

博士學位論文

濟州地域의 감자 겨울栽培法 確立 과
Dejima 品種의 變異体 檢定

Cultivation of Winter Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)
and Identification for Variants in Jeju Island



濟州大學校 大學院

園藝學科

韓元琢

2002年 12月

濟州地域의 감자 겨울栽培法 確立과

Dejima品種의 變異體 檢定

指導教授 朴 庸 奉

韓 元 琢

이 論文을 農學博士學位 論文으로 提出함



韓元琢의 農學博士學位 論文을 認准함

審査委員長_____

委 員_____

委 員_____

委 員_____

委 員_____

濟州大學校 大學院

2002年 12月

Cultivation of Winter Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)
and Identification for Variants in Jeju Island

Han, Won-Tak

(Supervised by Professor Park, Yong-Bong)

 제주대학교 중앙도서관
A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF
AGRICULTURE

2002. 12.

DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

Summary	iii
List of Tables	v
List of Figures	x
I. 서 론	1
II. 연 구 사	4
III. 재 료 및 방 법	16
1. 식물생장조절물질에 의한 휴면타과	16
2. 감자 겨울재배법 확립	17
3. Refresh 엽면살포제의 처리	20
4. Dejima(大地) 품종의 변이체 검정	22
IV. 결 과	25
1. 식물생장조절물질에 의한 씨감자 휴면타과 효과	25
가. Gibberellic acid 처리에 의한 휴면타과 효과	25
나. TNZ-303(Brassinosteroid) 처리효과	32
2. 감자 겨울재배법 확립	35
가. 정식시기 시험	35
나. 정식시 재식거리 시험	38
다. 시비량 수준에 관한 시험	41
3. 엽면살포제의 처리효과	49
가. Refresh 처리효과	49
나. Vitazyme, CM808 처리효과	52

4. Dejima 품종의 변이체 검정	56
가. 감자 잎에서 total DNA 분리	56
나. Random primer 예비검색	57
다. RAPD 마커에 의한 씨감자 생산 기관별 Dejima 품종 변이성 검정	58
V. 고 찰	63
1. 식물생장조절물질에 의한 휴면타파 효과	63
2. 감자 겨울재배법 확립	69
3. 엽면살포제 처리효과	76
4. Dejima 품종의 변이체 검정	80
VI. 적 요	83
인 용 문 헌	85



Summary

Experiments were carried out to establish a winter cropping system of potato in Jeju for the supply of fresh potatoes during the off-season months, April and May. An optimum planting date, optimum planting density, optimum amounts of N, P and K fertilization, and the effect of plant growth regulators on dormancy breaking of seed potatoes were examined, and the divergence in the appearance of 'Dejima' potato tubers was tested for its genetic variation. The results obtained are summarized as follows;

1. In an evaluation of potato tubers produced in the fall in Jeju used as the seed tuber for the winter cropping after treatment with $4\sim 6\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ GA₃, the marketable yield of the crop harvested in late April was 83~87 percent of the control when planted in November and was 82 percent when planted in December. The marketable yield of the crop harvested in early May was 91~94 percent of the control when planted in November and was 89~90 percent when planted in December. In the control, where potato tubers produced in Daegwalryung in September were used as the seed tuber, the marketable yield was 2,180kg per 10a.
2. Emergence measured at 25 days after planting was significantly improved to 70.5% when seed potatoes were soaked in a 300 times diluted solution of TNZ-303 (a brassinosteroid) as compared to 10% in the control. The marketable yield increased by 67 percent in TNZ-303 treatment.
3. When harvested in late April, the mean marketable yield per 10a from the 2-year experiments was the greatest 1,258kg when seed tubers were planted in mid-December, followed by 1,230kg in late January and 212kg in mid-November planting treatments. When harvested in early May, the mean marketable yield per 10a was 2,513kg in the late

January planting, 1,934kg in mid-December planting and 1,247kg in mid-November planting treatments. This result indicates that the optimum planting time for the winter cropping of potato is from mid-December to late January.

4. In the first planting density experiment, the mean marketable yield per 10a from two-year experiments was 1,349kg in 60cm x 20cm, 1,290kg in 50cm x 20cm, and 1,270kg in 60cm x 25cm treatments. In the second planting density experiment, 60cm x 20cm treatment showed the greatest marketable yield of 1,468kg per 10a when harvested in April and 2,378kg when harvested in May.
5. Optimum amounts of N, P and K fertilization were 13.9, 10.8 and 11.8kg per 10a in the winter crop of Jeju.
6. From the results of foliar spray for Refresh, Vitazyme and CM808, a 1,000 times diluted solution of Refresh gave 25% yield increase, and both a 3,000 times diluted solution of Vitazyme and a 1,000 times diluted solution of CM808 increased the stem diameter and increased yield by 10~11%.
7. Among 20 primers used to select, adequate primers for the RAPD analysis of variants in 'Dejima' potatoes collected were OPR 02, OPR 03, OPR 08 and OPR 10. There were no significant variations between domestic and imported seed tubers in RAPD bands obtained by the PCR using the selected primers. Therefore, it is considered that the reason for the divergence in the appearance of 'Dejima' potato tubers cultivated in Jeju is probably climate, precipitation and soil environment during the growing season.

List of Tables

Table 1. Chemical properties of the top soil (0~10 cm) before the experiment.	16
Table 2. Chemical properties of the soil before the experiment.	19
Table 3. Amount of applied fertilizer in the fertilizer experiment.	20
Table 4. The PCR robot set program.	23
Table 5. The sequences of random primers used in this experiment.	24
Table 6. Effect of Gibberellic acid treatment on sprout length, sprout number, days to emergence, emergence ratio, plant height and stems number per hill as influence by harvest date of seed potatoes.	25
Table 7. Effect of Gibberellic acid on total and marketable yields in 1985 and 1986 as influence by harvest date of seed potatoes. ..	27
Table 8. Effect of Gibberellic acid on sprout length, sprout numbers, days to emergence and emergence ratio as influence by planting date.	28
Table 9. Effect of Gibberellic acid on plant height and stem number per hill as influence by planting date.	30

Table 10. Effect of Gibberellic acid on total and marketable yield as influence by harvest date of seed potatoes.	31
Table 11. Effect of TNZ-303(Brassinosteroid) on emergence ratio and linear regression relating emergence ratio in spring, 1998.	32
Table 12. Effect of TNZ-303(Brassinosteroid) on growth characteristics of Dejima potatoes in spring, 1998.	33
Table 13. Percentage in organic of mineral components in potato leaves and stems at harvest TNZ-303(Brassinosteroid).	34
Table 14. Effect of TNZ-303(Brassinosteroid) on tuber yields and marketable ratio in spring, 1998.	34
Table 15. Growth condition of potato before planting.	36
Table 16. Effect of planting dates on days to emergence and emergence ratio in winter growing.	36
Table 17. Effect of planting dates on plant height and stems number per hill of Dejima in 1985 and 1986.	37
Table 18. Effect of planting date on total and marketable tuber yield in 1985 and 1986.	37
Table 19. Effect of planting distance on plant height and stem number per hill of Dejima.	39

Table 20. Effect of planting distance on the total and marketable tuber yields of Dejima.	39
Table 21. Effect of planting distance on the growth characters and tuber yield of Dejima.	40
Table 22. Chemical properties of soil at harvest as influenced by nitrogen application.	41
Table 23. Percentage of mineral components in potato leaves at harvest as influence by applied nitrogen levels.	42
Table 24. Effect of nitrogen levels applied on emergence date, plant height and stem number per hill.	42
Table 25. Effect of nitrogen level applied on tuber yields and marketable ratio of Dajima.	43
Table 26. Chemical properties of soil at harvest as influenced by phosphate application.	44
Table 27. Percentage of mineral components in potato leaves at harvest as influence by phosphate levels applied.	44
Table 28. Effect of phosphate applications on emergence date, plant height and stem number per hill.	45
Table 29. Effect of the levels of phosphate applied on tuber yields and marketable ratio.	46

Table 30. Chemical properties of soil at harvest as influenced by potassium application.	46
Table 31. Percentage of mineral components in potato leaves at harvest as influence by potassium levels.	47
Table 32. Effect of potassium application on emergence date, plant height and stem number per hill.	47
Table 33. Effect of potassium level on tuber yields and marketable ratio.	48
Table 34. Polynomial regression equation relating marketable yield of Dejima potatoes as the different fertilizer application level in the winter crop of Jeju.	49
Table 35. Effect of Refresh on the Dejima potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, node length at 60days after planting.	49
Table 36. Effect of Refresh on the Chubeak potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, and node length at 60days after planting.	50
Table 37. Percentage of mineral components foliar spraying of Refresh on the potato leaves and stems at harvest.	50
Table 38. Effect of Refresh foliar spray of treatment on tuber yields and marketable ratio of Dejima at 90days after planting.	51

Table 39. Effect of Refresh foliar spray treatment on tuber yields and marketable ratio of Chubeak at 90days after planting.	52
Table 40. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on the Dejima potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, node length at 60days after planting.	53
Table 41. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on the Chubeak potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, node length at 60days after planting	54
Table 42. Percentage of mineral components foliar spray of Vitazyme and CM 808 on the potato leaves and stems at harvest.	54
Table 43. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on tuber yields and marketable ratio of Dejima at 90days planting.	55
Table 44. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on tuber yields and marketable ratio of Chubeak at 90days planting.	56

List of Figures

Fig. 1. Tuber morphology of Dejima production seed tubers. A, B, C, D, E, F, G and H ; Dejima.	22
Fig. 2. Changed in mean, maximal and minimal air temperature in the plastic vinyl tunnel and open field from November to April in 1986.	35
Fig. 3. Separation of potatoes total DNA on 1,2% agarose gel.	57
Fig. 4. RAPD band patterns of total DNA isolated from potato using 20 different OPR primers.	58
Fig. 5. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR02.	59
Fig. 6. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR03.	59
Fig. 7. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR08.	60
Fig. 8. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR09.	61
Fig. 9. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR10.	62

I. 서 론

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 가지과에 속하는 다년생 초본으로 원산지는 남미 지지카카호 주변과 안데스산맥의 중부 고지대이고 1535년 처음 유럽으로 전파되었으며, 18세기 중엽부터 널리 보급된 것으로 알려져 있다.

감자는 국민건강과 직결되는 고급 단백질과 비타민 C 등 영양가가 풍부한 알칼리성 식품으로서 전세계 150여개국에서 재배되며 생산량은 약 3억톤(2000년), 생산량으로는 옥수수, 벼, 밀 다음으로 4위, 재배면적은 8위를 차지하고 있는 작물이다. 주요 생산국은 중국이 15%, 러시아 12%, 화란 8% 순이며 우리나라는 56만톤(0.2%)이 생산되고 있는 작물이다(김, 2000).

제주도의 감자 재배는 1950~60년대에는 200~300ha 수준에서 10a당 수량은 1,000 kg내외였다. 그런데 1970년대에 들어 감자의 주식화 이용 방안이 강구되면서 1976년도 일본에서 Dejima(大地)품종을 도입하여 이기작 재배가 가능하게 되었다. 재배면적은 꾸준히 증가하여 2000년도에는 6,019ha이고 생산량으로 134천톤을 상회한다(김, 2000).

감자는 원래 호냉성 작물로서 휴면이 완료된 종서는 7℃이상이면 맹아(萌芽)가 시작되고 괴경(塊莖)형성촉진 온도 및 생육적온은 16~22℃이며 25℃ 이상이면 생육이 정지된다(Burton, 1978). 우리나라의 감자 주요재배 작형은 봄재배, 여름재배, 가을재배로 구분할 수 있다. 봄재배는 전체 재배면적의 약 65%를 차지하며 재배시기는 2월 하순부터 7월 상순이고 재배지역은 김제, 밀양, 창녕, 제주 등이다.

주요품종은 Dejima, 수미, 조풍, 대서 등으로 비교적 안정된 작형이나 수확기가 6~7월에 집중되어 홍수 출하로 가격이 폭락하고 수확시기인 6~7월이 장마로 인하여 품질저하, 부패 등으로 경영적, 재배적으로 불리한 측면도 있다.

여름재배는 전체 재배면적의 약 15%이며 재배시기는 4월 하순부터 9월 상순으로 재배지역은 대관령, 봉화 등이고 주 품종은 Dejima, 수미, 조풍, 대서 등이며 이 지역은 주·야간 온도차가 크고 진딧물 밀도가 낮아 주로 씨감자 생산에 이용되고 있다.

가을재배는 전체 재배면적의 약 20%를 차지하고 재배시기는 8월 하순부터 12월 상순이며 재배지역은 해남, 무안, 밀양, 창녕, 제주 등으로 주 품종은 Dejima, 수미, 대서 등이며 공급측면에서 경영상 유리하여 첫 서리가 늦게 오는 남부 지대에서 주로 재배되고 있다(김, 2000).

더욱이 제주지역은 우리나라 중부지방인 경기도 수원 지역에 비하여 연평균 기온이 4℃정도 높고 1월달 최저 평균 기온도 10℃이상 높아 겨울철 감자 재배는 타 지역에 비하여 유리한 지역으로 전국 단경기인 4~5월에 감자 생산이 가능한 지역이다.

그러므로 제주지방의 감자 재배작형은 봄재배, 가을재배, 겨울재배로 이루어지고 있다.

제주에서의 봄재배는 주로 가을재배, 겨울재배용 종서 생산용으로 매년 1,000 ha 정도가 재배되고, 겨울재배와 가을재배는 상품출하용이다.

2001년도 제주 전체 감자재배면적 6,019 ha에서 작형별 재배 비율은 가을재배 65%(3,904 ha), 겨울재배 22%(1,345 ha), 봄재배 13%(770 ha)를 차지하고 있으며 주요품종은 Dejima, Chubeak이다.

제주지역은 겨울철 온난한 기후를 활용한 가을·겨울감자 재배면적 확대와 도내 타작물 재배에 비하여 높은 소득을 유지하고 중산간 유희지를 활용한 가을 재배면적이 급속히 확대되고 있다. 또한 제주도의 감자재배 특성은 수확후 저장과정 없이 수확 즉시 출하하므로 신선도면에서 경쟁 우위에 있고 가을감자의 출하시기가 12월에서 3월까지 전국 단경기때 출하하므로 소비지가격 또한 매우 높게 형성된다. 이러한 가을재배는 생육초기에 비교적 온도가 높아 초기 생육이 빠르고 생육후기에는 서늘하고 주·야간 온도차가 크므로 덩이줄기 비대가 빨라 안정적이나 정식시기인 8월 하순 고온·다우에 의한 씨감자 부패로 발아율이 저조한 단점도 있다.

