Es & Hartmans, 1987)와 관계가 있을 것으로 생각되었다. 밀폐의 경우 연화가 심하게 되었으며 곰팡이의 발생이 심하여 맹아가 되지 않았다. MCT의 저온저장시에 연화가 심하게 진행되는데 MCT 크기에 따라 연화 정도가 상이하여 크기가 작을수록 연화가 심하게 진행되는 것으로 알려졌다(Park

et al., 1997). 그러나 저온저장고는 냉각방식에 따라 저장고내의 습도가 유용한 습도가 될 수 도 있고, 습도 자체는 높더라도 식물로부터 수분의 증발이 계속되는 경우가 있으므로(矢吹 등, 1985) 저장고에 따라 맹아율과 연화율이 달라질 가능성이 있다.

또한 MCT를 포장하여 저장하기 전에 수분 함량이 어느 정도 이하로 한 다음 저장하든가, 저장 초기에 MCT의 용적 대 용기의 용적의 비율을 증가시키는 것이 좋을 것으로 생각되었으며 이에 대한 세밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

표 9. 폴리에칠렌 필름 포장에 따른 대지 MCT의 맹아율과 연화율

폴리에칠렌 필름 종류	맹 아 율 (%)		연 화 율 (%)
	90 DAH	135 DAH	135 DAH
무 처 리 (공기 노출)	52.2	80.3	26.7
밀 폐	0	5.0	76.8
셀 로 판	31.8	64.5	10.8
고밀도폴리에칠렌 필름	24.8	41.6	32.0
저밀도폴리에칠렌 필름	23.6	34.1	52.7
선상 저밀도폴리에칠렌 필름	25.5	51.9	38.3

제5절 씨감자 맹아에 미치는 온도·광·습도의 영향

1. MCT 맹아에 미치는 온도·광 및 습도의 영향

가. 재료 및 방법

MCT 萌芽에 미치는 온도·광·습도의 영향을 복합적으로 구명하기 위하여 식물생장상을 이용하여 온도는 항온조건으로 20 및 30℃, 光은 형광등을 이용하여 24시간 조명으로 800 및 2,500 lux, 상대습도는 50 및 90%를 각각 조합처리하여 8처리로 하였다. 공시 품종은 대지와 대서 2품종을 이용하였으며, 대지 MCT는 3월 14일, 대서 MCT는 1월 24일에 수확하여 처리 전까지 저온저장하였다. 처리는 4월 3일에 시작하였으며, 처리 후 20일과 40일에 맹아 개체수를 조사하였다.

한편, 항온조건의 25℃와 30／20℃의 변온조건(각 12시간씩, 평균온도 25℃)하에서 25℃ 항온조건에서는 광조건을 800 lux 및 암조건의 두 조건으로 하였고, 30／20℃의 변온조건에서는 30℃일 때만 800 lux의 조명을 하였으며 20℃일 때는 암조건으로 하였으며, 상대습도는 40 50% 정도가 되도록 하였다. 대지 및 대서 MCT는 대지의 경우 4월 28일, 대서의 경우 3월 18일에 수확하여 저온저장중인 MCT를 5월 20일에 처리를 시작하여 처리 후 20일과 40일에 조사하였다.

각 MCT는 크기가 중간 정도(0.4 0.7 g)인 것으로 처리당 50개씩 2집단(반복)으로 치상하였다.

나. 결과 및 고찰

온도, 광 및 습도 등 환경조건은 감자의 저장기간 및 활력에 영향을 줄뿐만아니라 저장 후 맹아력에도 영향을 준다. 휴면상태를 유지시켜 저장기간을 연장시키는 방법으로 저온저장방법이 가장 효과가 좋은 것으로 나타났는데 저온저장기간중 MCT를 파종할 필요가 발생하였을 때 휴면을 소거하고 맹아가 빨리 이루어지게 하는 것은 실용적인 면에서 중요하다. 이러한 경우에 화학물질이나 절단과 같은 물리적인 방법을 적용하기 보다는 환경요인을 조절하는 것이 바람직할 수 있다. 따라서 저온저장중인 MCT의 맹아에 미치는 환경요인을 구명하고자 온도, 광 및 상대습도를 달리하였을 때 맹아율을 조사하여 표 10과 11에 제시하였다.

온도, 광 및 상대습도를 8개의 조합으로 처리한 결과, 처리 후 20일에는 대지의 경우 20℃에서는 광과 상대습도에 관계없이 84 92% 정도의 맹아율을 보였다. 30℃에서는 2,500 lux의 광도에서는 4 20%에 불과하였으나, 800 lux 일 때는 80 84% 정도를 나타내 고온에서는 弱光이 더 효과적이었다. 대서는 처리 후 20일에는 맹아율이 6% 이하를 나타내어 70일간의 저온저장으로 인하여 휴면상태가 계속 지속되었음을 알 수 있었다. 처리 후 40일에는 대지는 30℃의 경우 2,500 lux의 광조건에서는 28 52%의 맹아율을 보였으나 다른 조합에서는 90% 이상 맹아율을 보였다. 대서의 경우는 30℃ 일 때 2,500 lux의 광하에서는 42 58%의 맹아율을 나타내었으나 800 lux에서는 67 73%의 맹아율을 보여 대서는 30℃와 800 lux의 광조건에서 효과가 더 좋았다. 맹아에 미치는 환경요인은 온도와 광의 영향이 가장 컸으며 상대습도의 영향은 상대적으로 적었다. 이러한 결과는 품종의 특성인지 또는 처리 전까지 저온 저장기간이 상이하여 나타난 결과인지는 저장기간을 달리하여 검토해야 할 것

으로 생각되었다 (표 10).

표 10. MCT 맹아에 미치는 온도·광 및 습도의 영향

처리기간	온 도 (℃)	품 종	맹 아 율 (%)			
			2,500 lux		800 lux	
			RH 90%	50%	RH 90%	50%
20 일	20	대 지	84.6	84.3	80.0	92.3
		대 서	0	0	2.1	0
	30	대 지	20.0	4.0	84.6	80.8
		대 서	0	0	6.1	6.4
40 일	20	대 지	100	92.3	100	100
		대 서	21.4	19.1	38.3	21.7
	30	대 지	52.0	28.0	96.1	84.6
		대 서	58.7	42.0	73.5	67.4

표 10의 결과 상대습도의 영향이 적었기 때문에 상대습도를 실내의 상대습도(40 50%)로 유지하고 온도를 25℃ 항온과 30／20℃ (평균온도 25℃)의 2조건으로 하고 광조건을 달리하여 맹아율을 조사하였다(표 11). 대지는 수확 후 처리 전까지 22일간, 대서는 62일간 저온저장하던 것을 처리에 이용하였는데 처리 후 20일에 대지는 온도와 광조건에 관계없이 맹아율이 42 46% 정도를 나타내었으나 대서는 전혀 맹아가 이루어지지

않았다. 처리 후 40일에는 대지는 90% 이상, 대서는 6.1 20% 정도의 맹아율을 보였다. 평균온도 25℃에서는 항온조건이든 30/ 20℃의 변온조건이든 간에 차이를 보이지 않았으며, 800 lux의 광조건과 암조건과도 맹아율에서는 차이를 보이지 않았으나 암조건에서는 맹아가 된다음 shoot가 백색으로 도장되어 실용적으로 문제가 될 수 있었다.

저온저장중인 MCT를 맹아를 시키는데에는 품종에 따라 차이가 있으며, 저온저장의 조건에 따라서도 반응의 차이가 있었으나 대체적으로 20℃에서는 광의 강도에 큰 영향을 받지 않았으나 30℃에서는 약광이 더 효과적이었다. 따라서 식물생장상의 이용상 20℃에서 800 lux의 광조건에서 맹아를 시키는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

표 11. MCT 맹아에 미치는 온도 및 광의 영향

온 도 (℃)	광 조 건	품 종	맹 아 율 (%)	
			처 리 기 간	
			20일	40일
25	800 lux	대 지	46.0	91.8
		대 서	0	6.1
	암 조 건	대 지	42.9	94.0
		대 서	0	20.0
30 ／ 20 (광／암조건)	800 lux (12시간)／ 암조건 (12시간)	대 지	42.0	92.0
		대 서	0	10.0

2. 온도와 MCT 및 MNT 출아와의 관계

가. 재료 및 방법

수원기상대 인근의 비가림하우스에서 폿트에 상토를 채워 맹아가 4 6 mm 정도된 대지와 대서 MCT를 3월 14일, 3월 26일 및 4월 7일에 각각 100개씩 파종한 후 매일 출아개체수를 조사하여 80% 출아일을 조사하였다.

MNT는 대지를 8월 20일과 9월 18일에 각각 MCT와 같은 방법으로 파종하여 조사하였다. 일 평균기온은 수원기상대 관측자료를 이용하였으며, 80% 출아일까지의 일 평균기온의 적산값과 일 평균기온에서 5℃를 뺀 다음 적산하는 방법으로 출아와 온도와의 관계를 구하였다.

나. 결과 및 고찰

MCT 또는 MNT를 폿트 재배할 경우 파종일로부터 출아일까지 소요되는 기간과 기온과의 관계를 구하여 감자를 파종하여 출아예상일을 추정하고 재배적인 조처를 할 수 있도록 하기 위하여 수행하였다. 파종일을 달리하여 파종에서 출아까지의 기온이 다르도록하여 관계를 구하여 표 12에 나타내었다. MCT의 경우 80% 출아에 소요되는 일수가 3월 14일에 파종하였을 경우 대지는 26일, 대서는 29일이 소요되었고, 파종일이 늦어질수록 출아소요일수가 현저히 줄어들어 4월 7일 파종시에는 대지의 경우 13일, 대서의 경우 14일이 소요되었다. 출아소요일수와 기온과의 관계는 일 평균기온의 적산은 대지의 경우 158 199℃, 대서의 경우 158 229℃ 까지 분포하였으나 일 평균기온에서 5℃를 뺀 다음 적산

한 기온과는 대지의 경우 75 79℃, 대서의 경우 83 86℃로 일 평균기온의 적산값보다는 편차가 크지 않았다. 한편 MNT는 8월 20일과 9월 18일에 파종하였는데 각각 출아소요일수는 4.5일과 7일이었으며 일 평균기온에서 5℃를 뺀 후 적산한 값은 83 86를 보여 MCT의 75 79℃ 보다 8℃ 정도 높았는데 이는 출아조사를 매일 1회씩 하였기 때문에 일 평균기온이 높은 8월과 9월의 경우 출아시점과 조사 시점과의 시차가 있었기 때문인 것으로 생각되었다. 그러나 이러한 관계는 맹아가 4 6 mm 정도 이루어진 상태에서 파종하였을 경우에 해당되는 것이며, 맹아가 시작되어 그 길이가 1 2 mm 정도일 때는 맹아가 출아하는 속도가 다를 것으로 예측이 되어 이에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 포장에서는 토양수분함량, 토성, 유기물함량, 土深 등에 따라 기온과 지온과의 차이가 나기 때문에 (蘇 등, 1995) 이 결과를 포장에 그대로 적용하기는 어려울 것으로 생각된다.

표 12. MCT 출아와 기온과의 관계

품 종 (씨감자 종류)	파종일	80% 출아 소요일수	∑(일 평균기온)	∑(일 평균기온 -5℃)
대 지 (MCT)	3월 14일	26	199.7	76.3
	3월 26일	16	161.8	75.8
	4월 7일	13	158.6	79.3
대 지 (MCT)	3월 14일	29	229.7	84.9
	3월 26일	17	174.9	83.9
	4월 7일	14	158.6	86.6
대 지 (MNT)	8월 20일	4.5	101.0	81.0
	9월 18일	7	118.9	83.9

제6절 수확 후 저장기간에 따른 씨감자의 활력 및 성분의 변화

1. 저온저장기간에 따른 출아력의 차이

가. 재료 및 방법

MCT를 수확일별로 저온저장하여 저장기간을 달리하여 파종하였다. 대지와 대서 2품종을 공시하여 저장기간이 80, 100, 135, 165, 195 및 220일이 된 MCT를 폿트에 3cm 깊이로 1997년 5월 7일에 각각 30개씩 파종하였으며 출아력은 파종 후 12일에 출아조사를 실시하여 평가하였다. 파종시 MCT들은 맹아가 이루어진 상태이었으나, 대서의 경우 80일 저장한 것은 맹아가 되지 않아 파종하지 않았다.

나. 결과 및 고찰

MCT를 생산·수확하여 파종할 때까지 기간이 각 품종의 휴면기간보다 길 경우에 저온저장하여 휴면 상태가 지속되도록 하는 방법이 현재로서는 가장 효율적인 휴면연장 방법이다. 그러나 저온에 저장하더라도 시간이 경과하면 휴면이 소거되어 맹아가 출현하게 된다. 따라서 저온에 저장기간에 따라 맹아의 상태가 달라지게 되며, 출아력의 차이를 유발하기도 한다. 작물 종자의 발아에 관련하여 發芽率과 發芽勢를 구분하여 평가하는데 실용적인 면에서는 발아율보다 발아세가 더 큰 의미를 가지

고 있다. 발아세의 평가는 작물의 종류별로 다른데 국제종자검사협회(ISTA, International Seed Testing Association)에서는 중간조사일과 최종조사일을 작물별로 지정하여 평가하도록 하고 있다. 감자의 경우는 특별한 규정이 없어 5월에 파종한 경우 파종 후 12일에 출아율을 조사하여 이를 출아력으로 규정하였다. 이러한 점에서 MCT를 수확하여 저온 저장기간을 달리한 MCT를 파종하여 출아율을 조사하여 표 13에 제시하였다.

대지의 경우 저장기간이 165일까지는 100%의 출아율을 보였으나 195일과 220일에서는 출아율이 70%와 63%로 낮아졌다. 대서는 100일과 135일 저장한 것은 57%와 70%의 출아율을 보였으나 165일부터 220일까지는 93% 이상의 출아율을 보였다.

표 13. 저온저장기간에 따른 MCT 출아율(%)

저장기간(일)	대 지	대 서
220	63	94
195	70	95
165	100	93
135	100	70
100	100	57
80	95	—

—: 휴면이 소거되지 않아 파종하지 않았음.

이것은 휴면기간이 다른 대지와 대서의 품종 특성으로 휴면기간이 짧은 대지는 저온저장기간이 길어지면 출아력이 낮아지고, 휴면기간이 긴 대서는 오히려 저장기간이 짧을 때 출아력이 낮았다. 따라서 품종의 휴면 특성에 따라 저온에 저장하는 기간을 조절해야 할 것이다. 즉, 생리적 나이(age)가 적합한 시기에 파종을 하는 것이 가장 바람직하기 때문에 각 품종별로 저장기간과 생리적 나이와의 관계를 사전에 구명하여 MCT를 관리하는 것이 생리적 활성을 균일하게 유지하는 방법이 될 것으로 생각한다.

2. MNT 수확 후 내부 성분의 경시적 변화

가. 재료 및 방법

대지와 대서 MCT를 하우스에서 2월 8일에 폿트에 파종하여 4월 22일에 수확한 MNT를 수확 후부터 10일 간격으로 90일간 실내에 보관하면서 생체중, 수분함량 및 맹아율을 경시적으로 조사하였으며, 당함량의 변화를 분석하였다. 생체중, 수분함량 및 맹아율은 품종별로 각각 20개씩 2회(반복) 조사하였는데 생체중을 측정 후 건조기에서 80℃로 3일간 건조한 후 건물중을 측정하여 수분함량을 산출하였다.

당함량은 건조 시료를 마쇄, 100 mesh 체로 친 다음, 0.5 g을 80% ethanol 2.5 ml를 가하여 6시간 진탕시키고 원심분리한 후 상징액을 수거하는 과정을 2회 반복하였다. 상징액은 50℃에서 감압 증류하여 etnanol을 증발시킨 후 2 ml의 증류수를 가하여 0.45㎛ HPLC용 filter로 여과한 다음 HPLC로 분석하였다. HPLC (Water 510 HPLC Pump, U6K Injector) 분석은 Sugar Pak I 칼럼을 사용하여 칼럼온도를 90℃로 하여 RI detector로 검출하였다. Mobile phase는 Ca-EDTA가 0.1001 g/ 2L가 함유된 deionized water를 이용, 0.7 ml/ min으로 용출시켰다.

나. 결과 및 고찰

대지와 대서는 휴면기간이 상이하여 대지는 50 60일, 대서는 90 110일 정도 되는데 휴면기간이 다른 두 품종이 수확 직 후부터 맹아가 될 때까지 생체중, 수분함량 및 맹아율의 경시적 변화를 표 14에 나타내었다. 생체중의 감소는 수확 후 50일부터 현저하게 일어났으며, 수분함

량은 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 맹아는 대지의 경우 40일부터 시작되어 60일경에 80% 이상이 되었으며, 대서의 경우는 70일부터 시작되어 80일에 80% 이상이 되었다.

표 14. MNT 생체중 및 수분함량의 수확 후 경시적인 변화

기 간 (일)	생체중 감소량 (g／개)		수분함량 (%)		맹 아 율 (%)	
	대 지	대 서	대 지	대 서	대 지	대 서
0	-	-	21.4	25.6	0	0
10	0.20	0.02	21.2	24.4	0	0
20	0.39	0.12	21.3	23.1	0	0
30	0.37	0.14	20.5	25.6	0	0
40	0.46	0.17	22.8	23.7	24.1	0
50	0.84	0.25	21.8	24.7	69.3	0
60	0.71	0.26	21.7	23.9	87.0	10.6
70	0.60	0.32	21.4	23.0	100	47.1
80	0.80	0.30	20.8	24.2	100	80.3
90	0.66	0.32	20.7	23.3	100	95.7

생체중의 감소는 대지가 대서보다 심하게 일어났으며 수분함량은 대지보다 대서가 약간 높게 유지되었다. 일반적으로 저장중 손실은 MNT 자체의 퇴화·부패로 인한 손실과 수분감소에 의한 생체중 감소로 나타

난다. 수분손실은 주로 증발(evaporation)에 의하여 일어나는데, 이는 표면적과 표면적의 저항성에 반비례하며, 특히 MNT는 lenticels을 포함한 표피의 저항성이 약하기 때문에 증발이 쉽게 일어나며, 품종간 차이가 심하다고 하였다(Lommen, 1993). 따라서 대지보다 대서의 표피가 두껍고 치밀하여 증발 등 수분의 손실이 적기 때문으로 생각되었으나 이러한 특성과 휴면과의 관계는 본 실험에서 구명하지 못하였다.

MNT를 수확한 후 실내에 보관하면서 경시적으로 遊離糖 함량의 변화를 분석하였다. MNT에 함유된 당의 종류는 그림 1에서 retension time 7.564에 보이는 peak는 표준물질에 의하여 sucrose로 확인되었다. 분석시간을 20분으로 이 시간내에서 표준물질분석에서는 단당류와 이당류들이 분리, 검출되었으나 시료분석에서는 sucrose만 검출되었다. 그외의 당은 MNT내에서 유리당의 형태로 존재하지 않거나 HPLC의 검출한계 이하로 존재하는 것으로 생각되었다.

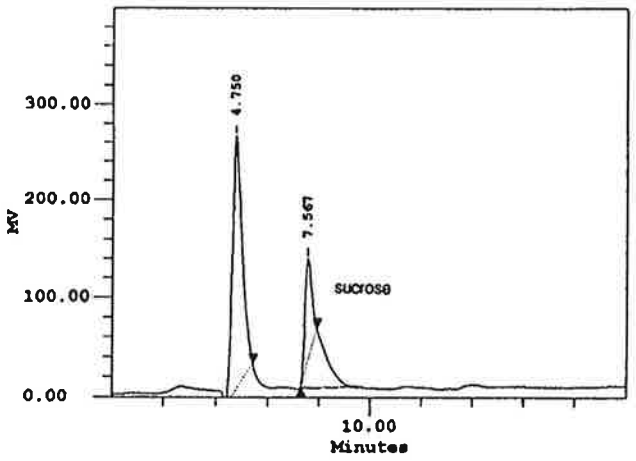


그림 1. MNT의 당함량의 HPLC분석 chromatogram

그러나 Sugar Pak I 칼럼의 분리 특성상 sucrose와 maltose의 분리가 되지 않았기 때문에 검출된 sucrose 함량에는 maltose가 함유되어 있을 수 있다.

이러한 분석조건으로 당분석을하여 그 중 sucrose 함량의 변화만 표 15에 나타내었다. 대지는 수확 직후 sucrose의 함량이 13.0 mg이었으나 시간이 경과함에 따라 감소하여 수확 후 40일에는 5.7 mg이었으나 수확 후 60일에는 다시 증가하여 10.8mg을 보이다가 다시 약간 감소하는 경향을 나타냈다. 대서는 수확 직후는 21.1 mg이었다가 감소하기 시작하여 수확 후 60일에는 4.7 mg을 나타냈으나, 70일에는 6.3 mg 으로 약간 증가하였다. 대지의 경우 수확 후 60일, 대서는 수확 후 70일경에 sucrose 함량이 증가하는 것은 맹아가 활발하게 이루어지는 시기와 일치하였는데, 이는 맹아에 필요한 에너지를 얻기 위하여 starch가 sucrose로 분해되는 과정으로 생각되었으나, 이 과정에 직접 작용하는 amylase 효소활성을 측정하지 않아 직접적인 관계를 구명할 수는 없었다. 따라서 수분손실의 차이, sucrose함량의 변화 등을 품종의 휴면성과 관련하여 연구할 필요가 있다고 생각되었다.

표 15. MNT 수확 후 sucrose 함량의 경시적 변화

품 종	수확 후 일 수						LSD.05
	0	20	40	60	70	90	
	----- ㎎／g DW -----						
대 지	13.0	10.2	5.7	10.8	8.0	10.1	1.29
대 서	21.1	5.2	4.8	4.7	6.3	5.7	1.20

제3장 인공씨감자의 품종별·지역별·작형별 최적 재배방법 개발

제3장 인공씨감자의 품종별 · 지역별 · 작형별 최적 재배방법 개발

제1절 서 설

현재 우리가 재배하고 있는 감자(*Solanum tuberosum* subsp. tuberosum)는 4배체(4x=48)로 전 세계적으로 228개의 야생감자가 존재하고 있으며(Bradshaw & Mackay, 1994), 생육 적온이 17 20℃정도로 고온과 건조에 민감하게 반응하여 20℃ 이상에서 온도가 5℃ 증가할 때마다 광합성이 20%씩 감소하는 등(Demagante & Van der Zaag, 1990) 기본적으로 저온성 작물이다. 그러나 현재 필리핀이나 이스라엘과 같은 아열대 및 열대지방에서 감자 재배면적이 증가하고 있는데 이들 지역에서는 내고온성 감자를 육성하거나 옥수수 또는 사탕수수와 혼작하거나 간작하여 기온은 높더라도 지온은 저하시켜 재배하는 방법들을 사용하고 있다(Struik et al., 1989).

감자는 영양번식하는 작물로 우수한 씨감자의 확보가 감자재배에 있어서 가장 중요한 문제의 하나이다. 따라서 주요 감자 재배국가는 자기나라에 적합한 씨감자 생산체계(Seed Potato System)를 구축하여 실행하고 있으며, 효율성을 증진시킬 수 있는 방법을 강구하고 있는 중이다(이에 관한 연구보고서로는 Seed Potato Systems in Developed Countries: Canada, The Netherlands and Great Britain과 Seed Potato Systems in Ecuador: A Case Study 등이 있다).

국내의 감자 재배면적은 해마다 차이는 있지만 26,000 30,000 ha정도로 현재 7개의 장려 품종이 재배되고 있는데, 7개의 장려품종은 도입선발품종이 5개, 육성품종이 2개로 네덜란드나 영국에 비하면 품종 수가 적은 편이다. 한편 씨감자의 생산은 대관령의 고랭지를 중심으로 강원도 평창군 일대에서 생산되는데 여기에서 생산된 씨감자로는 매년 씨감자 소요량의 20% 정도밖에 공급을 못하고 있다. 현재의 씨감자 생산은 기본식물로부터 6 7대 증식하는 단계를 거치는데 노지에서 증식하는 단계가 많기 때문에 증식율이 낮고 바이러스 등 병에 감염될 가능성이 크기 때문에 우량한 씨감자를 생산하기에는 많은 어려움이 있다. 따라서 우량 씨감자의 생산은 우수한 품종을 논외로 한다면 증식단계에서 증식율의 향상과 이병율의 "zero"화에 의하여 결정된다고 할 수 있다.

따라서 우량 씨감자를 생산하는 방법은 기본식물급에 해당되는 씨감자를 대량 생산하고 이를 단기간내에 증식하여 노지 증식을 1 2회하여 농가에 보급하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 이러한 점에서 생명공학연구소의 정 혁박사가 개발한 MCT 대량 생산방법은 우량 씨감자를 생산하여 보급할 수 있는 기반을 만들었다고 할 수 있다. 그러나 MCT를 직접 농가에 보급하는 것은 현실적으로 면에서 농민이 기술적으로 또는 정서적으로 수용하기에 난점이 있어, 이 문제를 심도있게 검토하고 대응방안을 강구하는 것이 본 장의 목적으로

① MCT를 직접 농가에 공급할 수 있는가를 검정하고, MCT를 직접 공급할 수 없다면
② MNT를 생산하여 공급하는 방안으로 MNT의 수량성 및 실용적인 MNT의 크기를 규정하고
③ MNT를 증식하는 방법을 구명하고자 하였다.

제2절 재배조건에 따른 MCT의 수량성

가. 재료 및 방법

조직배양으로 생산된 MCT의 재배는 1996년 및 1997년도에 감자 주 재배지역인 강원도 평창군 진부면과 용평면, 전남 보성군 노동면, 경남 밀양시 하남읍, 제주도 남제주군 등지에서 포장을 임차하여 수행하였다.

1) 노지직파재배

노지직파재배는 1996년에 수행하였는데 대지와 대서를 공시하여 강원도 평창에서는 서리 피해를 회피하기 위하여 5월 16일에 파종하여 9월 24일에 수확하였고, 전남 보성에서는 4월 6일에 파종하여 7월 12일에 수확하였다. 2개 지역 모두 무멀칭, 백색멀칭 및 흑색멀칭으로 재배하였으며, 강원도 평창에서는 평당 16주, 전남 보성과 경남 밀양에서는 평당 20주씩, 제주도에서는 평당 25주씩 파종하였으며 시비는 감자 전용복비(11-8-10)로 10a당 100 kg을 전면 기비로 시용하였다. 처리구는 각각 10평씩 난괴법 3반복으로 배치하였고, 조사는 생육이 균일한 곳에서 1평씩 실시하였다. 약제 방제 및 기타 재배관리는 해당지역의 관행재배법에 준하여 수행하였다.

노지직파재배시 재식주수에 따른 수량반응은 1996년에 강원도 평창에서 대지와 대서를 공시하여 조사하였다. 파종은 5월 16일에, 수확은 9월 24일에 하였다. 재식주수는 평당 20, 30, 40, 60 및 80주로 하였으며 시비 및 일반 관리는 노지직파재배에서와 같이 하였다. 처리구당 5평씩 3반복으로 수행하였으며, 감자 괴경수량은 1평씩 조사하였다.

2) 플러그묘 재배

MCT를 플러그묘로 육묘한 후 이를 이식하여 재배하는 것은 1996년에 경남 밀양시 하남읍과 제주도 남제주군에서 대지를 공시하여 수행하였다. 육묘는 강원도 평창에서 상자당 128구, 162구 및 200구의 채소의 플러그육묘상자를 이용하여 15일간 육묘한 후 밀양과 제주로 운송하여 밀양에서는 4월 5일, 제주에서는 4월 10일에 노지에 평당 20 25주씩 이식하였다. 처리구 면적은 5평씩 3반복으로 하였으며, 감자 괴경수량 조사는 1평씩하였다.

3) 하우스재배

하우스재배는 1997년에 경남 밀양시에서 대지와 대서를 공시하여 수행하였으며, 1월 20일에 파종하여 4월 30일에 수확하였다. 품종당 20평씩 2반복으로 파종하였으며, 재식주수는 평당 25주였다.

4) 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 수량

MCT의 수량성을 질소 시비수준과 재식주수를 달리하여 평가하기 위하여 1997년에 강원도 평창군 용평면에서 수행하였다. 질소 수준은 성분량으로 5.5, 11, 16.5 및 22 kg/ 10a 4 수준으로하여 이를 주구로하고, 재식주수를 평당 14, 18 및 23주로하여 이를 세구로 하는 분할구배치법으로 각 구당 4평씩 3반복으로 실시하였다. 인산과 가리는 성분량으로 8 kg과 13 kg을 기비로 시용하였고 계분을 100 kg/ 10ａ을 시용하였으며, 흑색멀칭으로 파종은 4월 29일에, 수확은 9월 4일에 하였으며, 기타 재배관리는 표준재배법에 준하여 수행하였다. 출현율은 파종 후 35일에 조사하였으며, 경장, 분지수 및 엽록소함량은 파종 후 80일에 조사하였고, 수확시에 괴경수량을 1평씩 조사하였다. 경장과 분지수는 구당 10주씩

조사하였고 엽록소함량은 SPAD 501(Minolta Co., 일본)을 이용하여 주당 3매씩 5주를 측정하였다. 감자 수량은 총서중과 총서수, 그리고 개당 무게가 30 g 이상인 것을 상서로 정하여 상서중과 상서수로 조사하였다.

5) 토양분석

토양시료는 1997년도 시험포장에서 포장내 임의의 3개 지점에서 토심 0 10cm의 토양을 채취, 풍건 후 30 mesh 체로 친 다음 분석에 이용하였으며, 분석은 농촌진흥청 토양분석법에 의하여 수행하였다.

토양의 pH는 풍건토양 5 g을 100 ml flask에 취하여 증류수 25ml를 가하고 때때로 유리봉으로 저어주면서 30분간 방치한 후 pH meter로 측정하였다.

유기물 함량은 Walkeley-Black법에 따라 정량하였다. 분쇄시킨 풍건토양(30mesh 통과) 0.5 g을 500 ml 삼각 flask에 취하여 1N $K_2Cr_2O_7$ 용액 10 ml를 가하고 토양이 기벽에 묻지 않도록 조심스럽게 흔들어 준 다음 진한 황산 20 ml를 가하여 서서히 흔들어 주었다. 30분간 산화시킨 후 증류수 200 ml를 가하고, 0.02 M orthopenanthroline을 지시약으로 하여 남아 있는 $K_2Cr_2O_7$ 용액을 0.5 N $FeSO_4$ 또는 $FeSO_4(NH_4)SO_4$로 역으로 적정하여 유기물 함량을 계산하였다.

질산태 질소 함량은 토양시료 5 g을 50 ml 증류수로 추출한 뒤 적정하게 희석하면서 NO_3^- 전극을 이용하여 Ion analyzer (Orion 901, Orion Co., USA)로 측정하였다.

유효인산은 Bray No.1법에 따라 정량하였다. 풍건 토양 2.85 g을 100 ml 삼각 flask에 취하여 Bray No.1 침출액 (0.025N HCl + 0.03N NH_4F) 20 ml를 가하고 1분간 흔든 다음 여과하였다. 50 ml 용량 flask에 여액을 1 5 ml 취하고 발색시약(Ammonium molybdate, H_2SO_4, Antimony

potassium tartarate + Ascorbic acid)을 5 ml 가하고, 증류수를 표선까지 채운 다음 혼합하였다. 이 용액의 일부를 흡수셀에 옮겨서 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준용액의 인산함량(0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ppm)에 따른 흡광도도 시료액의 조작과정과 동일한 과정을 거쳐 측정하여 표준곡선을 작성하였으며, 이 표준곡선으로 부터 유효인산의 양을 구하여 ppm단위로 계산하였다.

EC는 질산태질소 측정시 용출된 토양용액을 EC meter로 측정하였다.

치환성 양이온은 양이온 치환용량 분석용 침출관(column)의 하부에 탈지면을 조금 넣어 지지층으로 하고 여지 유액을 약 1 cm 두께 정도로 평평한 여과면을 만든 후 풍건 토양 5 g을 취하여 양이온 치환용량 분석 세트에 연결시켰다. 침출관 상부에 설치된 침출액병에 1N CH_3COONH_4 (pH=7.0) 용액을 100 ml 넣고, 침출관으로 나온 용출액을 받아 원자흡광분광분석기(SP-9, UNICAM Co., U.K.)로 정량하였으며, 이때 측정파장은 Ca 422.7nm, Mg 285.2nm, K 766.5nm 이었다.

나. 결과 및 고찰

1) 노지직파재배

조직배양으로 생산된 MCT는 대체로 크기가 2.0 g 이하로 기존의 쪽감자에 비하면 크기도 현저하게 작을 뿐만 아니라 조직배양환경에서 생산되었기 때문에 노지환경에 대한 적응력에 차이가 있을 수 있어 노지에 직접 파종하여 재배할 경우 실용적인 면에서 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 면에서 MCT를 노지에 직파하여 수량성을 검토하고자 강원도 평창군 진부면과 전남 보성군 노동면에서 대지와 대서를 공시하여 수행하였다. 각 지역에서 멀칭은 무멀칭, 백색멀칭 및 흑색멀칭으로 재

배하여 수량을 조사한 결과를 표 16에 제시하였다.

출현율은 강원도 평창에서는 대지의 경우 75 87%, 대서의 경우 90 94%를 보여 노지에서 일반 쪽감자의 출현율과 비슷하였으나 전남 보성에서는 대지의 경우 20 48%, 대서의 경우 32 72%로 출현율이 현저하게 낮았다. 이는 강원도에서는 MCT 파종 직후에 관수를 하였으나 보성에서는 관수를 하지 않았는데 MCT 출현율은 토양수분 조건에 따라 극심하게 차이를 나타낸 것으로 생각되었다. 따라서 MCT를 노지에 직접 파종할 경우 토양수분 조건에 따라 출현율이 좌우되기 때문에 일반 쪽감자에 비하여 토양수분 환경에 대한 적응력이 현저하게 낮은 것으로 나타났다.

총서중은 평창에서는 대지의 경우 평당 5.9 7.9 kg, 대서의 경우 8.7 10.1 kg을 보였으며 보성에서는 대지의 경우 평당 0.6 3.0 kg, 대서의 경우 1.5 5.5 kg 으로 지역간에 차이를 보였다. 이러한 지역간 차이는 일차적으로 출현율 차이에서 기인하는 것으로 생각되었다. 그러나 평창에서의 수량이 평당 10 kg 이하로 나타난 것은 출현율이 높아도 기존의 재배방법하에서는 MCT가 갖는 생육상 어떤 한계점이 있는 것으로 판단되었으며 이는 현재의 재배 여건이나 MCT의 특성으로는 극복하는 데에는 많은 노력이 필요할 것으로 사료된다.

한편 멀칭종류에 따른 효과는 보성에서는 기본적인 수량이 낮아 평가가 곤란하였으며 평창에서는 무멀칭보다는 멀칭재배가 보다 효과적이며, 백색멀칭보다 흑색멀칭이 좋은 것으로 나타났는데 이는 평창에서는 여름철 고온기를 지나기 때문에 흑색멀칭이 지나친 지온의 상승을 방지해주기 때문인 것으로 생각되었다.

표 16. 노지 직파재배에 의한 MCT의 괴경수량

㉠ 강원도 평창군 진부면

(단위: kg, **개／평)**

품 종	멀칭종류	출현율	총서중	총서수	상서중	상서수
대 지	무멀칭	75%	5.9	189	5.3	132
	백색멀칭	87%	7.9	218	7.2	155
	흑색멀칭	85%	7.6	232	6.8	156
	LSD.05	—	1.6	ns	1.3	ns
대 서	무멀칭	92%	9.8	192	9.1	149
	백색멀칭	90%	8.7	174	8.3	138
	흑색멀칭	94%	10.1	176	9.6	138
	LSD.05	—	1.2	ns	ns	ns

㉡ 전남 보성군 노동면 **(단위**: kg, **개／평)**

품 종	멀칭종류	출현율	총서중	총서수	상서중	상서수
대 지	무멀칭	40%	2.0	92	1.1	12
	백색멀칭	20%	0.6	25	0.5	13
	흑색멀칭	48%	3.0	95	2.0	50
	LSD.05	—	1.2	43	ns	24
대 서	무멀칭	60%	4.0	100	3.5	60
	백색멀칭	32%	1.5	42	1.4	30
	흑색멀칭	72%	5.5	140	5.0	94
	LSD.05	—	2.1	54	1.8	33

2) 재식주수에 따른 수량

MCT를 노지에 직파하여 재배할 경우 출현율이 환경조건에 따라 크게 영향을 받기 때문에 재식주수를 늘려 파종하게 되면 출현율 자체는 낮아도 단위 면적당 재식주수는 확보할 수 있는데 재식주수에 따른 수량을 검토하였다. 강원도 평창에서 평당 20, 30, 40, 60 및 80주를 파종, 재배하여 출현율과 괴경수량을 조사하여 표 17에 나타내었다.

표 17. 재식주수에 따른 MCT의 수량

(단위: kg, 개／평)

품 종	재식주수 (주／평)	출현율 (%)	총서중	총서수	상서중	상서수
대 지	20	84	5.4	131	4.9	93
	30	82	5.8	149	5.4	105
	40	87	7.8	229	7.1	156
	60	83	8.8	244	8.2	169
	80	80	8.1	248	7.5	172
	LSD.05	—	1.5	85	1.4	57
대 서	20	89	6.6	78	6.3	68
	30	91	10.2	132	9.7	108
	40	85	9.0	144	8.6	112
	60	78	7.5	144	6.9	98
	80	75	7.8	143	7.3	109
	LSD.05	—	1.8	ns	1.7	ns

출현율은 품종에 관계없이 75 91%를 나타내어 비교적 높은 출현율을 보였는데 이러한 출현율은 파종 직 후 관수를 하였기 때문에 가능한 것으로 생각되었다. 총서중으로 본 감자의 수량은 대지의 경우 평당 20주에서는 5.4 kg 이었으나 재식주수가 증가함에 따라 증가하여 평당 60주에서 8.8 kg 으로 최고를 보였으며, 대서의 경우 평당 30주에서 10.2 kg 으로 가장 높았다. 이는 기존의 파종방법인 70 cm의 이랑폭에서 30 cm 정도의 이랑에 1줄 또는 2줄로 밀식하였기 때문에 밀식할수록 상서수가 적어져 주당 2 3개밖에 되지 않았다. 따라서 출현율의 저하를 우려하여 밀식으로 재배할 경우 출현율 저하를 재식주수의 증가로 보상하는 것은 효과적이지 못한 것으로 생각되었다.

2) MCT 플러그묘 재배

MCT를 노지에 직파할 경우 토양수분, 파종방법 등에 따라 출현율이 달라져 출현율의 확보가 재배의 일차적인 관건으로 나타나 이를 극복하기 위한 방안의 하나로 채소 재배에서 활용되고 있는 플러그묘를 육묘하여 정식하였다. 육묘는 강원도 평창에서 한 후 경남 밀양시와 제주도로 운송하면서 노지에 정식하여 재배하였으며 감자 괴경수량을 조사하여 표 18에 제시하였다.

플러그묘를 노지에 정식하게 되면 활착율은 90% 이상을 보였으며, 수량은 밀양에서는 평당 총서중이 11.7 13.9 kg을 보여 노지에 직파한 경우 7.0 kg 보다 높은 수량을 보였으며, 육묘주수에 따른 효과는 상자당 162구 육묘했을 경우가 가장 높았다. 그러나 제주도에서는 평당 총서중이 5.6 6.9 kg을 보여 노지(2.1 kg)보다는 높은 수량을 보였으나 밀양에서 재배한 경우와 비교하면 현저하게 낮은 수량을 보였다. 이는 평창에서 플러그묘를 15일간 육묘하여 밀양으로 운송하여 정식한 다음 제주

도로 다시 운송하여 정식하였기 때문에 실질적인 육묘일수가 밀양에서는 17일, 제주도에서는 21일 정도 되어 육묘일수가 길어졌고, 운송기간 중 수분관리 등 육묘관리가 철저하지 않았기 때문으로 생각되었다. 따라서 플러그묘 육묘에 의한 재배는 MCT 재배법으로는 실용 가능성이 있었으나 육묘일수가 감자의 수량에 영향을 크게 미치는 것으로 나타나, 정식 가능한 기간이 상대적으로 짧기 때문에 육묘계획을 정확하게 수립하여 적정 육묘기간내에 정식이 이루어지도록 해야 할 것이다. 따라서

표 18. 플러그묘 이식에 의한 감자 수량

《품 종: 대 지》

(단위: kg, 개／평)

재 배 지 역	육묘주수 (주／상자)	총서중	총서수	상서중	상서수
밀 양	128	12.9	139	12.2	114
	162	13.9	156	13.2	120
	200	11.7	144	11.1	114
	직파	7.0	121	6.3	68
	LSD.05	2.1	ns	2.4	23
제 주	128	5.6	96	5.3	66
	162	6.0	98	5.8	66
	200	6.9	118	6.5	77
	직파	2.1	39	1.1	25
	LSD.05	1.8	26	2.0	34

이의 실용화를 위해서는 육묘방법, 육묘기간, 정식방법 등에 대해서 보다 세밀한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

3) 하우스재배

하우스재배는 일반적으로 제주도와 남해안 일부 지역에서 겨울철에 주로 재배하는 방법인데 하우스재배시에는 재배관리가 노지보다 집중적으로 이루어지기 때문에 MCT 재배는 노지보다 적합할 수 있다. 따라서 밀양시에서 1997년 1월 20일에 파종하여 4월 30일에 수확하여 그 결과를 표 19에 나타냈다. 출현율은 파종 후 골에 관수를하여 토양수분을 적당하게 유지하여 주었기 때문에 대지와 대서 모두 90% 이상을 보였다. 그러나 감자 수량은 출현율이 높았음에도 불구하고 평당 총서중이 5 kg 정도를 나타내어 일반 조춘작 재배보다 낮은 수량을 보였다. 이는 MCT 재배에 있어서 출현율이 제 1의 관건이 되기는 하지만 MCT의 기본적인 속성이 환경에 대한 적응력이 낮아 시장 출하를 목적으로 농민이 직접 재배하기에는 불안정한 요인이 내재하여 있는 것으로 추정되었다.

표 19. 플라스틱 하우스 재배에 의한 MCT의 수량성

(단위: kg, 개／평)

품 종	출현율(%)	총서중	총서수	상서중	상서수
대 지	90	5.0±1.9	144±31	4.2±1.6	72±16
대 서	95	5.1±2.1	92±27	4.0±1.3	60±19

4) 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 수량반응

지금까지 MCT 재배는 각 지역별로 일반 쪽감자재배를 위한 표준재배법에 준하여 재배하여 수량성을 평가하였다. 그러나 MCT는 기존의 쪽감자와는 다른 특성을 가진 것으로 판명이 되었기 때문에 MCT에 적합한 재배조건이 있을 것으로 상정하고 우선 일차적으로 질소 시비수준 및 재식주수의 효과를 검토하였다. 시험포장의 토양 특성은 표 20에서 보는 바와 같이 토양 pH가 4.1로 현저하게 낮았으며, 유기물함량은 3.5 g/kg 수준이었고, 인산의 함량이 1,241 ppm으로 인산함량이 높은 포장이었다.

강원도 평창군 용평면에서 질소 시비수준을 10a당 5.5, 11, 16.5 및 22 kg의 4수준으로하였고, 인산과 가리는 8 kg과 13 kg을 전량 기비로 시용하였다. 재식주수는 평당 14, 18 및 23주의 3수준으로하여 질소 시비수준을 주구, 재식주수를 세구로 하는 분할구배치법으로 수행하였다.

표 20. 토양의 이화학적 특성

pH (1:5)	유기물함량 (g/kg)	NO_3^- (ppm)	P_2O_5 (mg/kg)	EC (dS/m)	치환성양이온 (cmol+/kg)		
					K	Ca	Mg
4.1	3.5	4.1	1,241	1.34	1.06	1.58	1.09

출현율 조사는 파종 후 35일에, 경장·분지수 및 엽록소함량은 파종 후 80일에 실시하여 그 결과를 표 21에 나타내었다. 출현율은 품종에 관계없이 77.5 97.5% 정도를 보였는데 시비수준이나 재식주수간에 일양성을 보이지 않았다. 그간의 연구 결과(표 14 17) MCT의 출현율은 일차적으로 파종 전후의 토양수분의 영향을 크게 받는 것으로 나타났는데, 여기에서는 파종 후 관수를 하지않았지만 파종 직 후에 비가 내려 토양수분이 적당하게 유지되었기 때문에 출현율이 높았던 것으로 생각되었다.

경장은 대지의 경우 56.5 71 cm, 대서의 경우 58 68 cm 정도였는데 질소 시비수준에 따른 일정한 경향을 보이지 않았다. 주당 분지수는 대지의 경우 13.7 15.7개, 대서의 경우14 15.3개 정도였으며 엽록소함량은 대지의 경우 41 43.8, 대서의 경우 36.7 40.8 정도를 나타냈다. MCT의 생육은 질소 시비수준에 크게 영향을 받지 않았는데 이는 파종전의 토양중에 窒酸態 窒素의 量이 4.1 ppm이 잔존해 있어 토양중에서 용탈되기 쉬운 질소 성분이 이 정도 함유되어 있는 것으로 추정하여 볼 때 토양중에 가용성 질소 성분이 상당한 정도 함유되어 있어 파종시에 표준 질소시비량 (11 kg/ 10a) 보다 적은 양을 施肥해도 감자의 생육에 큰 지장을 초래하지 않았던 것으로 생각되었다. 따라서 감자 재배시에 표준재배법에서 권장하는 시비량은 각각의 포장의 토양 비옥도에 따라 조정을 하는 것이 화학비료의 사용량을 줄일 수 잇어 생산비 절감 및 토양의 비료성분의 균형을 이룰 수 있을 것으로 생각되었다. 일반적으로 감자재배시 시비량은 N : P2O5 : K2O를 1 : 1 : 2로 하는 것이 바람직하나 토양의 특성에 따라 이 비율이 달라져야 하는데 유기질이 많은 사양토에서는 질소 시비량을 줄이는 것이 좋다 (Beukema and Van der Zaag, 1990)고 하였는데 현재 대부분의 감자 재배농가에서는 감자 전용복비를

표준시비량보다 많은 양을 사용하고 있어 포장에 따라서는 N, P, K간의 균형이 맞지 않을 뿐더러 과다시비가 될 우려가 있다.

표 21. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 MCT의 출현율 및 생육

《품 종: 대 지》

질소수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
5.5	14	89.5	61.0	15.9	43.8
	18	82.5	63.5	13.7	42.3
	23	89.0	59.5	14.6	43.0
11	14	93.0	69.0	14.7	42.1
	18	97.5	60.5	14.3	42.0
	23	90.5	64.5	14.0	42.5
16.5	14	78.5	71.0	14.5	41.3
	18	95.0	58.0	15.1	42.8
	23	92.5	62.5	14.0	42.0
22	14	93.0	56.5	15.7	42.1
	18	77.5	58.5	14.8	43.3
	23	89.0	65.0	15.1	41.0

《품 종: 대 서》

질소 수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
5.5	14	93.0	64.0	14.8	40.8
	18	85.0	63.5	14.5	40.8
	23	82.5	59.0	15.3	39.2
11	14	85.5	65.0	15.0	39.3
	18	97.5	60.5	14.3	38.4
	23	98.0	64.5	14.0	40.0
16.5	14	78.5	68.0	15.3	38.1
	18	90.0	58.0	14.6	37.6
	23	90.5	61.5	14.5	40.2
22	14	82.0	63.5	14.3	36.7
	18	77.5	64.5	14.5	38.7
	23	88.5	66.0	15.2	37.1

감자괴경을 9월 4일에 수확하여 평당 총서중을 분할구배치법으로 분석하여 표 22에 제시하였다. 대지의 경우 질소 시비수준간에는 유의성이 없었으나 재식주수간에는 유의성이 있었는데 평당 18주를 파종하였을 때 총서중이 높게 나타났다. 대서의 경우도 질소 시비수준간에는 유의성이 없었으나 재식주수간에는 유의성이 있었는데 평당 23주에서 총서중이 가장 높게 나타났다.

표 22. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 감자 총서중

《품 종: 대 지》

(단위 : kg／평)

질 소 수 준 (kg／10a)	재 식 주 수 (주／평)			LSD.05
	14	18	23	
5.5	7.9	12.0	11.5	1.16
11	10.1	12.8	11.9	
16.5	6.7	10.2	11.7	
22	7.8	9.0	10.2	
LSD.05	ns			

《품 종: 대 서》

(단위 : kg／평)

질 소 수 준 (kg／10a)	재 식 주 수 (주／평)			LSD.05
	14	18	23	
5.5	9.5	11.7	12.3	0.83
11	11.1	11.8	13.2	
16.5	9.4	10.5	10.9	
22	10.8	10.5	12.0	
LSD.05	ns			

한편 감자의 수량을 평당 총서중, 총서수, 상서중 및 상서수로 구분하여 각각을 Duncan 다중검정을 한 결과를 표 23에 나타내었다. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 총서중은 대지의 경우 평당 6.7 kg에서 12.8 kg, 대서의 경우 9.4 kg에서 13.0 kg까지를 보여 질소 시비수준과 재식주수에 따라 상이한 반응을 나타냈다. 평당 14주를 파종하였을 경우 총서중이 6.7 10 kg으로 이는 1996년도 시험 결과와 비슷한 수준을 보였으나, 재식주수가 18주나 23주 일 경우는 10 kg 이상을 나타내어 MCT의 경우 높은 수량을 얻기 위해서는 재식주수를 18 23주로 하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 품종간에는 대지가 대서보다 처리간 수량의 변이가 심하게 나타났으며, 총서수·상서중 및 상서수는 총서중과 같은 경향을 보였으며 상서율은 대부분 85%를 상회하였다.

지금까지의 연구 결과를 종합하여 판단하면 MCT를 노지에 직접 파종하여 재배하는 것은 토양조건, 재배기술, 기상조건 등에 MCT가 민감하게 영향을 받기 때문에 동일 지역에서 재배하더라도 수량의 변이가 크게 나타나고, 환경에 대한 적응력이 상대적으로 약하기 때문에 재배관리상 세심한 관리가 요구되고 특히 파종시에 일반 감자와 같은 방법으로는 높은 출현율을 기대하기 어렵기 때문에 현재의 여건하에서는 농민이 직접 파종·재배하도록 하기에는 불안정한 요인이 많아 바람직하지 않다고 할 수 있다.

표 23. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 감자의 수량

《품 종 : 대 지》

질소 수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	총 서 중 (kg／평)	총 서 수 (개／평)	상 서 중 (kg／평)	상 서 수 (개／평)
5.5	14	7.9abc	194ab	5.9bc	94c
	18	12.0ab	289a	9.7ab	157a
	23	11.5abc	270ab	9.0abc	152ab
11	14	10.1abc	228ab	8.6abc	130abc
	18	12.8a	273ab	10.7a	155a
	23	11.9ab	274ab	9.6abc	150ab
16.5	14	6.7c	176ab	5.2c	86c
	18	10.2abc	239ab	7.8abc	134abc
	23	11.7ab	270ab	9.1abc	141abc
22	14	7.8bc	166b	6.4abc	98bc
	18	9.0abc	241ab	6.3abc	97bc
	23	10.2abc	282ab	7.4abc	121abc

* 숫자위의 a,b,c 등은 5% 유의수준에서 Duncan 다중검정법에 의하여 유의성 검정을 한 것임.

《품 종 : 대 서》

질소 수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	총 서 중 (kg／평)	총 서 수 (개／평)	상 서 중 (kg／평)	상 서 수 (개／평)
5.5	14	9.5b	116a	8.9b	91a
	18	11.7ab	142a	11.1ab	117a
	23	13.0ab	189a	12.2ab	141a
11	14	11.1ab	156a	10.2ab	113a
	18	11.8ab	207a	10.8ab	133a
	23	13.0a	189a	12.2a	141a
16.5	14	9.4b	129a	8.2b	93a
	18	10.5ab	143a	9.8ab	106a
	23	10.9ab	164a	9.9ab	113a
22	14	10.8ab	158a	9.6ab	110a
	18	10.4ab	153a	9.4ab	105a
	23	11.9ab	173a	10.7ab	128a

* 숫자위의 a,b,c 등은 5% 유의수준에서 Duncan 다중검정법에 의하여 유의성 검정을 한 것임.

제3절 재배조건에 따른 MNT의 수량성 평가

가. 재료 및 방법

1) MNT와 보급종의 수량 비교

MNT와 일반 쪽감자와의 수량성을 비교 평가하기 위하여 1996년도에 강원도 평창군 진부면과 전남 보성군 노동면에서 각각 시험을 수행하였다. 공시 품종은 평창에서는 대지와 수미를, 보성에서는 수미를 사용하였는데, MNT는 2대로 크기가 20 30 g 정도인 것을 그대로 파종하였으며 일반 감자는 보급종을 구입하여 관행대로 2절 또는 4절하여 쪽감자로 파종하였다. 평창에서는 흑색멀칭으로 4월 20일에 파종하여 9월 24일에 수확하였으며, 보성에서는 백색멀칭과 흑색멀칭으로 4월 6일에 파종하여 7월 12일에 수확하였다. 두 지역에서의 시비량 및 재식주수는 제1절에서와 같이하여 재배하였다. 재배면적은 품종별 및 씨감자 종류별로 각각 50평씩이었으며 조사는 생육이 균일한 곳에서 1평씩 5회 실시하였다.

MNT 1대와 2대의 수량성의 평가는 강원도 평창군 진부면에서 1996년 4월 20일에 파종하여 9월 24일에수확하였다. 공시품종은 대지, 대서 및 수미를 이용하였으며 흑색멀칭으로 처리당 30평씩 재배하여 조사는 균일한 생육이 이루어진 곳에서 1평씩 4회 실시하였으며 기타 재배방법은 제1절에서 같이 하였다.

2) 지역 및 멀칭종류별 MNT의 수량성

MNT 2대의 지역 및 멀칭종류별 수량 평가는 1996년에 강원도 평창

군 진부면과 전남 보성군 노동면에서 수행하였다. 공시품종은 대지, 대서 및 수미이었으며, 무멀칭, 백색멀칭 및 흑색멀칭으로 재배하였는데 평창에서는 4월 20일에 파종하여 9월 24일에 수확하였으며, 보성에서는 4월 6일에 파종하여 7월 12일에 수확하였다. 처리당 30평씩 재배하여 생육이 균일한 곳에서 1평씩 4회 조사하였으며 일반 재배관리는 제1절에서와 같이 하였다.

3) 통감자와 쪽감자의 수량 비교

MNT 통감자와 쪽감자의 수량비교는 1996년에 수행하였으며, MNT를 크기로 구분하여 20 30 g 되는 것은 통감자로, 50 150 g 되는 것은 파종 7 10일 전에 2절 또는 4절하여 쪽감자로 파종하였다. 춘작(봄감자)으로는 대지, 대서 및 수미를 공시하여 강원도 평창군 진부면에서 흑색멀칭으로 4월 20일에 파종하여 9월 24일에 수확하였고, 추작(가을감자)으로는 대지를 공시하여 무멀칭으로 제주도에서 8월 12일에 파종하여 11월 28에 수확하였다. 재배면적은 두 지역 모두 처리구당 30평씩이었으며, 조사는 균일한 곳에서 1평씩 4회 실시하였다. 일반 재배관리는 각 지역 표준재배법으로 하였다.

4) CS2 가스처리 효과 비교

감자의 휴면타파에 효과가 있는 것으로 알려진 CS2 가스처리는 경남 밀양시 하남읍에서 실시하여 파종·재배하였다. 공시품종은 대지와 대서 2품종이었으며 1996년 춘작으로 재배·수확한 MNT를 가스처리하였다. 가스처리는 수확한 감자를 대형 비닐봉지에 넣고 가스 농도를 25 ㎖／㎥로 조절하여 봉지속으로 주입하여 72시간 처리한 후 MNT를 꺼내어 비가람하우스에 40일 정도 두었다가 8월 10일에 파종하였다. 재배는 처

리구당 20평씩 하였으며 조사는 균일한 곳에서 1평씩 3회 실시하였다. 일반 재배관리는 밀양지역 관행재배법에 준하였다.

나. 결과 및 고찰

1) MNT와 보급종의 수량비교

일반적으로 작물의 수량은 품종, 재배기술 및 환경의 3요인의 조화에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 감자의 경우도 여기에서 크게 벗어나지는 않으나, 다른 작물에 비하여 씨감자가 차지하는 비중이 더 크다고 할 수 있다. 씨감자는 품종은 물론 씨감자의 크기와 생리적 활성 등이 감자 생육과 수량에 미치는 영향은 지대하다. 씨감자의 크기와 생리적 활성에 따라 맹아가 출현하는 세력이나 줄기수 등이 달라져 (Beukema & Van der Zaag, 1990) 같은 양의 씨감자를 파종하였어도 단위 면적당 줄기수 차이가 발생하여 재식주수가 달라지게 된다. 또한 씨감자의 세대 진전에 따른 차이도 발생하여 정부 보급종을 구입하여 재배한 후 계속 자가 채종하여 재배할 경우 수량이 감소하여 갱신 당년에는 10a당 2,000 kg (6.7 kg/평) 이던 것이 자가 채종 1년차에는 50% 감소하였고 2년차에는 65%가 감소하였다(朱 등, 1983). 이것은 정부 보급종 자체가 기본식물에서부터 6 7대 증식되어 왔기 때문에 세대가 진전될수록 감자의 퇴화가 급속하게 진행되었기 때문이며, 이는 바이러스 감염의 누적에 기인한다고 할 수 있다.

본 시험에 사용한 MNT는 MCT를 하우스에서 1차 증식한 후 노지에서 다시 증식한 MNT 2대로서 수확한 MNT중에서 크기가 20 30 g 정도의 소형 통씨감자를 선별하여 이것과 기존의 보급종과의 수량을 비교하고자 하였다. 대지와 수미를 공시하여 강원도 평창에서 4월 20일에 흑

색멀칭으로 파종하고 9월 24일에 수확하였으며, 전남 보성에서는 수미를 공시하고 백색멀칭과 흑색멀칭으로 4월 6일에 파종하여 7월 12일에 수확한 결과를 표 24에 나타내었다.

출현율은 두 지역에서 모두 MNT와 보급종 모두 92% 이상을 나타내어 MNT와 보급종사이에 차이를 보이지 않았다. 총서중은 평창에서 대지의 경우 MNT 가 평당 15.7 kg으로 보급종의 14.3 kg보다 1.4 kg 많았는데 이는 통계적으로 유의한 차이였다. 상서중에서도 유의한 차이를 보여 MNT가 보급종보다 많았으나 총서수와 상서수에는 차이를 보이지 않았다.

표 24. MNT와 보급종의 지역별 수량 비교

㉠ 강원도 평창군 진부면

품 종	씨감자 종 류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
대 지	MNT	97	15.7	158	15.3	138
	보급종	93	14.3	159	13.9	121
	LSD.05	—	1.2	ns	1.1	ns
수 미	MNT	95	14.0	186	13.8	147
	보급종	92	12.6	169	12.0	135
	LSD.05	—	1.3	ns	1.5	ns

㉡ 전남 보성군 노동면《품 종: 수 미》

멀 칭 종 류	씨감자 종 류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
백 색 멀 칭	MNT	95	14.8	234	13.3	207
	보급종	92	13.4	196	12.4	146
	LSD.05	—	1.3	ns	ns	51
흑 색 멀 칭	MNT	96	13.6	253	11.8	200
	보급종	93	12.1	251	10.6	178
	LSD.05	—	1.4	ns	1.0	ns

수미의 경우도 MNT가 보급종보다 총서중과 상서중이 많았는데, 총서중은 MNT가 평당 14.0 kg, 보급종이 12.6 kg으로 유의한 차이를 보였으며 상서중은 MNT가 13.8 Kg, 보급종이 12.0 kg을 나타내었다. 보성에서는 백색멀칭 재배가 흑색멀칭보다 괴경 수량이 약간 많았는데 이는 파종 초기에 지온 상승 효과가 백색멀칭에서 더 컸기 때문으로 생각되었다. MNT와 보급종간의 수량은 총서중에서 MNT가 멀칭의 종류에 관계없이 많았는데 백색멀칭에서는 MNT가 평당 14.8 kg, 보급종이 13.4 kg, 흑색멀칭에서는 MNT가 13.6 kg, 보급종이 12.1 kg으로 모두 유의한 차이를 보였다. 보성에서도 총서수와 상서수에 있어서는 차이를 보이지 않았으며 백색멀칭에서는 상서중에서도 차이를 보이지 않았다.

총서중으로 비교하여 보면 두 지역 모두 MNT가 보급종보다 9.8

11.2% 수량이 많았는데 이는 MNT 2대의 경우 크기가 20 30 g으로 크기는 작더라도 증식을 2회만 하였기 때문에 활력이 좋아 보급종에 비하여 수량이 많았던 것으로 생각되었다. 한편 이러한 결과를 MNT 2대와 보급종 모두 크기가 20 30 g 되는 것을 재배하여 비교하여 볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

MNT 1대와 2대와의 수량을 비교하기 위하여 강원도 평창에서 대지, 대서 및 수미를 공시하여 흑색멀칭으로 4월 20일에 파종하여 9월 24일에 수확한 결과를 표 25에 제시하였다.

표 25. MNT 1대와 2대의 수량 비교

품 종	MNT 종 류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
대 지	1 대	97	15.8	203	15.2	167
	2 대	99	15.7	158	15.3	138
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns
대 서	1 대	98	15.3	138	14.9	124
	2 대	97	14.8	121	14.3	107
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns
수 미	1 대	96	14.1	137	13.8	119
	2 대	97	14.0	186	13.9	147
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns

출현율은 모두 96% 이상을 보였으며, 총서중은 대지의 경우 평당 15.7 15.8 kg, 대서의 경우 14.8 15.3 kg, 수미의 경우 14.0 14.1 kg을 보였는데 MNT 1대와 2대간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 총서수, 상서중 및 상서수도 1대와 2대간에 차이를 보이지 않아 MNT 1대와 2대간에는 수량의 차이는 없는 것으로 나타났다.

2) 지역 및 멀칭종류별 MNT의 수량성 평가

MNT 2대를 강원도 평창군 진부면과 전남 보성군 노동면에서 대지, 대서 및 수미를 공시하여 무멀칭, 백색멀칭 및 흑색멀칭으로 재배하여 그 결과를 표 26에 나타내었다. MNT 2대는 하우스와 노지에서 증식된 것으로 크기가 20 30 g인 것을 절단하지 않고 파종하였다. 평창지역에서 출현율은 모두 90% 이상을 나타내어 실용상 문제점이 없었으며, 총서중으로 본 수량은 대지의 경우 평당 12.7 15.7 kg, 대서의 경우 11.3 14.5 kg, 수미의 경우 11.8 14.2 kg을 나타냈으며, 멀칭종류별로는 품종에 따라 약간의 차이는 있었지만 흑색멀칭의 효과가 좋은 것으로 나타났다. 이는 평창에서는 감자 생육기간이 여름철 고온기를 지나기 때문에 흑색멀칭의 경우 백색멀칭보다는 지온 상승 억제 및 생육 초기 잡초발생 억제 효과가 좋기 때문으로 생각되었다. 따라서 MNT와 같이 소형 씨감자를 재배할 경우에도 평창에서는 흑색멀칭이 좋은 것으로 평가되었다.

보성에서는 공시품종과 멀칭종류에 따른 출현율이 92% 이상으로 평창에서와 같이 소형 씨감자의 파종에 실용상 문제점이 없었으며, 총서중으로 본 수량은 대지의 경우 평당 12.2 13.4 kg, 대서의 경우 15.1 16.3 kg, 수미의 경우 13.6 14.8 kg을 나타냈다. 멀칭종류에 따른 총서중은 통계적인 유의차는 없었으나 백색멀칭이 약간 좋은 것으로 나타났다. 이

는 4월 6일 파종 직후 지온의 상승효과가 무멀칭이나 흑색멀칭보다 좋기 때문에 출현이 빠르게 되었기 때문으로 생각되나 차이가 크지 않았던 것은 MNT 자체의 활력이 좋기 때문에 지온 상승효과가 반감되었을 뿐더러 잡초 발생으로 인하여 차이가 적었던 것으로 생각되었다.

표 26. MNT 품종 및 멀칭종류별 괴경 수량

㉠ 강원도 평창군 진부면

품 종	멀 칭 종 류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
대 지	무멀칭	95	13.2	142	12.8	118
	백 색	92	12.7	124	12.4	109
	흑 색	97	15.7	152	15.3	138
	LSD.05	—	2.1	ns	1.8	ns
대 서	무멀칭	94	13.7	141	13.4	124
	백 색	88	11.3	89	10.8	69
	흑 색	96	14.5	114	14.4	107
	LSD.05	—	1.7	24	1.4	30
수 미	무멀칭	93	14.2	186	13.7	144
	백 색	90	11.8	104	11.3	91
	흑 색	96	14.0	186	13.8	147
	LSD.05	—	1.3	ns	1.1	ns

㉡ 전남 보성군 노동면

품 종	멀칭 종류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
대 지	무멀칭	93	12.2	198	11.3	164
	백 색	96	13.4	193	12.1	148
	흑 색	94	12.6	207	10.9	135
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns
대 서	무멀칭	92	15.1	189	13.6	127
	백 색	94	16.3	217	15.0	139
	흑 색	93	15.9	202	14.5	121
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns
수 미	무멀칭	91	14.0	197	12.3	133
	백 색	93	14.8	234	13.3	207
	흑 색	95	13.6	253	11.8	200
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns

3) MNT 통감자와 쪽감자의 수량 비교

MNT를 크기로 구분하여 20 30 g인 것은 통감자로 파종하고, 50 100 g인 것은 2절 또는 4절로 절단하여 쪽감자로 파종하여 MNT의 통감자와 쪽감자간 수량을 비교하였다. 강원도 평창군 진부면에서는 대지, 대서 및 수미를 공시하여 춘작으로 4월 20일에 파종하여 9월 24일에 수확하였고, 제주도에서는 대지를 공시하여 추작으로 8월 12일에 파종하여 11월 28일에 수확하여 그 결과를 표 27에 나타내었다.

표 27. 통감자와 쪽감자의 지역별 수량 비교

㉠ 춘 작 (강원도 평창군 진부면)

품 종	감 자 종 류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
대 지	통감자	98	16.0	152	15.5	130
	쪽감자	96	14.6	146	13.9	119
대 서	통감자	96	14.5	114	14.4	107
	쪽감자	95	14.2	131	14.0	117
수 미	통감자	97	14.0	133	13.8	119
	쪽감자	94	15.1	132	14.7	112
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns

㉡ 추 작 (제주도)

《품 종: 대 지》

감 자 종 류	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
MNT					
통감자	99	14.3	118	13.8	90
쪽감자	82	9.2	89	9.0	70
보급종					
쪽감자	79	7.9	55	7.7	47
LSD.05	—	2.3	29	2.4	24

평창에서는 출현율이 94 98%를 나타내었으며, 총서중으로 본 수량은 대지의 경우 통감자가 평당 16.0 kg, 쪽감자가 14.6 kg을 나타냈으며 대서의 경우 통감자가 14.5 kg, 쪽감자가 14.2 kg을 보였다. 수미의 경우 통감자가 평당 14.0 kg, 쪽감자가 15.1 kg을 보여 통감자와 쪽감자간에 일양적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 MNT와 보급종에서는 통감자와 쪽감자간에 평당 총서중의 차이가 있었음(표 24)을 감안하면 MNT의 경우 통감자와 쪽감자간에 총서중 차이를 보이지 않았던 것은 단순히 통감자와 쪽감자의 차이가 아니라 씨감자의 활력의 차이에 따른 결과라고 생각할 수 있다.

제주도에서 대지를 추작으로 재배한 경우에는 출현율의 차이가 있었는데 통감자의 경우 99%의 출현율을 보인 반면, 쪽감자의 경우 82%를, 보급종의 쪽감자는 79%의 출현율을 보였다. 이는 추작으로 재배할 경우 쪽감자는 파종기의 고온으로 인한 씨감자의 부패가 출현율의 저하를 유발하는 것으로 생각되었다. 평당 총서중은 통감자가 14.3 kg, MNT 쪽감자가 9.2 kg, 보급종 쪽감자가 7.9 kg을 나타내 통감자와 쪽감자간에 유의한 차이를 보였다. 이러한 차이는 총서수, 상서중 및 상서수 모두 같은 경향을 나타냈다.

따라서 추작에서는 쪽감자보다는 통감자가 출현율의 확보에 유리하기 때문에 크기는 작더라도 통감자로 파종하는 것이 쪽감자로 파종하는 것보다 좋을 것으로 생각되었다.

4) CS2 가스처리 효과

감자를 재배·수확하여 휴면이 소거되지 않은상태에서 파종을 하기 위해서는 휴면타파를 시킬 수밖에 없다. 감자 휴면타파에 효과가 있는 것으로 알려진 CS2(carbon disulfide) 가스를 처리하여 휴면을 타파시킨

후 수량을 평가하였다. 대지와 대서를 공시하여 경남 밀양시에서 춘작으로 재배하여 7월 12일에 수확하여 크기가 20 30 g 정도되는 MNT를 가스처리하였다. 가스처리 후 MNT를 비가림하우스에 두었다가 추작으로 8월 10일에 파종하여 11월 18일에 수확한 결과를 표 28에 나타내었다.

표 28. CS2 가스처리의 효과

품 종	처 리 내 용	출현율 (%)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
대 지	무처리	93	11.8	99	11.5	91
	처 리	97	12.7	116	11.9	101
	LSD.05	—	ns	ns	ns	ns
대 서	무처리	0	—	—	—	—
	처 리	52	7.8	56	7.6	48
	대 조*	87	10.4	98	9.2	74
	LSD.05	—	1.7	ns	1.4	ns

* 대조는 휴면이 자연적으로 소거된 상태로 파종한 것임.

대지는 수확 후 40여일 동안에 자연적인 휴면소거가 이루어져 무처리의 경우도 출현율이 93%로 가스처리의 97%와 차이를 보이지 않았으며, 총서중, 총서수, 상서중 및 상서수에 있어서도 차이를 나타내지 않았다. 그러나 휴면기간이 긴 대서의 경우는 가스처리를 하지 않았을 경우

출현율이 0%를 보였으나 가스처리를 한 경우에는 52%의 출현율을 보여 출현율에 있어서는 어느 정도 효과가 있었으나 총서중이 평당 7.8 kg으로 상대적으로 낮았다. 이는 가스처리에 의하여 출현은 이루어졌더라도 생육이 부진하였기 때문인데 이는 강제로 휴면을 타파시켜 곧바로 파종을하여 감자의 생리적 나이가 어려 초기 생육이 지연되고 9월 이후에는 기온이 낮아지기 때문에 생장속도가 점차 떨어지기 때문인 것으로 생각되었다. 金 등(1996)은 기내에서 생산된 대지의 소괴경(MCT)의 휴면타파를 위하여 thiourea, GA3, Rindite, CS2 가스처리를하여 포장에 재배한 결과 CS2 처리가 높은 맹아율과 낮은 부패율면에서 가장 효과가 좋았으나 포장 정식 후에는 출현율, 생육 및 괴경 수량은 처리한 화학물질간 차이를 보이지 않았다고 하였다. 따라서 씨감자의 휴면타파를 위하여 화학적인 처리를 하는 것은 휴면생리적으로는 효과가 있으나 감자 재배학적 측면에서는 큰 효과를 기대하기 어려운 것으로 생각되었다.

제4절 감자 생육 및 수량에 미치는 MNT 크기의 영향

1. MNT 크기에 따른 생육 및 괴경수량

가. 노지에서 생산된 MNT의 크기별 비교

1) 재료 및 방법

1996년에 생산된 대지와 대서 MNT 1대를 강원도 평창군 용평면에서 1997년 4월 20일에 파종하여 9월 4일에 수확하였다. MNT는 大·中·小 크기별로 구분하였는데 大는 15 20 g, 中은 5 10 g, 小는 2 3 g 으로 나누었다. 시험 포장의 특성은 표 20과 같았고 흑색멀칭으로 재배하였으며, 鷄糞과 감자 전용 복합비료(11-8-13)를 10ａ당 100 kg씩 基肥로 시용하였다. 평당 18주 파종하였으며 처리구는 3평씩 3반복 난괴법으로 배치하였다. 한편 대지의 MNT를 大·中·小로 구분하고 이를 각각 2切로 절단하여 평균무게가 9.4 g, 5 g 및 1.8 g 되는 쪽감자를 평당 18주로 2평씩 2반복으로 파종하였다.

파종 후 30일에 출현율을 조사하였고, 파종 후 80일에 각 처리구당 10주씩 경장, 분지수를 조사하였으며 엽록소함량은 SPAD 501을 이용하여 주당 3회씩 5주를 측정하였으며 감자 괴경수량 조사는 각 구당 1평씩 조사하였다.

2) 결과 및 고찰

1차년도(1996년)의 연구 결과 20 30 g 정도의 MNT를 강원도 평창

군에서 파종하였을 때 총서중으로서의 수량이 대지는 평당 평균 15 kg, 대서는 14 kg 정도를 나타내었다. 따라서 MNT의 크기가 20 g 이하일 경우 크기에 따른 감자 괴경수량을 구명하기 위하여 MNT 크기를 大·中·小로 구분하여 재배한 결과를 표 29와 30에 나타내었다.

표 29. MNT 大·中·小 크기에 따른 감자의 생육

품 종	MNT 크기 (g)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
대 지	대 (15 20)	100	83.2	13.8	40.7
	중 (5 10)	100	78.5	16.8	40.9
	소 (2 3)	100	70.6	15.0	40.6
	LSD.05	—	9.4	2.6	ns
대 서	대 (15 20)	98	71.4	15.2	39.6
	중 (5 10)	93	73.4	14.7	39.5
	소 (2 3)	91	69.5	14.4	38.7
	LSD.05	—	ns	ns	ns

출현율은 대지의 경우 크기에 관계없이 100%를 보였으며 대서의 경우는 91% 이상을 보였다. 파종 후 80일에 조사한 경장은 대지의 경우 크기가 작을수록 작아졌는데 大는 83.2 cm, 中은 78.5 cm, 小는 70.5 cm로 大와 小간에는 유의한 차이가 있었다. 대서는 크기에 따라 경장이 약

간 작아졌으나 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그러나 분지수는 대지의 경우 13.8 16.8개를 나타냈으나 MNT 크기가 작은 것이 오히려 분지수가 많았으며 엽록소함량은 크기간에 차이를 인정할 수 없었다. 대서의 경우는 분지수와 엽록소함량 모두 크기에 따른 일양적인 차이를 보이지 않았다. 감자의 수량은 총서중, 총서수 및 30 g 이상, 10 30 g 및 2 10 g 으로 구분하여 조사하였는데(표 30) 총서중에서 대지는 MNT 크기가 大일 경우 평당 20.5 kg, 中일 경우 17.4 kg, 小일 경우 11.8 kg을 보여 MNT 크기가 작을수록 감소하였는데 특히 小일 경우 大와 中에 비하여 뚜렷한 감소를 보였다.

표 30. MNT 大·中·小 크기에 따른 감자의 괴경수량

품 종	MNT 크기z	총서중 (kg/평)	총서수 (개/평)	30 g 이상		10 30 g		2 10 g	
				서중	서수	서중	서수	서중	서수
대 지	대	20.5	242	19.7	193	0.8	36	—	12
	중	17.4	211	16.5	160	0.8	35	0.1	15
	소	11.8	186	11.0	132	0.9	40	0.1	13
	LSD.05	4.2	39	2.4	50	ns	ns	—	—
대 서	대	16.0	176	15.1	140	0.8	31	0.1	5
	중	14.6	197	13.8	146	0.7	31	0.1	19
	소	12.4	155	11.8	119	0.6	27	—	9
	LSD.05	2.1	ns	2.2	19	ns	ns	—	—

z MNT 크기: 大 (15 20 g), 中 (5 10 g), 小 (2 3 g)

MNT 크기간 차이는 총서수에서도 나타났는데 이러한 차이는 30 g 이상의 상서에서 발생하였고, 10 30 g 과 2 10 g 사이에서는 MNT 크기간 차이를 인정할 수 없었다. 대서는 대지와 같은 경향을 나타내었는데, 총서중은 大의 경우 평당 16.0 kg, 中은 14.6 kg, 小는 12.4 kg으로 大·中·小간 차이가 있었으며, 특히 中과 小의 차이가 현저하였다. 수확한 감자의 괴경이 30 g 이상인 상서수에서는 MNT 크기간 차이를 인정할 수 있었다. 따라서 MNT의 경우 크기가 中정도 이상이 되면 강원도에서 재배할 경우 실용적으로 크게 문제가 되지 않을 것으로 생각되었다.

한편 MNT를 大·中·小로 구분한 다음 이것을 각각 2切로 절단한 다음 파종하여 생육과 수량을 조사하여 표 31와 32에 제시하였다. 출현율은 크기가 1.8 g인 것만 86%를 보였을 뿐 나머지는 90% 이상의 출현율을 나타내었다. 경장과 분지수 및 엽록소함량은 크기간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 총서중과 상서중은 크기간에 차이를 보였는데, 총서중은 평균 크기가 9.4 g인 경우 평당 16.8 kg, 5.0 g인 경우 13.3 kg, 1.8 g인 경우 10.9 kg을 나타내어 파종한 MNT의 크기가 작을수록 총서중이 감소하였다. 총서수와 상서수에서는 2절한 MNT 크기별 차이를 인정할 수 없었다. 표 30에서는 中의 경우 크기가 5 10 g으로 평당 총서중이 17.8 kg, 小가 2 3 g으로 11.8 kg이었는데, 2절로 절단한 경우에는 9.4 g 일 경우 16.8 kg, 5.0 g 일 경우 13.3 kg, 1.8 g 일 경우 10.9 kg으로 같은 무게라 하더라도 쪽감자의 경우가 약간 총서중이 적었으나 대체로 MNT 크기가 5 g 이상이 되면 유의한 차이를 인정하기 어려울 것으로 생각되었다.

표 31. MNT를 2절한 쪽감자의 크기에 따른 생육

《품 종 : 대 지》

쪽감자 크기 (g)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분 지 수 (개)	엽록소함량
9.4	97	69.1	14.0	41.9
5.0	90	68.4	14.1	41.5
1.8	86	68.7	15.6	41.6
LSD.05	—	ns	ns	ns

표 32. MNT를 2절한 쪽감자의 괴경수량

《품 종 : 대 지》

쪽감자 크기 (g)	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	상서중 (kg/ 평)	상서수 (개/ 평)
9.4	16.8	197	15.8	152
5.0	13.3	193	12.2	149
1.8	10.9	178	10.0	119
LSD.05	2.6	ns	2.3	ns

나. 양액재배에 의하여 생산된 MNT의 크기별 비교

1) 재료 및 방법

분무경재배에 의하여 1996년 11월에 생산된 대지 MNT를 크기별로 10 15 g, 7 10 g, 3 5 g 및 1 3 g으로 구분한 것을 제주도 농촌진흥원으로부터 분양받아 1997년 4월 20일에 강원도 평창에서 흑색멀칭으로 평당 18주를 파종하였다. 크기가 10 15 g인 것은 1평, 나머지는 2평씩 2반복으로 파종하였으며 시비량 및 기타 재배방법은 시험<가>의 방법과 같이 하였다. 조사는 출현율은 파종 후 30일에, 경장, 분지수는 파종 후 80일에 구당 10주씩 하였고, 엽록소함량은 주당 3회씩 5주를 SPAD 501로 측정하였으며, 수확은 9월 20일에 1평씩 하였다.

2) 결과 및 고찰

양액재배(분무경)에 의하여 생산된 MNT는 노지에서 생산된 MNT와는 성질이 다를 수 있기 때문에 분무경에 의하여 생산된 MNT를 크기별로 구분하여 크기에 따른 생육 및 괴경수량을 검토하기 위하여 제주도 농촌진흥원에서 분양을 받아 강원도 평창에서 재배한 결과를 표 33 및 34에 나타내었다.

출현율은 10 15 g에서는 100%, 7 10 및 3 5 g에서는 96%, 1 3 g에서는 93%를 나타내 크기에 따른 문제는 없는 것으로 나타났다. 경장은 61.7 65.2 cm, 분지수는 15.4 16.4개를 나타냈으며, 엽록소함량은 39.3 40.7로 크기간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

수량은 총서중의 경우 크기가 10 15 g에서는 평당 16.7 kg, 7 10 g에서는 16.2 kg, 3 5 g에서는 13.6 kg, 1 3 g에서는 11.7 kg을 나타내 크기가 작을수록 총서중이 감소하였는데 3 5 g 이하의 크기에서 총서

중의 차이를 인정할 수 있었다. 또한 수확한 감자의 무게별로 보면 30 g 이상의 상서중에서 차이가 있었을 뿐 그 이하에서는 차이가 없어 MNT 크기에 따른 총서중의 차이는 30 g 이상의 상서중에서 기인된다고 할 수 있다. 한편 총서수는 크기에 따라 199 245개를 나타냈으나 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 33. 양액재배에 의하여 생산된 MNT의 크기별 생육

MNT 크기 (g)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
10 15	100	63.3	15.7	39.8
7 10	96	65.2	16.4	40.7
3 5	96	64.7	15.8	39.3
1 3	93	61.7	15.4	40.0
LSD.05	—	ns	ns	ns

이상의 결과를 종합하면 MNT 크기별 평당 총서중 생산량은 노지에서 생산된 MNT의 경우 크기가 5 10 g일 때 17.4 kg, 2 3 g 일 때 11.8 kg이었고(표 30), 2절로 절단한 다음 파종한 경우는 절단한 MNT의 크기가 9.4 g일 경우 16.8 kg, 5.0 g일 경우 13.3 kg, 1.8 g일 경우 10.9 kg 이었다(표 32). 양액재배로 얻은 MNT의 경우 10 15 g일 경우 16.7 kg, 7 10 g일 경우 16.2 kg, 3 5 g 일 경우 13.6 kg, 1 3 g일 경우

11.7 kg을 나타내(표 34) 강원도에서 4월에 파종하여 9월에 수확할 경우 MNT의 크기가 5 g 이상이 되면 감자의 수량에 큰 문제가 없을 것으로 생각되었으나 이는 1년간의 시험 결과로 年次間 변이를 검정하기 위해서 추후 계속 시험이 필요할 것으로 사료된다.

표 34. 양액재배에 의하여 생산된 MNT의 크기별 괴경수량

MNT 크기 (g)		총서중 (kg/평)	총서수 (개/평)	30 g 이상		10 30 g		2 10 g	
				서중	서수	서중	서수	서중	서수
10	15	16.7	227	15.6	186	1.1	54	—	4
7	10	16.2	245	15.1	186	1.1	44	—	11
3	5	13.6	201	12.7	154	0.9	36	—	11
1	3	11.7	199	10.4	140	1.3	36	—	17
LSD.05		1.8	ns	2.6	ns	ns	ns	—	—

다. 秋作에서 MNT 크기에 따른 괴경수량

1) 재료 및 방법

MNT 크기에 따른 수량을 비교하기 위하여 1997년 6월에 폿트 재배로 생산된 MNT를 제주도에서 8월 18일에 파종하여 11월 7일에 수확하였다. MNT의 크기는 5, 10, 15, 20, 30 및 50 g으로 구분하였고 대조로

100 150 g되는 감자를 4절하여 쪽감자로 파종하였다. 재식주수는 평당 25주로 하였고, 시비는 질소, 인산, 가리를 각각 15, 10, 12 kg/ 10a씩 복합비료로 전량 기비로 시용하였고 퇴비를 10a 당 1,000 kg 살포하였다. 시험구는 4평씩 난괴법 3반복으로 배치하였다. 토양 분석을 위하여 시험포장내에서 임의로 6군데 토양을 0 10 cm 깊이로 채취하여 제2절에서 분석한 방법과 같은 방법으로 분석하여 표 35에 나타내었다. 제주도의 시험포장은 강원도 평창의 포장에 비하여 유기물과 질산태 질소 함량이 낮았으며 특히, 인산의 함량이 현저하게 낮았다. 출현율은 파종 후 30일에 조사하였고, 경장과 분지수는 파종 후 50일에 구당 10주씩 조사하였으며, 엽록소함량은 주당 3회씩 5주를 SPAD 501로 측정하였으며, 수량조사는 1평씩 조사하였다.

표 35. 제주도 시험포의 토양 특성

pH (1:5)	유기물함량 (g/ kg)	NO_3^- (ppm)	P_2O_5 (mg/ kg)	EC (dS/ m)	치환성 양이온(cmol+/kg)		
					K	Mg	Ca
5.0	1.5	9	43	2.11	0.40	1.97	0.73

2) 결과 및 고찰

MNT 크기에 따른 감자의 생육 및 수량을 秋作에서 검토하기 위하여 품종 대지를 공시하여 1997년에 제주도 북제주군 조천읍에서 수행하였

다. MNT의 크기는 5, 10, 15, 20, 30 및 50 g으로 구분하였고, 쪽감자를 대조로 파종하였다. 파종 후 30일에 조사한 출현율과 50일에 조사한 경장, 분지수 및 엽록소함량의 결과는 표 36에 나타내었다.

표 36. 추작재배시 MNT 크기에 따른 감자의 생육

MNT 크기 (g)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
5	81	29.0c	12.9	43.6
10	79	33.8bc	13.3	44.2
15	78	37.1abc	13.4	44.1
20	90	40.6ab	13.0	43.8
30	92	41.6ab	13.5	43.5
50	90	46.0a	13.7	43.0
쪽감자	72	34.2bc	11.0	41.9

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.
** 분지수 및 엽록소함량은 씨감자 크기간에 유의성이 없음.