겨울재배는 전국 단경기 4~5월 출하를 목표로 개발된 작형으로 소득면에서 가장 유리하다. 재배형태는 온도가 비교적 높은 제주도에서는 투명비닐을 멀칭하여 재배하는 형태로 서부지역 해안가 온난지를 이용하여 4월부터 5월까지 전국단경기에 출하하는 제주특산작형으로 매년 1,500 ha 정도 재배하고 있다.

남원, 김제, 밀양 지역에서도 하우스내 2중 비닐커텐에다가 비닐멀칭+터널 시설에 하우스외부에는 수막을 설치한 시설재배가 이루어지고 있다(김, 2000).

감자는 2001년 제주도 농업생산액 총 8,284억원 중 감자 생산액이 1,076억원으로 13%을 차지하는 최근 성장 작목이며 감귤 다음 제2의 소득작물로 정착되었다. 또한 가을·겨울재배 작형이 특산화되어 겨울철에 전국에 신선 감자를 공급하므로 해서 지역경제 특성상 미래에도 존속 발전시켜야 할 주요 재배작형이다(김, 2000). 제주지역에서 겨울재배는 기후적으로 저비용 생산과 전국 단경기(4~5월)인 재배시기에 생산이 가능하여 제주지역 농가소득을 올릴 수 있는 주요작형인 만큼 지역특성에 맞는 다수확 재배기술 개발이 요구되고 있는 실정이다.

따라서 이 연구에서는 제주지역에서 겨울재배용 종서 수급이 어려운 점을 해결코자 제주에서 가을재배로 생산된 감자에 GA₃를 처리하여 휴면타파에 의한 겨울 재배용 종서로 이용 가능성을 검토하고 정식시기, 재식거리, 시비기준 및 엽면살포제의 효과를 구명하여 겨울감자 재배법을 확립하고자 하였다.

또한 최근 Dejima 품종 씨감자를 생산 공급하는 기관과 수입 종서를 재배하는 농가에서 감자의 모양과 외형적 생육 특성이 다르다는 여론이 있어 제주도에서 유통되고 있는 Dejima 품종의 품종 변이성을 RAPD 분석을 통하여 검정하였다.

II. 연구사

1. 식물생장조절물질에 의한 휴면타파

Dejima(大地)품종은 휴면기간이 타품종에 비하여 짧아 봄, 가을 2기작 재배가 가능한 식용전용 품종으로서 생육기간은 100일 내외인 중·만생종으로 지상부형태는 직립개장형이고, 눈이 얇고, 전분함량이 높은 양질 다수성 품종이고 또한 바이러스와 역병에 강한 편이며, 최아(催芽)재배에 의한 생육촉진 효과가 매우 큰 것으로 알려져 있다(김 등, 2000).

감자에 GA_3 을 처리했을 당시의 온도가 낮고 일장조건이 충분치 못하여도 GA_3 작용에 의하여 체내세포 분열의 촉진으로 1차 생장이 활발히 이루어진 다고 보고 하였고(Brian 등, 1955; 塚本 등, 1957), 또한 손과 박(1979)은 GA_3 처리는 저장 양분이 가수분해촉진(加水分解促進), 가수분해된 물질의 신진대사촉진 즉 아미노산 및 단백질 합성을 조장(助長)한다고 하였다. 한 등(1976)은 가을 감자에 GA_3 를 처리하면 감자괴경의 휴면(休眠)이 일찍 타파(打破)되어 발아를 촉진시켰다고 보고하였다.

한편 생리진화가 미흡한 종서에 GA_3 , 인돌초산 등 성장조정제(生長調整劑)와 동기고온저장(冬期高溫貯藏 : 11~12°C)을 하므로써 맹아촉진, 괴경형성등에 크게 효과적이라 하였다(성 등, 1976). 특히 GA_3 처리는 종서내의 불활성 IAA를 활성화하므로써 맹아를 촉진하게 되며 맹아시 눈 부근에 GA_3 함량이 높아진다고 하였다(Devlin, 1975).

감자 휴면타파에 대하여는 Hartmans와 Vanes(1979)는 GA_3 $mg.L^{-1}$ 농도에서 맹아의 신장이 가장 양호하였고, 그 이상이 농도에서는 맹아의 길이는 증가되나 총 맹아의 무게가 감소하였고, Timm 등(1960)은 고농도 GA_3 는 맹아세장(細長)을 초래한다고 보고하였다.

조(1963, 1968)는 남작의 휴면타파에 GA_3 2 $mg.L^{-1}$ 이 적당하다고 하였고, Stowe와 Yamaki(1957), 塚本 등(1957)은 감자에 GA_3 처리가 휴면타파에 효과적이며 Ethylene chlorophydrin 보다도 우수하다고 보고하였고, 특히 감자 절단종서의 처리농도와 처리시간에 관해서 실험자에 따라서 0.05~50 $mg.L^{-1}$,

1~60分이란 큰 차이를 보였다고 하였다(塚本, 1960). 생육 후기로 갈수록 처리한 GA₃의 생리적 반응이 계속 나타나 세포분열과 신장이 계속되어 후기 생육이 왕성하다고 보고하였다(Stowe and Yamaki, 1957). 감자 재배에 있어서 식물생장조절물질의 이용은 송 등(1986)이 진정종자(眞正種子) GA₃ 처리는 휴면타과 효과가 뚜렷하며, 발아후 묘(苗)생육도 GA₃ 1,500 mg.L⁻¹ 처리시 초장이 증가하였다고 하였으나 이 농도는 농업용 GA₃로는 250 mg.L⁻¹ 이상의 고농도로 제조하기가 어렵기 때문에, Ethephon 100 mg.L⁻¹+GA₃ 250 mg.L⁻¹를 혼합 처리한 결과, 발아율은 다소 낮으나 휴면타과 효과가 있다고 하였으며, Mezel(1983)은 높은 온도가 감자줄기나 뿌리에서의 괴경형성을 감소시키나 발아에는 GA₃ 처리가 효과적이라고 하였다.

이 등(1987)은 GA₃ 처리농도가 5 mg.L⁻¹ 처리시는 맹아신장(萌芽伸長)이 높고, 2 mg.L⁻¹ 처리시에는 뿌리 신장이 양호하였다고 하였다. 그러나 CS₂(Carbon Disulfide)처리하는 GA₃처리에 비해 맹아신장은 떨어지나 줄기가 굵어 건전묘 생산에 유리하다고 하였고, 휴면이 비교적 짧은 “Dejima” 품종은 휴면타과제 처리 효과가 좋았으며, 온도별로는 30℃ 고온에서 맹아는 빨랐고, 발근은 20℃ 내외일 때 빨랐다고 하였다.

박 등(1997)은 “Superior(秀美)” 품종 괴경의 휴면타과를 위해 CS₂를 24~36 mL/m³ 농도로 처리시 맹아생육 및 포장에서의 생육이 양호하였다고 하였으며, 김 등(1996)도 Dejima 품종 인공 씨감자 휴면 타과로서는 CS₂가 가장 효과적이라고 하였다.

Wilfret & Raulston(1975), Topoonyanont & Boonsukjai(1984)은 상추, 시금치등에 개화 반응에 관한 연구에서, 저온처리 효과를 대체하기 위한 GA₃처리 실험에서도 500 mg.L⁻¹ 처리에 의한 저온 대체 효과가 확인되었다고 하였고, 숙근안개초의 경우에는 꽃눈분화 전에 GA₃ 100 mg.L⁻¹ 분무처리에 의해 15~30일 정도 개화가 촉진되고 절화 품질이 균일하여 일시개화에 의해 단기간에 수확이 끝나는 효과가 보고된 바 있다(藤田과 西谷, 1978).

김 등(1995)은 Grapefruit 종자추출물이 Penicillium 발생억제와 감자 기내소괴경형성에 관한 시험에서, 상표화된 Grapefruit Seed Extract(GFSE)를 MS고체 배지에 처리시 곰팡이 발생이 급격히 억제되었고 감자 기내소괴경의

생산효율을 증진 시켰다고 하였으며, 김 등(1991)은 Dejima 품종에 괴경형성기에 chlormequat를 경엽에 살포결과 괴경수량은 증가되었고, 괴경건물중은 생장조절물질인 Ethephon, Paclobutrazol 살포시 감소하였다고 하였다.

Korshunov(1996)는 발아율 향상을 위하여 과중전 씨감자를 TNZ-303에 침지 처리시 과중 22일후 발아율은 무처리 12.5%에 비하여 3,000배액 처리구 22.3%, 300배액 처리구가 24.5%로 증가함으로서 개화기의 초장도 8.5~9.9 cm가 크고, 분지수도 0.6~0.7개가 많았으며, 수량은 15.6~16.9%가 증수되었다고 보고 하였다. Poland(1996)의 감자 시험연구보고서에 의하면 TNZ-303를 300배액을 씨감자에 침지 처리시 무처리구에 비하여 13%가 증수되었다고 하였다. 天々生化學(1998)의 사내기술자료에 의하면 TNZ-303를 300배액을 씨감자 침지 처리시 Russia에서는 무처리구에 비하여 22%가 증수되었다고 하였다. 봄밀재배시 Artyushin(1996)은 밀종자에 TNZ-303를 300배액을 침지 처리시 12%, Krzysztof(1996)도 18%가 증수되었다고 하였다. 일본에서 벼종자 소독후에 TNZ-303(3,000배액)을 24시간 침지 처리하여 과중한 결과 초장은 6.3%, 경수는 38.4%, 엽건물중은 14.9%, 뿌리건물중은 14.4%가 증가되었고, 5시간 침지후 과중한 결과 한국에서는 6%, 중국에서는 9%의 수량이 증수되었다고 보고하였다(Artyushin, 1996).

2. 감자 겨울재배

가. 정식시기

감자는 정식기의 조만이 생육 및 수량에 커다란 영향을 미친다.

모든 작물은 그에 필요한 생육기간이 있으므로 이 기간내에 필요한 양수분과 적당한 환경조건 및 병해충방제 등이 이루어져야 그들 작물은 생육이 양호하고 수량도 많아지는데, 이를 위해서는 정식기를 정확히 확립하는 것이 무엇보다도 중요하다. 특히 정식시 식물체의 크기, 묘의 소질 및 재배방법과 더욱 식물체의 상태와 토양 기후조건을 고려해야 한다고 하였다(이와 정, 1987).

Headford(1962)에 의하면 욱광취아(浴光催芽)는 종서의 활력이 약할 때, 생육한계 기간이 짧을 때, 균일한 출현이 요구될 때, 종서의 절편부패 및 흑지병 침입의 위험이 있을 때 실시하면 효과적일수 있다고 하였다.

島와 伊藤(1948)도 옥광최아 처리는 무처리에 비하여 출현이 빠르고 증수된다고 보고한 바 있다.

또한 박 등(1998)은 옥광최아 기간에 따른 수확 후 괴경(塊莖)크기의 분포를 조사한 결과, Dejima는 파종 후 90일의 조기수확과 파종 후 110일의 만기수확 모두 옥광최아 처리기간이 길수록 크기가 큰 괴경의 분포비율이 높은 경향이었다고 하였고, 박과 이(1990)는 Allium 속을 비롯한 구근 작물은 주로 파종기와 정식기가 빠를수록 출현시와 그 후 생육이 촉진된다고 보고하였다.

표(1977)는 감자 괴경의 복지경 선단이 비대 발육하는 것으로서 비대기작은 대체로 일장과 온도 또는 양자의 상호작용에 의하여 억제된다고 보고하였다. 감자 괴경 비대에 미치는 광(光)의 양적효과는 광의 강도에 지배되며 광도가 낮으면 비대가 억제되거나 심하면 중단된다. 특히 Struik 등(1989)은 감자의 수량 성립 요인에 영향을 미치는 시기는 괴경의 비대 개시기와 비대기간으로 볼 수 있는데, 이 범위내에서 비대 개시기가 빨라지고 비대기간이 길면 다수가 된다고 하였고, 괴경이 잘 형성되려면 단일 유도된 줄기이어야 한다고 하였다.

“Dejima” 품종의 특징에 대해서 박 등(1996)은 품종간 저장력 및 맹아 특성의 차이를 조사한 결과 Dejima 품종은 저장 후 1개월 후부터 괴경중이 감소하고, 출아가 가장 빨리 이루어졌다고 하였고, 정 등(1996)은 “Dejima” 품종은 가공용으로 이용률이 떨어지나 현재 생산량 전망이 식용으로 이루어지고 있다. 따라서 “Dejima” 품종을 겨울재배하여 4~5월 단경기에 출하할 경우 식용으로 가격이 높게 형성되고 있다고 하였다.

겨울재배의 경우 1월의 낮은 온도 환경에서 파종하게 되는데 출아부터 생육, 수확까지 어려움이 많은데, 김 등(1991)은 생육초기 기온이 높고 강수량이 많을수록, 생육후기에는 기온이 낮고 강수량이 적을수록 수량성이 높고, 일조량이 높을수록 괴경비중이 높다고 하였다.

김 등(1988)은 봄 감자 재배에 있어서 맹아출현이 80%정도일 때 Polyethylene(PE) films 멀칭한 것이 29~39일로 직파 41~54일에 비하여 출아가 빨라서 조기 수량 증수 및 괴경 품질향상에 효과적이었다고 하였다. 또한 한 등(1979)은 대관령지대에서 파종적기 및 한계파종기 시험에서 감자 발아 소요일수는 파종기가 늦을수록 단축되었다고 하였다. 그리고 김 등(1998)은 제주지역 감자의 괴경내 무기물 함량은 수확이 늦을수록 감소한다고 하였다.

노 등(1988)은 가공용 감자 육아재배(育芽栽培) 방법에서 직파재배시 출아까지 소요일수는 34일, 괴경형성기까지 소요일수는 54일이 소요되나 육아재배시에는 28일이 소요된다고 하였다. 또한 초장의 신장은 재배방법이나 품종에 관계없이 같은 양상으로 성장한다고 하였다.

김 등(1993)에 의하면 대부분 감자 품종들은 괴경 형성기에 수분 Stress에 의해 수량이 감소 되나 “Dejima” 품종은 출현기에 영향이 크며 이때 영향을 받으면 특히 상서수량이 크게 감소한다고 하였다.

나. 재식거리

김 등(1992)이 조생종은 재식주수가 증가함에 따라 초장이 길고 엽면적(葉面積) 지수가 높는데 비하여, 만생종인 경우는 소식구(疎植區)보다 밀식구(密植區)에서 오히려 엽면적 지수가 감소되는 경향을 보였다고 하였다. Dejima 품종은 중·만생종으로 재식 밀도간 차이가 크지 않았고, 년차간 생육 환경에 의한 차이로 생각되며, 일반적으로 휴폭이 75 cm이하의 경우 재식거리에 상관없이 품종간에 경수 차이를 인정할 수 없다고 하였다.

김 등(1979)은 추작(秋作)감자 재식밀도 및 시비량 시험에서 Dejima 품종의 추작재배시 적정 재식밀도는 10 a당 6,600주~8,330주구에서 증수되었다고 보고하였다.

김 등(1992)은 감자 생육과 수량은 재배지역, 재배시기, 시비 및 재식밀도 등의 많은 재배방법에 따라서 커다란 영향을 받는 것으로 보고되고 있다.

또한 Rex 등(1983)과 Bleasdale & Thompson(1969)은 감자 재식거리 시험에서 주간 22 cm, 30 cm, 38 cm, 46 cm의 4처리에 대한 3개년 10 a당 수확량을 보면 22 cm인 밀식구가 1,091 kg으로 가장 수량이 높았다고 보고하였다.

김 등(1992)도 감자 재식거리 시험에서 밀식구(畦幅70×株間距離20 cm)가 관행구(75×25 cm)에 비해 총수량 및 상서수량도 많았다고 하였으며, 김 등(1991)은 감자를 밀식재배하면 건물함량이 높아진다고 하였고, 김 등(1991)은 소식할수록 중심공동 및 내부 갈색반점 발생율이 증가한다고 하였다.

다. 시비량 수준

김 등(1992)은 토양종류별 감자 수량은 식양토에서 1,989 kg/10 a인 반면 양토에서는 3,529 kg/10 a 생산되어 토양에 따른 수량변이(收量變異)가 크다고 하였고, 권 등(1996)은 유기물 시용시 감자 생육이 양호하고 수량도 증수된다고 하였으며, 김 등(1991)은 감자의 기형서는 수분 Stress 및 토양 물리성이 중요한 요인이라고 하였다.

Wehrmann 등(1988)과 손 등(1995)은 집약적(集約的) 현대농업의 주 목표는 질소비료를 최적 시비하고 토양질소를 효과적으로 활용하는데 있다. 즉 최대의 수량을 확보하는 동시에 가능한 최소의 질소비료를 시용하므로써 병충해 발생을 극소화하고 고품질의 농산물을 생산함과 동시에 질산염 용탈(溶脫)과 탈질(脫窒)을 최소화하고 환경오염을 최소화하면서 작물의 수량을 최대로 확보할 수 있는 질소 최적시비가 중요하다고 하였다.

특히 Berger 등(1961)은 가공원료로 이용되는 감자는 품질이 매우 중요한데 품질요인으로 괴경의 전분함량 즉 건물율, 당함량 등 성분적 요인과 크기, 모양 등 형태적 요인이 있는데 그중에서도 가장 중요시되는 괴경 건물율인 비중(比重)과 환원당 함량은 품종의 유전적 특성외에 재배환경요인 중에서 시비요인에 의하여 크게 좌우되는 것이라고 보고한 바 있다.

강 등(1996)은 감자 양액재배에 있어서 질소수준이 높을수록 괴경내 건물과 환원당 함량은 감소하나, 질소, 나트륨 함량은 높았고, 비중의 차이는 없었으며, 질소수준이 높을수록 줄기 신장량은 높아지나 괴경형성은 지연(遲延)되었다고 하였다. 그리고 강 등(2001)은 제주지역 화산회토양에서 시비량이 많을수록 식물체내 N, Ca, Na, K, Mg의 함량은 높아진다고 하였으며, 김 등(1992)은 질소 시비량을 10 a당 15 kg 시용한 구나 25 kg를 시용한 구가 공히 규격서 수량의 차이는 없었다고 하였다.

김 등(1991)은 질소시비량이 적을수록 건물함량 및 비중이 높았으며, 밀식인 경우에도 건물함량이 높았다고 하였다. 또한 김 등(1991)은 중심공동율은 질소수준이 높을수록 증가하였다고 하였는데, 중심공동의 원인중 한가지는 토양환경으로 인한 수분 Stress를 받을 경우라고 하였다.

조와 조(1992)는 질소시용의 다소에 따라서 작물은 형태적, 생리적으로 매우 달라진다고 하였다. 즉 질소비료의 시용량을 증가시킴으로써 지상부는 크게 증대되지만, 뿌리의 발달은 그에 따르지 못하므로 상대적으로 지하부의 발달이 불량해진다고 보고하였다.

또한 김 등(2000)도 질소시용이 지나치면 과잉현상이 일어나 맹아가 늦어지고 초기 생육이 부진하고 줄기가 연약하여 도복의 조장과 성숙지연의 원인이 된다고 하였다.

藤沼와 田中(1972)이 인산다량구와 인산소량구를 만들어 벼재배에서 인산의 각 형태를 조사한 바 인산은 인산다량구와 인산소량구의 차이는 크지 않았다고 보고하였다.

김 등(2000)은 인산이 초기 생육을 왕성하게 하고 괴경의 착생을 빠르게 하는데 유효하며, 인산사용이 많고 칼륨사용이 적으면 초기생육은 좋아지지만 경엽이 이상 비대하게 되고, 칼륨결핍 증상을 보일 경우도 있다고 하였다.

Knoll 등(1964)은 인산의 시용효과는 저온하에서 인산의 다비효과(多肥效果)가 없다고 하였는데, 저온하에서 인산 흡수가 감소되는 원인으로서, 근본적으로 뿌리의 생장량 감소 때문이라고 하였고, Power 등(1964)은 15℃의 저온하에서는 인산의 유효도가 크게 감소하기 때문이라고 하였으며, 따라서 저온하에서는 인산을 증시해도 그 효과가 크게 나타나기 어렵다고 하였다.

또한 채 등(1979)은 질소 및 인산시용이 수도(水稻)의 근호흡 및 생육에 미치는 연구에서, 질소시용량 증가에 따라 근호흡 및 지상부중(地上部重)은 증가되나 근중(根重)은 감소되었다고 보고하였는데, 인산의 시용은 인산과 같은 량의 질소병행 하에서만 근호흡을 증가시켰으며, 근중 및 지상부중은 인산 적량시비시에 증가되었다고 하였다.

關塚(1952)은 맥류에서 조사한 바에 의하면, 무칼리구의 도복이 가장 심하였다고 하였는데 칼륨은 줄기의 목질화를 조장하여 뿌리를 강하게 하여 도복 저항성을 증대시킨다고 하였다.

김 등(2000)은 감자는 비교적 많은 량의 칼륨을 요구하는 작물이며, 칼륨이 부족하면 수량이 감소되는데, 과용하면 지나치게 흡수되어 품질에 영향을 미치나 도복에 대한 저항성을 증대시킨다고 하였다. 칼륨비중 및 시비수준에

따른 감자 지상부의 무기성분 함량은 차이가 없었으나, 괴경에서는 황산칼륨 시비구에서 인산 함량이 높았고 칼륨의 증시는 마그네슘 함량을 감소시켰다고 하였다.

한편 김 등(1985)은 감자의 수량은 파종 후 80일과 90일 수확에서 칼륨의 비종과 시비수준간에 유의차가 없었으나, Dejima 품종의 파종 후 100일 수확에서는 염화칼륨 240 kg/ha 시비구의 수량이 크게 감소되었고, 황산칼륨 시비에서 비종이 고도의 유의성이 인정되었다고 하였다.

Murphy와 Goven(1966)과 McDole(1978)은 칼륨비료의 비종과 시비수준에 따른 감자의 수량 차이가 없었다고 하였으나 Gething(1981)은 이와 상반된 보고를 했다.

또한 감자에 있어서 전국적으로 실시된 3요소 적량 시험결과에 의하면 설정된 표준시비기준에 있어서도, 10 a당 N는 12~15 kg, P₂O₅는 10~12 kg, K₂O는 12~15 kg의 범위로 조사되었다(농촌진흥청, 1997).

3. 엽면살포제 처리



가. Refresh 엽면시비

이와 윤(1963)은 엽면살포시 식물체내에서 규산성분은 이동성이 적어, 전 생육기간을 통하여 흡수되어야 하고, 특히 식물체가 번무하기 시작하면, 통풍과 채광(採光)을 고려하게 되는 경우, 생육후반기에 흡수되어야 하기 때문에, 규산성분을 엽면시비하여 생육을 촉진시켜 수량성을 향상시키는데 도움이 된다고 하였고, 또한 식물체를 직립시켜 수광 상태를 좋게하며, 질소의 과잉 흡수를 억제하고, 토양산도를 교정하여, 각종 영양분이 흡수를 돕기 때문이라고 하였고, 규산을 충분히 흡수한 벼는 잎이 직립하기 때문에, 수광태세(受光態勢)가 좋게 되어, 벼 균락의 동화량을 증대시키는 효과가 있으며, 불량한 환경에 대하여 강해지고 도복에 대한 저항성이 강해진다고 하였다.

감자재배에 있어서 정식후 지상부 출현시 저온·고온에 의한 피해를 초기에 회복하기 위하여, 엽면살포를 하는데, 小林(1958)는 오이, 콩, 포도, 토마토, 사과, 감자 등에 요소를 엽면 살포한 결과 대체로 좋은 성적을 보였다고 하였으며, 미량원소인 Mn 함량등에서도 Mederski와 Hoff(1958), 田中(1958), 小林(1958)도 그 효과를 인정하고 있다.

또한 조와 조(1982)은 노후화답에 있어서 현미수량 표준구 100에 대하여 규산질비료 시용구는 111~115로서 11~15%의 증수를 보였다고 하였다.

五味(1988)은 Refresh 1,000배액을 시금치의 본엽 2매(250 mL/m²)와 6매(300 mL/m²)시 2회를 토양 관주한 결과 상품율은 무처리 43.3%에 비하여 73.3%로 30%가 증가되었고 엽수도 1.6매 정도 많았으며, 근장도 16.0 cm에 비하여 2.6 cm가 길었고, 노균병 발생율은 무처리 31.3%에 비하여 14.1%로 상당히 감소되었다고 하였으며, 1,000배액을 5회 엽면살포구 상품율은 대비구 62.5%에 비하여 75.0%로 12.5%가 높았고, 엽수도 8.7개에 비하여 0.9개가 많았으며, 엽장은 20.1 cm에 비하여 3.8 cm가 길었고, 근장도 15.5 cm에 비하여 1.0 cm가 길었다고 보고하였다.

김 등(2000)에 의하면 파종전 씨감자에 Refresh를 가루문침하여 파종한 결과 수량성은 대비구 2,700 kg/10 a에 비하여 30% 증가하였다. 또한 김 등(2001)은 가을재배시 “Chubeak” 품종에 1,000배액과 500배액을 살포한 결과 1,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구에 비하여 2.8 cm, 3.3 cm가 길었고, 엽수는 1.0개가 많았으나, 경수는 오히려 0.3개가 적었으며, 경경은 1.24 mm가 굵고, 수량은 20%가 증수되었으며, 500배액 처리구는 초장과 경장은 1.6 cm와 1.8 cm가 짧았고 나머지는 비슷한 경향이었으며, 수량은 14%가 증수되었다고 보고하였다. 한편 “Dejima” 품종에서는 1,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구에 비하여 5.5 cm, 3.8 cm가 길었고, 엽수와 경경은 적었으나, 수량은 23%가 증수되었으며, 500배액 처리구는 초장과 경장은 8.5 cm와 6.3 cm가 길었고, 엽수도 많았고 경경도 굵었으며, 수량은 13%정도 증수되었다고 보고하였다.

나. Vitazyme과 CM808 엽면시비

Syltie(2000)는 노지 살포 시험 결과에서 감자 “Russet Burbank” 품종을 파종전 Vitazyme 600배액에 침지한 결과 7%가 증수되었고, “Yukon Goid” 품종을 Vitazyme 5%액에 침지하여 파종한 결과 첫 발아는 무처리 16일에 비하여 처리구는 7일로 9일정도 빨랐으며, 엽면적도 40%가 증가하였고, 엽색은 진녹색으로 엽생산량도 71%가 많았다고 보고하였다. 그리고, “Kanona”

품종에서 1,200배액 엽면살포시 40%가 증수되었으며, “Snowden” 과 “Nugget” 품종에서 3,000배액 엽면살포시는 15%과 10% 증수되었고, “Frito Lay 1625” 품종에서 1,500배액 엽면살포시 무처리에 비하여 생산량이 26%가 각각 증수되었고 이상괴경은 14%가 감소하였다고 보고하였다.

또한, Alfalfa재배 포장에 Vitazyme 3,000배액을 엽면 살포한 결과 13일후에 8.9%, 사일레이지용 옥수수 수량은 44%, 뿌리 발육량은 6.7%, 목화는 20%, 셀러리는 37%, 오이는 52%, 양상추는 16%, 호밀과 콩은 38%와 10%가 각각 증수되었다고 보고하였다. 포도 “Thomson seedless” 품종에 Vitazyme 50배액을 신초발아전에 살포시 잎의 엽록소 함량은 무처리 35.8에서 38.7로 8%가 높고, 신초발생량은 200%가 증가하였으며 수량은 36%가 증수되었다고 보고하였다.

김 등(2001)은 가을재배시 “Chubeak” 품종에 Vitazyme 3,000배액과 CM808을 1,000배액 살포한 결과 Vitazyme 3,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구 74.4 cm와 51.8 cm로 유사하였고, 엽수는 0.8개가 적었으나, 경수는 1.1개가 많아 수량도 15%가 증수되었다. CM808을 1,000배액 처리구는 초장과 경장은 4.0 cm와 9.9 cm가 짧았고 엽수는 0.7개가 많아 수량도 29%가 증수되었다고 보고하였다. 그러나 “Dejima” 품종에서는 Vitazyme 3,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구 79.3 cm와 55.9 cm에 비하여 3.6 cm, 1.8 cm가 짧았고, 엽수는 1.0개가 적었으나, 수량은 14% 증수되었으며, CM808을 1,000배액 처리구는 생육은 전체적으로 대비구와 비슷한 경향이였으나 수량은 14%정도 증수되었다고 보고하였다.