출현율은 크기에 따라 일양적인 차이를 나타내지 않았으나 20 g 이상인 경우에 90 92%를 나타냈다. 쪽감자는 출현율이 72%를 나타내었는데 이는 1996년도 결과(표 27)와 같은 경향으로 추작에서는 쪽감자로 파종하면 부패 등으로 출현율이 낮아져 문제가 되었다. 경장은 MNT의 크기에

따라 증가하여 크기가 5 g인 것은 29.0 cm, 10 g인 것은 33.8 cm 이었으며 15 g인 것은 37.1 cm로 20, 30 및 50 g인 것과 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 주당 분지수와 엽록소함량은 MNT크기간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 쪽감자는 MNT와 비교하면 경장은 MNT 10 g과 비슷하였다. 파종 후 80여일인 11월 7일에 수확한 괴경수량의 결과는 표 37에 제시하였다. 평당 총서중은 MNT 크기에 따라 차이를 보였는데 5 g의 경우는 4.3 kg, 10 g의 경우는 7.3 kg, 15 g인 경우는 9.1 kg, 20 g인 경우는 10.8 kg, 30 g인 경우는 11.2 kg, 50 g인 경우는 10.6 kg을 나타내어 통계적으로는 10 g 이하와 15 g 이상의 크기간에는 차이를 보였으나, 15 g 이상에서 50 g 까지는 총서중의 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 37. 추작재배시 MNT 크기에 따른 감자의 수량

씨감자 크기 (g)	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	상서중 (kg/ 평)	상서수 (개/ 평)
5	4.3c	151ab	3.5e	47c
10	7.3b	214ab	6.3cd	78bc
15	9.1ab	223ab	8.2bc	92ab
20	10.8a	264a	9.7ab	107ab
30	11.2a	215ab	10.6a	110a
50	10.6a	212ab	9.9ab	110a
쪽감자	4.4c	125b	4.1de	58c

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

상서중은 총서중과 같은 경향을 나타냈으나, 총서수는 일정한 경향을 보이지 않았다. 상서수는 총서수에 비하여 현저하게 적어서 총서수의 50% 이하를 나타냈는데 이는 수확시기가 적정기보다 20여일 빨라 괴경의 비대가 충분하게 되지 않았기 때문으로 생각되었으며, 적기에 수확을 하였더라면 수량이 더 많아졌을 것으로 생각되었다. 한편 금년에 제주도에서는 감자 파종기에 8월 초부터 15일간 강우가 계속되었고 강우가 끝나 8월 18일, 19일의 파종 후에는 異常高溫이 10여일간 지속되었고, 9월 14일에는 태풍「올리와」의 영향으로 潮風이 제주도 전역에 발생하여 생육 초기의 감자 잎이 고사하여 전체적으로 20 30%의 피해를 받았으며, 9월 중순부터 70여일간의 가뭄으로 감자 생육에는 적합하지 않은 기상환경이 발생하였다. 潮風害의 발생 직후 약간의 강우가 있었으며 다음날에 영양비료의 엽면시비로 재배적인 대처를 하였다.

이러한 감자 재배에 불리한 재배환경을 감안하여 평당 총서중을 판단기준으로 하면, 추작에서는 MNT크기가 15 g 이상이 되면 실용적인 면에서 문제가 없을 것으로 생각되었다. 그러나 춘작에서는 MNT 크기가 5 g 이상이 되면 문제가 없는 것으로 나타나(표 30, 32, 34) 추작에서의 MNT 크기는 잠정적으로 15 g이상으로 하고, 정상적인 기상조건하에서 재시험을 한 후에 결론을 도출하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

씨감자의 크기는 감자 재배에서 중요한 요인으로 유럽에서는 보통 35 80 g 또는 25 35 mm의 씨감자를 파종하는데, Beukema와 Van der Zaar(1990)는 씨감자의 크기에 따른 장단점을 다음과 같이 설명하였다.

① 씨감자의 크기가 큰 경우

- 단위 괴경중당 맹아수가 적고
- 높은 재식밀도에 빠르게 도달하고
- 주당 줄기수가 많고
- 출현이 빠르며
- 불량환경에서도 출현율이 좋으며
- 재생이 빠르다

② 씨감자의 크기가 작은 경우

- 단위 괴경중당 맹아수가 많으며
- 높은 재식밀도에 도달하는데 시간이 소요되며
- 주당 줄기수가 적고
- 출현이 늦으며
- 불량환경에서 출현율이 낮으며
- 피해를 받았을 때 재생력이 약하다

그러나 이상과 같은 장단점은 일반적인 것으로 같은 크기의 감자라도 생리적 나이, 감자 생육기간중의 환경조건, 저장조건 등에 따라 맹아의 특성이 변하기 때문에(Lommen, 1994) 일률적으로 규정하기는 쉽지 않다. 특히 이러한 것은 일반 씨감자의 경우로 증식단계가 6 8 단계되는 감자를 대상으로 했기 때문에 증식단계가 2 3단계인 MNT의 경우를 그대로 적용시키기에는 연구 결과가 부족한 실정이다. 한편 양액재배(분무경)에 의해 생산된 MNT의 수량평가는 고령지농업시험장에서도 수행하였는데, 고령지농업시험장(1996)에서는 수미를 공시하여 MNT를 1, 5, 10, 20, 30 g 및 절단서로 구분하여 5월 9일에 망실에서 파종하여 수량

을 비교한 결과 MNT 크기가 10 g 이상이면 기존의 씨감자인 절단서에 비하여 차이가 없다고 하였다. 한편 농촌진흥청(1996)에서는 「양액씨감자 생산기술 개요 및 좋은점」을 설명하면서 크기가 "5 g 이상 씨감자는 농가포장에서 직접 노지재배가 가능하며 품질과 수량이 정상 씨감자와 대등함"이라고하였다 이러한 결과들을 종합하면 MNT의 경우는 춘작은 5 10 g 이상, 추작에서는 10 15 g 이상이면 실용적인 면에서 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

2. 파종기 및 파종심도에 따른 MNT의 생육 및 수량

가. 재료 및 방법

MNT를 춘작으로 재배할 경우 파종기 및 파종심도에 따른 생육과 수량을 구명하기 위하여 강원도 평창군 용평면에서 1997년 4월 20일과 5월 23일에 파종하여 9월 4일에 수확하였다. 시험포장의 토양은 표 20에서와 같다. 처리구 면적은 구당 3평씩 3반복으로 난괴법으로 배치하였다. 공시품종은 대지와 대서이었으며, MNT는 크기가 5 10 g 정도되는 것을 평당 18주 파종하였다. 파종기 시험은 4월 20일과 5월 23일에 파종하였으며, 파종심도는 5 cm 와 10 cm 깊이로 4월 20일에 파종하였다. 출현율 조사는 파종 후 30일에 하였으며 생육 조사는 7월 15일에 경장과 분지수는 10주씩 조사하였고, 엽록소함량은 주당 3회씩 5주를 측정하였으며, 수량은 1평씩 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

MNT는 쪽감자에 비하면 크기가 작기 때문에 노지에서 파종기의 지

연에 따라 출현이나 생육이 지연 되어 수량에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 생육기간의 조만성이 다른 대지와 대서를 공시하여 파종기를 적기와 적기보다 30일 정도 늦게 파종하여 그 결과를 표 38과 39에 나타내었다.

출현율은 파종기에 관계없이 두 품종 모두 93% 이상을 보였으나, 경장은 품종에 따라 파종기간 차이를 나타냈다. 7월 15일에 조사한 경장은 대지의 경우 4월 20일 파종한 것은 69.5 cm이었으나 5월 23일에 파종한 것은 47.2 cm로 현저한 차이를 나타냈다. 대서의 경우는 4월 20일 파종한 것은 59.5 cm, 5월 20일에 파종한 것은 58.7 cm로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 분지수에 있어서도 대지는 15.7개와 13.9개로 파종기간에 차이를 보였으나 대서는 14.5개와 14.4개로 차이를 보이지 않았다. 엽록소함량은 두 품종 모두 파종기간에 차이를 나타내지 않았다.

표 38. 파종기에 따른 MNT의 생육

품 종	파 종 일	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
대 지	4월 20일	97	69.5	15.7	42.0
	5월 23일	99	47.2	13.9	41.0
	LSD.05	—	12.7	1.6	ns
대 서	4월 20일	93	59.5	14.5	41.7
	5월 23일	98	58.7	14.4	40.0
	LSD.05	—	ns	ns	ns

감자 괴경수량은 총서중의 경우 대지는 파종기간에 차이를 보여 4월 20일에 파종한 것은 평당 17.4 kg이었으나 5월 23일에 파종한 것은 13.0 kg이었다. 대서는 파종기간에 각각 14.6 kg과 13.4 kg을 나타내어 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 품종간에 파종기에 따른 생육과 수량의 반응이 상이하게 나타난 것은 품종 자체의 생육기간의 차이에서 기인하는 것으로 생각되었다. 대지는 중만생종으로 생육기간이 비교적 길지만, 대서는 생육기의 온도에 따라 90 110일 정도로 대지보다 짧기 때문에 파종 적기보다 늦게 파종하여도 생육이 빨라져 수량의 차이를 보이지 않았던 것으로 생각되었다.

표 39. 파종기에 따른 MNT의 수량

품 종	파 종 일	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	상서중 (kg/ 평)	상서수 (개/ 평)
대 지	4월 20일	17.4	211	16.5	160
	5월 23일	13.0	202	11.8	147
	LSD.05	2.7	ns	2.1	ns
대 서	4월 20일	14.6	197	13.8	146
	5월 23일	13.4	182	12.4	153
	LSD.05	ns	ns	ns	ns

강원도에서 농가가 파종하는 방법은 휴대용 간이 파종기로 파종하기 때문에 비교적 깊게(5 10 cm 정도) 파종하게 된다. 이러한 관행적인 방법으로 크기가 작은 MNT를 파종하게 되면 파종심도가 깊어져 출현이 지연되고, 출현의 지연은 생육에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 5 10 g 정도의 MNT를 파종심도를 5 cm와 10 cm의 2조건으로하여 4월 20일에 파종하여 생육과 괴경수량을 조사하여 표 40과 41에 제시하였다.

표 40. 파종심도에 따른 MNT의 생육

품 종	파종 심도 (cm)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
대 지	5	89	75.6	14.3	41.3
	10	91	73.1	13.4	40.1
대 서	5	93	72.3	13.4	39.4
	10	91	75.1	14.5	40.6
	LSD.05	ns	ns	ns	ns

파종심도에 따른 출현율은 대지와 대서 모두 89% 이상을 보여 파종심도를 10 cm 깊이로 파종을 하더라도 출현에 큰 영향을 미치지는 않았다. 출현율이 파종심도에 따라 차이가 없었기 때문에 경장, 분지수 및 엽록소함량 모두 파종심도간에 차이가 없었다. 평당 총서중은 대지의 경

우 파종심도가 5 cm일 때 15.9 kg, 10 cm일 때 15.1 kg 이었고 대서의 경우 5 cm에서는 12.8 kg, 10 cm에서는 13.2 kg으로 파종심도간에 차이가 없었다. 총서수, 상서중 및 상서수도 파종심도간에 차이가 없었다. 감자의 출현율은 씨감자의 활력, 토양온도 및 토양수분조건의 영향을 크게 받는데 파종심도에 따라 토양온도와 수분이 달라지기 때문에 건조하고 고온일 경우는 깊게 파종하고, 과습한 토양과 저온일 경우는 얕게 파종하는 것이 유리하다고 하였다(Levy, 1986).

이러한 결과는 파종한 MNT가 크기는 5 10 g 정도로 작지만 파종시 10 cm 깊이로 파종을 하여도 출현이나 생육 및 수량에 지장을 받지 않는다는 것을 의미하는 것으로 파종작업시 돌맹이 같은 것을 제거하여 포장 준비를 잘하면 파종 작업과 관련한 MNT의 실용화에 큰 문제는 없는 것으로 판단되었다.

표 41. 파종심도에 따른 MNT의 수량

품 종	파종 심도	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	상서중 (kg/ 평)	상서수 (개/ 평)
대 지	5	15.9	282	13.6	170
	10	15.1	239	13.8	145
	LSD.05	ns	ns	ns	ns
대 서	5	12.8	201	11.6	134
	10	13.2	198	11.3	109
	LSD.05	ns	ns	ns	ns

3. MNT의 수확 후 일수(서령)에 따른 생육 및 수량

가. 재료 및 방법

MNT를 수확한 후 상온에 보관한 일수 즉, 서령을 다르게하여 생육과 수량을 검토하기 위하여 1997년 8월 19일에 제주도 북제주군 조천읍에서 수행하였다. 대지를 공시품종으로하여 MNT 크기가 약 10 g 정도되는 것을 사용하였다. 수확 후 일수는 60일(6월 18일 수확), 90일(5월 16일 수확) 및 120일(4월 20일 수확)의 3조건으로하여 평당 25주를 파종하였다. 시비량은 질소-인산-가리를 성분량으로 15- 10-12 kg/ 10a을 복합비료로 전량 기비로 시용하였다. 처리구는 4.5평씩 난괴법 3반복으로 배치하였다. 파종 후 30일에 출현율을 조사하였고 50일에는 경장과 분지수는 10주씩 조사하였고 엽록소함량을 주당 3회씩 5주를 SPAD 501로 측정하였으며, 괴경수량은 11월 7일에 생육이 균일한 곳에서 1평씩 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

감자는 재배기간중 뿐만 아니라 수확 후 보관조건에 따라 씨감자의 맹아수, 초기 생장 등이 달라지므로 씨감자는 파종 전에 적당한 생리적 나이를 유지하는 것이 바람직하다. 그러나 적당한 생리적 나이는 품종의 휴면기간 및 저장조건에 따라 다른데 휴면기간이 50 60일로 비교적 짧은 대지를 공시하여 수확 후 상온에 보관하여 수확일수에 따라 생리적 나이가 다르게 되도록하여 재배하였다. 수확 후 일수는 120일(4월 20일에 수확), 90일(5월 16일 수확) 및 60일(6월 18일 수확)의 3조건으로 하였

고 수확 후에는 계속 실온에 보관하여 휴면이 소거되도록 하였으며 하절기의 고온기에도 실온에 두어 aging이 진행되도록 하였다. 파종 후 30일에 조사한 출현율과 50일에 조사한 경장, 분지수 및 엽록소함량의 결과를 표 42에 나타내었다. 출현율은 수확 후 일수가 오래된 것일수록 낮아져 60일 된 것은 91%, 90일 된 것은 74%, 120일 된 것은 65%를 나타내 유의한 차이를 나타냈다.

표 42. MNT 수확 후 일수에 따른 출현율과 생육

수확 후 일수	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
60	91	31.4	13.7	42.6
90	74	35.1	13.9	43.0
120	65	30.0	12.4	41.9
LSD.05	12	ns	ns	ns

제주도에서 파종 전 15일간 계속된 강우와 파종 직 후 10여일간 지속된 異常高溫으로 인하여 수확 후 일수가 오래되어 생리적 나이가 진행되어 노쇠해진 씨감자는 일부 부패하거나 고온으로 인한 피해를 받아 2차 맹아가 출현하는 활력이 낮아졌기 때문으로 생각되었다. 보관기간이 오래된 감자의 활력의 저하는 MCT에서도 볼 수 있었는데(표13) 대지의

경우 저온에 195일 저장하였을 때 출아율이 70%로 낮아진 것과 같은 결과라 할 수 있다. 따라서 품종의 휴면기간에 따라서 저온저장 등의 방법을 이용하여 적정한 생리적 나이가 유지될 수 있도록 하여야 할 것이다. 한편 파종 후 50일에 조사한 경장은 30 35.1 cm, 분지수는 12.4 13.9개, 엽록소함량은 41.9 43.0을 나타내어 수확 후 일수에 따른 일양적인 경향을 나타내지 않았다. 이러한 결과는 출현까지는 활력의 차이가 있더라도 출현 후의 생장은 차이가 없기 때문에 나타난 것인지 또는 9월 14일에 제주도에 상륙한 태풍「올리와」의 영향으로 발생한 潮風으로 인한 피해를 받아 20 30% 정도의 잎이 고사하였는데 潮風害의 영향에 의한 것인지는 명확하게 밝혀지지 않았다.

11월 7일에 적정 수확기보다 20여일 빠르게 수확한 감자의 수량은 표 43에 나타내었다. 평당 총서중은 수확 후 일수가 60일 경우는 7.4 kg, 90일 경우는 6.4 kg, 120일 경우는 5.2 kg으로 나타나 수확 후 일수가 오래되어 노쇠한 MNT일수록 총서중이 낮았다. 상서중은 총서중과 같은 경향을 나타냈으나, 총서수와 상서수는 수확 후 일수에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 한편, 평당 총서중이 전체적으로 약간 낮았는데 이는 조기수확과 기상환경의 영향으로 생각되었으며, 총서중의 차이는 출현율의 차이에 일차적으로 기인하였고 이어서 潮風害 및 9월 중순이후 70여일 지속된 가뭄의 영향을 일부 받은 것으로 생각되었다. 총서수와 상서수의 차이가 큰 것은 수확시기가 빨라 괴경의 비대가 충분히 되지 않았기 때문으로 생각되었다. 한편 金과 鄭(1994)은 MCT의 서령과 포장 수량과의 관계를 밝히는 연구에서 秀美 MCT를 수확 직 후에 33주, 24주 및 15주간을 4℃에 저장하다가 파종 전 3주간 실온에 두었다가 파종하였을 때 수량은 33주간 저장한 것이 좋다고 하였는데 이는 수미의 휴면기간이 80 90일로 길고 저온저장에 의하여 aging의 진행이 지연되었

기 때문으로 생각되었다.

표 43. MNT 수확 후 일수에 따른 수량

수확 후 일수	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	상서중 (kg/ 평)	상서수 (개/ 평)
60	7.4	157	6.8	86
90	6.4	193	5.5	68
120	5.2	162	4.6	71
LSD.05	1.57	ns	1.64	ns

4. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 감자의 생육 및 수량

가. 春 作

1) 재료 및 방법

MNT를 춘작으로 재배할 경우 최적 재배방법을 구명하기 위하여 일차적으로 질소 시비수준과 재식주수를 달리하여 강원도 평창군 용평면에서 1997년 4월 29일에 파종하여 9월 4일에 수확하였다. 공시품종으로는 대지와 대서를 이용하였으며 1996년에 생산한 MNT 1대에서 크기가 5 15 g 정도되는 MNT를 선별하여 파종하였다. 시험포장의 토양 특성

은 표 20과 같았으며, 질소 시비수준은 10 a 당 5.5, 11, 16.5 및 22 kg의 4수준으로하여 이를 主區로 하고 재식주수는 평당 14, 18 및 23주의 3수준으로하여 이를 細區로 하는 분할구배치법으로 구당 4평씩 3반복으로 수행하였다. 인산은 10a 당 8 kg, 가리는 13 kg를 질소와 같이 전량 기비로 시용하였고 계분을 10a 당 100 kg을 살포하였다. 출현율은 파종 후 30일에 조사하였고, 생육 조사는 파종 후 80일에 하였는데 경장과 분지수는 구당 10주씩, 엽록소함량은 주당 3회씩 5주를 SPAD 501로 측정하였으며, 수량은 1평씩 조사하였다.

2) 결과 및 고찰

감자의 수량은 생육일수, 동화능력 및 단위 면적당 재식밀도 등에 의하여 결정되며 괴경수는 재식밀도에 크게 영향을 받는다. 재식밀도는 단위 면적당 줄기수로 표현하는데, 이는 재식주수에 의하여 일차적으로 결정되나 씨감자의 크기, 생리적 나이, 토양조건 및 파종방법 등에 의해서도 지배를 받는다. 유럽에서는 ㎡ 당 15 20개의 줄기수를 적정 재식밀도로 하지만 (Beukema & Van der Zaag, 1990), 우리 나라에서는 평당 파종개수를 기준으로 재식밀도를 정하고 있다. 한편 시비량도 표준시비량을 지역별, 작형별로 권장하고 있지만 실제 농가에서는 감자 전용 복합비료를 표준시비량보다 많이 시용하는 경우가 허다하다. 또한 감자 재배를 오래한 포장의 경우 과다 시비의 누적으로 토양내 인산함량이 과다하게 잔존해 있거나 토양의 산성화가 진행되어 pH가 적정 수준보다 낮은 경우가 있다. 따라서 감자 포장별로 토양분석을 통하여 적정 시비량을 산출하고 필요시 토양교정을 하도록 하는 것이 장기적으로 감자 재배를 위해서는 바람직할 것으로 생각한다.

본 연구에서는 대지와 대서의 MNT를 공시하여 질소 시비수준을 4수

준으로 하고 재식주수를 3수준으로하여 시험을 수행하여 출현율, 경장, 분지수 및 엽록소함량을 조사하여 표 44에 나타내었다.

표 44. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 MNT의 생육

《품 종: 대 지 》

질소 수준 (kg/ 10a)	재식주수 (주/ 평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
5.5	14	100	68.5c	14.7	41.7
	18	95	72.0bc	15.1	42.3
	23	96	72.5bc	14.7	42.0
11	14	97	78.0a	15.1	41.8
	18	97	69.5c	15.7	42.0
	23	100	77.0ab	15.5	42.4
16.5	14	100	73.5bc	15.0	39.5
	18	97	70.5c	15.4	42.7
	23	96	75.0bc	14.8	40.5
22	14	96	79.0a	15.3	39.3
	18	92	76.0ab	15.3	40.0
	23	96	80.0a	15.8	41.6

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

《 품 종: 대 서 》

질소 수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수	엽록소함량
5.5	14	100	65.5a	15.2	41.9
	18	95	61.5ab	14.8	41.6
	23	98	53.0c	13.6	43.1
11	14	89	67.0a	15.0	40.4
	18	92	59.5b	14.5	41.7
	23	92	62.5ab	14.6	42.6
16.5	14	93	67.5a	14.2	36.6
	18	100	64.5a	15.6	40.0
	23	96	56.5b	13.6	39.7
22	14	96	67.5a	15.5	37.0
	18	95	65.5a	15.2	37.5
	23	96	59.0b	15.2	37.9

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

출현율은 대지의 경우 92 100%를 보였으며, 대서의 경우 92 100%를 나타내어 MNT의 출현율은 상당히 높은 편이었다. 경장은 질소 시비수준에 따라 일양적인 경향을 보이지는 않았지만 대지의 경우 질소 시비량 22 kg 수준에서 가장 컸지만 대서는 질소 시비수준간에 큰 차이를 보이지 않았다. 한편, 분지수는 대지가 주당 14 15개, 대서가 13 15개로 차이를 보이지 않았으며, 엽록소함량도 질소 시비수준 및 재식주수에

따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

감자의 수량 조사는 1평씩 수확하여 총서중, 총서수, 상서중 및 상서수로 구분하여 그 결과를 표 45에 제시하였다. 대지는 질소 시비수준 11 kg일 때 평당 23주에서 총서중이 평당 18.3 kg으로 최고치를 보였으며 시비수준에 관계없이 재식주수가 평당 14주 일 때 총서중이 적게 나왔다. 총서수는 일정한 경향을 보이지 않았으며 상서중은 총서중과 같은

표 45. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 괴경수량

《 품 종: 대 지 》

질소 수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	총 서 중 (kg／평)	총 서 수 (개／평)	상 서 중 (kg／평)	상 서 수 (개／평)
5.5	14	13.6de	213ab	12.6b	139c
	18	17.6abc	240ab	16.1ab	169abc
	23	16.8abcd	273a	15.0ab	179ab
11	14	16.5abcde	212ab	15.2ab	147abc
	18	17.8ab	252ab	16.4ab	173abc
	23	18.3a	258ab	17.0a	183a
16.5	14	13.2e	205b	12.1b	142bc
	18	14.6bcde	244ab	13.4ab	166abc
	23	16.5abcde	257ab	15.0ab	170abc
22	14	13.5de	201b	12.2b	144bc
	18	14.4cde	226ab	12.8ab	155abc
	23	17.1abc	260ab	15.6ab	176abc

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

《 품 종: 대 서 》

질소 수준 (kg／10a)	재식주수 (주／평)	총서중 (kg／평)	총서수 (개／평)	상서중 (kg／평)	상서수 (개／평)
5.5	14	14.2b	167ab	13.4a	126b
	18	13.0b	160ab	12.2a	123b
	23	13.7b	212a	12.5a	152a
11	14	15.0ab	154b	14.3a	129b
	18	16.1a	194ab	15.0a	150a
	23	15.8ab	191ab	14.7a	140ab
16.5	14	13.5b	150b	12.8a	118b
	18	14.0b	191ab	13.3a	143ab
	23	15.4ab	199ab	14.3a	147ab
22	14	13.8b	160ab	13.0a	119b
	18	15.5ab	202ab	14.5a	152a
	23	13.8b	186ab	13.0a	139ab

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

경향을 보였다. 대서는 11 kg의 질소 수준에서 재식주수가 18주일 때 총서중이 16.1 kg으로 최고값을 나타냈다. 총서수, 상서중 및 상서수 모두 처리간 유의한 차이를 나타냈으나 일정한 경향을 보이지는 않았다. 총서수는 대지의 경우 질소수준 5.5 kg에서 23주를 파종하였을 때 평당 273개로 최고를 나타냈으며 대서는 대지와 같은 조건에서 212개로 최고를

보였다. 상서중은 대지는 평당 12.1 17.0 kg, 대서는 12.2 15.0 kg을 나타내 상서율은 평균 90% 이상을 나타냈다. 상서수는 대지가 평당 139 183개, 대서가 118 152개를 나타냈다.

한편 총서중, 총서수, 상서중 및 상서수 상호간에 어떤 관계를 갖고 있는가를 보기 위하여 이들 요소들간 상호관계를 구하여 표 46에 나타내었다. 대지의 경우 총서중은 총서수, 상서중 및 상서수와 고도로 유의한 正의 관계를 나타냈으며, 총서수는 상서중과 상서수, 상서중은 상서수와 유의한 正의 상관관계를 갖고 있었다. 대서는 총서중과 상서중, 상서수와 고도의 正의 상관관계를 갖고 있으며, 총서수는 상서수와 유의한 正의 상관관계를 나타냈다. 따라서 총서중은 대지와 대서 모두 상서중과는 正의 상관관계를 갖고 있기 때문에 총서중으로 감자 수량을 판단하여도 무방할 것으로 생각되었다.

표 46. 수량요소들간 상호관계

	대 지				대 서			
	총서중	총서수	상서중	상서수	총서중	총서수	상서중	상서수
총서중	1.000	0.700**	0.980**	0.780**	1.000	0.440ns	0.990**	0.580**
총서수		1.000	0.630**	0.750**		1.000	0.330ns	0.960**
상서중			1.000	0.790**			1.000	0.490ns
상서수				1.000				1.000

총서중이 총서수, 상서중, 상서수와 높은 정의 상관관계를 갖고 있기 때문에 총서중에 대한 질소 시비수준과 재식주수의 효과를 분할구배치법으로 분석하여 표 47에 나타내었다. 대지는 질소수준과 재식주수 모두 처리간에 유의성이 있었는데 질소수준은 10a 당 11 kg에서, 재식주수는 평당 23주에서 최고 수량을 나타냈다. 대서는 질소수준간에는 유의성이 없었으나 재식주수간에는 유의성을 보여 평당 18 23주에서 최고 수량을 나타냈다. 따라서 강원도에서 MNT를 재배할 경우에는 질소 시비수준을 10a 당 11 kg을 시용하고 재식주수는 평당 20주 정도로 일반 쪽감자 재배시보다 약간 밀식하는 것이 좋은 것으로 나타났다.

표 47. 총서중에 미치는 질소 시비수준 및 재식주수의 효과

《 품 종: 대 지 》

(단위 : kg / 평)

질 소 수 준 (kg／10a)	재 식 주 수 (주／평)			LSD.05
	14	18	23	
5.5	13.6	17.7	16.9	1.32
11	16.6	17.8	18.4	
16.5	13.2	14.6	16.5	
22	13.5	14.4	17.2	
LSD.05	1.84			

《 품 종: 대 서 》

(단위 : kg / 평)

질 소 수 준 (kg／10a)	재 식 주 수 (주／평)			LSD.05
	14	18	23	
5.5	14.2	13.0	13.6	ns
11	14.8	16.1	15.8	
16.5	13.5	14.1	15.4	
22	13.8	15.6	13.9	
LSD.05	0.51			

MNT는 생리적 나이에 따라 차이는 있겠지만 일반적으로 최초로 출현하는 맹아수가 1 2개로 일반 쪽감자에 비하여 적기 때문에 파종주수를 늘리는 것이 단위 면적당 줄기수를 확보하는데 유리한 것으로 생각되었다.

나. 秋 作

1) 재료 및 방법

MNT를 가을재배하여 생육 및 수량을 조사하고자 1997년 8월 19일에 제주도 북제주군 조천읍에서 대지를 공시하여 수행하였다. 대지 MNT는 1997년 6월에 수확한 것으로 크기가 3 7 g인 것을 파종하였다. 질소 시비수준은 10a 당 15 kg 및 19 kg의 2수준으로, 인산과 가리는 10a 당

10 kg과 12 kg을 전량 기비로 시용하였다. 재식주수는 평당 22주, 25주, 27.5주 및 30주의 4수준으로 하였으며 처리구는 4평씩 3반복으로 배치하였다. 출현율은 파종 후 30일에 조사하였고 파종 후 50일에 경장과 분지수는 10주씩 조사하였고 엽록소함량은 주당 3회씩 5주를 SPAD 501로 측정하였으며 수량은 11월 7일에 1평씩 조사하였다.

2) 결과 및 고찰

MNT를 춘작으로 강원도 평창군 용평면에서 재배하여 질소 시비수준보다는 재식주수가 감자 수량에 영향을 더 크게 미치며 적정 재식주수는 평당 20주로 나타났다. 따라서 가을감자의 경우도 같은 방식으로하여 검토하고자 제주도에서 대지 MNT(3 7 g)를 공시하여 수행하였다. 파종 후 30일에 조사한 출현율과 50일에 조사한 경장, 분지수 및 엽록소함량의 결과를 표 48에 제시하였다.

표 48. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 생육

질소 시비수준 (kg/ 10a)	재식주수 (주/ 평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
15	22	85	25.8b	11.6a	43.1
	25	85	29.9a	12.9a	43.4
	27.5	85	28.9a	12.6a	43.7
	30	78	27.6ab	13.6a	44.0
19	22	74	25.4b	11.9a	44.0
	25	81	26.0ab	12.6a	43.6
	27.5	80	28.8b	12.2a	42.6
	30	78	29.8a	12.8a	42.8

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

출현율은 파종 직 후 강우와 10여일간 평년 기온을 상회하는 고온으로 인하여 봄감자에 비하여 낮아져 처리에 따라 71 85%를 나타냈다. 경장은 질소 시비수준과 재식주수에 관계없이 25.4 29.9 cm를 나타냈으며, 주당 분지수는 11.6 12.9개, 엽록소함량은 42.8 44.0으로 처리간 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 9월 14일에 태풍「올리와」의 영향으로 제주도 전역에서 발생한 潮風으로 인한 피해를 일부 받았기 때문인지 또는 대지 MNT가 질소 시비수준 및 재식주수에 반응을 하지 않은 것인지는 대해서는 구명할 수가 없었다. 潮風으로 인한 피해증상은 감자 잎이 회색으로 변색되면서 말라 떨어지는 증상을 보였으며, 조풍이 발생한 수시간 후에 약간의 강우가 있어 피해 정도는 20 30% 정도였으며 피해 발생 다음 날 영양액을 엽면시비하였다.

감자의 수확은 파종 후 80여일만에 하였는데 이는 본 연구의 종료기한 때문에 적정 수확기보다 20여일 빠르게하여 그 결과를 표 49에 나타내었다. 총서중은 평당 5.9 7.9 kg을 나타냈는데 질소 시비수준이 19 kg/ 10a에서 총서중이 많은 경향을 보였으며 질소수준이 19 kg/ 10a 에서 평당 30주를 파종하였을 때 평당 7.7 kg으로 최고 수량을 보였다. 한편 총서수는 재식주수가 22주일 때 적었으며, 상서중 및 상서수는 차이를 보이지 않았다. 총서수에서 상서수를 제외한 설서수가 많았는데 이는 생육 초기에 발생한 潮風害와 9월 중순부터 계속된 가뭄과 조기 수확으로 인한 것으로 생각되었으며 이로 인하여 절대적인 수량 평가는 얻기가 어려웠지만 상대적인 평가는 가능하여 춘작과 마찬가지로 가을감자의 경우도 MNT를 재배할 경우 재식주수를 일반 감자의 25주보다 약간 많이 하는 것이 좋은 것으로 판단되었다.

표 49. 질소 시비수준과 재식주수에 따른 대지 MNT의 괴경수량

질소 시비수준 (kg/ 10a)	재식주수 (주/ 평)	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	상서중 (kg/ 평)	상서수 (개/ 평)
15	22	6.1b	159b	5.4	58
	25	5.9b	172ab	5.1	55
	27.5	6.7ab	198a	5.9	62
	30	6.4b	244a	5.6	57
19	22	5.9b	163b	5.0	49
	25	7.2a	220a	6.5	69
	27.5	7.1a	197a	6.2	65
	30	7.7a	217a	6.8	66

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.
** 상서중 및 상서수는 처리간 유의성을 보이지 않았음.

5. MNT 크기에 따른 초기 생장력 비교

가. 재료 및 방법

MNT 크기에 따른 출아세 및 초기 생장은 폿트와 노지에서 수행하였다.

1) 폿트시험은 1997년 9월 18일에 플라스틱 상자(40×65×18 cm)에 상토를 넣고 5 cm 깊이로 MNT를 파종하였다. 공시 품종은 대지를 사용하였고, MNT는 무게로 크기를 구분하였

는데 0.5 3 g, 4 8 g, 10 15 g 및 20 30 g의 4 등급으로 나누어 각각 20개씩 2회 파종하였고 매일 출아하는 개체수를 조사하여 80% 출아하는데 소요된 일수를 계산하였으며, 경장, 줄기두께 및 생체중은 파종 후 30일에 조사하였다.

2) 노지시험은 제주도에서 1997년 8월 19일에 파종하여 수행하였다. 대지 MNT를 5, 10, 15, 20, 30 및 50 g 으로 크기를 구분하여 평당 25주씩 4평씩 파종하였고, 출현율과 경장 및 줄기두께는 파종 후 30일에 조사하였는데 출현율은 처리구 전체를, 경장과 줄기두께는 10주씩 3회 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 폿트에서 MNT크기에 따른 초기생장 비교

감자의 맹아는 품종, 씨감자의 크기, 생리적 나이, 기상조건에 따라 상이하게 나타나는데(Beukema & Van Der Zaag, 1990) MNT는 크기가 기존의 씨감자의 비하여 상대적으로 작기 때문에 맹아가 출아하는데 차이를 보일 수 있다. 따라서 대지 MNT를 크기별로 구분하여 폿트에 파종하여 80% 출아소요일수와 초기 생장량을 조사하였다. 1997년 6월 중순에 생산한 MNT를 크기별로 0.5 3 g, 4 8 g, 10 15 g 및 20 30 g 으로 구분하여 9월 18일에 파종하였다. MNT의 수확에서 파종까지 약 90일 정도 상온에서 경과하였기 때문에 맹아가 1 cm 정도 이루어진 상태로 생리적 나이는 상당히 진전된 상태에서 파종하였다. 파종 후 매일 출아 개체수를 조사하여 80% 출아소요일수를 계산하였고 파종 후 30일

에 경장과 줄기두께 및 생체중을 조사하여 표 50에 제시하였다. 80% 출아소요일수는 MNT의 크기에 관계없이 11일 11.5일로 차이를 나타내지 않았으나 경장, 줄기두계 및 생체중은 크기간에 차이를 나타냈다. 경장은 0.5 3 g의 경우만 13 cm로 4 8 g 이상의 18.7 20.4 cm에 비하여 유의한 차이를 보였으나, 4 8 g 이상에서는 MNT 크기에 따른 차이를 나타내지 않았다. 줄기두께는 MNT 크기에 따라 뚜렷한 차이를 나타내어 0.5 3 g의 경우 0.34 cm, 4 8 g의 경우 0.48 cm로 10 15 g 과 20 30 g의 0.53 0.63 cm에 비하여 줄기두께가 가늘어져 MNT 크기가 작을수록 줄기가 가늘게 출아하였다. 생체중은 줄기두께와 같은 경향을 보여 MNT는 크기가 작을수록 파종 후 30일 까지의 초기생장량은 작은 것으로 나타났다.

표 50. 폿트에서 MNT 크기에 따른 초기생장 비교

《품 종: 대 지》

크 기 (g)	80% 출아 소요일수	경 장 (cm)	줄기 두께 (cm)	생체중 (g/ 주)
0.5 3	11.5	13.0b	0.34c	4.3c
4 8	11.5	18.7a	0.48b	9.9bc
10 15	11.5	19.5a	0.53ab	13.7b
20 30	11.0	20.4a	0.63a	20.8a

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

2) 노지에서 MNT 크기에 따른 초기생장 비교

MNT 크기에 따른 초기생장을 노지에 파종하여 비교하기 위하여 1997년 6월에 생산한 MNT를 무게에 따라 5, 10, 15, 20, 30 및 50 g으로 구분하여 제주도에서 8월 19일에 파종하여 파종 후 30일에 출현율, 경장 및 줄기두께를 조사하여 표 51에 나타내었다. 노지에서 MNT 크기에 따른 출현율은 MNT 크기가 작을수록 낮아졌는데 5 g의 경우에는 78%의 출현율을 보였고, 크기가 클수록 출현율이 높아져 30 g의 경우에는 94%로 가장 좋았다. 경장은 5 g의 경우 18.0 cm로 차이를 보였을 뿐 10 g 이상에서는 21.5 31.5 cm로 크기에 따른 차이를 나타내지 않았다.

표 51. 노지에서 MNT 크기별 초기생장 비교
《품 종: 대 지》

크 기 (g)	출현율 (%)	경 장 (cm)	줄기 두께 (cm)
5	78ab	18.0b	0.58c
10	79b	22.5b	0.59c
15	75b	21.5b	0.64bc
20	86ab	29.5a	0.84a
30	94a	31.5a	0.78ab
50	92a	30.5a	0.86a

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

줄기두께는 크기가 5 15 g 인 경우에는 0.58 0.64 cm로 유의한 차이를 나타내지 않았으며 20 g 이상에서는 0.78 0.86 cm로 크기간 차이를 보이지 않아 MNT 크기에 따른 줄기두께는 5 15 g과 20 50 g 사이에서 차이를 나타냈다. 따라서 제주도에서 추작으로 파종한 경우 MNT는 크기가 15 g 이상이 되면 파종 후 30일 까지의 초기 생장량에는 차이가 없을 것으로 생각되었다.

6. MCT와 MNT 크기에 따른 再生力 비교

가. 재료 및 방법

MCT와 MNT의 크기에 따른 재생력을 검토하기 위하여 대지를 공시하여 1997년에 수행하였다. MCT는 크기가 小(0.3 0.4 g)인 것을 사용하였고, MNT는 大·中·小로 구분하였는데 大는 평균 7.1 g, 中은 평균 3.0 g, 小는 평균 0.7 g이었다. MCT와 MNT를 8월 20일에 플라스틱 상자(15×55×15cm)에 상토를 넣고 상자당 10개씩 처리당 3상자씩 파종하였다. 재생력은 출아된 지상부를 칼로 절단한 후 다시 출아하여 생장하는 것으로 평가하였는데 대조(무절단) 및 출아 후 5일(파종 후 9일) 또는 10일에 상토 표면위로 나온 지상부를 상토면과 일치되도록 면도칼로 절단하여 재생력을 조사하였다. 출아율은 절단하기 전인 8월 29일과 2차 절단이후 재출아가 이루어진 9월 14일에 조사하였고 경장은 8월 29일, 9월 4일, 9월 9일, 9월 25일 및 10월 9일에 조사하였다. 감자 괴경수량은 11월 2일에 수확하여 플라스틱 상자당 총서중과 총서수를 조사하여 주당 총서중과 총서수로 환산하였다.

나. 결과 및 고찰

감자재배시 춘작의 경우 晩霜日 이전에 파종할 경우 출현한 감자의 지상부가 저온에 의하여 고사되는 경우가 있으며 추작의 경우 특히 멀칭재배시 멀칭내의 고온에 의하여 지상부가 고온장해를 입어 고사하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우 감자 크기에 따라 재생되는 정도가 달라질 수 있어 MNT 크기의 씨감자를 노지에 재배할 때 이에 대한 문제점이 제기될 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 검토하기 위하여 MCT와 MNT를 크기별로 파종하여 출현 후 시기를 달리하여 인위적으로 절단하여 재생되는 정도를 비교하였다. 이러한 평가는 노지에서 저온 또는 고온장해를 유발시켜 실시해야 하지만 본 연구에서는 인위적으로 절단하는 방법을 사용하였고, 노지 대신 폿트에서 수행하였지만 일차적인 경향은 평가할 수 있었다.

출아율과 절단 후 경장의 경시적인 변화를 조사하여 표 52에 나타내었다. 출아는 파종 후 4 5일에 이루어졌으며 출아율은 MCT를 파종한 1반복에서만 90%를 보였을 뿐 나머지는 100%를 보였다. 출아 후 5일에 경장이 1.8 3.5 cm정도되었을 때 절단한 경우에는 再出芽率이 약간 낮아져 MCT는 90%, MNT에서는 크기가 中인 것은 85%를 보였고 나머지는 100% 재출아되었다. 그러나 출아 후 10일 경장이 4 18 cm 정도 되었을 때 절단한 경우에는 재출아율이 현저하게 낮아져 MCT는 55%, MNT 小는 45%를 보였으여 中은 95%, 大는 100% 재출아가 이루어져 크기에 따라 차이가 있었지만 절단한 시기가 더 크게 영향하였다. 따라서 노지에서 저온 또는 고온장해를 받아 재생하기 위해서는 출현 초기에 받는 것이 유리한 것으로 나타났으며, MNT의 크기가 큰 것이 재출현율이 높은 것으로 나타났다. 경장은 대조의 경우 MCT와 MNT 小는

MNT 中과 大에 비하여 파종 후 19일 까지는 경장이 작았으나 파종 후 35일에는 MCT와 MNT 크기간 경장의 차이가 없었다. 이는 앞에서 크기에 따른 초기생장 비교에서 파종 후 30일까지는 차이가 있었다는 것과 비교하면 파종 후 30일 이상이 경과하게 되면 크기간 생육의 차이가 없어지는 것을 의미하였다.

표 52. MCT 및 MNT 크기에 따른 절단 후 출아율과 경장의 변화

절단처리	씨감자크기	출아율(%)		경 장 (cm)				
	(g)	8/ 29	9/ 14	8/ 29	9/ 4	9/ 9	9/ 25	10/ 9
대 조 (무처리)	MCT	90	90	1.8	4.2	16.1	30.4a	50.6a
	MNT							
	소(0.7)	100	100	2.7	7.8	15.0	33.1a	51.6a
	중(3.0)	100	100	2.7	13.7	24.8	36.8a	51.6a
	대(7.1)	100	100	3.5	18.4	27.0	39.7a	52.7a
출아 후 5일 절단 (8/ 29)	MCT	100	90	-	1.6	3.3	12.6b	36.9b
	MNT							
	소(0.7)	100	100	-	1.5	4.3	16.3b	36.4b
	중(3.0)	100	85	-	3.1	7.7	31.8a	50.0a
	대(7.1)	100	100	-	4.3	9.5	36.6a	43.1
출아 후 10일 절단 (9/ 3)	MCT	100	55	2.6	-	1.2	6.0c	18.8c
	MNT							
	소(0.7)	100	45	2.1	-	0.9	5.1c	18.9c
	중(3.0)	100	95	2.9	-	1.5	14.1b	35.2b
	대(7.1)	100	100	3.0	-	2.5	21.5b	36.1b

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

한편 절단 후 경장은 출아 초기에 절단한 경우는 MCT와 MNT 小는 경장의 생장속도가 늦어 절단 후 40일에도 36 cm정도로 MNT 中과 大의 43 50 cm에 비하여 작았다. 그러나 MNT 中과 大는 절단 후 생장속도가 빨라 절단 후 25일에는 절단하지 않은 대조의 경장과 비슷하였다. 출아 후 10일에 절단한 경우에는 재생되는 속도가 더 지연되어 10월 9일 조사시에는 절단하지 않은 대조의 경장이 크기에 관계없이 50.6 52.7 cm 이었으나 절단 한 것은 MCT와 MNT 小는 18.8 cm, MNT 中과 大는 35 36 cm로 현저하게 작았다. 이러한 결과는 출아 후 절단시기 및 MNT 크기에 따라 재생 속도가 다르다는 것을 나타내었다.