박 등(2001)은 Chitosan 200배액에다 씨감자를 30분간 침지하여 파종한 결과 초장은 대비구 53.6 cm에 비하여 56.0 cm로 4.5%가 길었고, 경수는 3.5개에서 4.3개로 23%가 많았으며 총수량도 대비구 1,871 kg/10a에 비하여 2,011 kg으로 7.5%가 높았으며 Chitosan 3% 액제 200배액에 감자종서를 30분간 침지하였을 때 멩아도 4~6일 정도 빨랐고, 수량도 많았으며, Mg, Fe, K, B의 함량도 높게 나타났다고 하였으며, 또한 Chitosan을 식물체에 처리하면 자기보호 기능 향상과 식물세포의 활성화를 통하여 생장을 촉진하였다고 보고하였고, 또한 목초액과 Chitosan 함유물질인 CM808을 1,000배 이상으로 희석하여 사용하면 작물의 뿌리생장 촉진효과가 있고, 발아율이 고르고 건전한 육묘가 가능하다고 하였다(농촌진흥청 유기·자연농업기술지도 자료집, 1999).

4. Dejima 품종의 변이체 검정

RAPD(Randomly Amplified Polymorphic DNA) 마커에 의한 Dejima 품종 변이성(變異性) 검정은 1985년 Saiki가 기내(器內)에서 짧은 시간 내에 반복적인 DNA 복제(複製)를 통하여 적은 양의 DNA를 대량으로 증폭(增幅)시키는 기술을 이용, genomic sequences를 amplification 할 수 있다고 최초로 발표한 이래로, 이 기법은 여러 분야에 걸쳐 급속도로 발전되어 왔다(Bloch, 1991). PCR(Polymerase Chain Reaction)은 94°C에서 double strand DNA로 만든 다음 50°C 부근에서 random primer와 target DNA를 annealing 시키고, 72°C에서 다시 double strand DNA로 만드는 과정을 반복하여, 특정 DNA 단편(短片)의 수를 기하급수적(幾何級數的)으로 증폭하는 방법이다(Nuovo, 1992). RAPD는 대상 생명체들이 genome 구조를 비교하는데 이용될 수 있는 DNA 단편을 증폭하기 위하여, 10-mer 정도의 짧은 random primer를 이용하는 PCR 기술로 다른 분자(分子)마커 탐색 방법들에 비해, 광범위한 변이분석(變異分析)을 할 수 있으며, Southern hybridization을 위한 DNA probe나 membrane의 준비와 염기서열(鹽基序列) 분석과 같은 사전 준비단계가 필요 없고, 각각의 RAPD 마커는 Sequence tagged site와 같은 효과를 가지며, RFLP(Restriction Fragment Length Polymorphism)보다 더 빨리 유전자지도 작성을 할 수 있다는 장점이 있다(Williams 등, 1990).

또한 RAPD 기법은 유전적(遺傳的) 변이(變異)의 감별, 유전자지도작성(遺傳子地圖作成), 종간 유전자(種間 遺傳子) 흐름의 수준 판정, 모본의 확인 등 이용이 다양하며(Roy 등, 1992), 옥수수, 콩, 사람 및 다수의 박테리아 계통에서 polymorphism이 확인되었고(Williams 등, 1990), 양파, 땅콩, 고추, 아스파라거스, 수박, 오이, 멜론, 고구마, 토마토, 앵두, 자두 등 다수의 작물에서 이의 이용성이 증명된 바 있다(Weeden 등, 1992).

감자에 있어서 RAPD를 이용한 품종구분은 random primer인 URP primer를 이용하여 “Superior(秀美)”, “Jopung(早豊)” 등 13개 품종 및 계통에 대하여 감자 품종을 구분하였고(Seo 등, 2001), “Dejima” 품종과 야생종(野生種)인 *S. brevidens*, “秀美”와 *S. brevidens*, “Superior” 반수체(半數體)와 *S. brevidens*를 융합한 식물체에서 체세포잡종(體細胞雜種) 식물체를 선발하였다(안, 2000).

이상과 같이 RAPD 이용성이 높아서 그의 이용범위가 급속도로 확대되어
감과 더불어 식물체의 genomic DNA를 간편하게 빨리 분리, 정제 할 수 있는
방법, PCR 결과 확인을 신속히 할 수 있는 기법 등 RAPD와 관련된 기술도
아울러 개선되거나 개발되고 있는 실정이다.



Ⅲ. 재료 및 방법

1. 식물생장조절물질에 의한 휴면타파

가. Gibberellic acid 처리

제주지역에서는 겨울감자 종서 수급이 어려움에 따라 가을 재배 감자를 겨울 재배 종서로 이용하고자 2년(1985~1986년)에 걸쳐 제주도농업기술원 해발 100 m에 위치한 상귀기술개발포장에서 수행하였다. 시험포장의 토양은 암갈색 비화산회토로 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Chemical properties of the top soil(0~10 cm) before the experiment.

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	Exchangeable cation (cmol.kg ⁻¹)			C.E.C (cmol.kg ⁻¹)
			Ca	Mg	K	
6.3	23	175	5.4	2.0	0.56	12.2

이 시험에는 대관령 9월산 Dejima 품종을 대비구로 하여 제주에서 11월에 생산한 감자(이하 제주 11월산 종서로 칭함)와 제주에서 12월에 생산한 감자(이하 제주 12월산 종서로 칭함)를 대상으로 하였다.

GA₃는 국내산 제품(농업용 3.1%)을 구입하여 필요한 농도별로 희석 사용하였으며, 12월 23일 GA₃를 0, 2, 4, 6, 8 mg.L⁻¹ 농도에 각각 30분간 침지한 후 음건하여 옥광촉아(浴光催芽)를 시킨후 1월 22일에 시험포장에 정식하고, 비닐멀칭후 터널을 설치하였다. 시비량은 10 a당 퇴비 1,500 kg, N 10 kg, P₂O 10 kg, K₂O 12 kg을 전량 밑거름으로 사용하고 시험구배치는 난괴법 3반복으로 설치하였다. 터널 제거는 4월 중순에 하였고, 수량조사는 4월 30일과 5월 10일 2회 실시하였다. 또한 GA₃ 침지시간에 따른 효과를 검토코자 1989년에는 같은 포장에서 대관령 9월산 “Dejima” 품종을 대비구로 하여 제주 11월산과 12월에 생산한 “Dejima” 품종을 대상으로 GA₃처리는 0, 4, 6, 8, 10 mg.L⁻¹ 농도로 각각 5분간 침지시킨 것과 GA₃ 4 mg.L⁻¹의 농도로 30분간 침지 시킨 것을 1월 21일에 정식하여 재시험을 실시하였다. 지상부 생육조사와 특성조사는

농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 따라 조사하였다. 초장 및 경수는 개화초기에 처리구당 20주를 조사하였다. 수량조사는 4월 30일과 5월 10일 2차례로 나누어 3.3 m²씩 3반복으로 수확한 총수량과 51 g 이상의 상서 무게를 조사하고 10 a당 무게로 산출하였다.

나. TNZ-303 (Brassinosteroid)종서침지

이 시험은 제주지역에서 12월 말에 수확한 감자를 봄감자 종서로 활용하기 위하여 감자 및 타작목에서 발아율이 빠르다고 알려진 TNZ-303(brassinosteroid 성분함량 30 mg.L⁻¹ JAPAN)을 발아율 향상을 위하여 사용하였다. 침지 처리는 300배액으로 희석한 용액에 씨감자를 3~5초간 침지한 것과, 3,000배액으로 희석한 용액에 14시간 침지한 후 음건하여 사용하였다. 시험은 1988년에 해안가에 위치한 남제주군 대정읍 무릉리 제주도농업기술원 감자기술센터 씨감자 생산포장에서 수행하였다.

공시 품종은 1998년 12월 23일에 수확한 Dejima 품종중에 35±5 g인 감자를 선별하여 공시하였다. 정식은 3월 2일하고 재식거리는 휴폭75 cm×주간거리 20 cm로 정식하고 그 후 0.02 mm 투명 Polyethylene(PE) film 멀칭하였다. 시비량은 10 a당 퇴비 1,500 kg, N 10 kg, P₂O 10 kg, K₂O 12 kg을 전량 밑거름으로 시용하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 출현율 조사는 정식후 25일후부터 5일간격 5회를 조사하였는데, 멀칭된 비닐에 구멍내면서 지상부에 출현한 것을 발아된 것으로 조사하였다. 생육조사는 정식 70일 후에 각 처리구별로 20주씩 3반복으로 조사하였고 수량은 정식 90일후 각 처리구별로 3.3 m²씩 3반복으로 수확 후 총수량과 51 g 이상의 상서 무게를 조사하여 10 a로 환산하였다. 모든 조사 기준은 농촌진흥청 농사시험연구 조사 기준에 따랐다.

2. 감자 겨울재배법 확립

가. 정식시기

감자단경기인 4~5월에 신선한 감자를 생산공급하기 위하여 겨울 재배 정식시기를 구멍코자 2년(1985~1986년)에 걸쳐 GA₃처리 시험과 같은 장소에서 수행하였다.

이 시험에서는 대관령에서 9월에 수확한 감자 중·만생종인 Dejima(大地) 품종을 공시하였는데, 종서는 농촌진흥청 고령지시험장에서 보급종급을 10월 15일에 인수받아 11월 17일 정식에 사용한 종서는 30일 동안 옥광최아를 실시하여 정식하고, 나머지 종서는 저온 저장고(1~4℃)에 저장한 후 각각 정식시기에 따라 30일전에 저온저장고에서 꺼내어 옥광최아를 한 후 12월 19일과 1월 22일에 시험포장에 정식하였다. 종서크기 및 옥광처리는 120 g 정도되는 감자를 4등분하여 1개 절편이 30 g 정도로 눈(芽)이 3~4개 정도의 절편이 되도록하여, 15~20℃되는 하우스(15℃기준)에서 상자(15 cm×80 cm×50 cm 규격)내에 1층으로 펼쳐 맹아 길이가 1.6~2.6 cm 정도 될 때까지 30일간 옥광최아를 실시한 후 각각 11월 17일, 12월 19일, 1월 22일 포장에 정식하였다.

재배기간 동안의 기상조사는 조사포장에 간이백엽상을 설치하여 활용('84년 12월 ~ '85년 4월, '85년 12월 ~ '86년 4월)하였고, 터널내 온도는 자기온습도기록계(R704, 4-speed select system, SATO, JAPAN)에 의해 측정하였다. 감자 재배기간동안 터널내 온도는 12월 중순 정식 후부터 4월 중순 터널제거시까지 평균기온, 최저평균기온을 측정하였다.

재식거리는 휴폭 60 cm에 주간거리 25 cm로 하였고 0.03 mm의 P.E. film으로 멀칭하고 그 위에 0.05 mm 비닐로 80 cm 높이의 터널을 설치하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비량은 10 a당 퇴비 1,500 kg, 질소 10 kg, 인산 10 kg, 칼륨 12 kg을 각각 요소, 용성인비, 염화칼륨으로 전량 밑거름으로 시용하였다. 터널제거는 4월 중순에 실시하였고, 지상부 생육과 특성을 조사하였다. 초장과 경수는 개화초기에 처리구당 20주를 3반복 조사하였다. 수량 조사는 4월 30일과 5월 10일 2차례로 나누어 수확한 총 종서의 무게와 51 g 이상의 상서 무게를 측정하여 10 a당 무게로 산출하였다.

나. 재식거리 시험

이 시험은 감자 겨울 재배에서 적정 재식거리를 구명코자 2년(1983~1984년)에 걸쳐 GA₃처리 시험과 같은 장소에서 수행하였다.

공시재료는 대관령 9월산 Dejima 품종을 공시하였으며 종서관리는 GA₃ 처리 시험과 동일하게 하였고, 재식거리는 휴폭 50 cm에 주간거리 20 cm, 60×20 cm, 60×25 cm, 60×30 cm로 하였다. 종서는 정식 30일전 옥광최아를 시킨 씨감자를

1월 27일 정식후 비닐멀칭과 터널은 GA₃처리 시험과 같게 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비량은 10a당 두엄퇴비 1,500 kg, 질소 10 kg, 인산 10 kg, 칼륨 12 kg을 각각 요소, 용성인비, 염화칼륨으로 전량 밑거름으로 시용하였고, 터널 제거는 4월 중순에 실시하였다. 또한 1988년에는 같은 포장에서 재식거리를 휴폭60 cm×주간거리10 cm, 60×15 cm, 60×20 cm, 60×25 cm, 70×25 cm로 재식거리를 일부 보완하여 같은 방식으로 1월 22일 정식하였다. 지상부 생육 및 수량 특성조사는 1983년과 1984년의 지상부 생육은 4월 18일, 1988년에는 정식 80일 후인 4월 12일 조사하였고, 수량 조사는 1차년도('83~'84)에는 4월 30일 조사하였으며, 2차년도('88)에는 4월 29일, 5월 15일에 2차례에 걸쳐 처리구당 20주를 3반복 조사하였고, 수확한 총 종서의 무게와 51 g 이상의 상서 무게를 측정하여 10 a당 무게로 산출하였다.

다. 시비량 수준

이 시험은 감자 겨울재배시 적정 시비량을 구명하여 재배법을 확립코자 2개년(1988~1989년)동안 정식시기별 시험과 같은 방법으로 동일한 장소에서 수행하였다. 시험포장의 토양은 암갈색 비화산회토로 화학적 성질은 Table 2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Chemical properties of the soil before the experiment.

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Total nitrogen (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	Exchangeable cation (cmol.kg ⁻¹)			C.E.C (cmol.kg ⁻¹)
				Ca	Mg	K	
6.5	23	150	178	5.8	2.0	0.59	12.8

* The samples were taken from 10cm deep soil.

공시재료는 대관령 9월산 Dejima 품종을 공시하였는데, 육광최아는 정식 30일전에 실시하였고, 1월 하순에 정식하였으며, 수량조사는 5월 상순에 실시하였다. 재식거리는 위 재식거리 시험에서 얻어진 결과를 활용하여 휴폭 60 cm에 주간거리 20 cm로 정식하여 실시하였다.

Table 3. Amount of applied fertilizer in the fertilizer experiment.