한편 11월 2일에 감자 괴경을 수확하여 그 결과를 표 53에 제시하였다. 주당 총서중은 크기가 클수록 증가하였으며 절단한 경우 총서중이 현저하게 감소하였다. 그러나 주당 총서수는 일정한 경향을 보이지 않았다. 수확한 괴경을 크기별로 0.5 g 이하, 0.5 10 g, 10 20 g, 20 g 이상으로 구분하여 각각의 괴경수를 총서수의 비율로 환산하였다. 절단하지 않은 대조의 경우 괴경이 0.5 g 이하와 0.5 10 g 사이에 주로 분포하였고, 절단한 경우에는 0.5 10 g 사이에 많이 분포가 되어 이는 절단한 경우 괴경형성이 일시에 되었음을 시사하였다. 씨감자는 출현시에 가지고 있던 양분을 소모하면서 출아를 하기 때문에 피해를 입게되면 크기가 작은 것은 다시 출아하는데 양분이 소진되어 재출아하는데 어려움이 있을 수 있다. 이러한 점외에도 크기가 큰 씨감자는 통상 맹아가 2 3개 나온 상태에서 파종하게 되면 이들이 동시에 나오는 것이 아니라 나오는 속도가 달라 먼저 나온 것은 피해를 받아 죽더라도 뒤에 나오는 것은 그대로 출현할 수 있기 때문에 재출아가 신속하게 되는 반면 크기가 작은 씨감자는 맹아가 정아에서 1개만 나온 상태에서 파종하면 출아하다가 피해를 입어 죽게되면 그 때 다시 측아가 맹아가 되어 나오기 때

문에 재출아가 지연되거나 안될 수가 있다. 그러나 본 시험에서는 크기가 0.5 7 g 정도인 것을 사용하였기 때문에 이 정도의 작은 크기의 MNT라 하더라도 저온 또는 고온장해에 의한 피해는 감자의 출현 후 피해를 받는 시기가 MNT의 크기보다 우선적으로 영향을 받는다는 것을 의미하였다.

표 53. MCT 및 MNT크기에 따른 절단 후 수확시 괴경 수량

절단처리	씨감자크기 (g)	총서중 (g/ 주)	총서수 (개/ 주)	괴경 크기(g)별 괴경수의 비율(%)			
				0.5이하	0.5 10	10 20	20이상
대 조 (무처리)	MCT	45.4d	6.1b	37.9	34.5	20.6	6.9
	MNT						
	소(0.7)	60.9c	9.5ab	40.0	30.7	10.7	18.6
	중(3.0)	68.8c	11.4a	33.1	26.7	21.1	19.1
	대(7.1)	114.9a	7.9b	25.4	28.8	17.0	28.8
출아 후 5일 절단 (8/ 29)	MCT	39.0d	6.8b	26.4	47.1	11.5	14.9
	MNT						
	소(0.7)	45.4d	7.3b	26.1	43.9	17.8	12.1
	중(3.0)	62.8c	6.9b	25.0	39.3	13.1	22.6
	대(7.1)	97.6ab	9.7ab	34.4	30.0	8.4	18.2
출아 후 10일 절단 (9/ 3)	MCT	37.8d	7.6b	11.3	53.2	25.8	9.6
	MNT						
	소(0.7)	38.4d	7.0b	11.1	48.9	28.9	11.1
	중(3.0)	46.2d	7.8b	28.8	30.6	15.3	25.2
	대(7.1)	87.9b	6.6b	13.0	35.9	14.1	36.9

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 수준에서 Duncan 유의성 검정을 한 결과임.

제5절 MCT에서 MNT, MNT에서 MNT의 생산방법 개발

1. 폿트에 의한 생산 방법

가. 재료 및 방법

1) MCT 파종기에 따른 생육 및 괴경 수량

MCT 파종기를 달리하여 파종하여 생육과 괴경수량을 비교하기 위하여 대지와 대서를 공시하여 1997년 3월 14일, 3월 26일 및 4월 7일에 비가림하우스에 파종하였다. 직경 15 cm 의 검정색 비닐 폿트에 상토를 채워 중간 크기(0.4 0.6 g)의 MCT를 폿트당 1개씩 파종하여 평당 140개 폿트씩 배열하여 재배하였다. 파종 후 30일부터 100일까지 10일 간격으로 경장, 분지수, 줄기두께, 1차 복지수, 괴경수 및 생체중을 15폿트씩 조사하였다.

2) MCT 크기에 따른 생육 및 괴경 수량

MCT 크기에 따른 생육 및 괴경 수량은 대지와 대서를 공시하여 1997년 3월 26일에 직경 15 cm의 검정색 비닐 폿트에 상토를 채워 폿트당 1개씩 파종하여 평당 140개 폿트를 배열하여 재배하였으며 기타 재배방법은 1)번과 같이 하였다. MCT의 크기는 무게로 大·中·小로 구분하였는데 大는 평균 무게가 0.87 g, 中은 0.37 g, 小는 0.15 g 되는 것을 사용하였다. 파종 후 30일, 50일 및 80일에 경장과 생체중을 조사하였고, 80일에 분지수, 줄기수, 줄기두께, 괴경중과 괴경수를 매 조사일에 20폿

트씩 조사하였다.

3) 폿트 크기에 따른 MCT의 생육 및 괴경 수량

폿트 크기에 따른 MCT의 생육 및 괴경 수량은 대지와 대서를 공시하여 1997년 3월 26일에 중간 크기(0.4 0.6 g)의 MCT를 비가림하우스에서 재배하였다. 폿트 크기는 검정색 비닐 폿트로 직경이 9 cm(높이 9 cm), 15 cm (높이 11 cm) 및 21 cm (높이 14 cm)의 3 종류를 사용하였으며, 각각의 폿트에 상토를 채워 폿트당 MCT를 1개씩 파종하고 직경 9 cm 폿트는 평당 300개씩 0.5평, 15 cm 폿트는 평당 140개씩 0.5평, 21 cm 폿트는 평당 70개씩 배열하여 1평씩 재배하였다. 파종 후 80일에 경장, 분지수, 줄기수, 생체중, 괴경수 및 괴경중을 30폿트씩 조사하였다.

4) 파종심도에 따른 MCT의 생육 및 괴경 수량

MCT 파종심도에 따른 생육 및 괴경 수량은 대지와 대서를 공시하여 1997년 3월 26일에 비가림하우스에 중간 크기(0.4 0.6 g)의 MCT를 파종하였다. 폿트는 파종심도를 고려하여 1/ 5,000a 와그너 폿트를 사용하여 파종심도를 6 cm와 12 cm의 두 수준으로 하였으며, 각각 20폿트씩 파종하였다. 파종 후 80일에 경장, 분지수, 줄기수, 생체중, 괴경수 및 괴경중을 15 폿트씩 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

1) MCT 파종기에 따른 생육 및 괴경 수량

감자는 품종 뿐만아니라 생산환경에 의해서도 맹아수나 초기 생장 등이 달라지게 된다. 이러한 점에서 MCT는 생산환경이 균일한 기내에

서 생산되기 때문에 크기가 작은 것 이외에도 일반 감자와 특성이 달라질 수 있다. 따라서 MCT의 생육 특성을 파종기를 달리하여 구명하고자 파종시기를 3월 14일, 3월 26일 및 4월 7일의 3 시기로하여 직경 15 cm의 비닐 폿트에 파종하여 재배하였다.

파종 후 30일부터 10일 간격으로 경장을 조사하여 그림 2에 나타내었다. 경장의 생장은 sigmoidal curve를 나타냈으며, 파종시기가 빠를수록 초기 신장이 늦어졌다. 대지는 5월 16일 까지는 파종기가 빠른 것의 경장이 컸으나, 5월 28일이후부터는 4월 7일에 파종한 것이 더 컸다. 대서는 6월 7일 이후부터 4월 7일에 파종한 것이 더 컸다. 6월 27일에 조사한 경장은 대지의 경우 3월 14일 파종한 것이 57.1 cm, 3월 26일 파종한 것이 72.2 cm, 4월 7일에 파종한 것이 74.1 cm이었고, 대서의 경우는 파종기별로 각각 42.6 cm, 43.9 cm, 60.9 cm로 파종기가 늦어질수록 경장의 생장속도가 빨랐으며, 경장의 크기도 더 컸다.

파종 후 40일, 60일 및 80일에 경장, 분지수, 1차 복지수, 괴경수 및 생체중을 조사하여 표 54에 나타내었다.

파종 후 40일에는 대지의 경우 분지수는 3월 14일, 3월 26일 및 4월 7일 파종순으로 4.3, 5.7 및 8.3개 이었으며 1차 복지수는 5.9, 7.3 및 10.0개이었고 주당 생체중은 1.7, 9.9 및 12.8 g 이었다. 대서의 경우는 파종기순으로 분지수는 3.9, 5.3 및 8.6개이었고, 1차 복지수는 3.3, 8.5 및 13.1개이었으며 생체중은 1.8, 1.3 및 25.6 g이었다. 주당 괴경수는 3월 26일에 파종한 대지가 1.7개, 3월 26일과 4월 7일에 파종한 대서가 각각 0.9개와 1.2개로 대체적으로 파종 후 35일 40일부터 괴경 형성이 시작되는 것으로 추정되었다.

한편 파종 후 60일에는 파종기에 따른 차이가 뚜렷하여 3월 14일, 3월 26일 및 4월 7일의 파종기순으로 대지는 경장이 19.7, 31.6 및 43.0cm

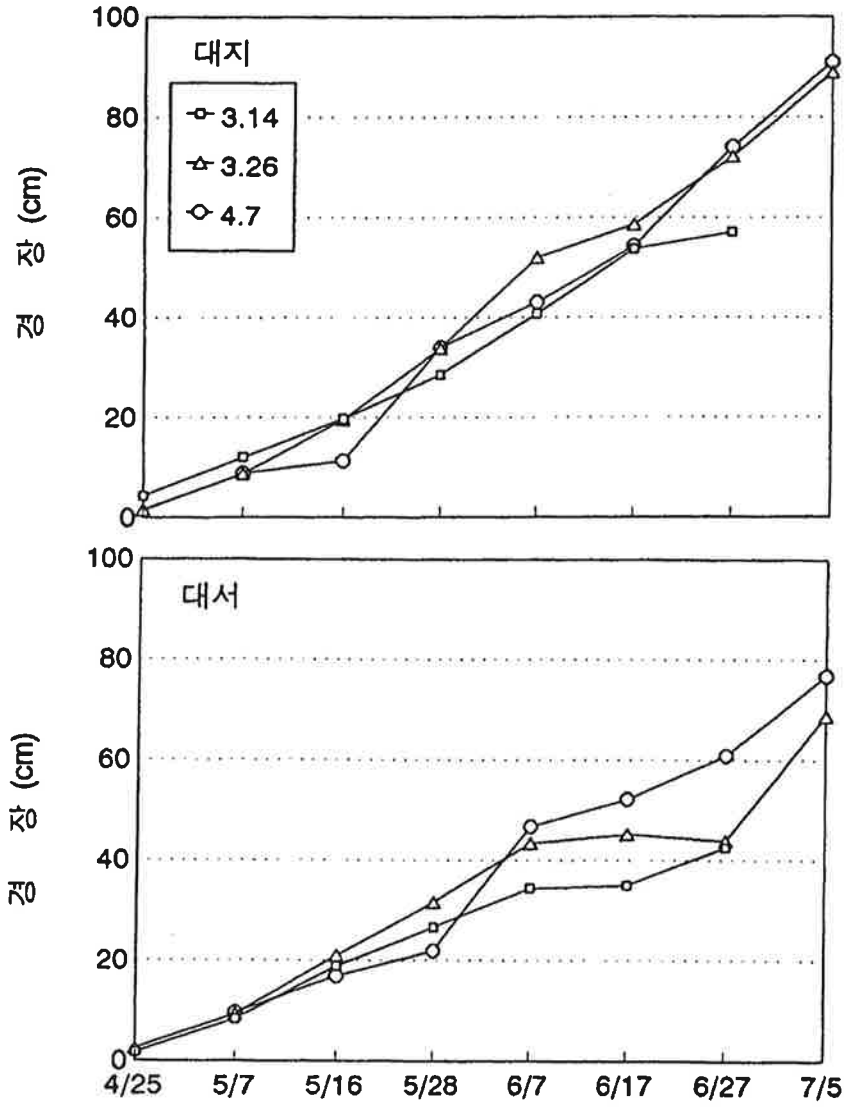


그림 2. 파종기에 따른 MCT 경장의 경시적 변화

이었고 분지수는 10.5, 12.6 및 14.9개이었으며 줄기두께는 0.61, 0.68 및 0.76 cm이었다. 주당 괴경수는 파종기별로 각각 5.2, 12.1 및 10.2개를 나타냈으며, 주당 생체중은 32.6, 48.4 및 61.2 g을 나타냈다. 대서의 경우는 파종기순으로 경장은 18.8, 33.8 및 46.7 cm이었으며 분지수는 9.6, 13.5 및 13.6개이었고 줄기두께는 0.74, 0.83 및 0.96 cm이었다. 주당 괴경수는 각각 2.1, 5.8 및 12.3개이었고 주당 생체중은 31.4, 55.9 및 80.7 g을 나타냈다.

파종 후 80일에는 파종기순으로 대지의 경우 경장은 40.7, 58.6 및 74.1 cm이었고 분지수는 14.8, 16.1 및 20.2개이었고 줄기수는 4.0, 3.8 및 3.8개이었으며 줄기두께는 0.74, 0.73 및 0.84 cm이었다. 주당 생체중은 74.1, 88.7 및 121.3 g이었고, 주당 괴경수는 9.8, 13.0 및 13.5개 이었으며, 주당 괴경중은 67.2, 96.4 및 113.8 g이었다. 대서는 파종기순으로 경장은 34.4, 45.2 및 60.9 cm이었으며, 분지수는 2.4, 2.9 및 1.9개이었고, 줄기수는 2.4, 2.9 및 1.9개이었으며 줄기두께는 0.89, 0.82 및 0.96 cm이었다. 주당 생체중은 71.1, 87.6 및 138 g이었고 주당 괴경수는 8.6, 9.0 및 10.8개이었고 괴경중은 69.5, 123.2 및 167.6 g이었다. 사진 1은 파종 후 80일에 수확할 당시 폿트에서 빼낸 감자의 지하부와 주당 형성된 괴경을 나타낸 것이다.

파종 후 일수가 동일하더라도 파종기가 다를 경우 생육 및 괴경수가 달라졌는데 이는 기온이 낮을 때 파종하면 출아까지의 소요일수가 길어지고 초기 생장이 지연되어 생육기간에 비하여 실제 생장속도가 느려지기 때문인 것으로 생각되었으며 봄에 비가림하우스에서 MCT를 파종할 경우 3월 하순에서 4월 초순에 파종하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

Lommen과 Struik(1992)는 MNT 생산에 관련된 연구를 하면서 0.3 g

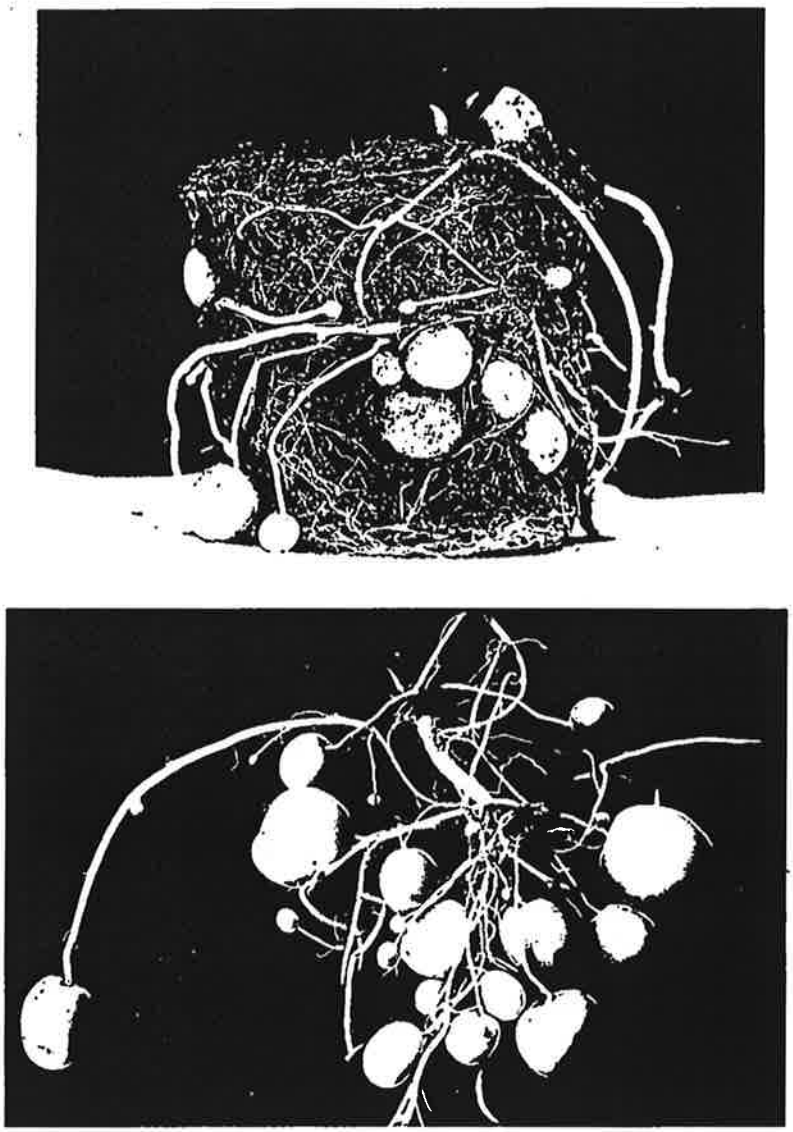


사진 1. 폿트재배에서 감자의 지하부와 괴경

자료출처 : 인공씨감자 국내농가 실용화를 위한 최적재배방법 및 보급시스템 개발 / 농림부

이상의 괴경을 수확의 기준으로 하였는데, 본 연구에서는 0.5 g 이상인 것을 기준으로하여 파종 후 일수에 따라 경시적으로 조사하여 표 55에 나타내었다. 생육이 진전될수록 주당 괴경수가 증가하여 파종 후 80일에는 3월 14일, 3월 26일, 4월 7일의 파종기순으로 대지의 경우 7.2, 9.2 및 10.8개이었으며, 대서의 경우 6.2, 8.0 및 9.9개이었고, 파종 후 90일에 주당 괴경수가 최대치를 나타내 파종기순으로 대지의 경우 11.5, 12.4 및 10.0개이었고 대서의 경우 6.9, 7.9 및 10.4개이었다.

한편 6월 17일에 수확한 괴경을 크기로 구분하여 크기별 분포를 표 56에 나타내었다. 대지는 파종기에 관계없이 1.0 9.9 g 사이의 괴경이 총괴경수의 38.2 40%를 차지하였고 대서는 26.8 38.9%를 나타내었다. 파종에서 수확까지 일수는 파종기별로는 3월 14일에 파종한 경우 93일, 3월 26일에 파종한 경우 81일, 4월 7일에 파종한 경우 70일로 생육기간에 관계없이 괴경의 크기별 분포는 큰 차이를 나타내지 않았다. 이는 괴경의 형성과 비대의 경시적인 과정을 나타내는 것으로 괴경이 파종 후 35일부터 형성되기 시작하여 40일 45일 전후에 많이 이루어진 후에 괴경형성이 감소하는 것을 의미한다고 할 수 있다. 이러한 결과를 종합하면 폿트에 의한 MNT 생산은 생육기간을 70일 80일 정도로 단축하여 재배하여도 무방할 것으로 생각되었다.

표 54. MCT 파종기에 따른 생육

㉠ 파종 후 40일

품 종	파종일	경 장 (cm)	분지수 (개/ 주)	1차 복지수 (개/ 주)	괴경수 (개/ 주)	생체중 (g/ 주)
대 지	3월 14일	7.3	4.3	5.9	0	1.7
	3월 26일	8.6	5.7	7.3	1.7	9.9
	4월 7일	11.2	8.3	10.0	0	12.8
대 서	3월 14일	5.7	3.9	3.3	0	1.8
	3월 26일	9.2	5.3	8.5	0.9	1.3
	4월 7일	16.8	8.6	13.1	1.2	25.6

㉡ 파종 후 60일

품 종	파종일	경장 (cm)	분지수 (개/ 주)	줄기두께 (cm)	1차복지수 (개/ 주)	괴경수 (개/ 주)	생체중 (g/ 주)
대 지	3월 14일	19.7	10.5	0.61	8.6	5.2	32.6
	3월 26일	31.6	12.6	0.68	16.1	12.1	48.4
	4월 7일	43.0	14.9	0.76	13.9	10.2	61.2
대 서	3월 14일	18.8	9.6	0.74	9.9	2.1	31.4
	3월 26일	33.8	13.5	0.83	13.9	5.8	55.9
	4월 7일	46.7	13.6	0.96	17.2	12.3	80.7

㉣ 파종 후 80일

품 종	파종일	경장 (cm)	분지수 (개/ 주)	줄기수 (개)	줄기두께 (cm)	생체중 (g/ 주)	괴경수 (개/ 주)	괴경중 (g/ 주)
대 지	3월 14일	40.7	14.8	4.0	0.74	74.1	9.8	67.2
	3월 26일	58.6	16.1	3.8	0.73	88.7	13.0	96.4
	4월 7일	74.1	20.2	3.8	0.84	121.3	13.5	113.8
대 서	3월 14일	34.4	13.0	2.4	0.89	71.1	8.6	69.5
	3월 26일	45.2	12.9	2.9	0.82	87.6	9.0	123.2
	4월 7일	60.9	15.7	1.9	0.96	138.0	10.8	167.6

표 55. MCT 폿트재배에서 파종기별 괴경수(0.5g 이상)의 경시적 변화

(단위: 개／주)

품 종	파종일	파 종 후 일 수						LSD.05
		50	60	70	80	90	100	
대 지	3월 14일	0.7	4.2	4.9	7.2	11.5	10.9	1.26
	3월 26일	1.8	4.1	7.9	9.2	12.4	12.7	1.53
	4월 7일	5.9	6.5	9.8	10.8	10.0	—	1.63
대 서	3월 14일	0.2	1.0	5.1	6.2	6.9	8.4	1.17
	3월 26일	1.4	5.3	5.9	8.0	7.9	8.7	1.42
	4월 7일	3.3	6.4	7.6	9.9	10.4	—	1.28

표 56. MCT 파종기에 따른 괴경의 크기별 분포

(단위 : 개/ 주)

크 기 (g)	대 지			대 서		
	3. 14.	3. 26.	4. 7.	3. 14.	3. 26.	4. 7.
0.49 이하	2.6	3.8	3.4	1.8	1.0	2.1
0.5 0.9	1.8	1.0	1.6	0.4	0.3	1.0
1.0 4.9	3.2	3.8	3.3	1.6	2.4	1.8
5.0 9.9	2.4	1.8	1.9	1.0	1.1	0.8
10.0 14.9	1.4	1.4	1.1	0.6	1.0	0.8
15.0 19.9	1.0	0.6	1.4	0.5	0.8	0.6
20.0 29.9	1.0	0.8	0.5	1.3	1.0	1.1
30 이상	0.7	0.8	0.4	0.8	1.4	1.5

2) MCT 크기에 따른 생육 및 괴경 수량

MCT를 생산하는 과정에서 동일한 조건에서 생산하더라도 생산된 MCT는 균일하지 않고 다양한 크기별로 생산되는데, 크기에 따라 휴면기간이 달라진다 (표 2). Lommen과 Struik(1994)는 0.19 3.0 g의 MNT를 크기별로 5 단계로 구분하여 맹아 특성을 조사한 결과 크기에 따라 맹아의 특성이 다르다고 하였다. 한편 MCT의 경우 크기별로 생육과 괴경 수량에 대한 연구 결과가 없어 MCT 크기에 따른 생육과 괴경수량을 검토하였다. MCT를 大·中·小로 구분하였는데 각각의 평균 무게는

0.87 g, 0.37 g 및 0.15 g이었다. 파종 후 30일, 50일 및 80일에 경장과 생체중을 조사하여 그 결과를 표 57에 나타내었다. 경장은 대지의 경우 파종 후 50일까지는 크기에 따른 차이를 나타냈으나 80일에는 차이를 보이지 않았으며, 대서는 30일 이후에는 경장의 차이를 보이지 않았다. 한편 생체중은 대지의 경우 파종 후 30일에는 크기가 小인 것이 적었으나 50일 이후에는 크기가 小인 것의 생체중이 더 많았다. 대서는 파종 후 30일에는 크기가 小인 것이 적었으나 50일이후에는 크기간 차이를 보이지 않았다.

표 57. 경장 및 지상부 생체중에 미치는 MCT 크기의 영향

품 종	크 기 (g)	경 장 (cm)			생 체 중 (g／주)		
		30z	50	80	30	50	80
대 지	대 (0.87g)	6.5	19.3	52.2	2.7	25.0	71.5
	중 (0.37g)	6.0	21.7	51.4	1.3	39.1	82.9
	소 (0.15g)	5.2	17.7	52.1	0.6	26.9	92.5
	LSD.05	0.9	2.1	ns	0.9	4.8	11.2
대 서	대 (0.72g)	6.8	23.3	39.7	3.1	42.6	86.9
	중 (0.37g)	6.5	24.7	39.3	2.3	46.9	84.0
	소 (0.15g)	6.0	20.9	38.9	0.7	38.8	82.9
	LSD.05	ns	ns	ns	0.9	ns	ns

z : 파종 후 일수.

파종 후 80일에 분지수, 줄기수, 줄기두께, 괴경수 및 괴경중을 조사하여 표 58에 나타내었다. MCT의 大·中·小에 따른 차이는 대지는 분지수에서, 대서는 괴경중에서만 보였다. MCT 크기에 따라 대지의 경우 줄기수는 3.0 3.5개, 줄기두께는 0.73 0.79 cm, 주당 총괴경수는 11.5 12.9개, 주당 괴경중은 105.1 116.3 g을 나타냈고, 대서의 경우 분지수는 12.0 12.6개, 줄기수는 2.3 3.7개, 줄기두께는 0.83 0.90 cm, 총괴경수는 8.5 9.3개를 나타내어 크기간 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 58. MCT 크기에 따른 생육 및 괴경 수량

(단위: g, cm, 개／주)

품 종	크 기 (g)	분지수	줄기수	줄기두께	총괴경수	괴경수z	괴경중
대 지	대 (0.87g)	17.8	3.0	0.79	11.5	9.1	116.3
	중 (0.37g)	16.0	3.5	0.73	12.7	9.5	105.8
	소 (0.15g)	15.2	3.4	0.76	12.9	10.1	105.1
	LSD.05	1.6	ns	ns	ns	ns	ns
대 서	대 (0.72g)	12.0	3.7	0.89	8.7	8.1	167.1
	중 (0.37g)	12.6	2.3	0.90	9.3	8.0	139.0
	소 (0.15g)	12.2	2.7	0.83	8.5	7.3	118.5
	LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	18.5

z : 0.5 g 이상 괴경

특히 0.5 g 이상의 주당 괴경수에서도 대지가 大·中·小 크기별로 9.1, 9.5 및 10.1개로 차이가 없었으며 대서의 경우도 8.1, 8.0 및 7.3개로 차이를 보이지 않았다. 따라서 MCT 크기가 작으면 초기의 생장은 늦어지나 3월 26일 파종시에 파종 후 50일이 지나면 MCT 크기간 차이가 없어지게 되어 생육기간을 70일 이상 확보하여 주면 크기에 따른 주당 괴경수 확보의 문제점은 없을 것으로 생각되었다. MCT 크기가 다를 경우 괴경수에서는 차이를 나타내지 않을지라도 괴경의 크기간 분포가 다를 수 있다. 따라서 MCT 크기에 따른 괴경의 분포를 조사하여 표 59에 나타내었다.

표 59. MCT 파종기에 따른 괴경의 크기별 분포

(단위 : 개/ 주)

크 기 (g)	대 지			대 서		
	大	中	小	大	中	小
0.49 이하	2.4	3.2	2.7	1.3	1.5	1.2
0.5 0.9	0.8	1.0	1.6	0.3	0.3	0.3
1.0 4.9	2.0	3.3	2.9	1.8	1.5	1.7
5.0 9.9	2.2	1.3	1.8	1.4	1.6	1.2
10.0 14.9	1.1	1.0	1.1	0.5	1.3	0.8
15.0 19.9	0.8	0.8	1.2	0.6	0.5	0.8
20.0 29.9	1.1	1.1	0.9	0.7	0.8	1.3
30 이상	1.1	1.0	0.7	2.1	1.8	1.2

대지와 대서 모두 MCT 크기간 괴경의 분포가 비슷하였으며 1.0 9.9 g 사이의 괴경이 가장 많아 대지는 36.2 36.5%, 대서는 33.3 36.8%를 나타내었다.

그러나 MCT의 크기가 다른 것을 크기별로 구분하지 않고 혼합하여 密植하게 되면 크기가 작은 것은 초기 생장이 느리기 때문에 생육일수가 경과되어도 정상적인 생육을 하지 못하고 도태되어 버릴 수 있기 때문에 MCT 관리상 크기별로 구분하는 것은 중요한 문제라 할 수 있다. 특히 현재의 MCT 생산기술로는 크기가 小인 것의 생산비율이 40% 정도를 차지하고 있기 때문에 생산된 MCT를 100% 사용하기 위해서는 크기별로 구분하여 휴면관리 및 파종을 하는 것이 중요할 것으로 생각되었다.

3) 폿트 크기에 따른 생육 및 수량

MCT를 파종하여 MNT를 생산하기 위하여 크기가 다른 폿트에 파종하여 재배하였다. 폿트는 검정색 비닐폿트로 그 크기는 직경 9 cm, 15 cm 및 21 cm이었으며 MCT를 1개씩 파종하여 9 cm 폿트는 평당 300개, 15 cm 폿트는 140개, 21 cm 폿트는 70개씩 배열하였다. 파종 후 80일에 경장, 분지수, 줄기수, 주당 생체중, 괴경수 및 괴경중을 조사하여 표 60에 나타내었다.

대지는 경장, 분지수, 생체중, 0.5 g 이상 괴경수와 괴경중은 폿트 크기에 따라 차이를 나타내어 폿트가 클수록 증가하였으나 줄기수와 총괴경수는 차이가 없었다. 경장은 폿트 크기순으로 34.5, 51.4 및 73.6 cm를 나타냈고, 주당 생체중은 46.8, 82.9 및 231.7 g을 보였다. 주당 0.5 g 이상 괴경수는 9 cm 폿트에서 6.3개, 15 cm 폿트는 9.5개, 21 cm 폿트는

14.3개를 얻어, 9 cm 폿트는 평당 1,890개, 15 cm폿트는 평당 1,330개, 21 cm 폿트는 평당 1,001개를 얻을 수 있는 것으로 추정되었다.

대서는 경장, 줄기수, 생체중, 총괴경수, 0.5 g 이상 괴경수 및 괴경중에서 폿트가 클수록 증가하였으나 분지수는 폿트 크기간 차이가 없었다. 경장은 폿트 크기순으로 29.8, 39.3 및 51.5 cm를 나타냈으며 주당 생체중은 49.2, 84.0 및 188.2 g을 나타냈다. 한편 주당 0.5 g 이상의 괴경수는 9 cm 폿트가 5.7개, 15 cm 폿트가 8.0개, 21 cm 폿트가 16.1개를 나타내어 9 cm 폿트는 평당 1,710개, 15 cm 폿트는 1,120개, 21 cm 폿트는 평당 1,127개를 얻을 수 있을 것으로 추정되었다.

표 60. 폿트 크기에 따른 MCT의 생육 및 괴경 수량

(단위 : g, cm, 개／주)

품 종	크기(cm)	경장	분지수	줄기수	생체중	총괴경수	괴경수z	괴경중
대 지	9	34.5	14.0	2.8	46.8	9.8	6.3	72.2
	15	51.4	16.0	3.5	82.9	12.7	9.5	105.8
	21	73.6	17.6	4.8	231.7	17.4	14.3	189.4
	LSD.05	11.5	2.3	ns	26.4	ns	2.6	36.7
대 서	9	29.8	12.3	1.6	49.2	6.7	5.7	85.0
	15	39.3	12.6	2.3	84.0	9.3	8.0	139.0
	21	51.5	13.8	3.8	188.2	19.1	16.1	258.1
	LSD.05	9.4	ns	1.3	37.9	2.4	3.4	46.4

z : 0.5 g 이상 괴경

4) 파종심도에 따른 생육 및 수량

풋트재배시 파종심도에 따른 MCT의 생육과 괴경 수량을 구명하기 위하여 파종심도를 6 cm와 12 cm의 2조건으로하여 1/ 5,000a 와그너 풋트에 파종하여 파종 후 80일에 경장, 분지수, 줄기수, 주당 생체중, 총괴경수, 0.5 g 이상 괴경수 및 주당 괴경중을 조사하여 표 61에 나타냈다. 파종심도가 12 cm일 경우 6 cm에 비하여 출현일수가 지연되었으나 출현 후 생장은 비슷하였다.

표 61. 파종심도에 따른 MCT의 생육 및 수량

(단위 : g, cm, 개／평)

품 종	심도(cm)	경 장	분지수	줄기수	생체중	총괴경수	괴경수z	괴경중
대 지	6	55.3	14.6	5.2	193.0	19.3	15.1	173.5
	12	48.7	14.8	5.3	190.0	17.6	13.8	130.6
	LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	15.3
대 서	6	37.2	11.1	3.6	152.3	13.9	11.9	161.7
	12	32.9	11.2	3.1	143.1	10.7	9.1	158.2
	LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

z : 0.5 g 이상 괴경

파종 후 80일에 조사한 결과 대지는 파종심도간에 주당 괴경중에서만 유의한 차이를 보였으며, 대서는 전 조사항목에서 파종심도간 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 통계적으로는 차이를 보이지 않았으나 총 괴경수와 0.5 g 이상 괴경수는 2품종 모두 12 cm보다는 6 cm 깊이로 파종하여 재배하였을 때 주당 2개 정도 괴경이 많이 형성되었다. 따라서 폿트재배에서는 MCT는 깊게 파종하는 것보다 6 cm 전후의 깊이로 하는 것이 더 좋은 것으로 생각되었다.

2. 대형 플라스틱 상자에 의한 생산 방법

가. 재료 및 방법

대형 플라스틱 상자에 의한 MNT 생산방법을 검토하기 위하여 1997년에 대지를 공시하여 수행하였다. 플라스틱 상자는 가로 72 cm×세로 44 cm×높이 19 cm로 상자당 씨감자를 15개씩 처리당 3상자씩 파종하였다. 플라스틱 상자에 상토와 코코비타, 상토와 펄라이트를 각각 1∶1로 혼합하여 2종의 혼합상토를 사용하였다. 씨감자는 MCT(0.3 0.4 g)와 MNT를 크기별로 구분하여 小는 평균 무게가 0.5 g , 中은 7 g으로 하였고, 7 g인 것을 2切하여 3.5 g인 것 등 3등급으로 구분하였다. 파종은 8월 20일에 하였고 생육기간중에 관수는 자동관수를 하였고 양액을 조제하여 주기적으로 공급하였다. 파종 후 30일에 경장, 분지수, 줄기두께는 상자당 10주씩 조사하였고, 엽록소함량은 SPAD 501로 주당 3회씩 5주를 측정하였으며 감자 괴경 수확은 11월 2일에 하였다.

나. 결과 및 고찰

MNT를 생산하는 하는 방법은 실험<5-1의 폿트에 의한 생산 방법>에서 소형 비닐폿트를 이용하여 검토하였다. 그러나 개별 폿트는 소규모 재배시에는 큰 문제점이 없으나 대규모로 생산할 때에는 수분관리, 파종작업 및 수확작업 등 재배관리에 많은 인력이 소요되어 생산비를 증가시키는 요인이 되어 실용적으로 어려움이 있을 수 있다. 따라서 이런 문제점을 극복할 수 있는 방안의 하나로 대형 폿트(상자)를 이용하여 재배를 시도하였다(사진 2). 대형 상자에 재배상토로 시판 상토와 펄라이트, 시판 상토와 코코비타를 혼합하여 넣고 씨감자를 파종하였다. 본 연구에서 사용한 펄라이트와 코코비타는 배지경 재배에서 많이 사용하고 있는 것으로 펄라이트는 화산시에 생기는 규산화합물로 아를 760℃로 가열하여 제조한 것으로 80 130 g/ L로 가벼우면서도 수분 보유력이 뛰어나 자체 무게의 3 4배의 물을 함유할 수 있다. pH는 6.0 8.0으로 양이온 교환능력은 없으며 무기양분을 함유하고 있지 않지만, 배지의 통기를 좋게 하는 특성을 가지고 있다. 코코비타(상품명, BASF사 제품)는 스리랑카에서 생산되는 coir fibre dust를 원료로하여 농업용으로 만든 것으로 지수율과 통기성이 뛰어나고 EC가 0.2ms/ cm으로 염분 함유량이 낮고 리그닌의 분해가 10여년 이상되어 최근에 배지로서 많이 사용되기 시작하고 있다.

파종 후 30일에 조사한 경장, 분지수, 줄기두께 및 엽록소함량은 표 62에 나타내었다. 경장은 혼합상토간에는 차이가 없었으나 씨감자의 크기간에는 차이를 보여 씨감자의 크기가 클수록 경장이 증가하였다.

MNT 크기가 7 g인 것과 2절하여 3.5 g인 것은 크기 자체는 3.5 g 차이가 있었지만 경장은 큰 차이를 보이지 않았으며, MCT와 MNT 0.5 g

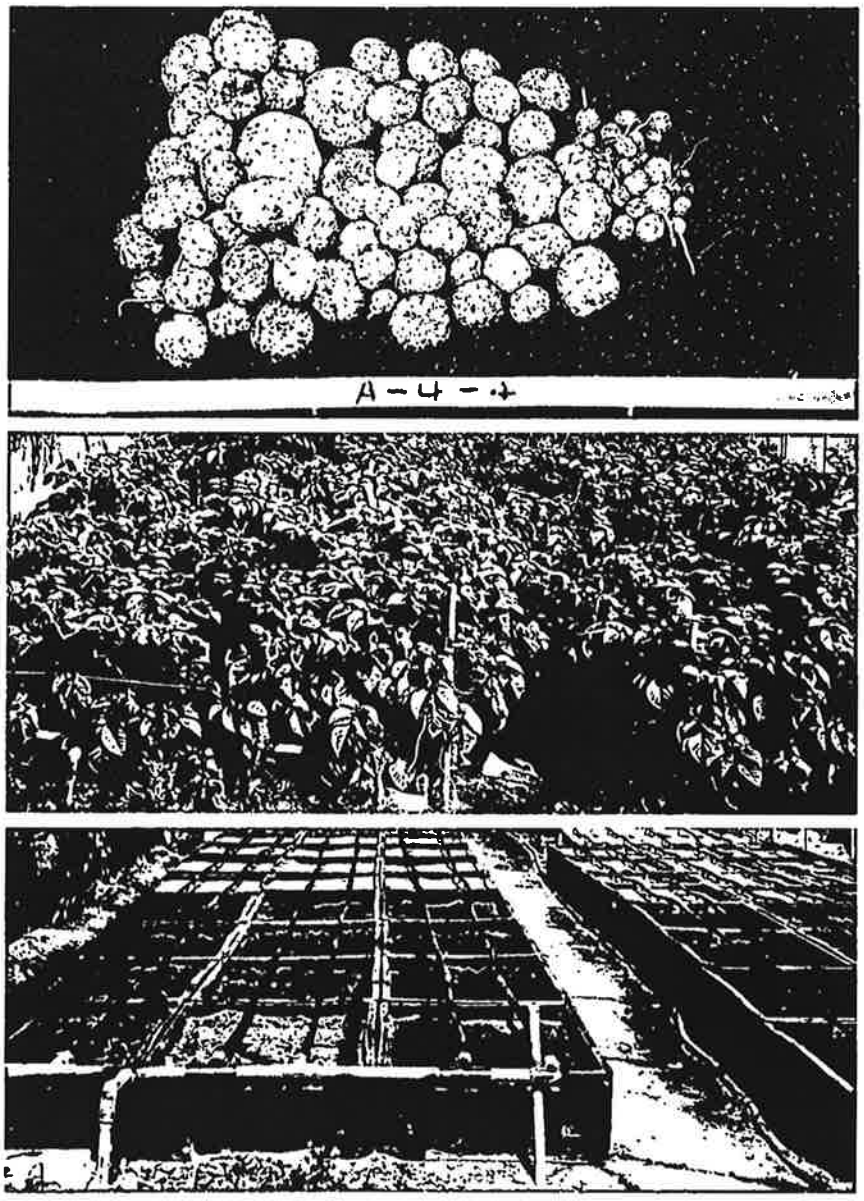


사진 2. 대형 플라스틱 상자에 의한 MCT 및 MNT의 재배 광경

인 것도 차이를 나타내지 않았으나 MCT와 MNT 사이에는 뚜렷한 차이를 나타냈다. 주당 분지수는 혼합상토 종류와 씨감자의 크기간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 줄기두께는 씨감자의 크기에 따라 차이를 보여 MCT 및 MNT 0.5 g인 것은 0.53 0.61 cm이었으나 MNT 7.0 g 및 2切하여 3.5 g인 것은 0.69 0.80 cm를 나타내어 씨감자 크기가 클수록 줄기두께가 굵은 것으로 나타났다. 이같은 결과는 MNT 크기에 따른 초기 생장 비교시험에서도 동일한 경향으로 나타났었다(표 50).

한편 11월 2일에 조사한 괴경 수량은 표 63에 나타내었다. 주당 총서중은 혼합상토에 관계없이 MNT 크기가 7 g인 것이 175.7 184.1 g으로 가장 많았고, 나머지는 크기에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 주당 총서수는 크기간에 일양적인 경향을 보이지 않았는데 MNT 7.0 g에서 11.1 11.7개로 가장 많았고, 괴경의 크기별 분포는 0.5 10 g사이가 28.4 32.1%로 가장 많았다. Lommen과 Struik(1994)는 Bintje를 공시하여 MNT 크기를 0.13 0.25, 0.26 0.49, 0.50 0.99, 1.00 1.99 및 2.00 3.99 g의 5등급으로 구분하여 노지에서 평당 22주를 파종하여 증식율을 연구한 결과, 20mm 이상의 괴경수량은 주당 3.9 7.4개, 괴경중은 주당 86 296 g을 나타냈는데 MNT 크기가 0.25 g 이상인 경우는 크기간 차이를 보이지 않아 증식의 경우에는 MNT 크기가 큰 영향을 주지 않는다고 하였다.

MNT 크기가 괴경 수량을 비교하면 대형 플라스틱 상자로 재배한 경우와 소형 개별 폿트로 재배한 경우는 주당 괴경수에서 큰 차이를 보이지 않아 대형 상자에 의한 MNT 생산 가능성을 시사하였다. 그러나 주당 괴경수를 본 결과보다 증가시키기 위해서는 대형 상자에 의한 재배방법은 상자의 규격, 재식주수 등을 다양화하여 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

표 62. 대형 플라스틱 상자에 재배한 MCT 및 MNT의 생육

재배상토	씨감자크기 (g)	경 장 (cm)	분지수 (개)	줄기두께 (cm)	엽록소함량
상토＋코코비타	MCT	24.9c	9.3	0.57b	43.0
	MNT				
	小(0.5)	25.4c	8.9	0.61b	41.4
	中(7.0)	37.6b	9.6	0.69b	40.5
	2切(3.5)	41.2a	10.6	0.80a	41.5
상토＋펄라이트	MCT	16.9d	8.1	0.53b	46.3
	MNT				
	小(0.5)	21.3c	8.6	0.56b	44.0
	中(7.0)	44.8a	10.5	0.80a	43.7
	2切(3.5)	35.8b	9.8	0.76a	45.2

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 유의수준에서 Duncan 검정 결과를 나타낸 것임.
** 분지수 및 엽록소함량은 처리간 유의성이 없음.