Three major nutrients	Fertilizer application level per 10a(kg)			
	I	II	III	IV
N	0	7	14	20
P ₂ O ₅	0	7	14	20
K ₂ O	0	8	16	24

3요소 시비수준은 Table 3에서 처리한 바와 같이 000, 022, 122, 222, 322, 202, 212, 232, 220, 221, 223, 관행구 수준으로 하였다. 즉, 질소 시비 수준은 10 a당 질소를 각각 0, 7, 14, 20 kg 시용하였고, 인산 시비 수준은 10 a당 인산을 각각 0, 7, 14, 20 kg 시용하였으며, 칼륨 시비 수준은 10 a당 칼륨을 각각 0, 8, 16, 24 kg 시용하였다. 관행구는 퇴비 1,500 kg/10a를 살포후 N 10, P₂O₅ 10, K₂O 12 kg/10 a를 전량 밑거름으로 시용하였다. 터널 제거는 4월 중순에 실시하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 분석용 토양과 식물체 시료는 5월 상순 수확직전 시험구별로 채취하였다. 수량조사는 수확한 총 중서의 무게와 51 g 이상의 상서 무게를 측정하여 10 a당 무게로 산출하였다.

3. 엽면살포제 처리 효과

가. Refresh 처리

이 시험은 4중복비로 등록되어 있는 Refresh(Soft silica. Ltd. JAPAN)는 천연특수지질품(軟質多孔性 高度珪化珪酸塩白土; Soft silica natural)으로 ⊖ 하전체의 콜로이드 입자와 다공성 구조로된 2:1형 몬모릴로나이트(Montmorillonite) 점토로 식물생리활성제이다. 이 제품의 살포시기는 생육 초기와 중기에 엽면살포하였을 때 감자 생육에 미치는 영향과 적정살포 농도를 알고자 2000년 8월부터 2001년 6월까지 4작기동안 처음 2작기는 남제주군 대정읍 무릉리 제주도농업기술원 감자기술센터 망실하우스에서 수행하였고, 나머지 2작기는 해발 300 m에 위치한 북제주군 애월읍 봉성리 제주도농업기술원 농산물원종장 망실하우스에서 수행하였다.

봄재배를 한 “Dejima” 및 “Chubeak” 품종을 공시하였으며, 봄재배는 2월 23일, 가을재배는 9월 3일에, 재식거리는 휴폭 75 cm×주간거리 20cm로 정식하였고 그 후 초장 20 cm내외에서 복주기를 실시하였다. 처리는 Refresh 500, 1,000배액으로 무처리를 대비하였으며, 살포는 초장 15 cm 내외의 생육초기와 개화초기에 각각 살포하였다. 시비량은 10 a당 퇴비 1,500 kg, N 10 kg, P₂O 10 kg, K₂O 12 kg을 각각 요소, 용성인비, 염화칼륨으로 전량 밑거름으로 사용하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 생육조사는 정식후 60일 후에 각 처리구별로 20주씩 3반복으로 조사하였고 수량조사는 3.3 m²씩 3반복으로 수확 후 총수량과 51g 이상의 상서 무게를 조사하여 10 a로 환산하였다.

나. Vitazyme 및 CM808 처리

이 시험은 천연추출물로 4종 복비로 등록되어 있는 Vitazyme(manufactured by U.S.A, 200 ml)은 식물체를 미생물학적으로 생합성한 다기능 천연촉진제다. 성분함량은 K₂O 0.8%, Cu-EDTA 0.07%, Fe-EDTA 0.02%, Zn-EDTA 0.06%, B 0.05%, Mo 0.005%이고, Humic acid, ascorbic acid, Ca 화합물을 미량으로 함유되어 있다. CM808은 목초액과 키토산 함유물이며, 미량요소 복합비료 (국내산 : 진성화학제로 실용량 500 ml)로 유효성분은 키토산 2%, 수용성망간 0.1%, 수용붕산 0.05%가 함유되어 있다. 이들 엽면살포제의 살포시기를 생육초기와 중기에 엽면살포하였을 때 감자 생육에 미치는 영향과 살포농도를 알고자 2001년 2월부터 2002년 6월까지 3작기 동안 처음 1작기는 남제주군 대정읍 무릉리 제주도농업기술원 감자기술센터 망실하우스에서 수행하고, 나머지는 해발 300 m에 위치한 북제주군 애월읍 봉성리 제주도 농업기술원 농산물원종장 망실하우스에서 수행하였다.

이 시험에는 Dejima 및 Chubeak 품종을 공시하였으며, 정식시기는 봄재배는 2월 23일, 가을재배는 9월 3일, 재식거리는 75 cm×20 cm로 정식후 초장 20 cm 내외에서 복주기를 실시하였다. 처리는 Vitazyme 3,000배액과 CM808 1,000배액으로 무처리와 대비하였으며, 살포시기는 초장 15 cm 내외의 생육초기와 개화초기에 각각 살포하였다. 시비량은 10 a당 퇴비 1,500 kg, 질소 10 kg, 인산 10 kg, 칼륨 12 kg을 각각 요소, 용성인비, 염화칼륨으로 전량 밑거름으로 사용하였으며, 시험구 배치는 품종별 난괴법 3반복으로 하였다. 생육조사는

정식후 60일 후에 각 처리구별로 20주씩 3반복으로 조사하였으며, 수량은 파종 90일후 각 처리구별로 3.3 m²씩 3반복으로 수확 후 총수량과 51g 이상의 상서 무게를 조사하여 10 a로 환산하였으며 이 시험수행에 있어서 생육, 수량 등의 모든 조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 따랐다.

4. Dejima(大地)품종의 변이체(變異體) 검정

공시재료는 Dejima품종 씨감자를 생산하는 기관별 종서가 농가재배시 외형이 다르다는 여론에 따라 각 기관 6개 및 수입 종서 2개 등 8개 대지품종 8종을 수집후 외관상 모형이 다른 감자를 선별하여 분석에 이용하였다(Fig. 1).

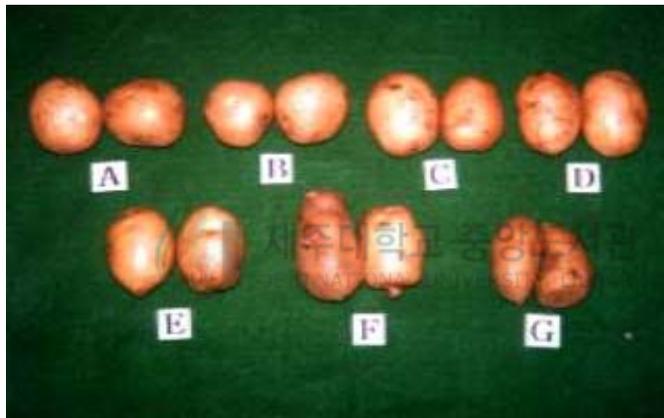


Fig 1. Tuber morphology of Dejima production seed tubers. A, B, C, D, E, F, G and H ; Dejima.

감자 DNA 추출을 위해 DNA추출에 사용된 감자 생장점 부근에서 가장 가까이 있는 신초의 잎을 사용하였으며, 변형된 CTAB법에 의해 추출하였다(강, 1998; Sul and Korban, 1996). 즉 1.5 mL tube에 시료 400 mg을 넣고 400 μ L의 extraction buffer(200mM Tris-HCl(pH 8.0), 200mM NaCl, 30mM EDTA, 0.5% SDS)와 proteinase K(50 μ g)을 첨가하여 1시간 동안 37 $^{\circ}$ C에서 보관하였다. 1시간 후 플라스틱봉으로 시료를 마쇄하고, 400 μ L의 2% CTAB solution(2% CTAB_(w/v), 100mM Tris-HCl(pH 8.0), 20mM EDTA(pH 8.0), 1.4M NaCl, 1% PVP M 40,000)을 첨가하여 잘 섞어준 후

Chloroform : isoamylalcohol (24:1)로 추출하고 12,000 rpm에서 10분동안 원심분리하여 상등액을 새로운 tube에 옮겼다. 0.7 volume의 isopropanol을 첨가하여 실온에서 10분간 방치한 후, 12,000 rpm으로 원심분리에 의해 침전된 DNA을 0.1% TE buffer (1.0mM tris (pH 8.0), 0.1mM EDTA (pH 8.0)에 녹였다. 그 이후 RNase (10 mg/mL)를 첨가하여 RNA를 제거하고, 1% agrose gel에서 전기영동하여 DNA 확인 및 정량하여 -20°C에 보관하였다.

Random primer 예비검색은 기본반응 조건을 template DNA 50ng, Taq DNA polymerase (Promega, USA) 2.5 unite, primer (Operon USA) 200ng, 10x PCR buffer 5µL, dNTPs 200uM, MgCl₂ 3mM과 멸균수로 tube당 25µL의 반응액을 만들어 증폭시켰다.

DNA증폭을 위한 PCR robot은 독일 Biometra사의 UNOII thermocycler를 이용하였다. PCR을 위한 program은 Table 4와 같이 94°C에서 2분 동안 DNA를 변성시킨 후 94°C에서 45초, 38°C에서 1분, 72°C에서 2분으로 45회 반복하여 증폭하였고 마지막으로 72°C에서 DNA를 연장시킨 후 4°C에 저장하였다. RAPD분석에 사용된 primer는 미국 Operon사의 random primer를 이용하였다.

Table 4. The PCR robot set program.

Step	Temperature	Time	Cycle
First denaturation	94°C	2 min	
Denaturation	94°C	45 sec	
Annealing	38°C	1 min	45 cycle
Extension	72°C	2 min	
Last extension	72°C	5 min	
Store	4°C	forever	

RAPD 마커에 의한 씨감자 생산 기관별 Dejima 품종 변이성 검정은 앞의 random primer 예비검색에서 사용한 20개의 OPR primer 중 이용성이 극히 높은 5개의 primer를 이용하였다. 즉, 5개의 primer를 이용하여 PCR 이후 촬영한 사진을 바탕으로 재현성이 없거나 구분하기 불명확한 밴드를 제외하고 뚜렷하게 구분되는 밴드만을 유연관계 및 품종비교 분석에 이용하였다(Table 5).

Table 5. The sequences of random primers used in this experiment.

Code	Sequence	Code	Sequence
OPR-01	5'--TGCGGGTCCT--3'	OPR-11	5'--GTAGCCGTCT--3'
OPR-02	5'--CACAGCTGCC--3'	OPR-12	5'--ACAGGTGCGT--3'
OPR-03	5'--ACACAGAGGG--3'	OPR-13	5'--GGACGACAAG--3'
OPR-04	5'--CCCGTAGCAC--3'	OPR-14	5'--CAGGATTCCC--3'
OPR-05	5'--GACCTAGTGG--3'	OPR-15	5'--GGACAACGAG--3'
OPR-06	5'--GTCTACGGCG--3'	OPR-16	5'--CTCTGCGCGT--3'
OPR-07	5'--ACTGGCCTGA--3'	OPR-17	5'--CCGTACGTAG--3'
OPR-08	5'--CCCGTTGCCT--3'	OPR-18	5'--GGCTTTGCCA--3'
OPR-09	5'--TGAGCACGAG--3'	OPR-19	5'--CCTCCTCATC--3'
OPR-10	5'--CCATTCCCA--3'	OPR-20	5'--ACGGCAAGGA--3'

IV. 결 과

1. 식물생장조절물질에 의한 휴면타파 효과

가. GA₃ 처리에 의한 휴면타파 효과

제주 11월과 12월산 종서를 GA₃ 농도 0, 2, 4, 6, 8 mg.L⁻¹에서 각각 30분씩 침지 처리하였을 때 감자 멍아(萌芽)상태와 지상부 생육특성은 Table 6 과 같다.

Table 6. Effect of Gibberellic acid treatment on sprout length, sprout number, days to emergence, emergence ratio, plant height and stems number per hill as influence by harvest date of seed potatoes.

Harvest date of seed potatoes	GA ₃ (mg.L ⁻¹)	Sprout length (cm)	Sprout number	Days to emergence	Emergence ratio (%)	Plant height (cm)	Stem number per hill
Sept. 10	0	2.7	4.8	33	97	60.1	3.5
	0	0.4	2.1	63	94	54.3	3.0
Nov. 15	2	0.7	2.1	53	96	55.1	3.4
	4	2.0	2.2	42	96	61.1	4.6
	6	2.0	3.1	38	96	62.1	3.3
	8	2.2	3.0	37	97	64.4	3.5
	0	0	0	65	92	51.0	3.1
Dec. 15	2	0.2	1.8	53	94	56.8	3.7
	4	1.8	2.0	54	95	60.8	3.9
	6	2.0	2.3	40	96	60.7	3.8
	8	2.7	2.4	39	94	61.0	3.8
	CV(%)		13.6	7.6	4.2	1.8	2.4
LSD(5%)		0.4	0.3	3.3	2.9	2.4	0.4

감자 겨울재배 정식시 멍아 길이는 제주도에서 감자 겨울재배 종서로 이용하고 있는 대관령 9월산 종서(대비구) 2.7 cm에 비하여 제주 11월산 종서에 GA₃를 4, 6, 8 mg.L⁻¹ 처리한 구에서 2.0~2.2 cm 정도로 대비구보다 0.5 cm 정도 짧았고 무처리구와 GA₃ 2 mg.L⁻¹ 처리구도 0.4~0.7 cm로 짧았다. 제주 12월산 종서에 GA₃ 8 mg.L⁻¹를 처리한 구에서 2.7cm로 가장 길었으며, 제주 11월산 종서에 GA₃ 4~8 mg.L⁻¹ 처리한 구와 제주 12월산 종서에 4~6 mg.L⁻¹를 처리한 구가 1.8~2.2 cm로 양호하였다. 절편 종서당 멍아수는 대비구(대관령 9월산)가 4.8개로 가장 많았고, 다음으로 제주 11월산 종서에 GA₃ 6~8 mg.L⁻¹ 처리구가 3.0~3.1개로 많았으나, 제주 12월산 종서에 GA₃ 무처리구는 멍아가 되지 않았다. 출현일수는 대비구(대관령 9월산 종서)가 33일로 가장 짧았으며, GA₃ 처리구에서는 감자종서 생산시기에 관계없이 농도가 높을수록 출현 기간이 짧은 경향이었으며, 출현율은 전 처리구가 양호하였다. 초장은 제주 11월산 종서에 GA₃ 8 mg.L⁻¹ 처리구가 64.4 cm로 가장 길었고, 제주 11월산 종서와 제주 12월산 종서에 GA₃ 무처리구와 GA₃ 2 mg.L⁻¹ 처리구가 대체로 생육이 저조하였고 기타처리구는 비슷한 경향이였다. 경수는 제주 11월산 종서에 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 처리구가 4.6개로 많았으며, 제주 11월산 종서와 제주 12월산 종서에서 GA₃ 무처리구가 가장 적었다. GA₃ 처리농도별 수량은 Table 7에서 보는 바와 같이 조기 수확한 4월 30일 총수량은, 대관령 9월산 종서(대비구)가 2,767 kg/10 a에 비하여, 제주 11월산 종서에 GA₃ 6 mg.L⁻¹을 처리한 구가 2,653 kg/10 a였다. 제주 12월산 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 각각 2,417 kg/10 a, 2,424 kg/10 a로 타 처리보다 높게 나타났다. 상품수량은 대비구 2,180 kg/10 a(100%)에 비하여, 제주 11월산 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 각각 87~8%였고, 제주 12월산 종서에서도 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 82%로 가장 대비구에 근접한 수량성을 보였다.