표 63. 대형 플라스틱 상자에 재배한 MCT 및 MNT의 괴경 수량

재배상토	씨감자크기 (g)	총서중 (g/ 주)	총서수 (개/ 주)	괴경 크기(g)별 괴경수의 비율(%)			
				0.5 이하	0.5 10	10 20	20 이상
상토+ 코코비타	MCT	126.7b	10.8ab	21.1	31.7	21.7	25.4
	MNT						
	小(0.5)	117.3b	9.9b	22.7	30.9	21.3	25.0
	中(7.0)	184.1a	11.7a	25.0	28.4	21.4	25.3
	2切(3.5)	137.1b	9.6b	20.3	29.4	19.8	30.4
상토+ 펄라이트	MCT	118.7b	8.7b	19.2	31.7	25.3	23.8
	MNT						
	小(0.5)	122.7b	10.1ab	23.9	32.1	24.3	19.6
	中(7.0)	175.7a	11.1a	19.2	28.8	26.7	25.3
	2切(3.5)	145.1b	9.8b	21.9	29.4	19.7	28.9

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 유의수준에서 Duncan 검정 결과를 나타낸 것임.

3. 노지에서 생산 방법

가. 춘 작

1) 재료 및 방법

MNT를 노지에서 증식하는 방법을 검토하기 위하여 1997년 4월 28일에 강원도 평창군 용평면에서 수행하였다. 공시품종은 대지와 대서 MNT를 이용하였으며 MNT는 5 10 g 되는 것을 파종하였다. 시비량은 성분량으로 질소-인산-가리를 10a 당 11-8-12 kg을 복합비료로 전량 기비로 시용하였다. 재식주수는 평당 30주와 40주로 하였으며 區當 면적은 3평씩 3반복으로 하였다. 파종 후 30일에 출현율을 조사하였고, 80일에는 경장과 분지수를 10주식 조사하였다. 수확은 9월 4일에 1평씩하여 괴경 크기를 2 10 g, 10 30 g, 30 g 이상으로 구분하여 조사하였고, 총서중과 총서수를 구하였다.

2) 결과 및 고찰

MNT를 실용화하기 위해서는 증식단계에서 MNT를 대량 생산할 수 있어야 한다. 따라서 농민이 판매를 목적으로 상품성이 좋은 감자를 많이 얻기 위한 재배법으로는 씨감자용 MNT를 많이 생산하기 어렵다. 감자는 밀식을 하면 크기가 작아지는데 유럽에서는 일반 재배시에는 m^2당 줄기수를 15 20개, 씨감자 재배시에는 30개 이상을 확보하도록 하고 있는데, 재식밀도와 증식율과는 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다 (Beukema & Van der Zaag, 1990).

이러한 점에서 일반 재배보다 재식주수를 2배 이상으로하여 평당 30주와 40주씩 파종하여 출현율과 경장 및 분지수를 조사하여 표 64에 제

시하였다. 출현율은 대지와 대서 모두 재식주수에 관계없이 93% 이상을 보였으며, 경장과 분지수도 재식주수간에 차이를 보이지 않았다. 그러나 평당 23주를 파종한 일반재배와 비교하여 보면 대지는 경장과 분지수에서 약간의 차이를 나타냈지만 대서는 차이를 보이지 않았다.

표 64. 재식주수에 따른 MNT의 생육

품 종	재식주수 (주/ 평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)
대 지	23z	100	77.0	15.5
	30	93	64.5	13.2
	40	93	61.6	13.1
대 서	23	92	62.5	14.6
	30	94	56.5	14.0
	40	94	55.8	14.1

z : 표 44의 결과를 인용함.

괴경수량을 평당 총서중 및 총서수와 괴경 크기를 30 g 이상, 10 30 g, 2 10 g의 3등급으로 분류하여 표 65에 나타내었다. 총서중은 평당 30주와 40주 재식했을 때 대지의 경우 평당 12.6 kg과 13.7 kg, 대서의 경우 13.3 kg과 14.1 kg으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

그러나 평당 23주를 재배하였을 경우와 비교하면 30주와 40주에서는 총서중이 감소하였다. 총서중은 23주를 재배하였을 때 더 많았지만 총서

표 65. 재식주수에 따른 MNT의 크기별 괴경수량

품 종	재식주수 (주／평)	총서중 (kg/ 평)	총서수 (개/ 평)	30 g 이상 서중	30 g 이상 서수	10 30 g 서중	10 30 g 서수	2 10 g 서중	2 10 g 서수
대 지	23z	18.3	258	17.0	183	—	—	—	—
	30	12.6	334	10.1	167	2.0	96	—	71
	40	13.7	441	10.6	209	2.7	121	—	111
	LSD.05	4.2	39	2.4	50	ns	ns	—	—
대 서	23	15.8	191	14.7	140	—	—	—	—
	30	13.3	252	12.0	173	1.2	58	—	21
	40	14.1	392	11.5	203	2.5	120	—	69
	LSD.05	2.1	52	2.2	19	ns	ns	—	—

z : 표 45의 결과를 인용함.

수는 30주와 40주를 재배하였을 때 많았다. 대지는 30주와 40주에서 각각 평당 334개와 441개, 대서는 252개와 392개를 얻었는데, 서중 30 g 이하의 감자 수가 대지는 50%와 53%를, 대서는 32%와 49%를 나타냈다.

이는 평당 23주를 재배하는 경우 대지는 29%, 대서는 26%보다 MNT 생산비율이 더 높았다. 따라서 노지에서 MNT를 증식하여 씨감자를 생산할 경우에는 평당 40주 정도로 밀식하여 재배하는 것이 크기가 작은 씨감자를 많이 생산할 수 있을 것으로 생각되었다.

나. 추 작

1) 재료 및 방법

MNT 생산방법을 추작에서 검토하기 위하여 1997년에 제주도에서 수행하였다. MNT 크기가 3 7 g인 대지 MNT를 공시하여 8월 19일에 파종하여 11월 7일에 수확하였다. 질소 시비수준은 성분량으로 10a 당 15 kg과 19 kg의 2수준으로 하였으며 인산과 가리는 성분량으로 10a 당 10 kg과 12 kg을 전량 기비로 시용하였다. 재식주수는 평당 38주, 51주, 57주 및 76주의 4수준으로 하였다. 처리구는 4평씩 3반복으로 배치하였으며 기타 재배관리는 표준재배법에 준하여 수행하였다. 파종 후 30일에 출현율 조사를 하였고, 50일에 경장과 주당 분지수는 10주씩 조사하였으며, 엽록소함량은 SPAD 501로 3주씩 5회 측정하였다. 수량은 11월 7일에 1평씩 조사하였다.

2) 결과 및 고찰

춘작에서 평당 30주 및 40주를 파종하였을 경우 대지는 30 g 이하의

MNT의 수가 총서수의 50% 정도를 나타냈고 대서는 32 49%를 나타내어 시장 출하용 감자를 재배하는 경우보다는 크기가 작은 MNT의 생산비율이 높았다(표 65). 따라서 추작에서도 크기가 작은 MNT를 보다 많이 생산할 수 있는 방법을 검토하기 위하여 일차적으로 질소 시비수준과 재식주수를 달리하여 시험을 수행하였다. 1997년도 제주도에서의 추작재배는 파종 전의 강우와 파종 직후의 異常 고온과 潮風害, 旱魃 등으로 정상적인 조건은 아니었으나 본 시험은 시험구 배치에서 방풍림과 위치 때문에 앞의 2개의 시험과 달리 潮風害는 거의 받지 않았다. 출현율은 파종 후 30일에 경장, 분지수 및 엽록소함량은 파종 후 50일에 조사하여 표 66에 나타내었다. 출현율은 82 92%를 나타내어 MNT의 크기가 3 7 g으로 작았음에도 비교적 높은 출현율을 나타내었다. 경장은 처리간에 유의한 차이를 나타내었는데 질소 수준간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 그러나 재식주수간에는 경장의 차이를 나타내어 평당 38주와 51주를 파종한 경우 43.6 48.2 cm 정도였는데, 57주와 76를 파종한 경우 47.6 50.8 cm로 경장이 크게 나타났는데 이는 밀식으로 인하여 경장의 伸長이 보다 많이 이루어졌기 때문으로 생각되었다. 그러나 주당 분지수와 엽록소함량은 처리간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

감자의 괴경 수량은 11월 7일에 수확하였는데 이는 수확 적기보다 20여일 빠른 것으로 조사된 수량과 괴경의 크기는 괴경 비대기간이 짧아 적기보다 적게 나타날 것으로 예상을 하고 수확을하여 그 결과를 표 66에 제시하였다. 총서중은 평당 6.4 8.8 kg을 나타냈는데 처리간 유의한 차이는 없었다. 그러나 총서수는 처리간에 유의한 차이를 나타내어 질소수준에 관계없이 재식주수가 76주일 경우 평당 362 376개로 가장 많았으며, 질소 15 kg 수준에서 38주를 재배하였을 때 245개로 가장 적게 나타났다. 한편 수확한 괴경을 50 g 이상, 10 50 g 및 0.3 10 g으로

3 등급으로 구분하여 署重과 署數를 조사하였다. 50 g 이상의 크기는 서중과 서수 모두 처리간에 차이가 없었으며, 10 50 g과 0.3 10 g에서는 괴경중은 차이가 없었으나 괴경수는 유의한 차이를 나타내었다.

표 66. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 MNT의 생육

질소 수준 (kg/ 10a)	재식주수 (주/ 평)	출현율 (%)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량
15	38	90	44.6bc	14.6	44.4
	51	92	48.2ab	14.9	43.8
	57	86	49.6a	14.0	43.8
	76	83	50.3a	14.2	43.5
19	38	85	46.5bc	14.1	43.4
	51	91	43.6c	14.6	43.9
	57	86	47.6b	14.4	42.9
	76	82	50.8a	14.4	43.2

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 유의수준에서 Duncan 검정 결과를 나타낸 것임.
* 분지수 및 엽록소함량은 처리간 유의성이 없음.

50 g 이하의 괴경수는 질소수준에 따라 평당 76주를 재배하였을 때 327 336개로 가장 많았으며, 평당 57주를 재배하였을 때는 220 291개, 51주를 재배하였을 때는 240 246개, 38주를 재배하였을 때는 210 211개를 나타냈다.

따라서 증식용으로 재배할 경우에는 일반 재배보다 밀식을 하는 것이 유리할 것으로 생각되었으며, 단위 면적당 많은 MNT를 생산하기 위해서는 시비량 및 재식주수와 재식거리 등 재배방법에 대한 연구가 필요하다고 생각되었다.

MCT의 증식단계에서 최종 증식을 노지에서하여 농가에 보급할 경우 MNT 증식율이 씨감자 생산에서 중요한 부분을 차지하고 있는데 증식율은 괴경당 또는 단위 괴경중당 생산되는 괴경의 數 또는 무게로 나타낼 수 있다. 씨감자 증식용의 경우 증식율은 괴경당 생산되는 괴경수가 괴경중보다 더 중요한 의미를 갖는다(Lommen, 1995)고 하였는데 이는 MNT의 경우 쪽감자로 파종하는 것이 아니고 통감자로 파종하기 때문에 일정 무게 범위의 MNT가 많이 생산되는 것이 유리하기 때문이다.

표 67. 질소 시비수준 및 재식주수에 따른 MNT의 수량

(단위 : kg, 개/ 평)

질소수준 (kg/ 10a)	재식주수 (주/ 평)	총서중	총서수	50g 이상		10 30 g		0.3 10 g	
				서중	서수	서중	서수	서중	서수
15	38	6.4	245b	3.4	34	2.4	79c	0.6	132c
	51	7.1	277ab	3.6	37	2.9	90c	0.6	150b
	57	8.4	327ab	3.5	36	4.1	126b	0.8	165b
	76	8.8	376a	3.7	40	4.0	153a	1.1	183a
19	38	8.8	268ab	5.4	58	2.5	76c	0.9	134c
	51	8.4	294ab	4.8	48	2.8	92c	0.8	154b
	57	7.3	267ab	4.1	47	2.8	82c	0.4	138c
	76	8.1	362a	3.2	35	4.4	136ab	0.5	191a

* 숫자위의 a, b, c 등은 5% 유의수준에서 Duncan 검정 결과를 나타낸 것임.

** 총서중, 50 g 이상의 서중 및 서수, 10 30 g의 서중, 0.3 10 g의 서중은 처리간에 유의성이 없음.

4. 배지경에 의한 생산방법

가. 재료 및 방법

MCT에서 MNT를 생산하는 방법의 일환으로 배지경에 의한 방법을 채택하여 1997년에 수행하였다. 공시품종은 크기가 中(0.3 0.6 g)정도인 대지 MCT를 사용하여 8월 18일에 파종하여 11월 5일에 수확하였다. 재배조의 크기는 길이 180 cm×폭 90 cm×높이 20 cm이었으며 폭을 2등분하여 사용하였다. 배지는 펄라이트와 코코비타, 펄라이트와 왕겨를 각각 1:1로 혼합한 2종류의 혼합배지를 사용하였다. 재식주수는 평당 48주(30×23 cm)와 80주(23×18 cm)의 2수준으로 각각 3반복으로 하였다. 양액의 조성은 표 68과 같이 일본 원예시험장 표준액과 같이 pH는 6.0으로 조제하여 생육기에 따라 1/4 및 1/2 strength로 조절하였고, 생육

표 68. 배지경에 사용한 양액 조성표

화 학 식	농 도 (㎎/L)	화 학 식	농 도 (㎎/L)
KNO_3	405	H_3BO_3	1.5
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	475	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	1
$NH_4H_2PO_4$	7.5	$ZnSO_4 \cdot 4H_2O$	0.11
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	250	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.025
Fe-EDTA	10	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	0.01

중기에 질소 농도를 1/ 2로 낮추어 공급하였으며, 매 3시간마다 30분씩 자동 공급하였다. 파종 후 50일에 경장, 분지수, 엽록소함량을 10주씩 조사하였고, 수확시에 생체중과 괴경수를 크기별로 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

양액재배에 의한 MNT의 생산방법은 姜 등(1996)이 수미와 남작의 莖挿苗를 공시하여 분무경, 담액경 및 박막순환식으로 재배 비교하여 분무경에 의한 방법이 가장 효과가 좋다는 연구 결과를 발표한 후 고령지농업시험장 및 제주도 농촌진흥원 등에서 분무경재배에 의하여 MNT 생산방법을 개발하여 평당 재식주수에 따라 주당 20 60개의 MNT를 생산해내고 있다(고령지농업시험장, 1996; 金 등, 1997) 그러나 분무경은 정전 등 재배기간중 발생할 수 있는 상황에 대처하기 어렵고, 재배관리에 일손이 많이 소요되고, 분부경에 의해 생산된 MNT가 저장중에 19.4% 정도 부패하는 문제점(고령지농업시험장, 1996)을 내포하고 있다. 따라서 분무경보다 재배 안전성이 있는 배지경을 이용하여 MNT를 생산하는 방법을 검토하였다.

파종 후 50일에 조사한 경장, 분지수 및 엽록소함량과 수확시에 조사한 생체중을 표 69에 나타내었다. 경장은 펄라이트와 코코비타의 혼합배지에서 평당 80주를 재배하였을 때 38.5 cm로 가장 작았으며 펄라이트와 왕겨의 혼합배지에서 80주를 재배하였을 때 41.5 cm로 차이를 보였으며, 배지에 관계없이 48주의 재식주수에서는 차이가 없었다. 분지수는 펄라이트와 왕겨의 혼합배지에서 8.4개로 가장 작았으며 나머지는 유의한 차이가 없었다. 엽록소함량은 처리간 차이가 없었으며, 수확시에 조사한 생체중은 배지에 관계없이 평당 80주를 재배하였을 때 주당 219

226 g으로 차이를 나타냈다.

괴경의 수량은 파종 후 78일에 조사하여 표 70에 그 결과를 나타내었다. 주당 총서수는 0.3 g이상되는 괴경을 총서수로 하였으며 괴경을 크기별로 0.3 5 g, 5 25 g, 25 50 g 및 50 g이상으로 구분하여 각각의 비율을 구하였다. 총서수는 펄라이트와 코코비타의 혼합배지가 펄라이트와 왕겨의 혼합배지보다 많았는데 펄라이트와 코코비타의 혼합배지에서 재식주수 48주일 때는 17.3개, 80주일 때는 14.2개이었으며 펄라이트와 왕겨의 혼합배지에서 재식주수 48주일 때는 14.8개, 80주일 때는 12.7개이었다. MNT의 크기별 분포는 펄라이트와 코코비타의 혼합배지에서는 0.3 5 g의 것이 약 50%를 차지하였고 펄라이트와 왕겨의 혼합배지에서는 5 25 g의 것이 약 43 50%를 차지하였다.

표 69. 배지경에 의한 MCT의 중간 생육

배지 종류	재식주수 (주/ 평)	경 장 (cm)	분지수 (개)	엽록소함량	생체중z (g/ 주)
펄라이트 + 코코비타	48	42.5	12.0	41.7	243
	80	38.5	10.0	40.6	226
펄라이트 + 왕겨	48	44.0	10.2	42.4	257
	80	41.5	8.4	41.8	219
	LSD.05	2.3	1.8	ns	29

z : 생체중은 수확시에 조사한 것임.

총서수는 펄라이트와 코코비타의 혼합배지에서 더 많았으나 5 25 g의 MNT 비율은 펄라이트와 왕겨의 혼합배지에서 더 많았다. 그러나 이 결과는 파종 후 78일에 수확한 결과로 생육기간을 10여일 정도 더 연장하면 펄라이트와 코코비타의 혼합배지의 경우도 크기가 더 큰 MNT가 생산되었을 것으로 생각되었고, 펄라이트와 왕겨의 혼합배지는 양액공급을 동일하게 하더라도 펄라이트와 코코비타의 혼합배지보다 수분상태가 약간 건조하게 유지되었기 때문으로 생각되었다. 따라서 배지를 조제할 때 혼합성분의 종류와 비율과 양액의 조성과 농도, 공급간격 등에 관한 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

표 70. 배지경에 의한 MCT의 괴경 수량

배지 종류	재식주수 (주/ 평)	총서수z (개/ 주)	괴경 크기(g)별 비율(%)			
			0.3 5	5 25	25 50	50이상
펄라이트＋ 코코비타	48	17.3	48.3	39.6	11.2	0.9
	80	14.2	51.7	38.7	9.4	0.2
펄라이트＋ 왕겨	48	14.8	30.7	51.4	15.1	2.8
	80	12.7	39.2	43.3	13.8	3.7
	LSD.05	2.4	12.4	14.6	ns	ns

z : 총서수는 0.3 g이상의 괴경을 포함한 것임.

제6절 MCT 및 MNT 생산기술의 평가

감자 재배에서 씨감자의 품질과 가격은 재배의 성패를 결정하는 중요한 요인이라 할 수 있다. 이를 위하여 세계의 주요 감자 생산국들은 품종의 육성뿐만 아니라 증식단계의 단축 및 증식율의 향상을 통하여 씨감자 품질을 향상시키고 생산비를 절감하여 보다 더 싼 가격에 공급하려고 연구 개발에 진력을 다하고 있다. 이러한 노력은 Douglas(1980)가 언급한 바와 같이 대로 우량 씨감자의 공급은 궁극적으로 정부나 기업을 위한 것이라기보다는 농민을 위한, 농민에게 서비스한다는 개념에서 이해를 하고 추진해야 할 것이다.

Lommen(1995)은 네덜란드에서 줄기 배양 후 이를 이용하여 MNT를 생산하는 일련의 연구에서 소형 사각 폿트(13×13 cm)에 이식하여 재배하는 방법으로 ㎡당 350주를 재배하며 이식 후 4, 7, 10주에 수확을 하여 5㎜ 이상의 MNT를 ㎡당 3,500개를 생산하는 방법을 개발하였다. 한편 이러한 방법으로 생산한 MNT를 씨감자 생산에 활용하기 위해서는 다음과 같은 요건들을 충족시켜야 한다고 하였다.

- MNT 생산방법이 안정성이 있어야 하며 생산량이 많아야 하고
- 저장성이 있어야 하며
- 유전적으로 우수해야 하며
- 바이러스 등 병에 감염되지 않아 건전해야 하고
- 파종기에 최적의 활력을 유지해야 하며
- 재배시기에 씨감자 생산자에 의해 공급될 수 있어야 하고
- 생산비 등이 경제성이 있어야 한다

또한 MNT를 생산하기 위해서는 ① 주당 괴경수 ② 단위 면적당 괴경수 ③ MNT당 생산된 괴경의 평균 무게 ④ 주당 괴경 수량 ⑤ 단위 면적당 괴경 수량을 상호 의존적인 요인들을 조절할 수 있다고 하였다. 즉, 주당 괴경수를 늘리기 위해서는 괴경 형성 전 시비를 하고 (Gunasena and Harris, 1968), 단위 면적당 괴경수를 증가시키기 위해서는 밀식을 하며(Ifenkwe and Allen, 1978), 괴경당 평균 무게를 증가시키기 위해서는 소식과 시비를(Van der Zaag et al.,1990), 주당 괴경수량을 늘리기 위해서는 소식을(Bremner and Taha, 1966), 단위 면적당 괴경의 수량은 시비와 밀식(Ryan, 1961) 등의 재배관리면에서 조절이 가능하다고 하였다 (Lommen & Struik, 1992). 이러한 면에서 씨감자 생산을 위한 MNT 증식을 위해서는 괴경당 생산되는 무게보다는 개수가 더 중요한 의미를 갖는데(Lommen, 1995), 증식율은 괴경수를 늘리는 것이 유리하다고 하였지만, 괴경수의 증대가 이식한 줄기(줄기배양에 의한 줄기)당인지 단위 면적당인지에 대해서는 분명히 하지 않았다.

MNT의 생산은 하우스 또는 망실 등 병·해충을 차단할 수 있는 시설에서 최단기간내에 증식을 하고, 증식율을 향상시키는 방법을 개발하는 것이 중요한데, MCT의 소요량과 시설의 규모 등을 고려하면 단위 면적당 증식율을 향상시키는 것이 바람직하다. 따라서 증식율을 향상시키는 방법을 비교하기 위하여 크기가 다른 개별 폿트, 대형 상자 및 배지경 등으로 재배한 결과를 표 71에 나타내었다.

300평 하우스에서 1회 재배로 생산할 수 있는 괴경수는 9 cm 폿트가 396,000개로 가장 많았고 15 cm 폿트가 279,000개, 21 cm 폿트가 210,000개였으며, 대형상자는 277,000개, 배지경은 124,000개 이었다.

하우스당 생산량으로 보면 9 cm 폿트가 가장 좋았지만 이를 생산하기

표 71. 대지 품종의 재배방법별 괴경 생산량 비교

재배 방법	0.5g이상 괴경수 (개/ 주)	재 식 주 수 (주/ 평)	평당 괴경수	하우스 이용율(%)	300평 하우스당 생산괴경수(추정)
개 별 폿 트					
직경 9 cm	6.3	300	1,890	70	396,900
직경 15 cm	9.5	140	1,330	70	279,300
직경 21 cm	14.3	70	1,001	70	210,000
대 형 상 자 (72×44×19cm)	8.8	150	1,232	70	277,200
배 지 경	17.3	48	830	50	124,500

위한 씨감자로서의 MCT 또는 MNT의 소요량이 증가하여 생산비의 증가를 초래할 수 있지만 여기에서는 MCT 소요량은 논외로 하고 재배관리면에서 각각의 방법을 살펴 보기로 한다.

① 개별 폿트에 의한 생산방법은

- 파종 및 수확시에 기계화가 어려워 노동력이 많이 소요되며
- 관수도 점적호스나 점적테이프 등을 사용하기 어렵고 분무 또는 스프링쿨러를 사용해야 한다

② 배지경에 의한 방법은

- 주당 생산되는 괴경수는 많지만
- 초기에 시설비가 투입되어야 하고
- 하우스 이용율이 낮아 개체당 괴경 수량은 많더라도 면적당 수량은 낮게 되며
- 배양 설비가 된 상태에서는 파종 및 수확 작업을 기계화하기가 곤란하고 수확, 파종시에 배지 교체작업에 많은 어려움이 있으며
- 양액의 소독
- 생육기에 2 3회 지지작업을 해주어야 하는 등의 노동력이 많이 소요된다

③ 대형 상자에 의한 방법은

- 개별 폿트와 배지경의 중간 방법으로 발전을 시킬 수 있는데
- 파종 및 수확작업을 기계화하기가 용이하며
- 재배관리가 비교적 쉬우나
- 단위 면적당 증식율을 현 수준보다 향상시키기 위해서는 재배 상자의 규격, 재식 주수, 시비관리 등에 대한 연구가 필요하다.

따라서 이러한 점을 고려하면 본 과제에서 수행한 방법중에서는 재배관리나 증식율 면에서 대형 상자를 이용하여 폿트재배와 배지경의 재배방법을 절충한 방법이 효율적인 방법이라고 판단되었다.

제4장 경제성 분석을 통한 인공씨감자의 최적 생산 및 보급시스템 개발

제4장 경제성 분석을 통한 인공씨감자의 최적 생산 및 보급시스템 개발

제1절 국내의 감자생산과 씨감자 수급 현황

1. 감자 생산 및 수급 현황

가. 감자 재배면적 및 생산 동향

1) 연도별 감자 재배면적 및 생산량 추이

우리나라에서 감자재배의 역사는 170여년 전부터 시작되었으나 식량작물로 자리잡지 못하고 구황작물 또는 재해대파작물로 인식되어 왔다(韓, 1977). 그러나 최근 30여년간 가공용 감자의 수요 증대, 감자 재배농가의 소득 증대 등으로 재배면적이 서서히 증가되고 있는 추세이다. 지난 10년(1987 1996)간 감자 평균재배면적(표 72)을 살펴보면 전체면적은 약 25,397 ha에 달하며, 그 중 봄감자의 재배면적의 비중이 64.3%로 고랭지 감자 18.9%, 가을감자 15.6%에 비해 높은 것으로 나타났다. 과거 10년간 재배면적의 추이를 보면 봄감자는 13,000 ha 20,000 ha로 해에 따라 재배면적의 변동이 심하였으나 고랭지감자는 4,000 5,000 ha로 면적의 변화가 크지 않았다. 가을감자는 1987년 1,287 ha에서 증가하기 시작하여 1991년에는 3,512 ha로 급격히 증가하여 1992년에는 8,520 ha,

1996년에는 7,397 ha에 달하여 가을감자의 재배면적이 급격히 증가하여 감자 재배지역이 전국적으로 확대되고 있음을 알 수 있었다.

표 72. 연도별 감자 재배면적의 변화

(단위: ha)

연도	봄감자	고랭지 감자	가을감자	계
1987	15,823	4,626	1,287	21,736
1988	13,051	4,657	1,352	21,560
1989	18,870	5,934	3,231	28,085
1990	14,680	4,359	2,052	21,091
1991	13,235	4,376	3,512	21,123
1992	20,790	5,285	8,520	34,595
1993	17,895	4,945	4,200	27,040
1994	13,939	4,272	3,548	21,759
1995	15,664	4,456	4,521	24,941
1996	19,485	5,158	7,397	32,040
평균	16,343	4,806	3,962	25,397

<자료 : 농림부 작물통계, 1997>

그러나 면적 비율로 보면 봄감자 재배면적의 비중이 높은데 이는 첫째, 전국 어느 지역에서나 재배가 쉽기 때문이며, 둘째, 국내의 종서 생산체계 자체가 봄감자 위주로 되어 종서공급이 이루어지기 때문으로 여겨진다. 최근의 작형별 재배면적 동향을 살펴보면 봄감자 및 고랭지감자의 재배면적은 큰 변동이 없는데 반해 가을감자의 재배면적은 급격히 증가하였는데 이는 제주도 지역의 주 소득원인 감귤산업이 점차 하향세로 접어들자 시장가격이 비교적 높은 가을감자 및 겨울감자 재배가 제2

의 농가 소득원으로 각광을 받고 있기 때문인 것으로 보여진다.

국내의 감자 생산량(표 73)은 약 55만톤 수준으로 연도별로 약간의 차이를 보이고 있다. 1992년과 1996년의 경우 감자 생산량이 70만톤 이상

표 73. 연도별 감자 생산량 및 단수 비교

(단위: M/ T, kg/ 10a)

연도	봄감자		고랭지 감자		가을감자		계	
	생산량	단수	생산량	단수	생산량	단수	생산량	단수
1987	301,868	1,908	129,090	2,791	19,294	1,499	450,252	2,071
1988	300,518	1,997	95,094	2,042	28,815	1,556	424,427	1,969
1989	368,023	1,950	206,149	3,474	55,274	1,685	629,446	2,241
1990	256,495	1,747	79,592	1,826	34,433	1,678	370,520	1,757
1991	243,583	1,840	111,683	2,552	60,276	1,716	415,542	1,967
1992	436,569	2,100	141,917	2,685	147,584	1,732	726,070	2,099
1993	394,019	2,202	147,164	2,976	81,306	1,936	622,489	2,302
1994	307,053	2,203	125,256	2,932	57,069	1,608	489,378	2,249
1995	364,563	2,327	139,250	3,125	88,369	1,833	592,182	2,374
1996	454,390	2,332	150,561	2,919	126,076	1,704	731,027	2,282
평균	342,708	2,060	132,575	2,732	69,849	1,694	545,133	2,131

<자료 : 농림부, 작물통계, 1997>

이 생산되자 도매시장의 경락가격이 매우 낮게 형성된 적이 있다. 감자의 과잉생산은 재배면적의 확대가 주요인으로 적정 재배면적을 유지하여 가격을 안정화 시키는 방안과 감자 수요를 확대하여 생산량을 소비하게 하는 방안이 있으나 어느 방안이 되든 감자 가격을 안정화시키는 것은 감자 생산 농가 및 소비자 모두에게 매우 중요한 과제이다.

감자의 재배면적은 전년도 감자가격, 감자를 대체할 작물이 여의치 않거나 또는 씨감자의 공급량에 의하여 결정되기 때문에 감자가격의 안정화와 씨감자 갱신율의 증가는 감자 재배면적을 적정수준에서 유지시킬 수 있는 방법이 된다.

감자의 단위면적당 생산량을 작기별로 구분하여 살펴보면), 최근 10년간 전체 평균 수량은 10a 당 2,131 kg이었는데 고랭지 감자가 2,732 kg으로 가장 높았고 봄감자는 2,060 kg, 가을감자는 1,694 kg을 나타냈다.

2) 지역별 감자 재배면적

감자재배는 주로 강원도를 중심으로 재배되어 오다가 점차 전국적으로 확대되어 가고 있는데 1996년의 지역별 감자 재배면적은 표 74에서 보는 바와 같다. 작형에 관계없이 전체 면적으로는 강원도가 8,865 ha로 가장 많았으며, 제주도가 7,570 ha로 그 다음 이었다. 그러나 작형별로 보면 강원도는 춘작과 하작으로, 제주도는 조·춘작, 추작 및 동작으로 구성되어 있어 제주도의 경우 감자 재배가 연중 이루어지고 있는 실정이다.

표 74. 지역별 감자 재배면적

(단위 : ha)

지 역	조·춘작	하작	추작	동작	계
경 기 도	1,275	0	10		1,285
강 원 도	3,750	5,054	61		8,865
충청북도	1,146	0	3		1,149
충청남도	956	0	16		972
경상북도	2,138	2	123		2,261
경상남도	2,705	0	752		3,457
전라북도	2,183	100	136		2,419
전라남도	2,516	2	1,074		3,592
제 주 도	1,698	0	3,987	1,885	7,570
합 계	18367	5,158	6162	1,885	31570

<자료 : 농림부, 작물통계, 1997; 제주도 농촌진흥원 자료, 1997>

3) 감자 재배 주요 市·郡

현재 감자를 재배하고 있는 지역은 전국적으로 분포되어 있어, 각 도별로 감자를 주로 재배하고 있는 市·郡을 살펴보면 표 75와 같다. 경기도는 포천, 안성 등 중북부지역에서, 강원도는 강릉, 평창, 홍천 등지에서 주로 재배되고있다. 충북은 청원, 괴산, 제천, 단양 등지에서, 충남은 당진, 서산, 연기 등에서 재배되고 있다. 경북은 구미, 고령, 봉화 등지에서, 전북은 남원, 김제, 무주 등지에서 주로 재배 되고 있는데 경기도에서부터 이들 지역까지는 대부분 춘작으로 재배되고 있다. 경남과 전남에

서는 춘·추작으로 재배되고 있는데 경남은 밀양, 김해, 창녕 등지에서, 전남은 해남, 보성, 영암 등지에서 주로 재배되고 있다. 제주도는 조·춘작은 씨감자 생산용으로, 추·동작은 시장용으로 주로 재배되고 있으며 제주도 전체가 감자를 재배하고 있는 실정이다.

표 75. 감자재배 주요 市·郡

도 별	주 요 재 배 시·군	주 재배작형
경 기 도	포천, 안성, 화성, 양평, 파주	춘작
강 원 도	강릉, 평창, 홍천, 인제, 정선	춘작, 하작
충청북도	청원, 괴산, 충주, 제천, 단양	춘작
충청남도	당진, 서산, 연기, 홍성, 아산	춘작
경상북도	구미, 고령, 봉화, 김천, 상주	춘작
경상남도	밀양, 김해, 창녕, 합천, 거창	춘작, 추작
전라북도	남원, 완주, 김제, 무주, 정읍	춘작
전라남도	보성, 해남, 영암, 신안, 무안	춘작, 추작
제 주 도	대정, 성산, 한경, 구좌, 안덕	추작, 동작

<자료 : 농림수산정보센터, 농업통계, 1997>

나. 감자의 소비 및 수급 전망

1) 감자 및 관련제품 소비현황

1996년 국내 감자 생산량은 731,027톤으로 대부분 생감자로 소비되었

고 전분용으로는 생감자로 400,000톤, 냉동감자는 생감자로 80,000톤이 소비되었으며 이들 가공용은 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다. 한편, 국민 1인당 감자 소비량은 연간 28 kg으로 쌀, 육류 등에 비하면 현저하게 낮은 수준이다.

표 76. 1996년도 감자 및 관련제품 소비현황

구 분	소 비 량	
	실중량 (톤)	생감자량 (톤)
전 분	60,000	400,000
냉동감자	32,000	80,000
국내산 생감자	731,000	731,000
감자가루	60	900
계		1,211,900

<자료: 한국 감자산업의 현재와 미래, 1997. p.73>

2) 감자 관련 제품 수입현황

감자의 수입은 대부분 가공용으로 수입하고 있는데 가공용중에서 감자칩용은 생감자를 직접 가공해야 하는 공정때문에 국내산이 경쟁을 할 수 있는 좋은 조건을 갖추고 있으나, 기타 가공용은 국내산 감자의 품질과 가격면에서 계절에 다른 변이가 커 외국산과 경쟁력을 갖추지 못하여 수입을 할 수밖에 없는 것이 현실이다. 표 77은 가공용 감자의 수입

량과 수입가격을 나타낸 것이다. 수입량이 가장 많은 것은 변성전분으로 30,992톤으로 금액으로는 210억원에 달하고 있다. 따라서 1년간 감자 가공용으로 수입하는데 지출하는 금액이 대략 800 900억 정도에 달하는 것으로 나타났다.

표 77. 1996년도 감자 관련 제품 수입현황

품 목	수입량 (톤)	수입가격 (원/ kg)	국내가격 (원/ kg)
생전분	28,896	540	2,350
변성전분	30,992	700	2,800
튀김용냉동감자	26,903	856	
냉동감자 조제처리	1,138	1,024	
비냉동 조제처리 감자	3,896	3,900	
감자가루	60	700	
감자칩	719	10,530	12,500
생감자	666	680	460

<자료: 한국 감자산업의 현재와 미래, 1997. p.78>

3) 감자의 수급전망

농촌진흥청에서 1993년도 인구 43백만명을 기준으로 예측한 감자 수급전망은 표 78과 같다. 감자 총수요량은 1997년에 930천톤이고 2001년에는 1,060천톤으로 13.9% 증가할 것으로 예상하였으며 2004년에는 1,300천톤으로 39.8% 증가할 것으로 전망하였다. 따라서 국내 생산량도

1997년에 730천톤에서 2001년에는 830천톤으로 13.7%, 2004년에는 1,050천톤으로 43.8% 정도 증가할 것으로 전망하였으나, 재배면적은 1997년에 29.2천 ha에서 2001년에는 27.7천 ha, 2004년에는 30.0천 ha로 거의 변하지 않을 것으로 예측하였다. 또한 감자의 수입량도 1997년에 200천톤에서 2004년에 250천톤으로 거의 일정한 수준으로 전망을 하였다. 이것은 결국 단위 면적당 생산량의 향상으로만 국내생산량의 전망치를 달성 가능케 하는 것이다. 10a당 수량을 1997년에는 2,500 kg으로, 2001년에는 3,000 kg, 2004년에는 3,500 kg으로 증대시킬 것으로 가정을 하고 전망을 한 것이다. 2004년까지 감자 단위면적당 수량을 40% 증수시킬 수 있

표 78. 국내 감자의 수급 전망

구 분	1997	1999	2001	2004
총수요량 (천톤)	930	1,000	1,060	1,300
공급량 (천톤)	930	1,000	1,060	1,300
국내생산 (천톤)	730	780	830	1,050
▪ 재배면적 (천ha)	29.2	28.9	27.7	30.0
▪ 수 량 (kg/ 10a)	2,500	2,700	3,000	3,500
수입 (천톤)	200	220	230	250
자급율 (%)	78	78	78	81

<자료: 농촌진흥청, 작목별 기술대응방안>

는 방법은 다수확 신품종의 육성 보급, 재배기술의 혁신, 우량 씨감자의 공급과 갱신율 향상에 의존할 수밖에 없다. 다수확 신품종의 육성 보급과 재배기술은 시간적인 제약으로 기대하기가 어려운 실정이며, 가능성 있는 방법은 현재의 장려 품종을 중심으로 우량 씨감자를 대량 생산하여 공급하여 갱신율을 50% 이상으로 높이는 것이다.

2. 씨감자 생산 현황 및 공급율

가. 씨감자 생산 및 공급 현황

1) 작형별 씨감자 재배면적 및 생산량

씨감자 생산은 봄감자와 가을감자로 나누어 생산되는데 재배면적과 생산량 모두 봄감자가 주종을 이루고 있다. 표 79에서 보는 바와 같이 1995년도 봄감자는 대관령, 홍천, 봉화에서 재배되는데 면적은 558 ha로 8,740톤이 생산되는데 대관령에서 90%를 생산해내고 있다. 가을감자는 함평, 밀양, 제주에서 생산되는데 40 ha에서 606톤이 생산되고 있다. 가을감자는 봄감자 재배면적의 7.2%, 생산량의 6.9%를 차지하고 있는데, 10a당 생산량은 봄감자가 1,566 kg, 가을감자가 1,515 kg 으로 봄감자와 가을감자가 비슷한 수준이었다. 그러나 1995년도 일반 감자재배는 고랭지감자의 경우 10a당 3,125 kg, 가을감자는 1,833 kg으로, 씨감자의 10a당 생산량은 봄감자의 경우 일반 감자 생산량의 50%, 가을감자의 경우는 82.6%를 나타내었다. 채종지역별로 보면 대관령이 10a당 1,543 kg, 홍천이 1,880 kg, 봉화가 1,700 kg이었으며, 함평이 1,633 kg, 밀양이 1,620 kg, 제주가 1,414 kg으로 대관령지역이 제주지역보다 단위 면적당 보급

종 생산량이 낮았다.

표 79. 1995년도 보급종 씨감자 생산현황

구 분	채종지역	재배면적(ha)	생산량(톤)	비율(%)
봄감자	계	558	8,740	100
	대관령	512	7,902	90
	홍 천	31	583	7
	봉 화	15	255	3
가을감자	계	40	606	100
	함 평	9	147	24
	밀 양	10	162	27
	제 주	21	297	49

<자료: 한국 씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.30>

2) 보급종 씨감자의 공급 현황

감자재배에서 씨감자의 중요성은 누구나 인정하고 있지만 실제로 씨감자의 재배면적과 생산성이 낮아 국내의 씨감자 공급율은 평균 19% 정도이다. 연도별·작형별 씨감자 공급현황은 표 80에 나타내었다. 봄감자는 가을감자에 비하여 공급량이 많기 때문에 갱신율이 평균 22%이지만 가을감자는 5.3%에 불과하다. 한편 준종서급 이상의 보급율을 추정한 결과를 보면(표 81) 정부 보급종이 20 25%, 보급종의 비규격서, 농촌 진

흥원 및 지도소의 자체 생산 씨감자, 농협 자체생산 및 민간업체 또는 개인이 생산한 씨감자를 준종서로 구분할 때 준종서의 공급율이 40 50%를 차지하고 각 농가가 자체 생산한 감자를 다음에 씨감자로 사용하는 비율이 25 40%를 차지하고 있어 현재까지 우리나라의 감자재배에서 씨감자의 공급은 보증받지 못한 씨감자가 더 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있었다. 玄 등(1997)은 설문조사 결과 정부 보급종 씨감자 구입상의 애로사항 중 조사농가 173개 농가 가운데 63.1%에 해당하는 109개 농가가「씨감자 供給量의 不足」을 첫 번째 애로사항으로 답하였다고 하였다. 따라서 씨감자의 공급량을 확대하여 갱신율을 향상시키는 것이 감자재배에서 우선적으로 해결해야 할 문제로 생각되었다.

표 80. 연도별 보급종 공급 현황

(단위: ha, 톤, %)

연도	봄감자			가을감자			계		
	면적	공급량	갱신율	면적	공급량	갱신율	면적	공급량	갱신율
1992	26,075	7,629	18	8,520	522	3.4	34,595	8,151	14
1993	22,840	7,814	22	4,200	502	6.6	27,040	8,343	19
1994	18,211	7,167	25	3,548	372	5.8	21,759	7,539	22
1995	20,160	8,559	27	5,400	606	6.2	24,941	9,165	22
1996	24,643	8,625	22	5,951	416	4.4	32,040	9,041	18
평균	22,385	7,958	23	5,523	483	5.3	28,075	8,447	19

<자료: 한국 감자산업의 현재와 미래, 1997, p.34>

표 81. 준종서급 이상 공급율

보 급 종	준 종 서z	일반감자z
20 25%	40 50%	25 40%

<자료: 한국 감자산업의 현재와 미래, 1997, p.28.>

z : 1. 준종서(보급종 규격서외, 진흥원 또는 지도소 자체 생산 종서, 농협 자체생산종서, 민간업체 또는 개인 생산 종서)
2. 일반감자(전년도 생산한 감자 중 일부를 다음해 씨감자로 사용)

나. 씨감자 수입현황 및 검역 규정

최근 5년동안 씨감자 수입현황은 표 82와 같이 1991년에는 300톤 이었던 것이 점차 감소하여 1994년에는 99톤, 1995년에는 64톤으로 현저하게 감소하였다. 씨감자 수입은 씨감자의 공급이 충분하지 않은 제주도에서 일본산 씨감자를 주로 수입하였는데 이는 씨감자의 부족 뿐만 아니라 일본산 씨감자의 우수성에 대한 믿음 때문으로 생각되었다. 일본산

표 82. 연도별 씨감자 수입현황

연 도	1991	1992	1993	1994	1995
수입량 (톤)	300	100	250	99	64

<자료: 한국 씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996, p.31>

씨감자의 공급가격은 kg당 3,000 3,500원의 비싼 가격으로 유통되었으나 금년부터 일본이 감자 수입금지 국가로 지정되어 수입이 불가능하게 되어 씨감자의 공급이 절대 필요하게 되었다.

한편, 감자 뿐만 아니라 씨감자의 수입 또는 외국에서 씨감자를 증식하여 국내로 반입할 경우 검역상의 절차 및 수입금지 병해충과 지역을 파악하여 대처하여야 할 것이다(표 83).

표 83. 감자 수입 금지병해충과 지역

주 요 관 심 금지 병해충	수 입 금 지 지 역
감자 암종병 (potato wart disease) 감자 갈쭉병 (PSTVd) 감자씨스트선충 (golden nematode) 감자흰씨스트선충 (white potato cyst nematode)	**아시아**: 인도, 중국, 일본, 홍콩, 필리핀, 네팔, 부탄, 레바논, 터키, 이스라엘, 파키스탄 **유 럽**: 전지역 **아프리카**: 남아프리카공화국, 알제리아, 모로코, 튀니지, 리비아 **북·중앙아메리카**: 캐나다, 멕시코, 파나마, 미국(매릴랜드주외 30개주) **남아메리카**: 볼리비아, 칠레, 에콰도르, 포클랜드, 페루, 우루과이, 브라질, 베네주엘라, 아르헨티나, 콜롬비아, 코스타리카 **오세아니아 및 태평양지역**: 뉴질랜드, 호주(빅토리아주, 웨스트오스트레일리아주에 한함) **구소련**: 벨로루시, 우크라이나, 리투아니아, 러시아, 투르크메니스탄, 몰도바, 아르메니아, 아제르바이잔, 우즈베키스탄, 타지키스탄, 그루지아, 에스토니아, 라트비아

제2절 우량 씨감자 공급과 소요량 추정

1. 우량 씨감자 공급의 필요성

가. 우량 씨감자 공급의 필요성

감자는 영양번식체로 재배하기 때문에 씨감자의 상태가 재배의 성패를 좌우한다고 해도 과언이 아니다. 우량 씨감자는 우선 유전적으로 순수해야 하는데 품종 고유의 순도를 유지해야 하고 이형주, 돌연변이의 발생 등이 없어야 한다. 또한 생리적으로 높은 활력을 유지하여 포장에서 출현이 균일하고 신속하게 이루어져 적정 재식밀도를 달성할 수 있어야 한다. 증식단계에서 각종 병·해충에 노출되어 감염될 우려가 높은데 병·해충에 감염된 씨감자는 씨감자의 활력을 저하시킬 뿐만 아니라 감자의 생장과 생육에까지 영향을 미치기 때문에 바이러스 등 각종 병해충에 감염이 되지 않아야 한다.

따라서 씨감자가 기본적으로 구비해야 할 조건을 갖추지 않은 씨감자를 재배하게 되면 당연히 감자 수량의 감소와 품질의 저하로 귀결될 수밖에 없다. 씨감자를 갱신하지 않고 생산한 감자를 다시 씨감자로 사용하였을 때 수량 감소가 현저하게 일어나는데(그림 3), 갱신 당년에는 10a당 2,000 kg이던 수량이 1년차에는 갱신 당년의 50%, 2년차에는 35%, 3년차에는 15%로 갱신을 하지 않고 사용할 경우 수량 감소가 현저하게 일어났다.

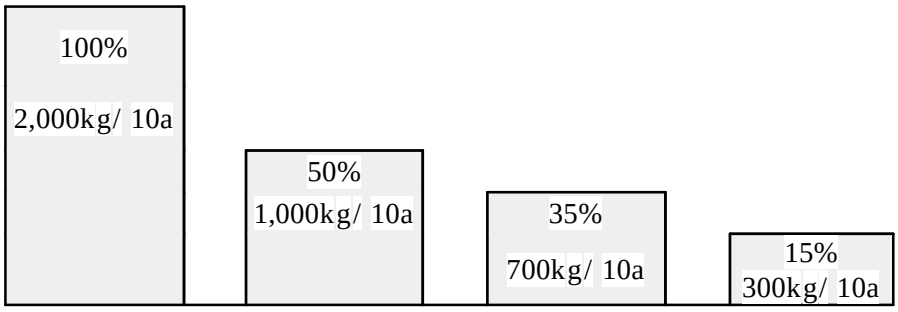


그림 3. 씨감자의 갱신 후 연차별 퇴화율

<자료: **주용제 외, 감자의 수급 및 이용에 관한 연구**, 1983. p.85>

나. 인공씨감자 실용화의 경제적 효과

인공 씨감자의 실용화는 기본적으로 우량 씨감자를 대량으로 공급할 수 있다는데 있다. 인공 씨감자의 실용화에 따른 경제적 효과는

① **우량 씨감자의 공급으로 감자 수량의 증대가 예측되는데, 기존의 보급종 감자와** MNT**의 수량 대비시험 결과** MNT**가 약** 10% **정도 증수되었다.**

② 인공 씨감자는 MCT를 신속하게 대량생산할 수 있고, 증식단계가 단축되어 새로운 품종의 공급 또는 농민이 요구하는 품종을 빠른 시간내에 공급할 수 있다.

③ MCT나 MNT는 크기가 기존의 보급종 감자에 비하여 약 1/5 1/10 정도 작기 때문에 저장 및 수송비용 등 물류비용을 절감할 수 있다.

④ 기존의 감자는 절단하여 쪽감자로 파종을 하기 때문에 파종작업을 기계화하지 못하고 인력에 의하여 파종을 할 수밖에 없다. 그러나 MNT는 크기가 작고 통감자로 파종하기 때문에 파종 기계화가 가능하다. 고령지농업시험장(1995)에서 관행의 방법과 기계화로 감자재배를 하면서 투입되는 노동력을 비교한 결과 관행의 방법은 137.9시간인데 비하여 기계화 재배는 50.9시간으로 관행재배보다 63% 정도의 노동력을 절감할 수 있어 결과적으로 43%의 소득증대를 할 수 있었다고 하였다.

⑤ 현재 보급종의 공급량이 부족하여 씨감자 갱신율이 평균 20% 정도에 불과하기 때문에 일부 지방을 중심으로 외국에서 씨감자를 수입하여 보급종보다 훨씬 비싼 값에 유통되고 있는데, 인공 씨감자의 실용화로 씨감자공급량이 증가하면 씨감자의 수입은 사라질 것이다. 또한 인공씨감자의 실용화 기술을 토대로 MCT 또는 MNT를 외국에 수출할 수 있기 때문에 수출잠재력을 갖고 있다고 할 수 있다.

2. 씨감자 소요량 추정

국내 씨감자의 소요량을 추정하기 위하여 각 재배지역별로 작형에 따라 씨감자 생산용 면적을 제외하고 일반 재배면적을 추정하였다(표 84). 전국 재배면적을 26,000 ha로 하여 산정하고 작형별로 조·춘작이 14,000 ha, 하작이 5,000 ha, 추작이 6,000 ha, 동작이 1,000 ha로 구분하였다.

표 84. 작형별 재배면적 추정

작 형	재배면적(ha)	재 배 지 역
조·춘작	14,000	전국 감자 재배지역
하 작	5,000	강원도 고령지
추 작	6,000	제주도, 경남, 전남, 전북
동 작	1,000	제주도
계	26,000	

전국 26,000 ha를 공급하는 씨감자의 경우 기존의 보급종은 판매용 포장 단위가 20 kg으로 되어 춘작은 평당 0.6 kg을 파종하는 것으로 되어 있었으나 MNT는 크기가 작기 때문에 kg 단위로 하는 것보다 평당

개수로 취급하는 것이 좋다. 따라서 기존의 쪽감자로 취급할 경우는 kg으로, 인공씨감자의 MNT로 취급할 경우에는 개수로 파종량을 산출하여 씨감자 소요량을 추정하면 표 85에서와 같다. 여기에서는 100% 공급에 필요한 量을 산출한 것인데 산출기준은 춘작과 하작은 평당 0.6 kg 또는 20개, 추작과 동작은 평당 0.7 kg 또는 25개로 하였다. 조·춘작에 필요한 씨감자는 25,200톤 또는 8억 4천만개, 하작은 9,000톤 또는 3억개, 추작은 12,600톤 또는 4억 5천만개, 동작은 2,100톤 또는 7천 5백만개로 추정되어 전체로는 연간 26,000톤 또는 16억 6천 5백만개가 소요될 것으로 산출되었다.

표 85. 보급용 씨감자 유형별 예상소요량

작 형	재배면적 (ha)	씨감자 소요량		산출기준	
		톤	천개	쪽감자	통감자
조·춘작	14,000	25,200	840,000	0.6kg/ 평	20개/ 평
하 작	5,000	9,000	300,000	0.6kg/ 평	20개/ 평
추 작	6,000	12,600	450,000	0.7kg/ 평	25개/ 평
동 작	1,000	2,100	75,000	0.7kg/ 평	25개/ 평
계	26,000	48,900	1,665,000		

주 : 1. 100% 갱신율 적용
2. 씨감자 재배면적 26,000ha 기준

그러나 씨감자 생산능력과 재배농가의 속성상 매년 100% 갱신은 현실적으로 어려워 갱신율별로 소요량을 산출하였다(표 86). 갱신율별로 보면 갱신율을 25%로 상정하였을 경우 소요량은 12,225톤 또는 4억 1천 8백만개, 50%일 경우 는 24,450톤 또는 8억 3천 2백만개, 75%일 경우는 36,675 톤 또는 12억 4천 8백만개가 소요될 것으로 산출되었다.

표 86. 갱신율별 씨감자 예상 소요량

작 형	갱신율 25%		갱신율 50%		갱신율 75%	
	톤	천개	톤	개수	톤	개수
조·춘작	6,300	210,000	12,600	420,000	18,900	630,000
하 작	2,250	75,000	4,500	150,000	6,750	225,000
추 작	3,150	115,000	6,300	225,000	9,450	337,000
동 작	525	18,000	1,050	37,000	1,575	56,000
계	12,225	418,000	24,450	832,000	36,675	1,248,000

3. 씨감자 유형별 비교

씨감자 소요량을 기존의 쪽감자와 MNT 통씨감자로 구분하여 각각 산출하여 보았는데 이들 2 종류의 씨감자가 갖는 장·단점을 경제적 측면과 재배환경적인 측면에서 비교하였다.

가. 경제적 측면

쪽감자와 통씨감자의 경제적인 면에서 비교하여 보면 표 87에서와 같다. 기본적으로 쪽감자는 용량과 용적이 통씨감자에 비하여 크기 때문에 저장, 수송, 관리 등에서 비용이 많이 소요되기 때문에 쪽감자가 통씨감자보다 불리할 수밖에 없다. 특히 씨감자의 절단은 대부분은 인력에 의하여 수작업으로 하고 있는데 농촌 인력의 부족 등으로 앞으로 절단하는데 필요한 인력을 확보하기가 쉽지 않을 것이다.

표 87. 쪽감자 및 통씨감자의 경제적 측면 비교

내 용	쪽 감 자	통 씨 감 자
운송·상하차	비용절감 불가능	비용절감 가능
저장시설	면적 축소 불가능	면적 축소 가능
상품포장	소포장 곤란	소포장 가능
종서절단비용	절감 불가능	인건비 절감 가능

나. 재배·환경적 측면

쪽감자와 통씨감자의 재배면에서 비교는 표 88에서 보는 바와 같다. 쪽감자의 경우 종서 절단시 절단하는 칼에 의하여 바이러스가 옮길 수 있으며, 특히 추작으로 파종할 경우 부패하기 쉽다. 또한 크기와 모양이 불규칙하여 파종의 기계화가 어려우며 절단 후 큐어링을 해야 하는 등 관리상의 어려움이 통씨감자 보다 많다.

따라서 경제적인 면과 재배적인 면에서 볼 때 씨감자는 큰 감자를 2절 또는 4절하여 쪽감자로 파종하는 것보다는 통씨감자로 파종하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

표 88. 씨감자 유형별 재배환경 측면 비교

내 용	쪽 감 자	통씨감자
이 병 율	종서절단시 이병율이 높다	이병율이 적다
발 아 율	고열, 과습에 적응성이 낮다	고열, 과습에 적응성이 높다
자동 파종	자동파종이 어렵다	자동파종이 가능하다
큐 어 링	파종전 절단면 치유가 필요	최아상태에서 파종 가능
취급 및 관리	취급 및 관리가 어렵다	취급 및 관리가 용이하다

제3절 씨감자 생산 및 보급체계 분석

1. 국내 씨감자 생산 및 보급체계의 현황

가. 국내의 씨감자 생산 및 보급체계

국내의 씨감자 생산체계는 국가의 주도아래 구축되어 시행되어오고 있다. 봄감자용 씨감자는 7단계를 거쳐 농가에 공급되는데 증식은 대관령지역에서 망실과 노지에서 이루어지고 있다. 6단계의 증식에서 11,000톤의 씨감자가 생산되어 행정조직과 단위농협을 통하여 농가에 공급하고 있다(표 89).

표 89. 봄감자용 씨감자 생산체계

증식단계	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계
증식명	조직배양	기본종	기본식물	원원종	원종	보급종	농가보급
증식기관	고령지 시험장	고령지 시험장	고령지 시험장	강원도 감자 원종장	강원도 감자 원종장	종자공급소, 대관령원예 협동조합	행정조직, 단위농협
면적(ha)		0.3	2	13	80	670	
재배형태	온실	망실	망실	망실	망실	노지	
생산계획 (톤, 개)	6,000개	3	20	160	1,300	11,000	

가을감자용 씨감자는 남부 해안지역에서 증식되는데 원종까지는 남해와 무안에서 생산되고 보급종은 대관령, 무안 및 밀양에서 2,500톤이 생산되어 공급되고 있다(표 90).

표 90. 가을감자용 씨감자 생산체계

	기본종	기본식물	원원종	원종	보급종
증식기관	원예연구소	원예연구소 (남해출장소)	원예연구소 (남해출장소)	종자공급소 (대관령, 함평, 밀양지소)	종자공급소 (대관령, 함평, 밀양지소)
생산지역	수원	남해	남해	무안, 남해	대관령(여름) 무안, 밀양(봄)
생산계획 (톤)	0.25	2.5	25	250	2,500

<자료: 한국 씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.35>

나. 씨감자의 검사 및 규격

1) 포장검사

가) 검사시기

현재 규정된 씨감자 생산포장에서의 검사는 파종 후 유묘가 15 cm

정도 되었을 때 1회 실시하고 춘작의 경우는 개화기에서 낙화기 사이에 2차 검사를 실시한다. 추작의 경우 1회 검사 후 15일 경에 2차 검사를 실시한다.

나) 검사규격

포장검사시 검사항목으로는 이품종율, 이종류율 및 특정병과 기타 병으로 나누어 원원종포, 원종포 및 채종포별로 허용치를 설정하여 여기에 적합한지를 검사한다. 바이러스는 채종포에서 모자이크바이러스가 2.0%, 엽권바이러스가 1.0%, 기타 바이러스가 1.0%로 바이러스 허용치는 4.0% 이하로 되어있다(표 91).

표 91. 씨감자 생산포장의 검사규격

항목	최고한도											작황
	이품종주	이종류주	특정병					기타병				
			모자이크바이러스	엽권바이러스	기타바이러스	바이러스계	윤부병	흑지병	위조병	기타병	병해계	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
원원종포	무	무	0.5	0.3	0.2	1.0	무	0.5	0.5	5.0	6.0	균일
원 종 포	무	무	1.0	0.5	0.5	2.0	무	1.0	6.0	6.0	8.0	균일
채 종 포	무	무	2.0	1.0	1.0	4.0	무	1.5	7.0	7.0	10.0	균일

<자료: 한국 씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.18>

다) 포장 조건과 격리거리

씨감자 생산포장은 다음과 같이 일정한 거리를 격리해야 한다고 규정하고 있다.

① 원원종포 : 불합격포장, 비채종포장으로부터 50m 이상 격리
② 원 종 포 : 불합격포장, 비채종포장으로부터 20m 이상 격리
③ 채 종 포 : 비채종 포장으로부터 10m 이상 격리
④ 십자화과, 가지과, 장미과, 복숭아나무, 기타 숙주로부터 20m 이상 격리
⑤ 다른 채종단계 포장으로부터 1m 이상 격리
⑥ 망실재배를 하는 원원종포, 원종포 또는 채종포의 경우에는 격리거리를 (1) (5) 포장격리 기준의 10분의 1로 단축할 수 있다.

원원종포는 비채종포로부터 50 m이상, 원종포는 20 m 이상, 보급종은 10 m이상을 격리해야 한다고 하였으나 바이러스를 보독하고 잇는 진딧물의 비래거리가 풍속에 따라 수십 km 이상되기도 하기 때문에 형식적인 격리거리를 규제하는 것보다 채종적지의 확대와 이병주의 조기 제거, 포장의 약제방제 등 재배관리를 철저하게 하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

또한, 포장조건은 아래의 2조건에 대한 규정이 있을 뿐이다.

① 연작하지 아니한 포장이어야 한다. 다만, 연작피해 방지대책을 강구한 경우는 그러하지 아니할 수 있다.
② 윤부병 발생포장은 2년이상 윤작하여야 한다.

2) 씨감자 검사

씨감자의 검사규격은 표 92에서와 같다. 괴경중량은 30 250 g을 원칙으로 하고 있으나, 인공씨감자에서 생산된 씨감자는 10 50 g의 규격도 허용하고 있으나 기존의 씨감자와 인공씨감자에서 생산된 씨감자는

표 92. 종서 검사규격

	최 고 한 도										
	괴경중량	이품종	특정병		기타병	피해서				기형서	싹튼감자	이물
			걀쭉바이러스	윤부병		계	동해	수분해	기타해			
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
원원종	30 250g	무	무	무	1.0	13.0	무	10.0	3.0	0.5	무	0.5
원 종	30 250g	무	무	무	3.0	15.0	무	10.0	5.0	0.8	3.0	0.5
보급종	30 250g	무	무	무	5.0	18.0	무	10.0	8.0	1.0	6.0	1.0

<자료 : 한국 씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.19>

주 : 1. 인공씨감자를 재배하여 생산된 종자를 씨감자로 사용하는 경우에는 괴경중량을 10 50g으로 할 수 있다.

2. 특정병: 걀죽바이러스 및 윤부병을 말한다.

3. 기타병: 중심공동병과 기타 병을 말한다.

4. 피해서: 동해, 일소, 기계적 상처, 개열서, 충해, 수분해, 기타 원인에 의하여 손상을 받은 것을 말한다.

5. 싹튼감자: 눈이 5mm 이상 자란 것을 말한다.

증식단계를 거치면 결국 같은 규격의 감자가 생산될 수 있음에도 일반 씨감자와 인공씨감자의 규격을 별도로 규정하는 것은 씨감자의 규격에 대한 명확한 기준이 설정되지 않고 있다는 생각이 들었다.

따라서 장차 감자 재배의 기계화가 이루어지고 인공씨감자로부터 고품질의 씨감자를 생산할 수 있다는 것을 감안하면 씨감자 크기에 관한 규정은 생산자와 소비자간의 문제로 남겨 두는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

다. 씨감자 검사 실적

이상과 같은 포장검사 및 씨감자 검사규격에 의하여 그간 검사한 실적은 표 93, 94와 같다. 1995년도에는 원원종포 12.6 ha, 원종포 82.2 ha, 보급종 채종포 597.2 ha로 총 692 ha를 검사하였는데 여기에 소요된 검사인력은 연 382명으로 나타났다. 또한 씨감자 검사는1995년에 원원종 152.2톤, 원종 1,225톤 및 보급종 10,426톤으로 검사인력은 연 382명으로 나타났다. 포장검사와 씨감자 검사는 고도로 훈련된 전문가만이 할 수 있는데 현재 검사를 완전하게 수행할 수 있는 검사를 수행하는 인원이 모두 감자 전문 검사자들로 구성되어 있는지 의문이 간다. 따라서 일부 비전문가들이 검사업무에 참여한다면 검사는 형식적으로 이루어질 수밖에 없을 것이다. 네덜란드의 경우 S, SE, E 급의 포장검사는 적어도 연 4회이상 실시하고, 보급종 생산시에는 2회 포장검사를 90명의 감자 전문 검사자에 의하여 철저하게 실시하고 있다. 따라서 검사업무를 전문 검사자들로 구성된 공인된 기관에서 실시한 다음 보증을 하든가 아니면 생산자가 직접 검사하고 생산된 씨감자에 대해서 직접 책임을 지는 방법

을 채택하는 것이 국내에서는 바람직할 것이다.

표 93. 씨감자 포장검사 실적

(단위: ha)

	1990	1993	1994	1995
원원종	7.6	11.8	14.0	12.6
원 종	70.0	76.0	77.7	82.2
보급종	450.0	647.0	490.6	597.2
계	527.6	734.8	582.3	692.0

<자료: 한국씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.21>

주: 검사인력(연 382명)

표 94. 씨감자 검사실적

(단위 : M/ T)

	1990	1993	1994	1995
원원종	83.5	114.5	116.1	(152.2)
원 종	861.1	1,142.6	983.2	(1,225.4)
보급종	7,210.0	8,379.7	7,672.9	9,049.3
계	8,154.6	9,6636.8	8,772.2	10,426.90

<자료: 한국씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.21>

주: 검사인력(연 254명)

라. 씨감자의 신청 및 공급시기

1) 씨감자의 신청 및 공급절차

현재 씨감자의 신청과 공급절차는 표 95에서 보는 바와 같다. 신청은 각 농가가 리동장에게 신청하면 리동장은 읍면사무소로, 읍면사무소는 군청으로, 군청은 도청으로, 도청은 종자공급소로 필요한 양을 신청하게 되며, 종자공급소에서 생산된 씨감자를 신청한 양에 의하여 군농협으로, 군농협은 단위농협으로, 단위농협은 각 농가에 공급하는 방식으로 신청과 공급체계가 2원화 되어 있다. 그러나 종자산업법이 1997년 12월 31일부터 발효됨에 따라 씨감자 생산이 정부 주도하에서 지방자치단체, 농업관련단체 및 민간기업 등에서 씨감자 생산 판매가 가능하기 때문에 농가가 직접 자기가 선호하는 생산기관에 신청하고 공급을 받는 방식으로 개선되어 갈 것이다.

표 95. 씨감자의 신청 및 공급절차

신청농가	→ 리동장 → 읍면사무소 → 군 청 → 도 청 → 종자공급소
종자공급소	⇒ 종자공급소 ⇒ 군 농 협 ⇒ 단위농협 ⇒ 리동장 ⇒ 농 가

2) 씨감자의 신청 및 공급시기

감자 재배농가의 입장에서 보면 씨감자의 신청과 공급은 리동장에게 신청하여 공급받는 형태인데 신청시기와 공급시기가 표 96에서와 같이 정해져 있다. 따라서, 구입 신청시기를 놓치게 되면 구입을 하고 싶어도 구입을 할 수 없게 된다. 이러한 문제도 신청 및 공급체계와 같이 씨감자 생산 및 공급 주체가 바뀌게 되면 자연히 해소될 수 있을 것으로 본다. 각 생산·공급기관들은 사업 수익을 극대화하기 위하여 씨감자 신청, 생산 및 공급 등을 농가 위주로 하여 보다 많은 씨감자 판매를 통한 고수익을 얻고자 할 것이기 때문이다.

표 96. 씨감자의 신청 및 공급시기

구 분		신 청 시 기		공 급 시 기	
봄감자	조기육아재배용	9.1	9.30	10.1	10.31
	일반재배용	10.1	12.31	2.10	3.20
가을 감자		6.1	6.30	7.1	7.30

<자료 : 주용제외, 감자의 수급과 이용에 관한 연구, 1983. p.90>

2. 국내의 씨감자 생산 및 보급체계의 문제점

가. 씨감자 생산의 문제점

1) 씨감자 재배면적 및 단위 생산량

씨감자 생산은 봄감자용과 가을감자용으로 구분하여 봄감자용은 표 79와 같이 대관령이 512 ha로 전체 생산면적의 90%를 차지하고 있다. 대관령 지역은 1970년대부터 기후조건이 국내에서는 감자에 적합하다고 판단하여 씨감자 생산과 감자 재배적지로 지정되어 씨감자 주 생산단지로 자리를 잡아 그동안 씨감자의 생산과 공급을 계속하여 왔다. 한편 가을감자는 함평에서 9 ha, 밀양에서 10 ha, 제주에서 21 ha 등 총 40 ha를 재배하여 606톤을 생산하고 있다(표 79). 그러나 단위 면적당 씨감자 생산량은 대관령지역이 가장 낮아 1995년도에는 대관령이 10a 당 1,543 kg을 생산하였다. 이는 홍천의 1,880 kg, 봉화의 1,880 kg, 함평의 1,633 kg, 밀양의 1,620 kg 보다 낮은 수준이었다. 특히 대관령지역의 일반 감자의 생산량이 10a 당 3,125 kg에 비하면 49%에 불과한 수준이었다. 이는 대관령지역의 씨감자 생산기술상에 문제가 있거나 비규격서의 비율이 높기 때문인지는 알 수 없으나 씨감자의 단위면적당 생산성으로 보면 대관령지역은 더 이상 씨감자 생산지로서 가치를 보존하기 어려울 것으로 생각되었다.

한편, 그동안 봄감자 중심의 생산체제가 지속되어 가을감자의 생산의 비중이 낮았으나 제주도를 중심으로 재배면적의 확대에 따라 가을감자의 재배면적이 1996년에는 전체 재배면적의 25%를 차지할 정도로 급속하게 재배면적이 확대되었다. 대관령지역에서 생산하는 씨감자는 9월 10월에 수확하기 때문에 당년에는 가을재배용 씨감자로는 공급할 수 없

고 저장하였다가 이듬해 봄감자용 씨감자로 공급하게 된다. 따라서, 저장기간이 길어져 저장중 손실과 씨감자 활력 저하로 인하여 씨감자 공급량이 감소하게 되어 공급율이 낮아지게 된다.

1996년의 가을감자용 씨감자 공급율은 4.4%였고 1992년부터 1996년까지의 평균 공급율이 5.3%에 불과하였다. 따라서 가을감자용 씨감자는 작기를 고려하면 대관령지역 보다 다른 지역에서 조춘작으로 생산하여 공급하는 것이 효율적일 것이다.

2) 봄감자 및 가을감자 생산시 연도별 바이러스 발생상황

대관령지역을 씨감자 생산적지로 지정한 것은 서늘한 기후가 감자의 생육 조건과 부합되고 진딧물의 발생이 적어 바이러스의 이병율이 낮을 것으로 판단되었기 때문이었다. 봄감자 및 가을감자재배시 바이러스의 감염율을 연도별로 보면(표 97), 봄감자의 경우 해에 따라 감염율의 변화가 있었지만 최근에 들어서는 감소하는 경향을 보였다. 이같은 경향은 가을감자의 경우에도 나타났다. 봄감자와 가을감자를 보급종을 기준으로 비교하여 보면 바이러스 감염율이 봄감자 생산지인 대관령에서 1994년에는 1.3%, 1995년에는 4.8%인 반면 가을감자 생산지인 전남 무안과 경남 밀양에서는 1994년에 0.4%, 1995년에 0.5%를 나타내어 대관령에 비하여 현저하게 낮은 감염율을 나타냈다. 이것은 품종이 다르고, 봄감자와 가을감자의 재배시기가 다르기 때문에 나타나는 결과이기는 하지만 씨감자 생산적지로 알려진 대관령지역보다 바이러스면에서 유리한 지역이 전국에 있다는 것을 시사한다고 하겠다.

표 97. 봄감자 및 가을감자재배시 바이러스 이병율의 연도별 변화

㉠ 봄감자 《품종: 수 미》

(단위: %)

연도별	원종				보급종		
	자체 제거율	검사시 잔존율	계	동계검정	자체 제거율	검사시 잔존율	계
1986	6.1	0.1	6.2	1.1	8.3	0.5	8.8
1990	1.3	0.0	1.3	7.8	36.8	0.4	37.2
1993	0.2	0.0	0.2	0.4	6.3	0.7	7.0
1994	0.4	0.3	0.7	0.4	0.9	0.4	1.3
1995	0.3	0.2	0.5	-	4.2	0.6	4.8

<자료: 한국씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.22>

㉡ 가을감자 《품종: 대 지》

(단위: %)

연도별	원종				보급종		
	자체 제거율	검사시 잔존율	계	동계검정	자체 제거율	검사시 잔존율	계
1986	2.2	0.2	2.4	4.3	12.2	0.5	12.7
1990	2.3	0.2	2.5	0.5	8.6	0.5	9.1
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.8
1994	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1	0.4
1995	0.0	0.0	0.0	-	0.1	0.4	0.5

<자료: 한국씨감자 생산의 어제, 오늘, 내일, 1996. p.23>

기존의 씨감자 생산은 봄감자용으로 대관령지역을 중심으로 유지되어 왔다. 대관령지역은 기후가 서늘하여 감자 생육에 적합할 뿐더러 진딧물의 발생이 적어 바이러스 발병이 적을 것으로 판단하여 씨감자 생산단지로 지정되어 우리나라의 씨감자 주 생산단지로서 위치를 차지하였다. 그러나 지정 당시에는 대관령지역에는 진딧물의 주요 숙주인 십자화과 채소인 배추와 무가 재배되지 않았으나 현재에는 고랭지 채소 재배가 확대되어 더 이상 진딧물로부터 자유로울 수 없게 되었다. 이러한 결과는 표 97에서 대관령에서의 봄감자 생산에서 전남 무안과 경남 밀양에서의 가을감자 생산시보다 바이러스 감염율이 높게 나타난 것에서도 볼 수 있다. 또한 대관령에서는 감자 생육기간이 4월부터 9월로 진딧물의 발생 성기와 중복된다는 면에서 이해할 수 있다. 또한 대관령지역에서의 씨감자 생산의 생산량은 10 a당 1,500 kg 수준(표 79)으로 가을감자 생산지의 생산량과 비슷하여 면적당 생산량과 바이러스 감염율면에서 볼 때 대관령지역의 유리함이 감소한 것으로 생각되었다. 따라서 씨감자 생산지의 공간적 제한성을 극복하기 위하여 씨감자 생산지를 白(1969, 1970)은 서해안지역으로, 崔와 姜(1966)은 남부 난지에서 추작으로 생산한다면 재배상 이점과 1년에 춘·추작 2회 재배할 수 있어 씨감자의 신선도 유지와 비용절감의 효과가 있다고 강조하였다.

나. 씨감자 공급체계의 문제점

1) 씨감자 신청과 분배의 이원화

본 절의 씨감자 신청 및 공급절차에서 살펴보았듯이 현재의 씨감자 공급체계는 지방행정기관에서는 재배농가의 씨감자 희망량을 신청받아

상위기관에 보고 하는 역할만 수행하므로 씨감자에 대한 홍보와 구입안내를 소홀히 할 가능성이 높다. 한편, 농협조직에서는 씨감자를 신청농가에 분배만 하는 기능을 수행하므로 신청농가의 희망량을 수시로 파악하기가 어려울 뿐 더러 보급종서의 질적인 측면에 대한 이의가 제기되었을 경우 탄력적으로 대응하기가 매우 어려운 실정이다. 뿐만 아니라 농협조직을 통한 씨감자의 분배량이 재배농가의 희망량과 불일치할 경우 재배농가와의 마찰은 끊임없이 이어질 것으로 예상된다.

2) 씨감자 증식단계별 가격구조의 문제점

현재의 씨감자 생산체계의 가격구조를 살펴보면 원원종을 생산하는 단계까지는 정부 보조로 고령지농업시험장에서 주관하여 생산하고 있다. 원원종을 무상으로 공급받은 강원도 감자원종장은 원종을 생산하여 종자공급소에 이관하는데 종서가격으로 대략 kg당 214원 수준으로 공급하며, 종자공급소는 보급종을 kg당 345원에 계약 재배한다(한국의 감자연구 개발 사업, 1988). 이러한 가격구조는 최상급의 종서는 무상으로 공급하고 최하급 종서는 가장 비싼 가격으로 판매하는 상호 모순된 구조를 보여주고 있다(그림 4). 따라서 최상급의 단가가 가장 비싸고 하위 단계로 내려갈수록 단가가 내려가는 정상적인 가격구조를 갖도록 해야 할 것이다.

3) 원원종과 원종의 유출

대관령지역의 감자 수량은 10a당 3,125kg(1995년) 수준인데 반해 원원종, 원종 및 보급종은 10a 당 1,534 kg(보급종, 1995년) 수준에 불과하다. 채종포장의 수량은 정확하지 않은데 그 이유는 이 수량이 실제 생산

량을 반영하는 것이 아니고 다음 증식단계로 이관된 양에 근거를 두고 계산되었기 때문이다. 고령지시험장, 강원도원종장과 보급종 채종포장에서의 총 수량은 평균 2,000 kg/ 10a 정도이다. 총 수량과 공식적으로 이관된 종서량간의 큰 차이는 종서 생산체계로부터 양질의 종서가 실제 유출되고 있음을 반영하다. 이러한 유출은 고식적인 생산량 할당과 각 등급의 고정적 종서가격에서 비롯된다 할 수 있다. 현재의 종서생산 체계는 고령지시험장, 강원도 감자원종장, 대관령원예협동조합에 대한 일종의 특권을 부여하고 있으며, 이들 기관은 생산 할당량 보다 더 많이 생산하여 초과생산분을 비공식 체계의 개인 채종농가에 판매를 하고 있다.

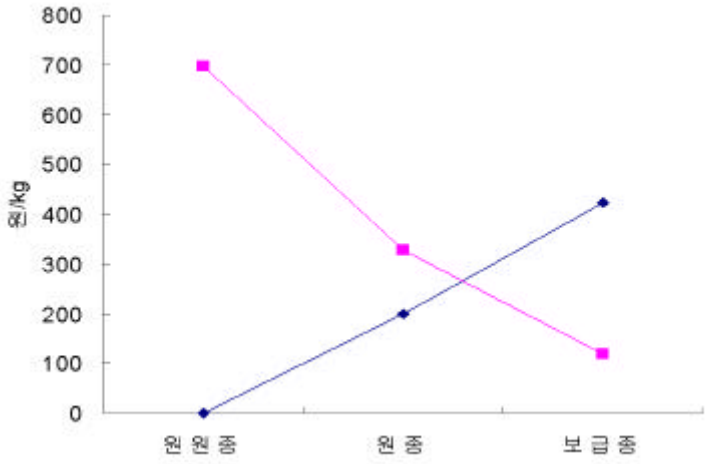


그림 4. 원원종, 원종 및 보급종의 가격구조

우량 종서의 주된 유출처는 강원도 감자원종장인데 이곳은 종자공급소 보다 더 높은 가격을 지불하는 개별농가에게 가급적 많은 종서를 판매함으로써 최대한의 이윤을 얻고자 한다. 보급종 채종농가들은 강원도 감자원종장으로부터 인위적으로 결정된 아주 낮은 가격으로 원종을 구입하기 때문에 그들 역시 종서를 보급종생산 할당량 보다 더욱 많이 생산해서 잉여분을 양질의 일반종서로 판매하고 싶어 한다. 원종과 보급종의 이러한 유출외에도 고령지시험장에서는 대관령지역의 무병종서 보급을 가속화시키기 위해 강원도 감자원종장을 거치지 않고 많은 양의 원원종을 종자공급소와 대관령원예협동조합에 직접 팔기도 하였다. 이러한 제도적인 문제점으로 국내의 보급종 공급량은 씨감자 수요량의 20% 수준에 머무를 수밖에 없었다. 특히, 1986년부터 2년간 국제감자연구소와 농촌진흥청이 공동으로 " 한국의 감자 연구개발 사업 " 을 수행하면서 씨감자 생산에 관한 이러한 문제점을 도출 · 지적하였지만 1990년대에 들어서도 봄감자의 씨감자 갱신율이 18 27%로 문제의 근본적인 해결은 이루어지지 않고 있는 실정이다.

다. 우량 씨감자 생산 개선방안

일반적으로 감자의 생육적온은 14 23℃로, 괴경 비대기에는 주간온도는 23 24℃, 야간온도는 10 14℃ 가 알맞은 것으로 알려져 있다. 일조량은 많은 것이 바람직한데 일조가 많으면 동화작용이 왕성하게 되고 잎과 줄기의 조직이 견고해지며, 엽록소 형성이 좋아지게 된다. 감자의 생육기간동안 요구되는 강우량은 300 450mm 정도로 비교적 적은 편이나 출현시와 괴경 비대시기에는 要水量이 많다(金, 1996). 이러한 특성

때문에 국내에서 씨감자의 채종은 대관령지역에서 이루어졌는데 이는 감자의 생육기간중 저온 및 바람의 영향 등으로 바이러스를 전염시키는 진딧물의 발생이 초기에는 비교적 적었기 때문이다. 그러나 대관령지역도 씨감자의 단위 면적당 생산량이 낮을 뿐더러 진딧물의 발생수도 초기에 비하여 증가하여 최초 씨감자 생산적지로 지정되었을 때와는 상황이 달라지게 되었다. 특히 이 지역이 감자와 배추 및 무 등 십자화과 채소의 재배가 확대됨에 따라 바이러스를 매개하는 진딧물이 점차 증가하였다고 할 수 있다. 따라서 절대적 씨감자 생산 적지가 감소함에 따라 진딧물 발생기를 회피하는 재배방법으로 대처하는 것이 하나의 대안이 될 수 있다. 이러한 관점에서 씨감자 생산지는

① 진딧물 발생성기를 가급적 회피하여 재배 생산할 수 있어야 하고
② 생산 후 저장기간을 단축하여 저장비용과 저장 중 손실을 최소화할 수 있어야 하며
③ 수확에서 다음 파종기까지의 기간을 단축하여 씨감자의 활력을 유지할 수 있어야 하고
④ 생산지에서 소비지까지의 거리 단축으로 수송비를 절감하며
⑤ 생산지의 분산으로 기상재해 등으로부터 위험의 분산을 할 수 있도록 새로운 씨감자 생산방안이 요청된다.

3. 주요 감자생산국의 씨감자 생산단계 및 역할 분담

가. 주요국의 씨감자 생산단계

세계 주요 감자 생산국의 씨감자 생산체계는 각 증식단계별로 명칭만 다를 뿐 기본적으로는 동일하다(표 98). 기본종은 MCT 또는 줄기배양으로 제공되며 증식은 망실 또는 노지에서 이루어져 7 8년만에 농가에 공급하게 된다.

표 98. 네덜란드, 캐나다, 미국의 씨감자 생산단계

연 차	네덜란드	캐나다	미국
	증식단계	증식단계	증식단계
0	Starting plant (무병주)	Nuclear stock (무병주)	Pre-nuclear (무병주)
1	1-year-old clone	Pre-elite	Nuclear
2	2-year-old clone	Elite-Ⅰ	Generation Ⅰ
3	3-year-old clone (Class S)	Elite-Ⅱ	Generation Ⅱ
4	4-year-old clone (Class S)	Elite-Ⅲ	Generation Ⅲ
5	Class SE	Premier Foundation	Generation Ⅳ
6	Class E	Foundation	Generation Ⅴ
7	Class A	Certified	Certified
8	Class B	Certified	

나. 씨감자 생산 관련기관의 역할분담

네덜란드의 씨감자 생산은 북서부지방과 중부 해안의 점토질 지역에서 주로 이루어지고 있는데 씨감자 생산에 관련하여서는 NAK(Nederlandse Algemene Keuringsdient voor Zaaizaad en Pootgoed van Landbouwgewassen), PD(Plantenziektenkundige Dienst), SVP(Stichting voor Plantenveredeling) 및 ITAL(Stichting IATL) 등의 기관이 중심이 되고 있다. 캐나다는 New Brunswick와 Prince Edwards Island의 두 지방에서 주로 담당하고 있으며, 영국은 스코틀랜드 지방에서 생산되며, SSPDC(Scottish Seed Potato Development Council)과 NSDD(National Seed Deveopment Organization) 등에서 관장을 하고 있다. 한편 각국에서는 감자산업에 관하여 분야별로 각기 역할을 분담하였는데, 품종 육성, 연구 및 개발, 씨감자의 품질관리 등 공공적인 것은 정부 또는 지방자치체에서 수행하고, 씨감자의 증식 판매, 수출 등의 업무는 개인 기업 또는 단체에서 그 기능을 수행하고 있다. 씨감자생산에서 특히 이병율의 포장 및 씨감자 자체의 검정을 철저히 실시하고 있다(표 99).

표 99. 네덜란드, 캐나다 및 영국의 씨감자 생산체계 역할 분담

㉠ 네덜란드

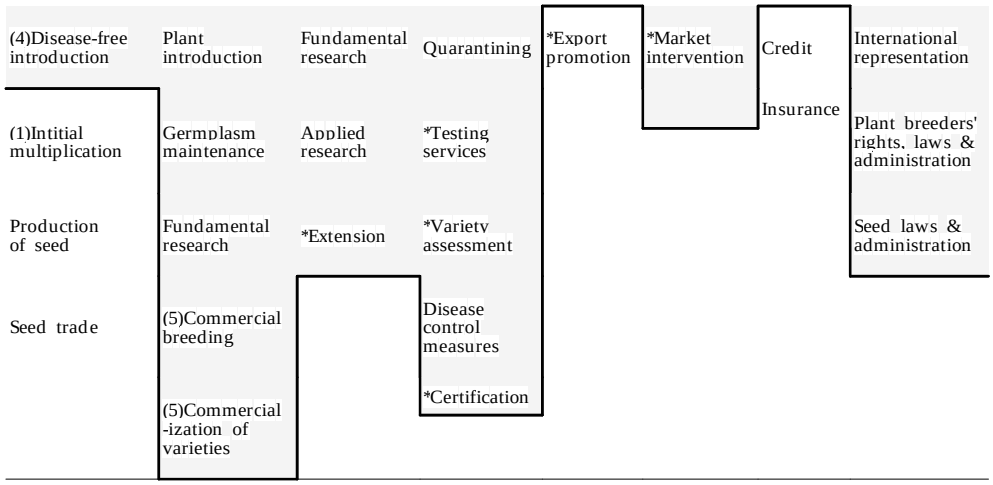
Seed production	Breeding	Research & extension	Quality control	Promotion	Market regulation	Financial services	Other services
(2)Diease-free introduction	Plant introduction	Fundamental research	Quarantining	*Export promotion	*Market intervention	Credit	International representation
Initial multiplication	Germplasm maintenance	Applied research	*Testing services			Insurance	Plant breeders' rights, laws & administration
Production of seed	Fundamental research	*Extension	*(3)Variety assessment				Seed laws and administration
Seed trade	(1) Commercial breeding		*(4) Disease control measures				
	Commerciali zation of varieties		*(2) Certification				

㉡ 캐나다

(New Brunswick)

Disease-free introduction	Plant introduction	Fundamental research	Quarantining	*(1)Export promotion	Market intervention	Credit	International representation
(1)Initial multiplication	Germplasm maintenance	Applied research	Testing services			Insurance	Plant breeder's rights, laws & administration
Production of seed	Fundamental research	Extension	Variety assessment				Seed laws & administration
Seed trade	Commercial breeding		Disease control measures				
	Commercial-ization of varieties		*Certification				

㉣ 영국



<자료: Seed Potato Systems in Developed Countries : canada, The Netherlands and Great Britain, 1990. p.85>

주 : + Activities above solid line are conducted by public sector, those below by private sector

* Some industry funding either through compulsory levies or charges for services

(1) Some public participation

(2) Subject to public supervision of standards

(3) Initial evaluations are organized and administered privately by the industry

(4) Some private participation

(5) One important publicy-funded breeding station and State variety-development agency privatized in 1987.