5월 10일 수확시 총수량은 대비구가 3,917 kg/10 a에 비하여 제주 11월산 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 3,750 kg/10 a로 제주 12월산 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 각각 3,472 kg~3,403 kg/10 a으로 대비구와 비슷하였고, 상품수량도 대비구 3,055 kg/10 a(100%)에 비하여 제주 11월산 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 각각 94~91%였으며, 제주 12월산 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹

처리구가 각각 90~89%로, 대비구인 대관령 9월산 종서에 가장 근접한 수량성을 보였다. 특히 제주 11월산 종서와 12월산 종서의 차는 적었다. 따라서 가을 감자를 12월에 수확하여 GA₃ 처리에 의해 감자 겨울재배 종서용으로 이용이 가능할 것으로 생각되었다.

Table 7. Effect of Gibberellic acid on total and marketable yields in 1985 and 1986 as influence by harvest date of seed potatoes.

Harvest date of seed potatoes	GA ₃ (mg.L ⁻¹)	Yield(kg/10a)					
		Apr. 30 ^z			May 10		
		Total	Marketable	Index	Total	Marketable	Index
Sept. 10	0	2,767	2,180	100	3,917	3,055	100
Nov. 15	0	1,792	1,292	59	2,750	2,242	73
	2	1,788	1,371	63	3,007	2,322	76
	4	2,427	1,906	87	3,750	2,861	94
	6	2,653	1,802	83	3,750	2,778	91
	8	2,493	1,601	73	3,417	2,695	88
Dec. 15	0	1,391	1,040	48	2,361	1,944	64
	2	2,173	1,305	60	3,417	2,361	77
	4	2,417	1,784	82	3,472	2,750	90
	6	2,424	1,781	82	3,403	2,722	89
	8	2,302	1,236	57	3,000	2,139	70
CV(%)		4.9	5.6		4.4	4.8	
LSD(5%)		185.7	148.7		244.9	206.5	

z : Harvest date

제주지역에서 가을에 생산한 감자를 겨울감자 종서로 활용하기 위해 GA₃ 침지시간을 단축하고자 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구와 GA₃를, 4, 6, 8, 10 mg.L⁻¹을 5분간 침지하여 농도와 침지시간을 달리하여 처리, 정식시에 맹아상태 및 지상부 생육 반응을 조사하였다(Table 8).

Table 8. Effect of Gibberellic acid on sprout length, sprout numbers, days to emergence and emergence ratio as influence by planting date.

Harvest date of seed potatoes	GA ₃ (mg.L ⁻¹)	Sprout length (cm)		sprout number per hill		Days of emergence		Emergence ratio (%)	
		1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990
		Sept. 10	0	3.1	3.0	4.1	3.6	31	34
Nov. 15	0	0.5	0.3	1.2	1.1	41	42	96	96
Dec. 15	0	0	0	0	0	48	52	93	94
	4(30min)	1.7	1.0	1.5	1.2	34	35	95	96
	4(5min)	0.5	0.5	1.4	1.0	36	38	94	95
	6(5min)	0.3	0.5	1.2	1.0	37	41	94	95
	8(5min)	0.3	0.3	1.0	1.1	34	39	93	94
	10(5min)	0.8	0.5	1.3	1.0	35	37	91	90
CV(%)		14.6	14.5	10.9	10.5			1.8	1.3
LSD(5%)		0.2	0.2	0.3	0.2			3.0	2.2

대관령 9월산 종서는 멍아길이가 3.0~3.1 cm, 멍아수가 3.6~4.1개였으며, 출현기는 정식후 32일, 출현율은 97~98%였다. 이에 비하여 제주 11월산 종서에 GA₃ 무처리구는 멍아길이가 0.3~0.5 cm, 멍아수가 1.1~1.2개였고, 정식 41~42일 후 출현하였으며, 출현율은 96%였다. 그리고 제주 12월산 종서에 GA₃ 무처리구는 정식시에 멍아가 출현하지 않았으며, 정식 50일 후 출현하였고, 출현율은 93~94%였다. 그리고 GA₃ 4 mg.L⁻¹으로 30분간 침지하였을 경우에는 멍아길이가 1.0~1.7 cm, 멍아수가 1.2~1.5개였으며, 정식 34일 후 95~96% 출현하였다. 출현율은 이에비해 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 농도로 5분간 종서 침지 하였을 경우에는 멍아길이가 0.5 cm, 멍아수가 1.0~1.4개였으며 정식 37일 후 94~95% 출현하였으며, 멍아길이는 짧았다. GA₃ 6 mg.L⁻¹ 및 GA₃ 8 mg.L⁻¹ 농도로 5분간 종서 침지처리구 역시 비슷한 경향이였으며, GA₃ 10 mg.L⁻¹ 농도를 5분 침지 처리하였을 때 멍아길이가 0.5~0.8 cm, 멍아수가 1.0~1.3개였으며, 정식 36일 후 출현하였으며, 출현율은 90~91%였다. 따라서 제주 12월산 종서에 GA₃ 처리할 경우, 4 mg.L⁻¹를 30분 침지 처리한 것이 대관령 9월산 종서(대비구)를 제외한 다른 처리구에 비하여 다같이 멍아수와 길이가 많거나 길었으며, 출현일도 빠르게 나타나 GA₃ 4 mg.L⁻¹를 30분 침지 처리한 것이 양호하였다.

GA₃ 처리 농도별 초장 및 경수는 Table 9에서 보는 바와 같이 대관령 9월산 종서는 타 처리구에 비하여 초장은 48.8~57.3 cm로 가장 짧았고, 경수가 2.7~3.1개로 많았다. 그러나 제주 11월산과 12월산 종서에 GA₃ 무처리구는 54.7~65.3 cm, 53.4~65.8 cm, 경수 1.7~2.1개, 1.6~2.0개였다. GA₃ 4 mg.L⁻¹으로 30분간 처리한 것은 초장이 55.9~67.3 cm, 경수가 1.9~2.5개 였으며, GA₃ 4 mg.L⁻¹으로 5분간 침지한 것은 초장이 59.2~66.9 cm, 경수가 1.7~2.6개를 나타냈다. GA₃ 6 mg.L⁻¹으로 처리하였을 경우에는 초장이 59.8~65.0 cm, 경수가 1.7~2.4개, GA₃ 8 mg.L⁻¹으로 처리한 것은 초장이 58.4~65.6 cm, 경수는 1.7~2.6개였고, GA₃ 10 mg.L⁻¹으로 처리한 것은 초장 59.9~69.6 cm, 경수 1.6~2.4개였다.

Table 9. Effect of Gibberellic acid on plant height and stem number per hill as influence by planting date.

Harvest date of seed potatoes	GA ₃ (mg.L ⁻¹)	Plant height (cm)		Stem number per hill	
		1989	1990	1989	1990
Sept. 10	0	57.3	48.8	3.1	2.7
Nov. 15	0	65.3	54.7	2.1	1.7
Dec. 15	0	65.8	53.4	2.0	1.6
	4(30min)	67.3	55.9	2.5	1.9
	4(5min)	66.9	59.2	2.6	1.7
	6(5min)	65.0	59.8	2.4	1.7
	8(5min)	65.6	58.4	2.6	1.7
	10(5min)	69.6	59.9	2.4	1.6
CV(%)		2.0	2.9	4.5	8.8
LSD(5%)		2.3	2.9	0.2	0.3

제주 12월산 종서에 GA₃ 처리 농도별 수량성은 Table 10에서 보는 바와 같이 4월 30일 조기수량(2개년 평균)은, 대관령 9월산 종서(대비구) 총수량이 3,012 kg/10 a(100%)에 비해 제주 12월산 종서에 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구에서 90%로 타처리구보다 대비구에 가장 근접하였으며, 상품수량도 대비구 (2,124 kg/10 a) 100%에 비해 제주 12월산 종서에 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구가 88%로 같은 경향이였다.

5월 10일에 조사한 총수량은 대비구(3,644 kg/10 a) 100%에 비하여, 제주 11월산 GA₃ 무처리구는 98%였고, 제주 12월산 종서에 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구도 96%로 대비구와 같은 수량성을 보였으며, 상품수량도 대비구에 비해, 제주 11월산 종서 무처리구가 99%였고, 제주 12월산 종서에 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구는 97%의 높은 수량으로 대비구와 같은 경향을 보였다

이와 같은 결과로 미루어 볼 때, 제주 가을산 종서를 이용하여 겨울 감자 재배용 종서로 이용코자 할 경우는, GA₃ 4 mg.L⁻¹ 농도를 30분 침지 처리하여 이용하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

Table 10. Effect of Gibberellic acid on total and marketable yield as influence by harvest date of seed potatoes.

Harvest date of seed potatoes	GA ₃ (mg.L ⁻¹)	Yield(kg/10a)											
		Apr. 30 ^y						May 10					
		Total		Mark. ^z		Marketable index		Total		Mark.		Marketable index	
		'89	'90	'89	'90	'89	'90	'89	'90	'89	'90	'89	'90
Sept. 10	0	3,093	2,931	2,648	1,599	100	100	3,489	3,798	3,156	3,357	100	100
Nov. 15	0	2,667	2,417	2,389	1,396	90	87	3,385	3,777	3,111	3,276	99	98
Dec. 15	0	2,195	2,045	1,898	811	72	51	2,778	2,901	2,437	2,208	77	66
	4	3,056	2,344	2,565	1,247	97	78	3,348	3,649	3,022	3,251	96	97
	4	2,667	2,259	2,315	1,006	87	63	3,096	3,367	2,763	2,832	88	84
	6	2,482	1,699	2,167	898	82	56	2,849	3,294	2,479	2,840	79	85
	8	2,343	1,851	2,056	999	78	63	2,820	3,477	2,464	2,773	78	83
	10	2,509	2,100	2,059	1,001	78	63	2,908	3,189	2,582	2,731	82	81
CV(%)		2.9	3.2	4.7	8.6			4.1	2.8	3.4	2.7		
LSD(5%)		135.2	123.8	188.1	169.1			204.4	170.4	165.3	138.6		

z : Marketable yield

y : Harvest date

나. TNZ-303(Brassinosteroid) 처리효과

정식전 “Dejima” 품종 씨감자에 TNZ-303을 침지 처리하여 정식한 후 출현율을 조사한 결과를 보면 Table 11에서와 같다. 대비구가 정식 25일후에 10%, 35일후 58.8%, 45일후에는 85.8%로서 80% 출현 도달 일수는 $y = -87.78 + 4.04x$ 로서 41.5일이 소요된 반면, TNZ-303를 300배액으로 희석한 용액에 5초간 침지하여 정식한 처리구에서는 정식 25일후 70.5%, 35일후는 90.0%, 45일후는 100%가 출현함으로서 통계적 유의성이 인정되었고, 80% 출현 도달 일수는 $y = 40.99 + 1.38x$ 로서 28.3일이 소요되어 13일 정도 빨랐다. 3,000배액 용액에 14시간 침지하여 정식한 처리구의 출현율은 정식후 35일까지는 대비구에 비하여 빨랐으나 그후에는 유사하였고, 80% 출현 도달일수는 $y = -55.5 + 3.23x$ 로서 42일이 소요되었다.

Table 11. Effect of TNZ-303(Brassinosteroid) on emergence ratio and linear regression relating emergence ratio in spring, 1998.

Treatment	Emergence ratio(%)						
	Days after planting					Regression	
	25	30	35	40	45	Equation	R ²
300X	70.5	87.0	90.0	96.3	100.0	$y=40.99+1.38x$	0.9391
3,000X	18.8	46.3	64.5	76.3	85.0	$y=-55.50+3.23x$	0.9701
Control	10.0	28.8	58.8	77.0	85.8	$y=-87.78+4.04x$	0.9828
CV(%)	5.5	4.8	3.9	3.8	2.3		
LSD(5%)	4.1	5.9	6.3	7.2	4.8		

TNZ-303 희석 농도별로 씨감자를 침지하여 파종한 후 70일의 생육상황은 Table 12에서와 같이 초장은 300배액 처리구에서 67.3 cm로서 대비구(60.7 cm)에 비하여 6.6 cm가 길었으나, 3,000배액 처리구는 50.0 cm로 오히려 10.7 cm나 작았으며 300배액 처리구에 비해서는 17.3 cm가 작아 유의성이 인정되었고, 경장도 같은 경향이였다. 경장은 대비구(9.8 mm)와 3,000배액 처리구(9.6 mm)는

유사하였고, 300배액 처리구는 12.2 mm로 2.4 mm 정도 굵어 유의한 차이가 인정되었다. 경수는 모든 처리구에서 유사하였으나, 분지수는 대비구 3.2개에 비하여 3,000배액 처리구는 0.9개 정도 적었으나 300배액 처리구는 5.2개로서 2개가 더 많아 유의차가 인정되었다.

Table 12. Effect of TNZ-303(Brassinosteroid) on growth characteristics of Dejima potatoes in spring, 1998.

Treatment	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Stem number per hill	Branch number per stem
300X	67.3	54.0	12.2	1.8	5.2
3,000X	50.0	38.7	9.6	1.9	2.3
Control	60.7	49.0	9.8	2.0	3.2
CV(%)	5.4	9.8	7.1	11.8	14.8
LSD(5%)	7.3	10.5	1.7	ns	1.2

TNZ-303(Brassinosteroid) 300배액 용액에 씨감자를 5초간 침지 처리후 정식하여 수확기에 식물체를 분석한 결과는 Table 13에서 보는 바와 같이 총 질소(T-N) 함량은 잎에서는 대비구 4.30%에 비하여 4.19%로 0.11%가 적었으나 줄기에서는 0.26%가 많았다. 인산(P)은 잎과 줄기에서 0.09%와 0.12%가 많았으며, 칼륨(K)함량도 1.22%와 0.58% 많고, 나트륨(Na)함량도 0.04%와 0.10% 많았으나 마그네슘(Mg) 함량은 0.14%와 0.03%가 적었다. 칼슘(Ca) 함량은 잎에서는 0.33% 많았으나 줄기에서는 1.47%가 적은 것으로 분석되었다.

Table 13. Percentage in organic of mineral components in potato leaves and stems at harvest TNZ-303(Brassinosteroid).

Treatment		T-N	P	Ca	Mg	K	Na
Leaves	TNZ-303	4.19	0.40	3.75	1.15	6.55	0.11
	Control	4.30	0.31	3.42	1.29	5.33	0.07
Stems	TNZ-303	1.29	0.31	1.27	0.82	1.88	0.33
	Control	1.03	0.19	2.74	0.85	1.30	0.23

정식 90일후 수량성은 Table 14에서 보는 바와 같이 대비구 1,268 kg/10a에 비하여 300배액 처리구는 1,658 kg으로 31%가 증수되었으나, 3,000배액 처리구에서는 1,094 kg으로 14%가 감소되었다. 상품수량은 대비구 713 kg에 비하여 300배액 처리구는 1,187 kg으로 66% 증수된 반면, 3,000배액 처리구는 644 kg으로 10%가 감소되었다. 상품율은 대비구 56.2%에 비하여 3,000배액 처리구는 58.9%, 300배액 처리구는 71.6%로 유의차가 인정되었다.

Table 14. Effect of TNZ-303(Brassinosteroid) on tuber yields and marketable ratio in spring, 1998.

Treatment	Tuber yield(kg/10a)		Marketable ratio(%)
	Total	Marketable	
300X	1,658	1,187	71.6
3,000X	1,094	644	58.9
Control	1,268	713	56.2
CV(%)	7.9	8.9	5.8
LSD(5%)	240	170	8.2

2. 감자 겨울재배법 확립

가. 정식시기 시험

겨울감자 생육기 기상, 감자종서를 본포에 정식한 11월 중하순부터 4월 상순까지 외기온도와 터널내 온도조사를 한 결과 정식한 종서가 출아할 시기인 2월의 대기온도는 5.3℃이고, 터널내 기온은 8.8℃, 노지 5.1℃에 비해 비닐 멀칭에서 6.0℃, 비닐멀칭+터널 재배인 경우 10.3℃로서 감자의 맹아가 가능한 온도가 4~6℃이므로 모든처리에서 감자가 출아이 되고 성장했으나 2월과 3월 사이에 2℃ 이하가 4회 정도 경과되어 감자 지상부 생육에 피해를 주었다(Fig. 2).

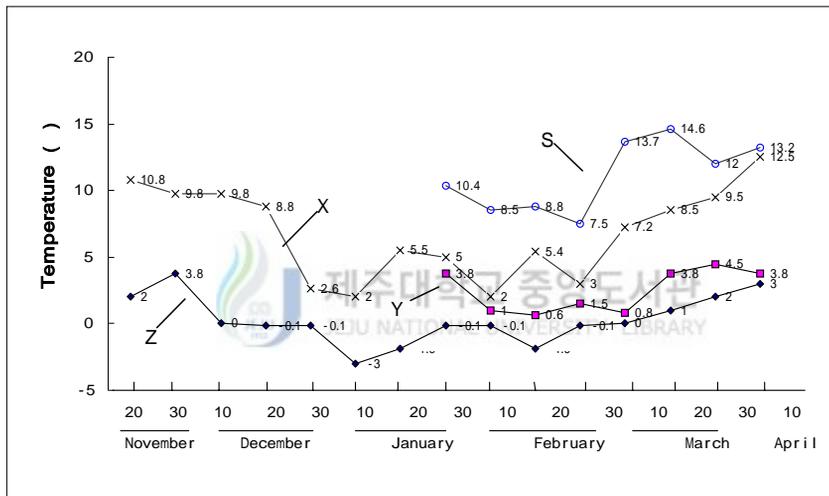


Fig. 2. Changed in mean, maximal and minimal air temperature in the plastic vinyl tunnel and open field from November to April in 1986.

S ; Mean air temperature in the vinyl tunnel

X ; Mean air temperature of the open field

Y ; Minimum air temperature in the vinyl tunnel

Z ; Minimum air temperature in open field.

정식전 대관령 9월산 종서를 30일간 옥광최아 시킨후 본포에 정식직전 종서상태는 Table 15와 같았다. 맹아(萌芽)길이는 11월 17일 정식구는 1.6~1.8 cm,

12월 정식구는 1.9~2.0 cm, 1월 22일 정식구는 2.5~2.6 cm였고, 맹아수는 11월 17일 정식구는 3.3~3.4개, 12월 19일 정식구는 5.0~5.2개, 1월 22일 정식구는 5.3~5.4개이며, 맹아율은 전처리구가 99%이상으로 양호하였다.

Table 15. Growth condition of potato before planting.

Planting date	Sprout length(cm)			Sprout number			Sprout ratio(%)		
	1985	1986	Mean	1985	1986	Mean	1985	1986	Mean
Nov. 17	1.6	1.8	1.7	3.3	3.4	3.4	100	100	100
Dec. 19	1.9	2.0	2.0	5.0	5.2	5.1	99	99	99
Jan. 22	2.5	2.6	2.6	5.3	5.4	5.4	100	100	100

생육기간중 지상부의 생육은 Table 16에서 나타난 바와 같이, 출아일수가 1월 22일 정식한 것이 33일로 가장 짧았으며, 12월 19일 정식한 것이 55일, 11월 17일 정식한 것이 61.5일로 정식기가 늦을수록 출아일수는 빠른 경향이 있었으며, 출아율도 전처리구에서 95% 이상 양호하였다.

Table 16. Effect of planting dates on days to emergence and emergence ratio in winter growing.

Planting date	Days to emergence			Emergence ratio(%)		
	1985	1986	Mean	1985	1986	Mean
Nov. 17	62	60	61.5	95	99	97
Dec. 19	52	58	55.0	96	98	97
Jan. 22	33	33	33.0	98	100	99
CV(%)	3.8	4.1				
LSD(5%)	4.1	4.7				

Table 17. Effect of planting dates on plant height and stems number per hill of Dejima in 1985 and 1986.

Planting date	Plant height(cm)			Stem number per hill			Virus infection rate(%) ^z		
	1985	1986	Mean	1985	1986	Mean	1985	1986	Mean
	Nov. 17	25.0	45.0	35.0	2.2	3.0	2.6	0.8	1.0
Dec. 19	51.0	48.6	49.8	3.5	3.3	3.4	1.0	0.7	0.9
Jan. 22	50.0	59.2	54.6	3.4	3.9	3.7	0.6	1.0	0.8
CV(%)	12.8	3.7		5.2	8.0				
LSD(5%)	12.2	4.3		0.4	0.6				

z : 0:00%, 1:10%, 2:30%, 3:50%, 4:70%, 5:100%

Table 17은 개화기에 지상부 생육을 조사한 결과 초장은 1월 22일 정식한 것이 54.6 cm로 가장 길었으며, 12월 19일 정식한 것이 49.8 cm, 11월 17일 정식한 것은 35.0 cm이고, 경수 역시 1월 22일 정식한 것이 3.7개로 가장 많았으며 12월 19일 정식한 것이 3.4개, 11월 17일 정식한 것이 2.6개로 정식기가 늦을수록 경수가 많았고, 재배기간 동안의 지상부 경엽에 외관상 Virus이병 정도는 신엽에 경미한 병징 정도로 정식시기별, 연차간 차이는 없었다.

Table 18. Effect of planting date on total and marketable tuber yield in 1985 and 1986.

Planting date	Tuber yield(kg/10a)							
	Total				Marketable			
	Apr. 30 ^z		May 10		Apr. 30		May 10	
	1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986
Nov. 17	508	650	1,320	2,278	104	320	854	1,639
Dec. 19	1,410	1,560	2,018	3,250	1,120	1,395	1,508	2,360
Jan. 22	1,385	1,530	2,733	3,951	1,095	1,370	2,021	3,005
CV(%)	33.2	2.8	2.6	1.3	10.7	4.2	1.0	1.1
LSD(5%)	745.7	80.5	118.9	81.2	188.0	96.9	34.5	49.3

z : harvest date

정식기별 수량은 4월 30일에 조사한 결과 12월 19일에 정식한 것이 1985년과

1986년에 각각 총수량이 1,410 kg, 1,560 kg, 50g이상 상품수량이 1,120 kg, 1,395 kg으로 가장 많았으며, 1월 22일 정식한 것은, 총수량이 1,385 kg, 1,530 kg, 상품수량이 1,095 kg, 1,370 kg이었으며, 11월 17일 정식한 것은 총수량이 508 kg, 650 kg, 상품수량이 104 kg, 320 kg으로 가장 낮았다. 그러나 5월 10일 조사한 결과는 1월 22일에 정식한 것이 1985년과 1986년 각각 총수량이 2,733 kg, 3,951 kg, 상품수량이 2,021 kg, 3,005 kg으로 가장 많았고, 12월 19일 정식한 것은 총수량이 2,018 kg, 3,250 kg, 상품수량이 1,508 kg, 2,360 kg이었으며, 11월 17일 정식한 것은 총수량이 1,320 kg, 2,278 kg, 상품수량이 854 kg, 1,639 kg으로 가장 낮았다(Table 18). 따라서 제주도에서는 12월 중순과 1월 하순에 정식하는 것이 겨울감자 수량성이 높은 것으로 판단되었다.

나. 정식시 재식거리 시험

제주도에서 감자 겨울재배에 적합한 재식거리를 구명하기 위해서 시험한 결과 지상부 생육상황은 Table 19에서 보는 바와 같이 년도별 초장은 1983년에는 60 cm×20 cm(10 a당 8,330주) 처리구가 64.2 cm와 1984년에는 50 cm×20 cm (10a당 10,000주) 처리구가 67.5 cm로 제일 길었으나 2년 평균 초장은 60 cm×20 cm (10 a당 8,330주) 처리구가 64.4 cm로 제일 길고 다음은 50 cm×20 cm (10 a당 10,000주) 처리구가 63.9 cm, 60 cm×25 cm(10 a당 6,660주) 처리구가 63.2 cm, 60 cm×30 cm (10 a당 5,550주) 처리구가 62.2 cm 순이었으나 비슷한 경향이였다.

또한 2년 평균 경수는 60 cm×25 cm(10 a 당 6,660주) 처리구가 4.0개로 다소 많았고 다음은 50 cm×20 cm(10a당 10,000주) 처리구가 3.8개, 60 cm×20 cm (10 a당 8,330주) 처리구가 3.7개, 60 cm×30 cm(10 a당 5,550주) 처리구는 3.6개 순이었다.

Table 19. Effect of planting distance on plant height and stem number

per hill of Dejima.

Planting distance (cm)	Hill numbers per 10a	Plant height(cm)			Stem number per hill		
		1983	1984	Mean	1983	1984	Mean
50×20	10,000	60.2	67.5	63.9	3.8	3.8	3.8
60×20	8,330	64.2	64.5	64.4	3.5	3.9	3.7
60×25	6,660	60.7	65.7	63.2	3.6	4.4	4.0
60×30	5,550	59.9	64.5	62.2	3.3	3.8	3.6
CV(%)		3.6	3.7	3.6	8.9	7.7	8.5
LSD(%)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Table 20. Effect of planting distance on the total and marketable tuber yields of Dejima.

Planting distance (cm)	Hill numbers per 10a	Total yield (kg/10a)			Marketable yield (kg/10a)			Marketable ratio(%)	
		1983	1984	Mean	1983	1984	Mean	1983	1984
50×20	10,000	1,926	2,214	2,070	1,150	1,429	1,290	59.7	64.5
60×20	8,330	2,192	1,735	1,964	1,468	1,229	1,349	67.0	70.8
60×25	6,660	1,861	1,453	1,657	1,388	1,152	1,270	74.6	79.3
60×30	5,550	1,754	1,515	1,535	1,346	1,020	1,183	76.7	67.3
CV(%)		6.6	6.4	6.5	6.6	5.9	6.4		
LSD(5%)		222.1	190.9	216.5	151.0	123.8	142.3		

2년 평균 수량은 50 cm×20 처리구는 2,070 kg으로 제일 많았고, 다음은 60 cm×20 cm

처리구 1,964 kg, 60 cm×25 cm 처리구 1,657 kg, 60 cm×30 cm 처리구 1,535 kg 순으로 밀식구가 수량이 많았으나 상품율은 밀식구가 떨어지는 경향이였다. 10a당 2년 평균 상품수량은 60 cm×20 cm 처리구가 1,349kg으로 제일 많아 겨울재배시 재식거리는 60 cm×20 cm 처리구가 양호한 것으로 생각되었다(Table 20).

1988년도에 재식거리를 달리한 시험에서 1월 29일에 정식하여 수확시기별 생육 및 수량성은 Table 21 에서 나타난 바와 같다. 초장은 60 cm×10 cm 처리구가 54.2 cm, 60 cm×15 cm구는 53.0 cm, 60 cm×20 cm구는 52.3 cm, 60 cm×25 cm구는 51.9 cm, 70 cm×25 cm구는 51.6 cm 순으로 밀식구가 다소 길었다. 경수는 60 cm×10 cm구가 4.4개로 가장 많았으나 그 외 처리구는 3.3~3.6개로 비슷한 경향을 보였다.

Table 21. Effect of planting distance on the growth characters and tuber yield of Dejima.

Planting distance (cm)	Hill numbers per 10a	Plant height (cm)	Stem number	Tuber Yield (kg/10a)				Marketable ratio(%)	
				Total		Marketable			
				Apr. 29 ^z	May 15	Apr. 29	May 15	Apr. 29	May 15
60×10	16,660	54.2	4.4	2,801	4,083	1,361	2,278	48.6	55.8
60×15	11,000	53.0	3.6	2,389	3,958	1,456	2,339	61.0	59.1
60×20	8,330	52.3	3.3	2,209	3,514	1,468	2,378	66.5	67.7
60×25	6,660	51.9	3.4	2,430	3,606	1,305	2,292	53.7	63.6
70×25	5,710	51.6	3.6	2,222	3,542	1,292	2,222	58.2	62.7
CV(%)		4.9	9.0	5.7	3.3	9.3	5.5		
LSD(5%)		ns	0.6	256.0	229.7	ns	ns		

z : Harvest date

10 a당 총수량은 4월 29일 수확시는 60 cm×10 cm 처리구가 2,801 kg로 제일

많았으며, 다음은 60 cm×25 cm 처리구가 2,430 kg, 60 cm×15 cm 처리구 2,389 kg 순이었으며, 5월 15일 수확시는 60 cm×10 cm 처리구 4,083 kg와 60 cm×15 cm 처리구 3,958 kg으로 높아 타처리구에 비하여 유의차가 인정되었고, 70 cm×25 cm 처리구가 3,542 kg으로 제일 적어 밀식한 구가 높은 것으로 나타났다. 상품 수량은 60 cm×20 cm가 4월 29일 수확시 1,468 kg과 5월 15일 수확시 2,378 kg으로 다소 많고 상품율도 66.5%와 67.7%로 높았으나 유의차는 없었다. 따라서 겨울재배 재식거리는 60 cm×20 cm으로 다소 밀식하는 것이 상품수량을 증가시킬수 있다고 생각된다.