제4절 경제성 분석을 통한 인공씨감자 최적생산시스템 분석

경제성은 합리성 또는 합목적성이라고도 불리며, 간단히 말하여 최대의 경제성을 올리도록 경영·생산·실행하는 것을 의미한다. 일반적 의미의 경제성은 최소의 비용으로 최대의 효과를 발휘하는 방법, 일정한 비용으로 최대의 수익을 올리거나 일정한 수익에 대하여 비용을 최소로 줄이는 것을 말한다.

경제성 분석은 분석대상에 따라 국가적인 차원과 개별농가 차원으로 분리할 수 있다. 국가적인 차원에서의 경제분석은 국가를 하나의 경제주체로 보고 이 경제주체가 어떠한 사업에 대한 투자여부 또는 투자대상 사업들간의 우선순위 결정을 위한 도구로 쓰이며, 편익비용분석법(Benefit/ Cost ratio : B/ C) 또는 내부투자수익율(Internal Rate of Return : IRR) 분석법이 많이 이용된다. 개별농가차원에서의 경제성 분석은 해당사업에 대한 수익성 분석과 재정적 내부투자 수익률(Financial Internal Rate of Return : FIRR) 분석법이 많이 이용된다(吳, 1994).

수치적 관계에서 경제성을 파악할 때 비용수익성으로 표시하는 경우와 자본수익성으로 표시하는 경우가 있다. 비용수익성은 비용과 수익과의 관계에서 생산성과에 소비된 자본의 비율 즉, 비용 그 자체의 효과를 수치적으로 표시한 것을 말하는데 반해 자본수익성은 수익에서 비용을 공제한 잔고가치의 자본에 대한 비율을 의미한다(朴, 1992).

이 절에서는 조직배양에서 대량생산한 인공씨감자를 증식하여 농가에 소형통씨감자의 형태로 보급한다는 가정하에 각각의 생산체계(안)별

로 소요되는 생산비와 농가보급 단계의 소형통씨감자의 생산원가를 비교·분석하므로서 최적의 생산체계 방안을 제시하는데 의의가 있다.

1. 인공씨감자 생산체계(안)

이 절에서는 본 연구수행중에 얻어진 실험결과에 의하여 인공씨감자를 농가에 보급하기 위해서는 소형통씨감자의 형태가 가장 바람직하다고 판단되어 농가 보급종으로 소형통씨감자를 생산하기 위한 증식방법과 생산단계를 다음과 같이 제시하였다.

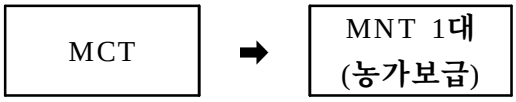
표 100. 인공씨감자 생산체계(안)

	인 공 씨감자		1단계		2단계		3단계		4단계
제1안	MCT	➡	MNT						
제2안	MCT	➡	MNT	➡	MNT				
제3안	MCT	➡	MNT	⇨	MNT				
제4안	MCT	➡	MNT	➡	MNT	⇨	MNT		
제5안	MCT	➡	MNT	⇨	MNT	⇨	MNT		
제6안	MCT	➡	MNT	➡	MNT	➡	MNT		
제7안	MCT	➡	MNT	➡	MNT	⇨	MNT	⇨	MNT

주 : ➡ 하우스 폿트 증식, ⇨ 노지 증식

가. 제1안

제1안은 조직배양에서 생산된 MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산하여 농가에 보급하는 체계이다. 우량씨감자를 최단기간내에 증식하여 농가에 보급할 수 있는 장점이 있지만 인공씨감자의 소요량이 많아지며, 시설하우스의 재배면적 확보가 어려우며, 시설투자비용이 많이 드는 단점이 있다.



<하우스 폿트 증식 1회 농가보급>

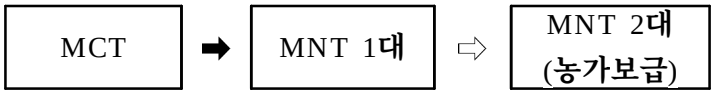
나. 제2안

MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 MNT 1대를 동일방식으로 MNT 2대를 생산하여 농가에 보급하는 방안이다. 시설하우스의 재배면적 및 투자비용이 많아지는 단점이 있다.

<하우스 폿트 증식 2회 농가보급>

다. 제3안

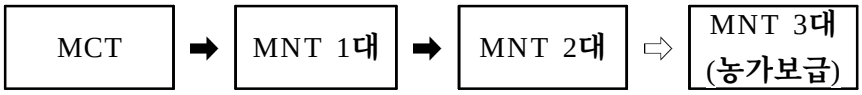
MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 MNT 1대를 노지에서 증식하여 MNT 2대를 생산 농가에 보급하는 방안이다. 증식 단계가 짧다는 장점이 있지만 시설하우스의 재배면적 확보가 어려우며, 투자비용이 많아지는 단점이 있다.



<하우스 폿트 증식 1회, 노지 증식 1회 농가보급>

라. 제4안

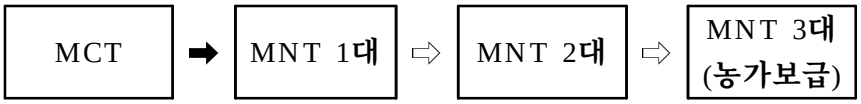
MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 동일 방식으로 MNT 2대를 생산, MNT 2대를 노지에서 증식하여 MNT 3대를 농가에 보급하는 방안이다. 시설하우스의 재배면적 및 투자비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.



<하우스 폿트 증식 2회, 노지 증식 1회 농가보급>

마. 제5안

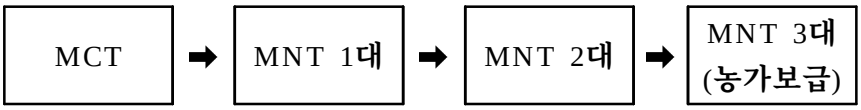
MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 MNT 1대를 노지증식으로 MNT 2대와 3대를 생산하여 농가에 MNT 3대를 보급하는 방안이다. 생산비용을 줄일 수 있다는 장점이 있지만 노지 채종포의 재배면적이 많이 소요되며, 종서의 질적수준이 저하될 우려가 있다.



<하우스 폿트 증식 1회, 노지 증식 2회 농가보급>

바. 제6안

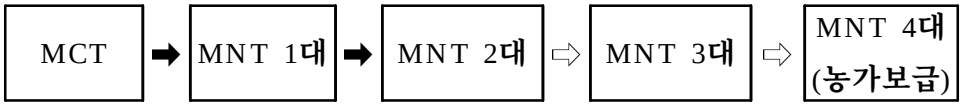
MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 동일방식으로 MNT 2대를 생산, MNT 2대를 하우스 폿트 증식으로 MNT 3대를 생산하여 농가에 보급하는 방법이다. 이 안은 시설하우스의 재배면적이 많아지고 투자비용이 많이 든다는 단점이 있다.



<하우스 폿트 증식 3회 농가보급>

사. 제7안

MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 MNT 1대를 동일 방식으로 MNT 2대를 생산하여 노지 증식으로 MNT 3대를 생산한 후 MNT 3대를 노지에서 증식, MNT 4대를 생산하여 농가에 공급하는 체계이다. 이 안은 생산비용을 줄일 수 있다는 장점이 있지만 증식단계가 길어지며, 노지 채종포의 확보가 어렵고 종서의 질적수준이 저하될 가능성이 높다.



<하우스 폿트증식 2회, 노지증식 2회 농가보급>

2. 생산체계(안)별 경제성 분석

가. 원가계산의 개념과 방법

원가계산(cost accounting)이란 여러 경영목적을 위하여 실제원가를 결정하는 과정이라고 할 수 있으며, 제품원가의 추정과 적정 판매가격을 결정하기 위한 기준을 제공하는데 의의가 있다.

일반적으로 원가계산의 방법은 크게 개별원가계산과 종합원가계산으로 구분 된다. 개별원가계산은 제품의 원가를 제품단위별로 직접 계산하는 방법을 말하며, 종합원가계산은 일명 공정별 원가계산(process cost system)이라고 하는데 이는 일정기간 동안에 생산된 제품 전체의 원가를 종합적으로 계산하여 그것을 같은 기간 동안에 생산된 제품의 전체량으로 나누어서 평균원가인 단위원가를 산출하는 방식을 말한다(朴, 1992).

나. 경제성 분석의 전제조건

1) 전제조건

경제성 분석을 실시하기 위해서는 몇가지 전제를 설정하고 그 전제위에서 분석을 실시하는 것이 일반적인 것으로 본 과제에서 경제성 분석을 위하여 설정한 전제조건은 다음과 같다.

- 첫째, 국내의 감자 적정재배면적은 약 25,000ha로 추정, 평당 씨감자 재식주수는 20주로 년간 씨감자 소요량은 15억개가 필요하나 갱신율을 50%로 보고 약 7억 5천만개가 소요 되는 것으로 가정하였고

- 둘째, 소형통씨감자의 생산효율은 하우스 폿트 증식시 하우스 이용율은 70%로 300평당 27만개 생산이 가능하며, 개당 평균무게는 15g으로 설정하고 노지에서 증식시 300평당 9만 6천개 생산이 가능하며, 개당 평균무게는 30g을 기준으로 하였으며
- 셋째, MNT의 상품화율은 저장감모량을 포함하여 90%를 적용하였으며, 증식체계상 소요되는 종서대금은 前단계에서 증식하여 산출한 생산원가를 적용하였고
- 넷째, 하우스 폿트 증식은 년간 3회전이 가능하고, 평당 파종주수는 150주를 파종하며, 노지 증식의 경우는 년 2회 재배가 가능하며, 파종주수는 평당 40주를 기준으로 하였으며,
- 다섯째, 증식방법이 같을 경우는 회전수와 관계없이 투입되는 재료비는 동일한 것으로 간주하였으며,
- 여섯째, 하우스 시설비와 투자에 쓰여진 금융비용과 영업에 의해 발생되는 비용과 수익은 본 분석에서 제외 하는 것을 전제로 하였다.

2) 증식방법별 생산비 분석을 위한 기본 가정

생산비 분석을 위한 기본 가정은 망실하우스내에서의 증식방법과 노지에서의 증식방법을 구분하여 살펴보고자 한다. 증식방법별 투입비용은 농촌진흥청에서 농업경영 개선을 목적으로 산출하는 표준소득자료에 분류된 비목으로 가능한 한 구분하였으며, 농가에서 주로 사용하는 기준을 적용하여 비용을 산출하였다.

하우스 폿트 증식시 재배기간은 90일을 적용하였으며, 상자폿트비는 최초구입가격이 6,000원으로 4회까지 사용하고 교체한다고 판단하여 개당 1,500원을 적용하였으며, 평당 소요량은 10개로 가정하였다. 상토는

시중에서 판매되는 일반상토와 부산물을 혼용하여 사용한다고 가정하여 최초구입가격의 60%인 7,200원을 적용하였으며, 평당 5포가 소요되는 것으로 계상하였다. 수리비는 1일 2,000원이 소요된다고 가정하여 70일간 공급하는 것으로 계산하였으며, 광열·동력비는 주로 난방 및 전기사용료 등으로 1일 3,000원이 소요된다고 가정하여 20일간만 적용하였다. 약제비는 일회 살포시 30,000원이 소요되는 것으로 가정하여, 10회를 살포하는 것으로 기준 하였다. 제재료비는 예비비의 성격으로 평당 600원의 비용을 책정하였다. 초기 시설투자비는 본 분석에서 제외하였으며, 감가상각비를 계산하기 위한 시설하우스의 건축비는 평당 100,000원이 소요되는 것으로 가정하였으며, 하우스 골조 및 대농구의 내구년한은 10년을 기준하였다. 감가상각비는 정액법으로 계산하였으며, 년간 회전수를 고려하여 4개월 단위로 적용하였다.

노지 증식시 재배기간은 100일로 가정하였으며, 경운·정지비는 평당 200원이 소요되는 것으로 계산하였으며, 무기질 비료는 20㎏ 1포당 25평을 살포하는 기준으로 단가 4,000원을 적용하였다. 유기질 비료는 20㎏ 1포당 약 30평을 시비한다고 보고 단가 5,000원을 기준으로 계산 하였다. 수리비는 발아초기와 괴경비대기의 수분요구량이 많아짐을 감안하여 1일 1,000원이 소요된다고 가정하여 10일간만 적용하였다. 광열·동력비는 주로 경운기 및 트랙터를 사용할 때 소요되는 연료비로 1일 3,000원이 소요된다는 가정하에 약 10일간만 계상하였다. 약제비는 매회 50,000원이 소요되는 것으로 보고 1주일 간격으로 약 10회 살포하는 것을 가정하였다. 제재료비는 예비비의 성격으로 평당 300원을 적용하였다.

인건비의 산정은 실제 농촌의 노임단가를 기준으로 남자인부는 일당 50,000원을 여자인부는 일당 25,000원을 적용하였다. 망실하우스에서 상자에 의한 폿트재배로 MNT를 생산하는 경우의 인건비 산정은 재배기간

중 남자 1인이 90일간 30%의 노력을 투입하는 것으로 자가노력비를 계산하였으며, 고용노력비는 파종기와 수확기에 남자 1인 여자 2인을 고용하여 각각 5일을 고용하는 것으로 계산하였으며, 약제살포시 노임은 남자 1인 여자 1인이 한 조가 되어 10회를 실시하는데 1일 노임의 20%를 적용하였다.

노지에서 격리재배로 MNT를 생산하는 경우의 인건비 산정은 남자 1인이 100일간 10%의 노동력을 투입하는 것으로 자가노력비를 계산하였으며, 고용노력비는 파종기와 수확기의 경우 남자 1인 여자 2인을 고용하여 시기별로 3일간 작업하는 것으로 가정하였으며, 약제살포는 10회를 실시하며, 남자 1인 여자 1인이 한 조로 매회 1일 인건비의 20%를 적용하였다.

토지임차료는 1년 단위로 평당 2,000원이 소요되는 것으로 가정하여 재배방법별로 회전수를 감안하여 월단위로 금액을 산정하였으며, 수확후 관리비용은 운송비용과 상하차비, 저장비용, 선별비용, 저장시 감모량 등으로 구분하였다. 운송비용은 수확후 저장고까지의 운송비용으로 화물차 운송비를 기준으로 톤당 10,000원을 적용하였다. 상하차비의 비용은 남자인부 1인이 1일 7톤을 처리할 수 있다고 가정하여 일당 70,000원을 지급하는 것으로 계산하였다. 선별비용은 총서수를 기준하였으며, 여자 인부 1인이 1일 100,000개를 선별할 수 있는 것으로 가정하여 1회만 적용하였다. 저장시 감모량은 10%로 상품화율에 포함된 것으로 간주하였으며, 저장비용은 저장방법에 따라 차이가 있으므로 별도의 기준을 적용하였다. 투자에 대한 금융비용 및 영업이익은 본 분석에서 제외시켰다.

3) 저장비용 산정 기준

저장비용의 산정은 재배시기와 증식방법에 따라 저장방법 및 저장기

간에 약간의 차이가 있을 수 있다. 본 분석에서는 각각의 생산체계(안)에서 생산된 MNT의 저장기간은 동일하다고 가정하고 비용산정을 위해 4개월만 저장하는 것으로 기준하였다. 저장비용의 산정은 다음 표 101과 같은 방식으로 계산하였다. 적정보관량은 일반 저장고의 경우 평당 1.5톤, 저온 저장고의 경우 평당 3톤이 가능 하다고 판단하였으며, 100평 저장고의 임대비용은 농촌에서 적용되는 기준에 따라 일반저장고 월 300,000원, 저온저장고 월 1,000,000원을 적용하여 톤당 저장비용을 산출한 결과 저온저장시 저장비용은 월 4,000원, 일반저장시 월 2,000원이 소요되어 이를 평균하여 매월 톤당 3,000원이 소요되는 것으로 정하였다.

표 101. 씨감자 저장비용 산정 기준

저장방법	월임대료	적정보관량	수용능력	톤당 저장비용	톤당 평균 저장비용
저온저장	1,200,000원	3톤/ 평	300톤	4,000원	3,000원
일반저장	300,000원	1.5톤/ 평	150톤	2000원	

다. 증식방법별 생산비 내역

1) 하우스 폿트 증식시 생산비

이상의 전제조건을 기준하여 300평 규모의 망실하우스에서 상자에 의한 폿트재배로 소형통씨감자를 생산할 경우 소요되는 생산비 내역은 표 102와 같다. 표 102에 의하면 하우스 폿트 증식시 단위면적당 생산비

는 약 3천 1백만원 정도가 소요되는 것으로 나타났다. 이를 비목별로 분류하여 생산비에서 차지하는 비중을 살펴본 결과 종서대가 50.4%로 가장 높게 나타났으며, 재료비 40.9%, 인건비 8.0%, 토지 임차비 0.7% 순으로 밝혀졌다.

표 102. 하우스 폿트 증식시 생산비 내역

(단위 : 원)

비 목	항 목	산출근거	금 액	비 고
가)종서대	종서대금	500원×150주×210평	15,750,000원	
나)재료비	폿트구입비	1,500원×10개×210평	3,150,000원	
	상토비	7,200원×5포×210평	7,560,000원	
	수리(水利)비	2,000원×70일	140,000원	
	광열·동력비	3,000원×20일	60,000원	
	약제비	30,000원×10회	300,000원	
	제재료비	600원×300평	180,000원	
	시설상각비	250,000원×4월	1,000,000원	
	대농구상각비	100,000원×4월	400,000원	
다)인건비	자가노력비	남 1인×90일×50,000원	1,350,000원	30%
	고용노력비	남 1인×11일×50,000원	550,000원	
		여 2인×12일×25,000원	600,000원	
라)임차비	토지임차료	50,000원×4월	200,000원	
생산비용계			31,240,000원	

2) 노지 증식시 생산비

노지 증식시 300평당 소요되는 생산비 내역은 다음 표 103에 명시된 바와 같다. 노지증식시 생산비는 종서대를 개당 129원으로 가정할 경우 약 3,886,000원이 소요되는 것으로 나타났다. 이를 비목별로 단위면적당

표 103. 노지 증식시 생산비 내역

(단위 : 원)

비 목	항 목	산출근거	금 액	비 고
가)종서대	종서대금	129원×40주×300평	1,548,000원	
나)재료비	경운·정지비	200원×300평	60,000원	
	무기질비료비	12포×4,000원	48,000원	
	유기질비료비	10포×5,000원	50,000원	
	수리(水利)비	1,000원×10일	10,000원	
	광열·동력비	3,000원×10일	30,000원	
	약제비	50,000원×10회	500,000원	
	제재료비	300원×300평	90,000원	
다)인건비	자가노력비	남 1인×100일×50,000원	500,000원	10%
	고용노력비	남 1인×7일×50,000원	350,000원	
		여 2인×8일×25,000원	400,000원	
라)임차비	토지임차료	50,000원×6월	300,000원	
생산비용계			3,886,000원	

생산비에서 차지하는 비중을 살펴본 결과 표 104에서와 같이 종서대가 39.8%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 인건비 32.2%, 재료비 20.3%, 임차비 7.7% 순 이었다.

이상의 결과로 볼 때 폿트증식시의 생산비를 절감하기 위해서는 인공씨감자의 단가를 낮추는 것이 절대적으로 필요하며, 상토비용과 상자폿트의 비용을 줄여 나가는 것이 중요한 과제이다. 또한, 노지증식의 경우는 적정 재식주수를 확보하여 단위면적당 생산성을 높이므로서 생산비 절감 효과를 갖도록 해야 할 것이다.

표 104. 노지 증식시 생산비 비목별 비중

	종서대	재료비	인건비	임차비	계
금 액(원)	1,548,000	788,000	1,250,000	300,000	3,886,000
비 중(%)	39.8	20.3	32.2	7.7	100

3. 최적 생산체계의 선정

가. 생산체계(안)별 증식면적 및 생산량 분석

경제성 분석을 실시하기 위하여 생산체계(안)별로 각각의 증식단계에 소요되는 재배면적과 생산량을 살펴 본 결과는 표 105와 같다. 표 105에

표 105. 생산체계(안)별 재배면적 및 생산량

	증식면적(평)		생산량		씨감자
	하우스	노지	수 량(천개)	중 량(톤)	소요량(천개)
제1안	308,642		833,333	12,500	97,222
제2안	40,009	0	108,024	1,620	12,602
	308,642	0	833,333	12,500	97,222
제3안	42,867	0	115,740	1,736	13,503
	0	1,302,083	833,333	25,000	104,166
제4안	5,557	0	15,003	225	1,750
	42,867	0	115,740	1,736	13,503
	0	1,302,083	833,333	25,000	104,166
제5안	5,954	0	16,075	241	1,875
	0	180,845	115,740	3,472	14,467
	0	1,302,083	833,333	25,000	104,166
제6안	5,186	0	14,003	210	1,633
	40,009	0	108,024	1,620	12,602
	308,642	0	833,333	12,500	97,222
제7안	772	0	2,083	31	243
	5,954	0	16,075	241	1,875
	0	180,845	115,740	3,472	14,467
	0	1,302,083	833,333	25,000	104,166

서 알 수 있듯이 제1안의 경우 하우스 증식 면적만 약 30만평 정도가 필요하며, 인공씨감자는 약 9천 7백만개가 소요되는 것으로 추정되었다.

제2안의 생산체계(안)을 살펴보면 인공씨감자의 소요량은 약 1천 2백만개가 필요하며, 하우스 증식면적은 1차증식시 4만평, 2차 증식시 30만평이 필요한 것으로 나타났다. 제3안의 경우 하우스 증식면적은 약 4만 3천평 정도가 소요되며, 노지 증식면적은 약 1백 30만평이 확보되어야 하며, 1차 증식을 위하여 인공씨감자는 약 1천 2백만개가 필요한 것으로 나타났다. 제4안은 하우스 면적이 1차 증식시 약 5천 5백평, 2차 증식시 4만 3천평 정도가 필요하며, 3차 증식시에는 노지면적이 1백 30만평이 소요되는 것으로 나타났다. 제5안은 1차증식시 하우스 면적이 약 6천평 정도가 필요하며, 2차증식과 3차증식을 위해 노지 증식면적이 약 1백 50만평이 구비되어야 하는 것으로 밝혀졌다. 제6안의 경우를 살펴보면 3차 증식과정까지 필요한 시설하우스 면적은 약 35만평 정도가 필요한 것으로 나타난데 반해 인공씨감자의 소요량은 약 1백 60만개 정도면 가능한 것으로 나타났다. 끝으로, 제7안은 시설하우스 증식면적이 약 6천 6백평 정도가 노지증식면적은 약 1백 50만평이 필요한 것으로 밝혀졌으나 인공씨감자의 소요량은 2십 4만개만 있어도 가능한 것으로 추정되었다.

나. 생산체계(안)별 생산비 분석

생산체계(안)별 생산비 분석의 결과는 생산비용과 종서관리비용으로 구분하여 살펴본 후 생산비와 증식단계별 생산원가, 보급종 단계의 원가를 분석 하였다.

1) **생산체계(안)별 생산비용 분석**

각각의 상정한 생산체계(안)의 생산비용을 살펴보면 제1안의 경우 년간 생산비용은 약 9백 60억이 소요되었으며, 생산비용 가운데 종서대가 약 50.4%로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 제4안의 경우 1차 증식과정에 소요되는 비용은 약 17억 수준이었으며, 2차 증식과정에서는 약 83억이, 3차 노지 증식과정에서는 약 250억 정도로 나타났다.

각각의 생산체계(안)별로는 제7안이 약 290억 수준으로 가장 적게 나

표 106. 생산체계(안)별 생산비용

	증식면적 (10a)	년회전수 (회)	종서단가 (원)	종서대 (백만원)	재료비 (백만원)	생산비용계 (백만원)
제1안	1,029	3	500	48,611	47,808	96,419
제2안	133	3	500	6,601	6,197	12,498
	1,029	3	129	12,561	47,808	60,370
제3안	143	3	500	6,751	6,640	13,391
	4,340	2	129	13,458	20,295	33,753
제4안	19	3	500	875	860	1,735
	143	3	129	1,744	6,640	8,384
	4,340	2	81	8,451	20,295	28,747
제5안	20	3	500	937	922	1,859
	603	2	129	1,869	2,818	4,688
	4,340	2	46	4,793	20,295	25,088
제6안	17	3	500	816	803	1,620
	133	3	129	1,628	6,197	7,825
	1,029	3	81	7,888	47,808	55,697
제7안	3	3	500	121	119	241
	20	3	129	242	922	1,164
	603	2	81	1,173	2,818	3,992
	4,340	2	39	4,097	20,295	24,393

타났으며, 제5안, 제4안 등의 순 이었으며, 제1안은 약 960억 수준으로 생산비용이 가장 많이 소요되는 생산체계(안)로 나타났다.

2) 생산체계(안)별 종서관리 비용 분석

생산체계(안)별로 수확된 종서의 관리 비용을 분석한 결과는 표 107에서와 같다. 종서관리에 소요되는 비용은 저장비, 선별비, 상하차비 등으

표 107. 생산체계(안)별 종서관리 비용

(단위 : 천원)

	저장비	선별비	상하차비	종 서 관리비계
제1안	150,000	208,333	125,000	483,333
제2안	19,444	27,006	16,203	62,654
	150,000	208,333	125,000	483,333
제3안	20,833	28,935	17,361	67,129
	300,000	208,333	250,000	758,333
제4안	2,700	3,750	2,250	8,701
	20,833	28,935	17,361	67,129
	300,000	208,333	250,000	758,333
제5안	2,893	4,018	2,411	9,323
	41,666	28,935	34,722	105,324
	300,000	208,333	250,000	758,333
제6안	2,520	3,500	2,100	8,121
	19,444	27,006	16,203	62,654
	150,000	208,333	125,000	483,333
제7안	375	520	312	1,208
	2,893	4,018	2,411	9,323
	41,666	28,935	34,722	105,324
	300,000	208,333	250,000	758,333

로 종서관리비 총계를 분석한 결과 제1안의 경우가 약 4억 8천만원 수준으로 종서관리비용이 가장 적게 드는 안으로 나타났으며, 다음은 제2안이 5억 4천만원 수준으로 폿트 증식으로 생산할 경우 MNT의 크기가 적으므로 저장비용과 상하차비가 절감되기 때문으로 보여진다. 증식단계가 가장 많은 제7안은 종서관리 비용이 가장 많이 소요되는 것으로 나타났는데 이는 증식단계가 늘어남에 따라 상대적으로 종서관리비용이 증가되었기 때문이며, 또 다른 이유로는 노지 증식을 할 경우 적정 재식주수를 확보하지 못하여 MNT의 크기가 폿트 증식에서 생산하는 경우보다 상대적으로 크게 생산되어 저장비용과 상하차비의 비중이 약 2배 가량 증가되기 때문으로 보여진다.

3) 생산체계(안)별 생산비 및 생산원가 분석

각각의 생산체계(안)별 생산비 및 생산원가를 분석한 결과는 표 108에 자세히 명시하였다. 표 108에서 나타내 보이듯이 생산비용의 합계와 종서관리 비용의 합계를 합하여 총생산비를 집계하여 분석한 결과 제시한 생산체계(안) 가운데 제7안의 경우가 총생산비가 약 250억 수준으로 가장 적게 드는 것으로 나타났으며, 제1안이 약 960억 수준으로 제7안에 비해 약 4배 정도로 가장 많이 소요되는 생산체계로 밝혀졌다. 이는 제7안의 경우 증식단계가 늘어남에 따라 종서관리비용이 상대적으로 증가했음에도 불구하고 증식단계를 늘리므로서 생산비용의 절감효과가 상대적으로 크게 나타나기 때문으로 여겨진다. 총생산비에서 종서공급량을 나누어 각각의 증식단계별로 생산원가를 산출한 결과 제5안과 제7안에서 알 수 있듯이 노지증식을 2회 이상 하더라도 생산원가는 더 이상 절감되지 않음을 알 수 있었다. 농가에 공급할 보급종의 생산원가를 분석한 결과 제1안의 폿트증식을 1회 할 경우 보급종 단계의 생산원가는 약

129원이 소요되었으며, 폿트증식을 2회할 경우는 약 81원, 폿트증식을 3회 할 경우는 약 46원 정도로 나타났다. 또한 제5안과 제7안과 같이 노지증식 2회를 할 경우 생산원가는 개당 34원이 소요되어 가장 저렴한 것으로 나타났으며, 2회 이상을 하더라도 종서대는 더 이상 떨어지지 않을 것으로 예상되었다. 제4안의 경우 폿트증식을 2회하고 노지증식을 1

표 108. 생산체계(안)별 생산비 및 생산원가

	총생산비계 (백만원)	종서공급량 (천개)	증식단계별 생산원가(원)	보급종 생산원가(원)
제1안	96,903	750,000	129	129
제2안	12,561	97,222	129	81
	60,853	750,000	81	
제3안	13,458	104,166	129	46
	34,512	750,000	46	
제4안	1,744	13,503	129	39
	8,451	104,166	81	
	29,505	750,000	39	
제5안	1,869	14,467	129	34
	4,793	104,166	46	
	25,846	750,000	34	
제6안	1,628	12,602	129	75
	7,888	97,222	81	
	56,280	750,000	75	
제7안	242	1,875	129	34
	1,173	14,467	81	
	4,097	104,166	39	
	25,151	750,000	34	

회 했음에도 불구하고 생산원가는 약 39원 수준으로 비교적 양호한 것으로 보여졌다.

지금까지 살펴보았듯이 각각의 생산체계(안)를 농가보급단계의 생산원가를 기준으로 하여 이를 도식화 해보면 그림 5와 같다.

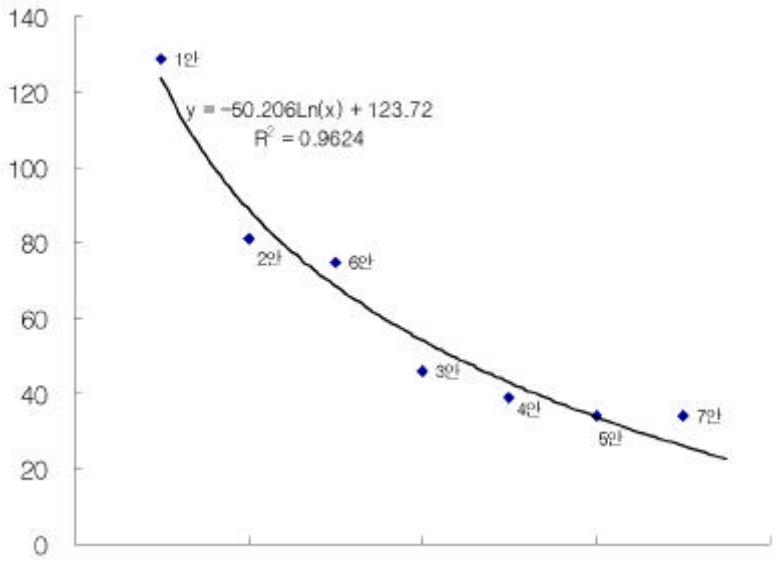


그림 5. 생산체계(안)별 생산원가 추이

다. 경제성 분석을 통한 최적생산 체계 선정

지금까지의 경제성 분석결과를 토대로 우량씨감자 생산체계(안) 가운데 최적의 생산체계를 모색하기 위하여 보급종 단계의 생산원가, 시설투자비, 물류관리비의 측면과 증식과정에 소요되는 하우스 면적과 채종포 면적, 그리고 증식기간, 이병율, 품질유지 측면에 대하여 적합성 검정을 실시하여 최적의 생산체계(안)를 표 109와 같이 선정하였다. 표 109에서도 알 수 있듯이 제4안의 경우가 대부분의 측면에서 가장 양호한 것으로 나타나 최적의 생산체계로 선정 되었으며, 다음으로 제3안과 제5안의 생산체계가 비교적 적합한 것으로 판정되었다.

표 109. 생산체계(안)별 적합성 검정을 통한 최적안 선정

	생산원가	시설투자비	물류관리비	하우스 면적	채종포 면적	증식기간	이병율	품질유지	선정결과
제1안	×	×	◎	×	◎	◎	◎	◎	×
제2안	×	×	○	×	◎	○	◎	○	×
제3안	△	○	○	△	○	○	△	△	○
제4안	○	○	○	○	○	○	△	△	◎
제5안	◎	○	△	◎	×	○	×	×	△
제6안	×	×	○	×	◎	○	○	○	×
제7안	◎	◎	×	○	×	×	×	×	×

주 : ◎ 최적합, ○ 적합 , △ 보통, ×부적합

따라서, 인공씨감자를 가장 경제적으로 생산하기 위해서는 MCT를 하우스 폿트 증식으로 MNT 1대를 생산한 후 MNT 1대를 하우스에서 폿트 증식으로 재증식하여 MNT 2대를 생산하여 노지에서 MNT 2대를 격리재배에 의한 방법으로 증식하여 MNT 3대를 생산하는 제4안이 가장 바람직한 인공씨감자 최적생산체계라 생각되었다. 본 과제에서 설정한 가정을 기초로하여 분석을 한 결과 MCT에서 MNT 1대의 생산원가가 129원이었고 MNT 1대에서 2대의 생산 원가가 46원, MNT 2대에서 3대의 생산원가가 34원으로 나타났는데 MNT 1대의 생산원가 129원은 제주도 감자센터에서 산출한 4,900원에 비하면 현저하게 낮은 가격이었다. 이는 증식율과 MCT의 생산비용의 차이에 일차적으로 기인하는 것으로 생각되어, 인공씨감자의 실용화는 MCT의 대량생산과 증식기술에 있다는 것을 다시 한번 확인하였다.

제5절 우량씨감자 생산 및 보급시스템 개발

씨감자의 채종적지로는 해발 800m이상의 고랭지대가 적합한 것으로 알려져 왔다. 고랭지가 평지에 비해서 채종지로서 적합한 이유는 감자의 생육기간중 저온 및 바람의 영향 등으로 바이러스를 전염시키는 진딧물의 발생이 비교적 적기 때문이다. 이와 같은 이유로 국내의 봄감자 및 겨울감자용의 종서는 대관령을 중심으로한 고랭지에서 대부분 채종되어 왔다. 그러나 최근들어 급속한 사회환경변화에 따른 대관령지역의 채종환경 악화로 씨감자 생산이 남부지방 및 제주도 등지로 급속히 확산되고 있는 추세이다. 이러한 이유는 제주도 및 남부지방의 연 2기작 위주의 감자 재배작형과도 밀접한 연관이 있으나 근본적으로 씨감자를 채종할 수 있는 자연환경적 요인이 제주도 및 남부해안 지역에서 충분히 구비되어 있기 때문이라 할 수 있다. 따라서 씨감자 생산지로서 구비해야 할 요건을 단순히 바이러스 감염율의 최소화에만 두는 것 보다는 다른 요인도 동시에 고려하는 것이 바람직할 것이다.

본 절에서는 이러한 점에서 앞에서 언급한 바와 같이 씨감자 생산지의 구비요건에 따라 국내의 씨감자 생산지를 선정하고 씨감자 공급체계를 개발하여 제안하고자 한다.

1. 씨감자 생산지 선정 요건

가. 바이러스 이병율을 최소화하는 생산지

1) 감자 바이러스 매개 진딧물의 종류

감자는 영양번식작물로서 씨감자의 바이러스 감염여부에 따라 종서의 질적수준이 평가된다 할 수 있다. 감자의 대표적인 바이러스는 감자잎말림 바이러스와 Y바이러스 등으로 이 병의 감염정도는 비래진딧물의 발생빈도와 밀접한 연관이 있다. 대관령지역의 감자잎말림바이러스의 매개충은 복숭아 혹진딧물(*Myzus persicae*)이 68.9%, 목화진딧물(*Aphis gossypii*)이 11.5%, 감자수염진딧물(*Macrosiphum euphorbiae*)이 3.3%, 기타 진딧물이 16.4% 발생한다고 보고되었다(咸 등, 1992). 또한, 남부고령지에서는 복숭아 혹진딧물이 5%, 목화진딧물이 6%, *Aphis spiraecola*가 4% 정도 발생한다(金, 1979). 따라서 감자잎말림바이러스 및 Y바이러스의 전염원은 복숭아혹진딧물과 목화진딧물이 대표적이라 할 수 있다. 감자 바이러스를 매개하는 진딧물중 가장 무서운 복숭아혹진딧물은 숙주식물이 복숭아나무이며, 목화진딧물은 무궁화나무로 알로서 월동을 하며 감자에는 그 재배기간동안 일시적으로 기생을 한다. 다행히, 우리나라에서 벼에 기생하는 3가지 진딧물은 감자에는 기생하지 않으며, 감자 바이러스 또한 매개하지 않는 것으로 알려져 있다(白, 1977).

2) 씨감자 생산지와 진딧물 발생소장

진딧물 조사의 목적은 각 지역에서의 진딧물이 발생하는 시점과 정점에 달하는 시점, 발생이 끝나는 시점을 파악하므로서 진딧물 발생 예찰을 통해 농가에 진딧물 방제를 권장하여 바이러스의 피해를 줄이는데

의의가 있다.

농촌진흥청에서는 1994년부터 1996년까지 3년간 8개도 48개소에서 표준방제구와 최소방제구를 설치하여 진딧물 순별 발생소장에 관한 조사를 수행하였다. 이 결과를 토대로 감자 재배지를 중심으로 감자 재배시기와 진딧물 순별 발생소장을 비교 분석하여 바이러스 감염율을 최소화 할 수 있는 씨감자 생산가능지역을 살펴 보기로 한다.

표 110. 진딧물 발생소장 조사지역

	조 사 지 역
경 기	양주, 이천, 안성, 화성, 양평, 연천
강 원	원주, 영월, 삼척, 홍천, 평창
충 북	청원, 중원, 영동, 괴산, 단양
충 남	논산, 서산, 천안, 공주, 예산, 부여
전 북	정읍, 남원, 고창, 김제, 무주, 완주
전 남	나주, 고흥, 무안, 영암, 강진, 담양
경 북	예천, 영천, 의성, 영덕, 금풍, 봉화, 선산
경 남	창녕, 함안, 진양, 하동, 거창, 양산, 사천

<자료: 농촌진흥청 지도국, 1996>

감자 주산지를 중심으로 인근지역의 복숭아혹진딧물 발생소장을 조사한 결과의 한잎당 발생수의 평균값은 그림 6에서 보는 바와 같다. 진

딧물의 발생은 기온이 비교적 따뜻한 5월에 발생하기 시작하여 6월 7월에 정점을 이룬 후 감소하여 9월부터는 거의 나타나지 않는 것으로 보여진다.

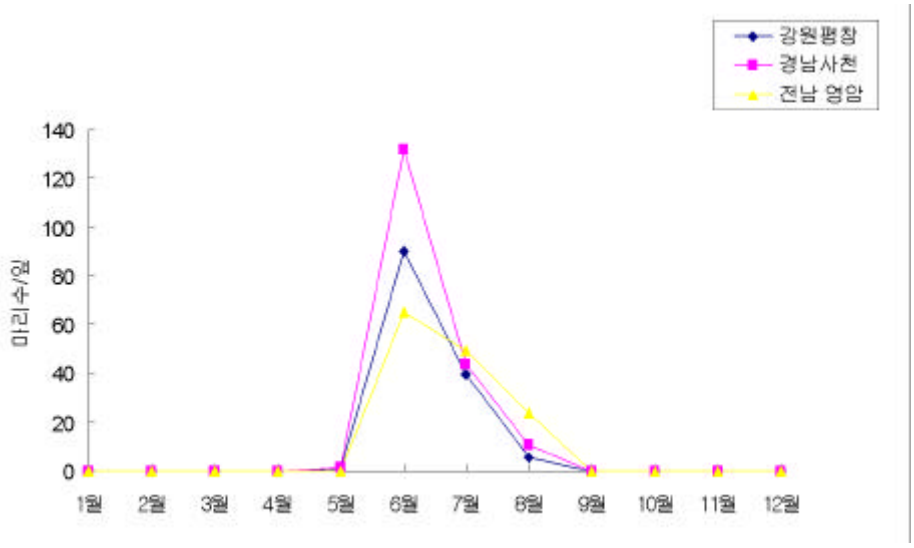


그림 6. 감자 주산지 인근지역의 복숭아혹진딧물 발생소장

<자료: 농촌진흥청 지도국, 1996>

3) 강원도 평창지역의 진딧물 발생소장과 감자재배시기

강원도 평창지역은 해발 600m 이상의 대관령지역에 위치하며, 감자의 재배시기는 4월 중순에 파종을 하고 9월 하순에 수확을 하는 여름 감자 재배의 대표적인 지역이다. 현재 국내의 봄감자용 씨감자 대부분이 이

지역에서 생산되고 있으며, 씨감자 생산 및 보급과 관련된 기관들이 밀집해 있다.

이 지역의 진딧물 발생소장을 살펴보면(그림 7) 5월경부터 진딧물이 발견되어 6월에 정점을 이루고 9월까지 지속되는 것을 알 수 있다.

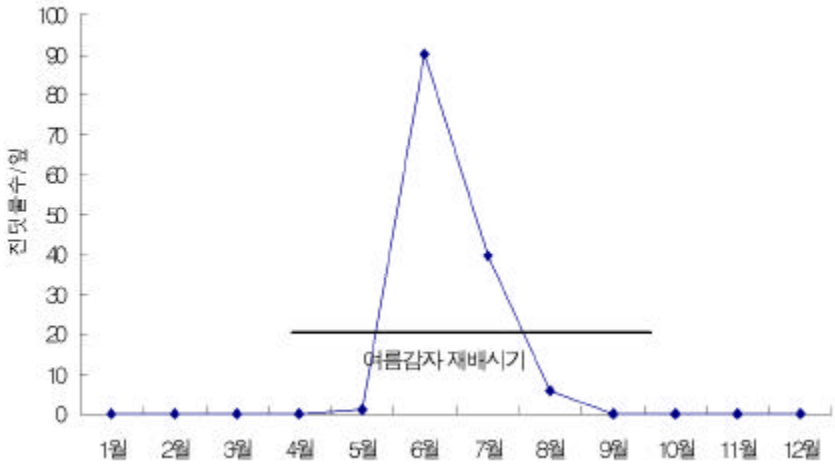


그림 7. 강원도 평창지역의 진딧물 발생소장과 감자 재배시기

대관령지역에서 감자 잎말림바이러스에 대한 조사 결과 보독진딧물의 비래는 6월 중순부터 8월 하순까지 비래하는데 6월 하순이 가장 활발하며, 주로 이 시기에 바이러스가 이병되는 것으로 보고 되었다(咸 등, 1992). 특히, 주목해야 할 점은 이 지역에서 생산되는 감자의 생육기간(개엽기 및 괴경형성기, 괴경비대기)과 진딧물의 발생기와 중복된다는 사

실이다. 따라서 씨감자 생산을 위해서 씨감자 채종농가의 대부분은 진딧물 방제를 위하여 7일 간격으로 약제를 살포하는 것으로 되어 있으나 경우에 따라서는 약제 살포인력의 부족, 비용의 증가 등의 이유로 적기에 방제가 이루어지지 않는 경우도 있다. 강원도 대관령지역에서 생산된 씨감자의 바이러스 감염율을 보면(표 97), 보급종의 경우 자체 제거율을 포함하여 1986년에는 8.8%, 1990년에는 37.2%, 1993년에는 7.0%, 1994년에는 1.3%, 1995년에는 4.8%를 나타내어 대관령지역이 더 이상 바이러스로부터 자유로운 지역이 아님을 알 수 있었다.

4) 경상남도 사천지역의 진딧물 발생소장과 감자재배기간

남부지방의 감자재배는 조춘작과 추작이 대표적인 작형이다. 조춘작은 2월 하순경에 파종을 하여 장마가 시작되기 전인 6월 중하순경에 수확을 하며 추작은 8월 초순에 파종을 하여 11월 중하순에 수확을 한다. 경상남도 사천지역은 밀양과 남해 지역과는 달리 감자 주산지라고 할 수는 없지만 인근 지역인 남해에서 가을감자용 씨감자가 생산되고 있으며, 기후 및 지리적 환경이 유사하므로 이 지역에서 조사된 진딧물 발생소장과 감자재배기간을 비교해 보고자 한다.

경남 사천의 진딧물 발생은 5월부터 시작하여 6월에 정점에 달한 후 7월부터 감소하여 9월 이후에는 거의 발생하지 않음을 알 수 있다. 감자재배기간은 봄감자의 경우 파종 후 생육 중기까지는 진딧물의 발생이 없으나 생육 후기인 괴경비대기 후반부와 괴경 완성기에 진딧물이 발생하였다. 가을 감자의 경우는 파종후 출현기와 개엽기인 8월과 9월에 진딧물이 발생함을 알 수 있다.

따라서 감자 재배기간이 진딧물 발생시기와 일부분이 겹치지만 이 시기에만 집중적으로 약제관리를 한다면 진딧물 방제에 드는 인력과 비

용을 절감할 수 있을 뿐더러 진딧물에 의해 감염되는 감자바이러스를 최소화 할 수 있을 것이다.

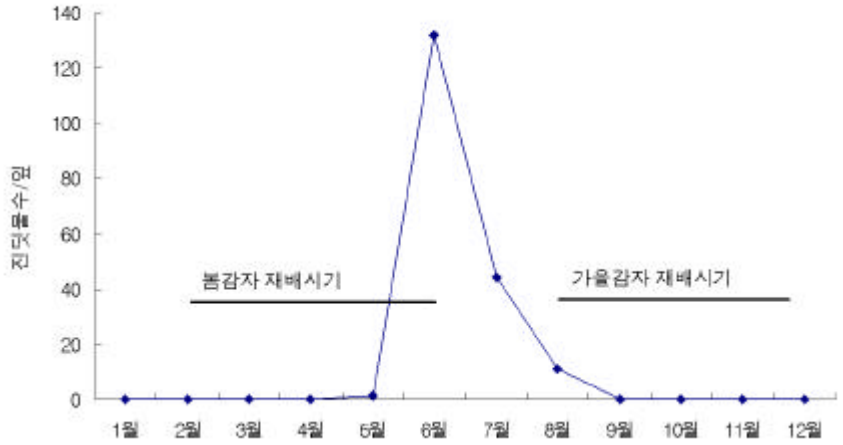


그림 8. 경상남도 사천지역의 진딧물 발생소장과 감자재배기간

5) 전라남도 영암지역의 진딧물 발생 소장과 감자재배기간

전라남도 영암지역의 감자재배작형 역시 조춘작과 추작이 대부분을 차지하고 있다. 최근들어 이 지역에서는 가공용 씨감자의 채종이 급속히 증가하는 추세이며, 인근의 함평 지역에서는 가을감자용 씨감자가 생산되고 있다.

이 지역의 진딧물 발생 소장과 감자재배기간을 보면 그림 9와 같다. 진딧물의 발생은 5월 초순부터 급격히 발생하여 6월 초중순에 정점에 달하며, 7월부터 감소하여 9월 이후에는 거의 발생하지 않음을 알 수 있

다. 감자 재배기간은 봄감자의 경우 괴경비대기 후반부와 괴경완성기가 진딧물 발생기와 일치하며, 가을 감자의 경우는 출현기와 개엽기인 8월과 9월에 진딧물의 발생기가 중복되어 남부 해안지방에서는 조춘작과 추작으로 씨감자를 생산할 경우 5월과 6월, 8월과 9월에만 약제방제에 의한 진딧물 방제가 가능할 것으로 생각되었다.

이러한 면에서 볼 때 씨감자 생산에 있어서 남부 해안지방의 경우 약제방제와 더불어 진딧물의 발생성기인 6월을 피하는 재배법[1]을 병행하면 양질의 씨감자를 생산하는 구비조건을 충분히 갖추었다고 할 수 있을 것이다.

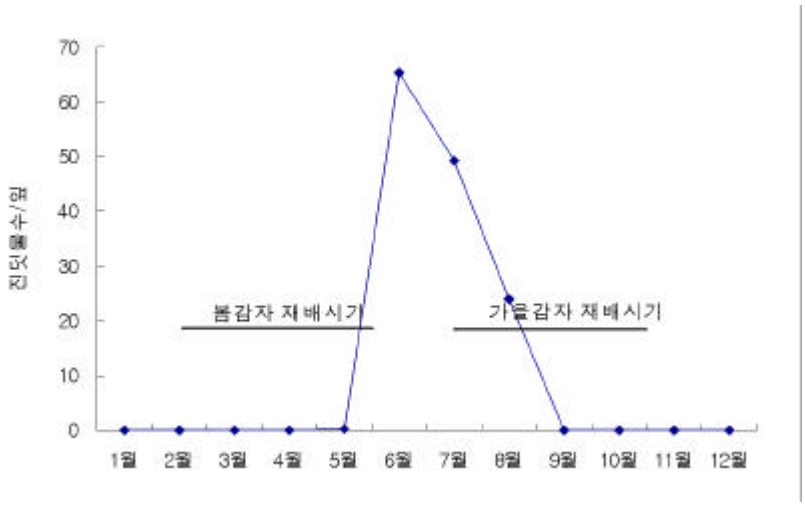


그림 9. 전라남도 영암지역의 진딧물 발생소장과 감자재배시기

1) 육아재배후 비닐멀칭재배를 하여 초기생육을 촉진시켜 수확을 앞당기는 방법.
2) 경엽건조제를 살포하여 신선경엽이 진딧물에 노출되는 기간을 단축하는 방법
3) 하우스 망실재배 방법 등

나. 기후조건과 씨감자 생산지

씨감자 생산은 감자 재배가 가능한 지역이면 모두 생산이 가능하여 기후조건으로 보면 대관령지역은 하작으로, 남부지방은 춘작으로, 남부 해안지방 및 제주도는 조춘작과 추작으로 씨감자의 생산은 가능하다. 남부 해안지방의 경우 씨감자 생산에서 가능한 한 진딧물의 발생기를 회피하는 재배기간을 확보하기 위해서는 조춘작의 경우 파종기를 앞당기고, 추작에서는 파종기를 늦추어야 하는데 이를 위해서는 기온 조건이 적합하여야 한다. 우리나라의 대표적 씨감자 생산지인 대관령지역과 경남 남해군, 전남 해남군 및 제주도 지역의 평년 기후값을 다음 표 111에 제시하였다.

경남 남해군과 전남 해남군은 해안지방으로 2월의 평균 기온이 3.6℃와 2.1℃로 대관령지역의 4월 초순에 해당되는 기온이다. 따라서 조춘작으로 2월 중순경에 백색멀칭으로 파종하면 5월 하순경이면 수확이 가능하다. 11월의 평균기온이 남해와 해남이 각각 10.1℃와 9.1℃로 대관령의 10월 초순에 해당되기 때문에 8월 중순경에 파종하여 11월 하순에 수확이 가능하다. 제주도는 기후조건으로는 남부 해안지방보다 유리하기 때문에 남해와 해남 등 남부 해안지방과 같이 1년에 2회 씨감자의 생산이 가능하게 된다.

이들 지역에서 씨감자를 생산하게 되면 재배기간은 100일 정도 확보할 수 있으며 진딧물의 발생성기를 회피할 수 있어 최소한의 약제방제로 좋은 씨감자를 생산할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 111. 지역별 평년 월별 기후값

㉠ 강원도 대관령

월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)	월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)
	평균	최고	최저				평균	최고	최저		
1	-7.7	-2.6	-12.7	190.8	78.6	7	18.8	22.6	15.8	151.3	302.2
2	-5.5	-0.5	-10.3	174.7	60.3	8	18.9	22.5	15.8	135.7	396.2
3	-0.9	3.6	-5.1	183.0	104.5	9	13.8	18.1	9.8	146.2	205.5
4	6.6	12.6	0.8	237.4	91.9	10	8.0	13.7	3.0	186.5	160.8
5	9.9	15.6	4.7	241.4	93.1	11	1.9	6.8	-2.7	166.7	77.3
6	15.0	19.7	10.7	181.0	192.5	12	4.3	0.5	-8.9	181.9	45.6

㉡ 경상남도 남해군

월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)	월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)
	평균	최고	최저				평균	최고	최저		
1	2.2	6.6	-2.2	196.4	46.7	7	24.9	28.8	22.0	195.0	343.3
2	3.6	8.9	-1.0	185.1	64.5	8	25.7	30.1	22.3	211.8	309.9
3	7.6	13.0	2.8	208.0	88.0	9	21.6	26.2	17.7	192.9	160.9
4	13.4	19.3	7.8	237.2	154.3	10	16.2	23.8	11.2	227.9	48.7
5	17.6	23.1	12.6	240.1	165.1	11	10.1	15.7	5.3	196.2	49.8
6	21.4	26.2	17.4	197.1	251.8	12	4.6	10.0	-0.1	193.6	24.1

㉣ 전라남도 해남군

월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)	월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)
	평균	최고	최저				평균	최고	최저		
1	1.1	5.9	-3.0	162.8	36.9	7	24.8	28.5	21.9	194.8	240.9
2	2.1	6.9	-2.3	160.4	57.5	8	25.9	30.1	22.1	242.6	223.0
3	6.3	11.8	1.4	202.0	71.9	9	21.4	26.4	16.9	199.4	158.0
4	12.4	18.4	6.4	230.7	103.7	10	15.4	21.4	9.5	227.1	33.3
5	17.1	22.7	11.6	249.3	111.4	11	9.1	15.0	3.7	180.0	43.2
6	21.0	25.8	16.9	211.5	247.0	12	3.8	8.9	-0.9	155.3	24.8

㉤ 제주도

월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)	월	기 온 (℃)			일조 시간	강수량 (mm)
	평균	최고	최저				평균	최고	최저		
1	5.9	7.8	2.3	69.5	60.9	7	25.6	28.8	22.7	202.9	273.3
2	5.6	9.1	2.6	94.7	63.4	8	26.7	29.8	23.6	204.5	309.1
3	8.5	12.0	4.8	150.2	106.2	9	22.7	25.8	19.5	169.1	162.5
4	13.3	17.0	9.3	197.8	80.3	10	17.8	21.1	14.2	191.3	58.1
5	17.2	21.1	13.3	214.3	109.9	11	12.4	15.7	8.9	139.7	54.3
6	20.9	24.5	17.8	179.7	185.5	12	7.7	10.7	4.6	83.7	38.3

다. 씨감자의 활력 및 저장비용과 씨감자 생산지

감자는 씨감자의 상태에 따라 수량에 현격한 차이를 보인다. 씨감자의 퇴화는 바이러스 감염에 의하여 주로 일어나지만, 씨감자의 저장기간에 따라 생리적 나이가 달라지게 되어 활력의 차이를 나타내게 된다. 따라서 감자의 재배작형에 맞추어 씨감자를 생산하여 공급하는 것은 씨감자의 고활력을 유지하고 저장비용을 최소화하여 우량 씨감자를 저렴한 가격에 공급할 수 있다.

현재 국내의 일반재배용 봄감자 보급종 씨감자는 대관령지역에서 9월 말경에 수확하여 이듬해 3월 중순에서 4월 초순까지 약 160일 180일 정도 저장한 후 공급하게 된다. 강원도에서 봄감자의 대부분은 수미품종으로 상온에서 80 90일이 경과되면 휴면이 소거되어 맹아가 되기 때문에 공급기간까지 일정기간 저온저장(3 4℃)을 하여야 한다. 따라서 저온저장에 따른 비용과 저장기간이 길수록 부패 등 손실율이 커지므로 비용이 증가되어 씨감자의 공급가에 반영될 수밖에 없다. 더욱이 대관령지역의 경우 겨울철 최저기온의 평년값이 영하 8℃ 12℃까지 떨어지므로 씨감자 저장고의 경우 온냉방시설을 동시에 갖추어 가동해야 하므로 비용면에서도 매우 불리한 입장이다. 뿐만 아니라 폭설로 인하여 교통이 두절되는 상황이 종종 발생하여 적기에 씨감자를 공급하는데 차질을 빚을 수도 있다.

남부지방의 경우 장려품종(표 112)이 대지, 조풍 및 남서로 이들 품종은 휴면기간이 상대적으로 짧기 때문에 남부 해안지방 및 제주도에서 씨감자를 연 2회 생산하게 되면 수확 후 다음 작기에 바로 공급할 수 있다. 지역별로 씨감자를 생산하여 공급하는 모형을 현재의 장려품종을 토대로 작성하여 표 113에 제시하였다. 씨감자 생산은 감자 재배가 가능

한 지역이면 생산하여 공급할 수 있는데 수확에서 공급까지의 기간과 저장방법 등을 감안하면 강원도 지역은 강원도에서, 남부지방은 남부 해안지방에서, 제주도는 제주도에서 생산하여 공급하는 것이 효율적인 것으로 생각되었다. 씨감자의 저장은 강원도에서는 9월 하순에 수확하여 저온저장과 일반저장으로 하고, 남부 해안지방과 제주도에서 조춘작으로 5월 하순에 수확한 것을 8월에 추작으로 공급할 경우 7, 8월 고온기에 부패의 가능성이 있으므로 저장고의 온도를 15 20℃ 정도가 되도록 설비를 하는 것이 바람직하며 추작으로 생산한 것은 일반저장으로 이듬해 춘작으로 공급할 수 있다.

표 112. 재배작형별 주요 적응품종

	재 배 시 기	남작	수미	대지	세풍	조풍	남서	대서
봄재배	(2월하순 7월상순)	○	○	○	○	○	○	○
여름재배	(4월중순 9월하순)	○	○	□	○	○	□	□
가을재배	(8월중순 12월상순)			○		□	□	
겨울재배	(12월중순 5월중순)			○		□	○	

<자료: 고령지농업시험장, 1997, http:/ / 203.241.52.190>

주: ○ 적응품종, □ 준적응품종

표 113. 씨감자 생산 공급 모형

씨감자 생산 지역 및 기간			공급기까지 저장기간 · 방법	공급시기
씨감자 생산지역	파종기	수확기		
제주도 전남, 경남	8.10 8.20	11.20 11.30	60 120일 일반저장	1.20 3.20 (조 · 춘작)
강원도	4.10 5.10	9.1 9.30	140 210일 저온/ 가온저장	
제주도 전남, 경남	8.10 8.20	11.20 11.30	120 170일 일반, 저온저장	3.20 4.20 (하작)
강원도	4.10 5.10	9.1 9.30	170 230일 저온저장	
제주도	12.10 12.30	3.10 3.30	90 140일 일반, 저온저장	7.10 7.30 (추작)
	2.1 2.28	5.1 5.30	30 90일 일반(20℃)저장	
전남, 경남	2.1 2.28	5.1 5.30	30 90일 일반(20℃)저장	
강원도	3.20 4.10	6.20 7.10	0 40일 일반저장	
제주도	3.1 3.20	6.1 6.20	150 200일 저온저장	11.20 12.20 (동작)
전남, 경남	3.1 3.20	6.1 6.20	150 200일 저온저장	
강원도	3.20 4.10	6.20 7.10	130 180일 저온저장	
	4.10 5.10	9.1 9.30	50 110일 일반저장	

라. 災害와 씨감자 생산지의 분산

씨감자 생산은 좋은 기상조건과 병·해충 발생이 없어야 하는데, 최근에 발생하고 있는 기상재해는 그 규모가 전국적일 경우도 있지만 지역에 따라 국지적으로 발생하는 경우가 많아 한발, 홍수, 이상 저온 및 이상 고온 등으로 감자뿐만아니라 농작물 전체에 막대한 지장을 초래할 정도의 기상 이변이 속출하고 있다. 또한 병·해충의 창궐도 지역에 따라 그 정도가 다르기 때문에 예측 불가한 불가항력적인 상황에 대처하기 위해서는 씨감자 생산지를 분산하여 위험을 최소화하도록 하는 것이 바람직하다.

2. 씨감자 생산단지와 공급체계의 제안

가. 씨감자 생산의 단지화

현재 씨감자 생산은 대관령지역을 중심으로 연간 8,000톤을 생산하여 강원도를 중심으로 공급하여 공급율이 약 20% 정도에 이르고 있다. 따라서 전국적으로 씨감자 공급량을 늘리기 위해서는 대관령지역의 씨감자 생산 능력을 배가시키는 것보다는 앞에서 언급한 대로 씨감자 생산단지를 권역별로 지정 육성하는 것이 효율적이다. 즉 각 권역별 생산단지에서 생산하여 공급하게 되면 수송거리와 단거리 수송에 따른 포장의 간이화 등 물류비용의 절감을 얻을 수 있기 때문에 생산원가를 낮출 수 있다. 씨감자 생산단지는 앞에서 살펴본 바와 같이 바이러스 감염율의 최소화, 기상조건, 씨감자의 활력 유지 및 저장비용, 위험 분산 및 물류

비용의 절감 등을 종합하여 판단하면 생산단지를 전국에 4개지역으로 지정하여 각 단지에서 생산된 씨감자는 인근지역으로 공급하는 방안이 효율적으로 판단되었다. 4개 지역의 생산단지는 다음과 같이 설정하였다.

- 강원도는 대관령지역에서 대관령원예조합 등 기존의 생산시설을 활용하고
- 전남은 해남군, 무안군 또는 고흥군에서 1개 단지를 선정 육성하고
- 경남은 남해군 또는 사천군에서 1개 단지를 선정하여 육성하며
- 제주도는 제주도와 주)하이-디어가 주축이 되어 추진한다.

이렇게 하면 각 씨감자 생산단지에서 생산하여 공급해야 할 재배면적은 그림 10에서와 같이 대략 대관령지역이 경기도와 강원도의 9,000 ha, 전남 단지가 충남·북 및 전남·북의 6,000 ha, 경남 단지가 경남·북의 5,000 ha 및 제주도가 6,500 ha로 생산단지별로 균형을 이룰 수 있다.

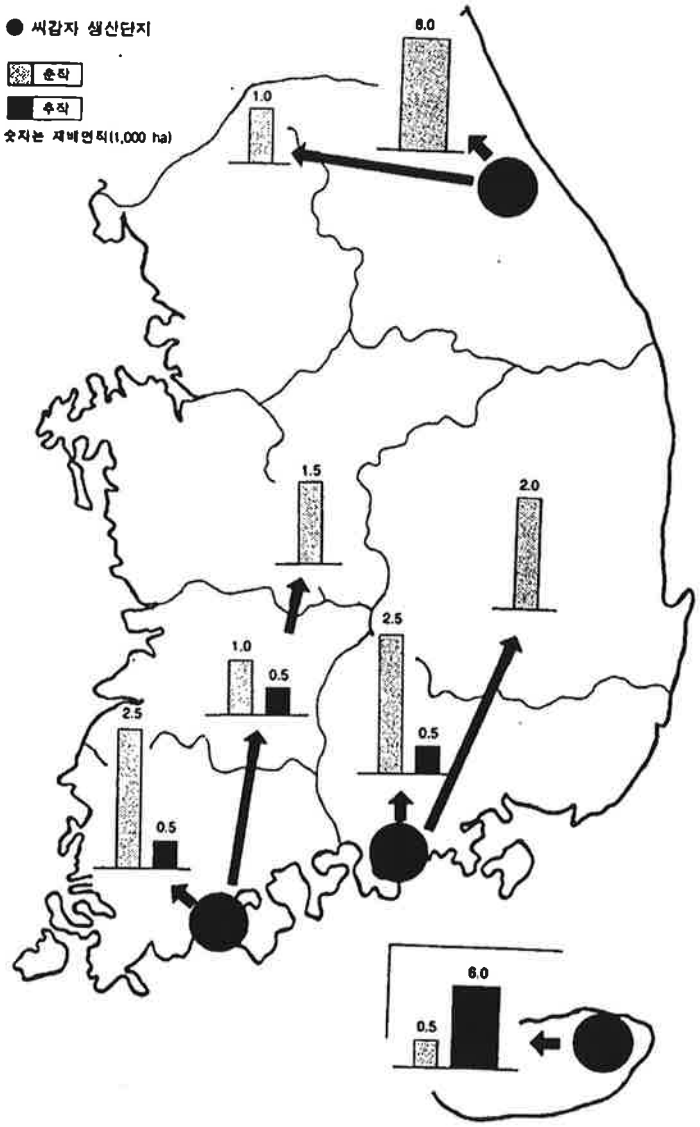


그림 10. 씨감자 생산단지별 생산 및 공급체계

자료출처 : 인공씨감자 국내농가 실용화를 위한 최적재배방법 및 보급시스템 개발 / 농림부

나. 생산단지별 생산 주체

1997년 12월 31일에 발효되는 종자산업법의 기본 목적은 지금까지의 정부 주도하에서 수행해온 씨감자 생산 및 공급을 민간으로 이양하여 고품질의 씨감자를 보다 저렴한 가격으로 충분하게 공급하여 감자재배의 생산성을 배가하고 농가의 소득을 증진시키는데에 있다. 따라서 이후로는 기존의 씨감자 생산과 공급체계를 연차적으로 축소하여 1998년에는 8,000톤, 1999년에는 6,000톤, 2000년에는 3,000톤을 공급하고 2001년에는 생산을 중단하기로 방침(농림부, 종자공급체계 개선방안, 1996)을 정하였기 때문에 이 기간동안 정부를 대신하여 씨감자를 생산·공급할 수 있는 기반을 조성하고 생산자를 육성하여야만 한다. 따라서 2000년까지 생산기반 시설 및 생산자의 육성으로 정부 생산량의 감축분을 보완하면서 나아가 생산 용량을 증가시켜 2000년 이후에는 씨감자 공급율이 매년 50% 이상이 되어야 할 것이다. 본 연구원에서 개최한 세미나 "우량종서 생산 및 공급체계 개선방안"에서 발표된 내용을 종합하면 MCT급의 기본식물을 생산할 수 있는 곳은 기존의 씨감자 공급체계에서는 원예연구소, 고령지 농업시험장이 있으며, 제주도 농촌진흥원이 독자적으로 MCT생산 및 씨감자 생산체계를 구축하였고, 민간기업으로는 주)하이-디어가 제주도에 대량 생산시설을 만들어 MCT, MNT 또는 보급종으로 공급할 계획이며, 흥농종묘주식회사에서도 MCT 생산하여 증식단계를 검토하고 있는 것으로 나타났다. 또한 대관령원예조합에서는 기존의 씨감자 생산체계에서 연간 8,000여톤을 생산하여 공급하였기 때문에 현재 망실(하우스) 등 증식 시설을 갖추고 있으며 20여년간의 씨감자 채종경험을 축적하고 있다고 하였다. 제주도는 주)하이-디어와 씨감자 생산·공급에 관한 공동계획을 수립하여 2000년까지 제주도 농촌진흥원에서

규모를 조정하면서 생산하여 공급하고 그 이후에는 주)하이-디어에서 생산하여 공급하기로 하였다고 하였다. 주)하이-디어는 MCT의 대량생산과 MNT의 증식기술을 이용하여 국내에 직접 공급 또는 다른 생산자에게 공급하는 한편 외국에 수출을 하는 전략을 수립하고 있는 것으로 발표하였다. 한편 각 생산단지에서 생산·공급의 주체는 지역별로 씨감자 신청, 생산, 판매, 품질 보증, 홍보 등의 업무를 수행하고, 씨감자의 생산재배는 씨감자 생산작목반 또는 씨감자 생산조합을 새로이 결성하거나 기존의 단체와 연대하여 계약재배 또는 위탁재배 등의 방법으로 실행하는 것도 좋은 방안으로 생각되었다. 이러한 관점에서 각 생산단지별로 생산주체 및 원(원)종의 공급이 가능자에 대한 안을 표 114에 제시하였다. 특히 MCT 공급은 현시점에서 주)하이-디어에서 생명공학연구소와 공동으로 가지고 있는 대량 생산기술을 능가하는 기술을 개발한 기관이나 단체가 없고, 인공씨감자 실용화 기술 개발을 추진하게된 배경도 여기에 있기 때문에 주)하이-디어에서 MCT를 안정적으로 대량생산할 수 있도록하는 것이 씨감자 산업전체의 발전을 위하여 바람직하다고 할 수 있다. 이러한 현실적인 면을 고려하여 씨감자 생산단지의 주체는 기존의 시설과 경험을 충분히 활용하여 기존의 생산체제를 이용하는 한편 새로 도입되는 생산기술을 수용할 수 있도록 생산단지를 육성하여야 하며 이에 따라 국가 정책과 지원도 생산단지의 균형적인 발전을 도모하는 차원에서 이루어져야 할 것이다.

표 114. 씨감자 생산단지별 생산 · 공급의 체계(안)

생산 단지	생산 지역	생산 · 공급의 주체	원(원)종 공급자
강원도	대관령	강원도 강원도 감자 원종장 대관령원예협동조합 기타 단체	고령지농업시험장 주)하이-디어 흥농종묘주식회사
전 남	해남군 무안군 고흥군 중 1개지역	전남도 해당 郡 농업관련단체 민간기업	주) 하이-디어 흥농종묘주식회사
경 남	남해군 사천군 중 1개지역	경남도 해당 郡 농업관련단체 민간기업	주)하이-디어 흥농종묘주식회사
제주도	제주도	제주도 농촌진흥원 주) 하이-디어	제주도 농촌진흥원 주)하이-디어

다. 생산단지별 생산시설의 규모

인공씨감자 생산의 경제성 분석에서 씨감자의 생산단가 면에서 가장 유리한 생산방식이 MCT →《하우스 폿트증식》 MNT 1대 →《하우스 폿트증식》→ MNT 2대 →《노지 증식》→ MNT 3대(농가 공급) 의 방식으로 나타났다. 따라서 이러한 증식방법으로 씨감자 소요량의 50%를 공급하기 위해서 필요한 생산단지별 증식시설 및 노지면적은 표 115와 같다.

표 115. 씨감자 생산단지별 증식시설 및 노지면적

생산단지	작형별	재배면적 (ha)	50% 공급에 필요한 면적	
			시설하우스	노 지
강원도	춘작	9,000	15,000 평	156 ha
전 남	춘작	5,000	8,500 평	86 ha
	추작	1,000	1,700 평	18 ha
	계	6,000	10,200 평	104 ha
경 남	춘작	4,500	7,600 평	78 ha
	추작	500	850 평	9 ha
	계	5,000	8,100 평	87 ha
제주도	춘작	500	850 평	9 ha
	추작	6,000	10,200 평	104 ha
	계	6,500	11,700 평	113 ha

강원도는 하우스(망실) 15,000평과 노지 156 ha, 전남단지는 하우스(망실) 10,200평과 노지 104 ha, 경남단지는 하우스(망실) 8,100평과 노지 87 ha, 제주도는 하우스(망실) 11,700평과 노지 113 ha를 확보하면 50% 공급에 필요한 씨감자를 생산하여 공급할 수 있다.

노지는 생산자 조직에서 임차하거나 계약재배에 의하여 충당이 가능하지만 MNT를 생산하는데에는 하우스(망실)내에서 해야 하므로 하우스 시설은 불가피하다. 그러나 시설하우스(망실을 포함)는 내부시설비를 제외하고도 평당 8만원 10만원의 공사비가 소요되어 하우스 10,000평을 짓는데에는 8억 10억이 소요되어 시설하우스를 설치하는데에는 막대한 비용이 소요된다. 또한 하우스뿐만 아니라 저온저장고, 씨감자선별기 등 초기에 투입되는 비용이 막대하게 소요되는 문제점이 있다. 이러한 문제점 해결을 위한 정부의 지원이 요청된다.

라. 씨감자 생산단지별 공급체계

MCT 생산자는 씨감자 생산단지에 MCT 또는 MNT를 공급하고 씨감자 생산단지에서는 이를 증식하여 감자재배농가에 공급하는 것을 주 공급경로로 하고 경우에 따라 감자재배 농가에 MNT를 증식하여 직공급할 수 있는 경로를 보조방법으로 하는 체계가 바람직하다(그림 11).

생산단지별로 해당 권역에 공급하는 씨감자는 각 생산단지의 생산주체가 농가로부터 주문을 받아 생산계획을 수립하여 생산조직으로 하여금 생산토록하고 생산관리를 철저히 하여 생산을 한다. 생산된 씨감자는 선별작업을 한 후 포장하여 농가에 직접 공급하는 시스템으로 한다(그림 12). 즉, 씨감자 생산 및 공급주체는 농가위주의 영업전략을 수립하여 고

품질의 씨감자를 보다 저렴한 가격에 공급하여 고수익과 경쟁력을 확보하도록 원가절감과 농가에 대한 서비스 개선 노력을 부단히 해야 할 것이다.

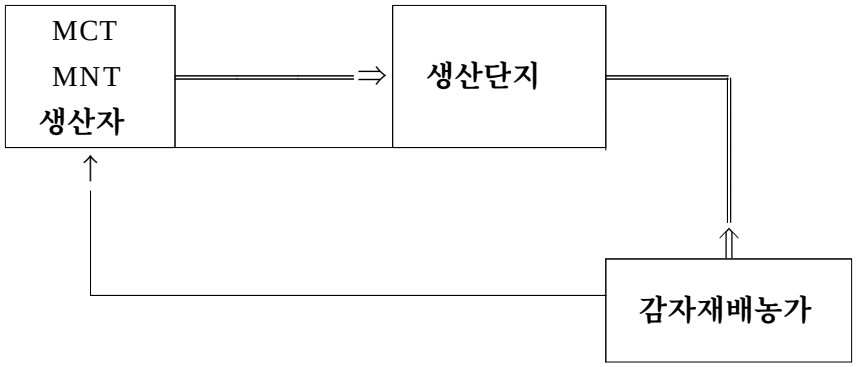


그림 11. 씨감자 공급경로

주: ⇒ 주 공급경로, → 보조 공급경로

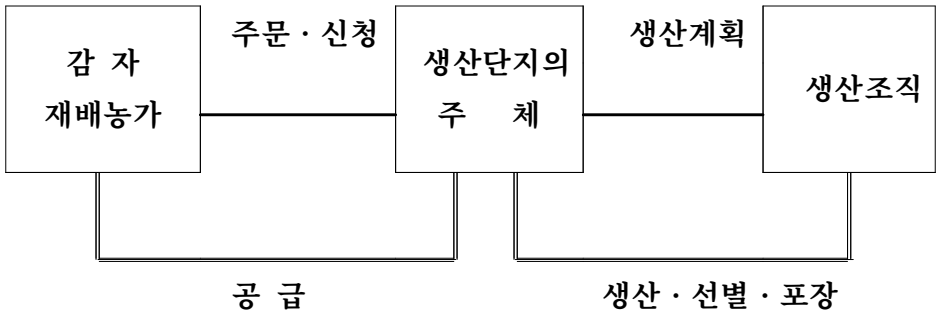


그림 12. 씨감자의 공급체계

마. 씨감자 생산·공급의 단계별 목표

앞에서도 여러 번 언급했지만 국내의 씨감자 생산 및 공급은 정부 주도하에 종자공급소가 실질적으로 수행하여 왔다. 그러나 종자산업법 시행 이후 종자시장의 개방화에 대비하여 씨감자 생산 및 공급권을 씨감자 생산자(지방자치단체, 농업관련단체 또는 민간 기업)에게 이양하기로 되어 있지만 씨감자 생산자 차원에서 그동안 씨감자 생산과 공급에 관한 기술과 경험이 축적되지 않았고 따라서 씨감자의 공급이 원활하게 이루어질수 있을 것인지에 대해 정부의 불안감이 있을 수 있다. 이에 따라 정부에서도 그간의 생산·공급체계를 2000년까지 유지하여 그동안에 씨감자 생산자들이 생산기반시설을 구비하고 생산기술을 확립할 수 있도록 계획을 추진중에 있는데 여기에서 추진 일정을 2단계로 구분하여 단계별 목표를 설정하였다.

● 1998년 2000년:

- 생산단지 조성
  - 생산 조직 결성
  - 생산기반시설 완비
- 생산(증식)기술의 확립
- 단지별 공급체계 구축
- 대 농민 홍보 및 재배기술 개발과 지도
- 씨감자 품질검사 방법 개발

● 2001년 이후:

- 품종 육성의 능력의 배양

▫ 씨감자 공급율 50% 이상으로 확대
▫ 생산단지별 경쟁력 강화
▫ 생산단지간 자율경쟁 유도

3. 새로운 씨감자 생산 및 공급체계를 위한 정책 건의

인공씨감자를 실용화하기 위한 기술적인 문제는 발전시켜야 할 과제가 남아 있기는 하지만 실용화를 위한 기본적인 기술은 극복이 되었다. 그러나 실용화를 위해서는 생산기술외에도 대 농민 홍보 및 재배기술의 개발과 보급 그리고 이를 위한 강력한 정책적인 지원이 있어야만 가능하다. 따라서 인공씨감자의 실용화와 씨감자산업의 발전을 위한 필요한 정책적인 사항을 건의하고자 한다.

- 고령지 농업시험장의 품종 육성을 능력을 강화하여 지역별·작형별·용도별로 다양한 품종을 육성하여 제공하도록 하고
- 품종 육성을 위한 유전자원의 수집, 분석 및 유지를 하고 이를 제공하여 향후 민간 기업의 품종 육성 능력을 배양시키며
- 인공씨감자를 농촌지도사업의 일환으로 농민에게 홍보하고 재배기술을 지도하여 조기에 보급될 수 있도록 하며
- 농촌 노동력 부족을 해소하고 농가소득 증대를 위하여 파종기와 수확기 등 감자 재배의 기계화를 추진하며
- 씨감자 생산단지의 조성과 발전이 균형을 유지할 수 있도록 시설하우스, 저온저장고, 씨감자 선별기 등 초기 시설비를 융자 또는 지원하고

- 단지별 씨감자 생산조직이 결성되도록 지방자치단체, 농업관련 단체, 민간기업을 적극 지원한다.
- 현시점에서 MCT의 대량생산기술은 주)하이-디어(생명공학연구소의 정혁박사와 공유)에서 보유하고 있고, 인공씨감자의 국내농가 실용화는 MCT의 대량생산을 기반으로 출발하였다. 따라서 인공씨감자의 실용화를 달성하기 위해서는 주)하이-디어에서 MCT 및 MNT를 저렴한 가격에 생산·공급할 수 있도록 유도하고 공급가격의 안정화를 위한 시설자금 등의 금융지원이 필요한 것으로 사료된다.

인공씨감자의 실용화는
고품질의 씨감자를
저렴한 가격으로
적기에
충분한 물량을 공급하여
감자 재배농민의 소득증대에 기여하고
국가경제에 이바지할 수 있어야
최종 목적을 달성하였다고 할 것이다.

참 고 문 헌

강종구 · 김숭열 · 김현준 · 엄영현 · 김정간. 1996. 분무경 · 담액경 및 박막순환식 재배가 감자의 생장과 괴경형성에 미치는 영향. 韓園誌. 37:24 27.

고령지농업시험장 연구보고서. 1991 1996.

김기택 · 김성배 · 송인관 · 박용봉. 1997. 감자 양액재배 소괴경 채취간격이 소괴경 크기와 수량에 미치는 영향. 한원지(발표요지집 15권) pp.175 176.

김명환 · 유남식 · 안기옥 · 이계임. 1992. 미곡종합처리장의 경제성과 운영에 관한 연구. 한국농촌경제연구원 연구보고 257.

김정욱. 1996. 감자재배 · 생산 · 저장 및 유통실태. 농수산물유통공사 조사월보.

김진기. 1995. 농작물종자 품질검사체계 개선에 관한 연구. 대산논총. 제3집 PP.328 346.

김화영 · 정혁. 1994. 감자 기내소괴경의 서령이 포장 생육 및 수량에 미치는 영향. 한원지. 35:330 336.

남제주군농촌지도소. 1995. 가을감자 재배기술.

농촌진흥청. 1996. 인공씨감자 활용 및 양액재배 씨감자 생산기술 개발 현황.

농촌진흥청. 1996. 농축산물 표준소득.

농촌진흥청. 1992. 농업경영 · 계산의 소사전. 농업경영자료 제86호.

박세원 · 전재흥 · 김현순 · 정혁. 1995. 감자 기내소괴경의 저온 저장시 발아특성과 당함량의 변화. 한원지. 36:46 49.

박세원 · 전재흥 · 김현순 · 정혁. 1996. 감자 기내소괴경의 품종간 저항력 및 맹아특성 차이. 한원지. 37:228 231.

백운하. 1969. 씨감자 생산을 위한 매개 진딧물 조사. 식물보호. 7:5 14.

백운하. 1970. 씨감자 생산을 위한 매개 진딧물 조사. 과학기술처 STF. 70(5):1 61.

석현덕. 1992. **한국임업의 경제분석**. **한국농촌경제연구원 연구보고** 264.

소창호 · 윤진일 · 노영덕 · 김무성 · 권신한. 1995. **벼 건답직파에서 파종기 지온이 출아에 미치는 영향**. **韓作誌**. 40:580 586.

오세익 · 최지현 · 강창용. 1994. **첨단 시설원예 농업의 경제성 분석 연구**.

최영환 · 조정래 · 김내성. 1994. **감자 기내소괴경의 생산효율 향상과 실용화에 관한 연구**. **한원지**. 35:213 219.

최정일 · 강응희. 1966. **대관령과 강릉산 종서의 바이러스 이병율에 미치는 영향**. **고시연보**: 47 66.

한국농축수산유통연구원. 1997. **우량종서생산 및 공급체계개선방안 발표요지**.

현병환. 1997. **인공씨감자의 경제성 분석**. **생명공학연구소**.

矢吹萬壽 外.1985. **農業環境調節工學**. **朝倉書店**.

Basra, A.S. 1995. Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications, Food Products Press.

Beukema, H.P. and D.E. Van der Zaag. 1990. Introduction to Potato Production. Pudoc Wageningen.

Bradbeer, J.W. 1988. Seed Dormancy and Germination, Blackie, New York.

Bremner, P.M. and M.A. Taha, 1966. Studies in potato agronomy. I. The effects of variety, seed size and spacing on growth, development and yield. J. Agric. Sci., Cambridge 66:241 252.

Burton, W.G. 1978. The Physics and Physiology of Storage, ed. P.M.Harris, Chapman and Hall, London.

Crissman, C.C. and J.E. Uquillas. 1989. Seed Potato Systems in Equador: A Case Study. International Potato Center.

Douglas, J.E. 1980. Successful Seed Programs: A Planing and Management Guide, Westview Press, Colorado.

Fenner, M. 1985. Seed Ecology, Chapman and Hall, London.

Gunasan, H.P.M. and P.M. Harris. 1968. The effect of the time application of nitrogen and potassium on the growth of the second early potato, variety Craig's Royal. J. Agric. Sci., Cambridge 71:283 296.

Ifenkwe, O.P. and E.J. Allen. 1978. Effect of row width and planting density on growth and yield of two main crop potato varieties. J. Agric. Sci., Cambridge 91:279 289.

Krijthe, N. 1962. Ontwikkeling en groei aardappelknol en aardappelplant, IBVL Publikatie 84, IBVL Wageningen.

Levy, D. 1986. Tuber yield and tuber quality of several potato cultivars as affected by seasonal high temperatures and by water deficit in a semi-arid environment. Potato Research. 29:95 107.

Lommen, W.J.M. 1993. Post-harvest characteristics of potato microtubers with different fresh weights and from different harvest. II. Losses during storage. Potato Research. 36:273 282.

Lommen, W.J.M. 1995. Basic Studies on the Production and Performance of Potato Minitubers. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University.

Lommen, W.J.M. and P.C. Struik, P.C. 1992. Production of potato minitubers by repeated harvesting. potato Research. 35:419 432.

Park, S.W., J.S. Koo, J.H. Jeon, H.S. Kim and H. Joung. 1997. Relationship between size of potato microtubers and quality as seed potatoes. Kor. J. Hort. Sci. (in press)

Potato Variety Handbook. 1997. National Institute of Agricultural Botany, U.K.

Ryan, P.F. 1961. Recent Studies on potato manuring in Ireland. European Potato J. 4:165 173.

Toole, E.H., H.A. Borthwick, S.B. Hendricks and V.K. Toole. 1953. Physiology of seed germination. Ann. Rev. Plant Physiol. 7:299 324.

Vander Zaag, P., A.L. Demagante and E.E. Ewing. 1990. Influence of plant spacing on potato morphology, growth and yield under two contrasting environments. Potato Research. 33:313 323.

Van Es, A. and K.J. Hartmans. 1987. Dormancy, sproutng and sprout inhibition. eds., Rastovski, A. et al., Storages of Potatoes, Pudoc Wageningen, pp.114 140.

Wurr, D.C.E. 1978. Seed tuber production and management. ed., P.M. Harris. The Potato Crop, Chapman and Hall, London, pp.327 354.

Young, N. 1990. Seed Potato Systems in Developed Countries: Canada, The Netherlands and Great Britain. International Potato Center.

謝　　辭

본 연구과제를 수행하는데 귀중한 자문과 조언을 해주시고, 시험재료, 자료 제공 등 아낌없는 협조를 해주신 분들에 대하여 진심으로 감사를 드립니다. 모든 분들에게 일일이 감사의 말씀을 드려야 하나 지면으로 감사의 말씀을 대신합니다. 또한 본 연구과제를 수행할 수 있도록 많은 도움을 주신 농림수산기술관리센터의 성배영 소장님, 유규종, 조명기, 김형모, 김호연, 유영섭선생님을 비롯한 관계관에게 진심으로 감사드립니다.

성　　명	소　　속
정　　혁	KIST 생명공학연구소
박 종 서	농림부 채소과 서기관
고 일 웅	제주 농촌진흥원장
고 경 일	국립식물검역소 겸역기획과장
한 병 희	한국 감자연구회 회장
함 영 일	고령지농업시험장
정 순 주	전남대학교 원예학과
정 찬 길	건국대학교 축산경영학과
김 수 욱	건국대학교 농업교학과
강 종 구	순천대학교 원예학과
신 인 균	종자공급소 생산과장
박 주 환	농림부 채소과
이 영 상	경기도 농촌진흥원
김 기 택	제주도 농촌진흥원
김 철 균	제주도 농촌진흥원

성 명	소 속
현 관 희	제주도 농촌진흥원
박 동 만	원예연구소 남해출장소장
안 율 균	원예연구소
김 희 곤	전남 농촌진흥원
목 찬 균	대관령원예협동조합장
서 범 석	호남온실작물연구소장
안 희 문	강원도 시험포 관리자(연구조원)
최 도 균	제주도 시험포 관리자(연구조원)
김 용 한	경남 밀양시험포 관리자(연구조원)
손 충 호	전남 보성시험포 관리자(연구조원)
전 재 흥	생명공학연구소
김 현 순	생명공학연구소
박 상 원	서울대학교 대학원 농학과
김 성 태	주)하이-디어
박 동 옥	주)하이-디어
조 완 석	주)하이-디어
안 경 승	주)하이-디어
김 명 원	흥농종묘주식회사
W.J.M. Lommen	화란 Wageningen 대학 농학과 교수
Jan Vos	화란 Wageningen 대학 농학과 교수
이 정 현	화란 Wageningen 대학 원예학과 대학원
김 도 순	영국 Bristol University 농업과학과 대학원

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림수산특정 연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.