다. 시비량 수준에 관한 시험

(1) 질소 시비 수준

질소시비 수준별 토양화학성의 변화는 시험전 토양은 유효인산, 치환성 염기함량과 치환성칼륨함량은 낮고, PH 및 C.E.C함량은 적정 수준이었다 (Table 22). 그러나, 시험후 질소 수준별 토양화학성의 변화는 총질소 함량은 같았으나 유효인산은 질소 시비가 많을수록 증가하는 경향이었고, 다른 토양화학 성분의 변화는 처리간 차이가 없었다.

Table 22. Chemical properties of soil at harvest as influenced by nitrogen application.

Nitrogen (kg/10a)	pH (1:5)	O.M (g.kg ⁻¹)	T-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	Exch(cmol.kg ⁻¹)			C.E.C (cmol.kg ⁻¹)
					Ca	Mg	K	
B ^z	6.5	2.1	0.15	150	5.8	2.0	0.59	12.1
0	6.4	2.3	0.16	172	5.4	2.0	0.84	13.2
7	6.5	2.4	0.16	190	6.2	2.1	0.59	13.4
14	6.3	2.4	0.16	206	6.3	2.2	0.55	13.2
20	6.3	2.3	0.16	214	6.1	2.0	0.62	13.5
Standard	6.5	2.4	0.16	194	6.5	2.0	0.58	13.5

z : the soil before experiment.

Table 23. Percentage of mineral components in potato leaves at harvest

as influence by applied nitrogen levels.

Nitrogen (kg/10a)	T-N	P	Ca	Mg.	K
0	2.12	0.50	1.93	0.73	6.70
7	2.74	0.50	2.16	0.62	6.75
14	3.26	0.51	1.93	0.60	7.07
20	3.68	0.52	1.99	0.71	6.50
Standard	2.76	0.52	2.15	0.63	6.45

수확기 식물체 분석에 있어서도 질소 수준별 10 a당 시비용량에 따른 차이는 Table 23에서 보는 바와 같이 총질소 함량은 질소비료를 사용하지 않았을 때 2.12%, 7 kg 시용시 2.74%, 14 kg 시용시 3.26%, 20 kg 시용시 3.68%로 비료 시용량이 많을수록 증가하는 경향을 보였으나, 대비구가 질소 무시용구보다 0.64% 높았다. P함량도 질소시비 수준이 높을수록 다소 높은 경향이였으나 타 성분은 큰 차이가 없었다.

Table 24. Effect of nitrogen levels applied on emergence date, plant height and stem number per hill.

Nitrogen (kg/10a)	Emergence date		Plant height (cm)		Stems no. per hill	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989
0	Feb. 28	Feb. 22	49.5	45.7	2.9	2.1
7	Feb. 28	Feb. 22	54.8	57.3	2.7	2.1
14	Feb. 28	Feb. 22	55.8	59.8	2.7	2.1
20	Feb. 29	Feb. 22	56.7	63.3	2.7	1.9
Standard	Feb. 29	Feb. 22	55.2	58.2	2.7	1.9
CV(%)			6.2	4.2	10.4	8.9
LSD(5%)			4.8	4.2	ns	ns

10 a당 질소의 수준별 생육상황은 Table 24에서 보는 바와 같이 출아일은

처리간 차이는 없었고, 초장은 대비구 55.2~58.2 cm에 비하여 무시용구는 45.7~49.5 cm로 9.5~8.7 cm가 짧아 유의성이 인정되었고, 7 kg시용구는 54.8~57.3 cm, 14 kg시용구는 55.8~59.8 cm, 20 kg시용구는 56.7~63.3 cm로 비료 시용량이 많을수록 다소 길어지는 경향이였으나 질소의 수준별로는 유의성이 없었고, 경수도 처리간 차이가 없었다.

10 a당 질소의 수준별 수량은 Table 25에서 보는 바와 같이 2년 평균 총수량은 대비구 2,314 kg에 비하여 14 kg 시비구가 2,367 kg으로 다소 증수 되는 경향이었고, 무시용구 1,701 kg은 613 kg(26.5%)이 떨어져 질소비료 시용효과가 인정되었으나 질소비료 수준별 차이는 없었다. 상품수량과 상품율도 같은 경향을 보였다. 결과적으로 1988년과 1989년의 2개년 평균 총수량과 상품수량 및 상서율을 종합하여 보면 질소비료 10 a당 14 kg 시용구가 다소 양호할 것으로 판단되었다.

Table 25. Effect of nitrogen level applied on tuber yields and marketable ratio of Dajima.

Nitrogen (kg/10a)	Tuber yield(kg/10a)						Marketable ratio(%)		
	Total			Marketable					
	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean
0	1,824	1,578	1,701	1,186	1,135	1,161	65.0	71.9	68.2
7	2,076	2,482	2,279	1,586	1,963	1,775	76.4	79.1	77.9
14	2,122	2,612	2,367	1,507	2,265	1,886	71.0	86.7	79.7
20	2,086	2,498	2,292	1,444	1,993	1,719	69.2	79.8	75.0
Standard	2,093	2,536	2,314	1,519	2,031	1,775	72.6	80.0	76.3
CV(%)	7.9	7.2	7.5	9.8	7.5	8.5	6.1	4.3	
LSD(%)	221.4	225.0	222.1	194.6	186.4	189.5	ns	4.9	

(2) 인산 시비 수준

10 a당 인산 시비 수준별 수확후 토양화학성의 변화는 Table 26에서 보는 바와 같이 유효인산은 인산 시비가 많을수록 증가하고, pH도 같은 경향이였으나 다른 토양화학 성분은 처리간 차이가 없었다.

Table 26. Chemical properties of soil at harvest as influenced by phosphate application.

Phosphate (kg/10a)	pH (1:5)	O.M (g.kg ⁻¹)	T-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	Exch(cmol.kg ⁻¹)			C.E.C (cmol.kg ⁻¹)
					Ca	Mg	K	
B ^Z	6.5	2.1	0.15	150	5.8	2.0	0.59	12.1
0	6.0	2.4	0.16	153	6.4	1.8	0.65	13.2
7	6.2	2.1	0.15	190	6.0	1.9	0.67	13.4
14	6.3	2.4	0.16	206	6.3	2.2	0.55	13.2
20	6.4	2.3	0.16	246	6.6	1.9	0.68	13.5
Standard	6.5	2.4	0.16	194	6.5	2.0	0.58	13.5

z : the soil before experiment.

Table 27. Percentage of mineral components in potato leaves at harvest as influence by phosphate levels applied.

Phosphate (kg/10a)	T-N	P	Ca	Mg.	K
0	2.93	0.44	2.13	0.63	6.97
7	3.27	0.47	1.92	0.67	7.30
14	3.26	0.48	1.93	0.60	7.07
20	3.42	0.50	1.94	0.75	6.67
Standard	2.76	0.52	2.15	0.63	6.45

수확기 식물체 분석에 있어서도 인산 수준별 10 a당 시용량에 따른 차이는

Table 27에서 보는 바와 같이 인산함량은 인산비료를 사용하지 않았을 때 0.44%, 7 kg 시용시 0.47%, 14 kg 시용시 0.48%, 20 kg 시용시 0.50%로 인산 시용량이 많을수록 증가하는 경향을 보였으나 대비구가 0.52%로 타 처리구 보다 많은 경향이였다.

Table 28. Effect of phosphate applications on emergence date, plant height and stem number per hill.

Phosphate (kg/10a)	Emergence date		Plant height (cm)			Stem number per hill		
	1988	1989	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean
	0	Feb. 28	Feb. 22	51.9	58.5	55.2	2.9	1.9
7	Feb. 28	Feb. 22	54.5	59.7	57.1	2.5	2.0	2.3
14	Feb. 28	Feb. 22	55.8	59.8	57.8	2.7	2.1	2.4
20	Feb. 28	Feb. 22	56.3	58.9	57.6	2.5	2.0	2.3
Standard	Feb. 28	Feb. 22	55.4	59.7	57.6	2.7	1.9	2.3
CV(%)			5.0	6.9	5.6	10.9	7.2	9.2
LSD(5%)			3.9	ns	ns	ns	ns	ns

10 a당 인산시용 수준별 생육상황은 Table 28에서 보는 바와 같이 출아일은 처리간 차이가 없었으나, 2년 평균 초장은 대비구 57.6 cm에 비하여 무시용구만 2.4 cm가 짧았고 나머지는 57.1~57.8 cm로 비슷한 경향이며, 경수도 2.3~2.4개로 인산비료 시비처리간 차이가 없었다.

10 a당 인산 시비 수준별 수량은 Table 29에서 보는 바와 같이 2년 평균 총수량은 대비구가 2,417 kg으로 7 kg시비구만이 유사하고, 나머지 처리구는 2,292(95%)~2,367 kg(98%)으로 떨어졌으나 인산비료 수준별 유의차는 없었다. 상품수량 무시용구는 1,629 kg으로 대비구 1,812 kg보다 183 kg이 떨어져 유의성이 인정되었고, 7 kg와 14 kg시비구는 1,865 kg과 1,886 kg으로 다소 높은 경향이며 상품율도 같은 경향이였다. 결과적으로 2개년 평균 총수량, 상품 수량 및 상품율을 판단하여 보면 인산비료는 10 a당 7~14 kg 시용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

Table 29. Effect of the levels of phosphate applied on tuber yields and

marketable ratio.

Phosphate (kg/10a)	Tuber yield(kg/10a)						Marketable ratio		
	Total			Marketable			(%)		
	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean
0	2,021	2,577	2,299	1,428	1,830	1,629	70.7	71.0	70.9
7	2,289	2,551	2,420	1,741	1,989	1,865	76.1	78.0	77.1
14	2,122	2,612	2,367	1,507	2,265	1,886	71.0	86.7	79.7
20	1,959	2,625	2,292	1,359	2,089	1,724	69.4	79.6	75.2
Standard	2,241	2,593	2,417	1,655	1,970	1,812	73.8	70.0	71.9
CV(%)	7.2	6.5	6.9	6.6	8.1	7.2	5.7	3.5	4.6
LSD(%)	207.5	ns	ns	136.2	215.3	167.5	ns	4.0	5.2

(3) 칼륨 시비 수준

칼륨 시비 수준별 수확 후 토양화학성의 변화는 Table 30에서 보는 바와 같이 토양화학 성분은 처리간 차이가 없었으며, 칼륨만이 칼륨시비가 많을수록 증가하는 경향이였다.

Table 30. Chemical properties of soil at harvest as influenced by potassium application.

Potassium (kg/10a)	pH (1:5)	O.M (g.kg ⁻¹)	T-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	Exch(cmol.kg ⁻¹)			C.E.C (cmol.kg ⁻¹)
					Ca	Mg	K	
B ^z	6.5	2.1	0.15	150	5.8	2.0	0.59	12.1
0	6.3	2.4	0.16	210	5.8	1.9	0.50	13.3
8	6.4	2.4	0.15	198	6.2	2.0	0.60	13.2
16	6.3	2.4	0.16	206	6.3	2.2	0.55	13.2
24	6.4	2.5	0.15	181	5.8	1.9	0.84	13.4
Standard	6.5	2.4	0.16	194	6.5	2.0	0.58	13.5

z : the soil before experiment.

Table 31. Percentage of mineral components in potato leaves at harvest

as influence by potassium levels.

Potassium (kg/10a)	T-N	P	Ca	Mg	K
0	3.18	0.46	1.95	0.99	5.20
8	3.19	0.52	1.90	0.85	6.70
16	3.26	0.48	1.93	0.60	7.07
24	3.36	0.49	1.98	0.68	7.10
Standard	2.76	0.52	2.15	0.63	6.45

수확기 식물체 분석에 있어서도 칼륨 수준별 시비량에 따른 차이는 Table 31에서 보는 바와 같이 칼륨함량은 칼륨비료를 사용하지 않았을 때 5.20%, 8 kg 시용시 6.70%, 16 kg 시용시 7.07%, 24 kg 시용시 7.10%로 칼륨 시용량이 많을수록 증가하는 경향을 보였으나 대비구가 칼륨 무시용구보다 1.25% 높았다.

칼륨시용 수준별 생육상황은 Table 32에서 보는 바와 같이 출아일은 처리간 차이가 없었으나, 초장은 모든 처리구가 56.3~58.5 cm로 비슷한 경향이었고, 경수 또한 차이가 없었다.



Table 32. Effect of potassium application on emergence date, plant height and stem number per hill.

Potassium (kg/10a)	Date of emergence		Plant height (cm)			Stem number per hill		
	1988	1989	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean
0	Feb. 28	Feb. 22	53.7	58.9	56.3	2.6	2.1	2.4
8	Feb. 28	Feb. 22	54.4	60.2	57.3	2.9	1.9	2.4
16	Feb. 28	Feb. 22	55.8	59.8	57.8	2.7	2.1	2.4
24	Feb. 28	Feb. 22	55.7	61.1	58.5	2.8	2.0	2.4
Standard	Feb. 28	Feb. 22	55.1	59.6	57.4	2.7	1.9	2.3
CV(%)			4.4	2.9		13.3	8.1	
LSD(5%)			ns	ns		ns	ns	

10 a당 칼륨 시비 수준별 수량은 Table 33에서 보는 바와 같이 2년 평균

총수량은 대비구가 2,415 kg에 비하여 무시용구는 2,093 kg(87%)으로 유의차가 인정되었으며, 8 kg 시비구는 2,525 kg으로 약 5%가 증수되었고 나머지는 떨어졌으나 칼륨비료 수준별 유의성은 없었다. 상품수량도 같은 경향이였다.

결과적으로 2개년 평균 총수량, 상품수량 및 상품율을 판단하여 보면 칼륨 비료는 10 a당 8 kg 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

Table 33. Effect of potassium level on tuber yields and marketable ratio.

Potassium (kg/10a)	Tuber yield(kg/10a)						Marketable ratio		
	Total			Marketable			(%)		
	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean	1988	1989	Mean
0	1,810	2,375	2,093	1,442	1,955	1,699	79.7	82.3	81.0
8	2,466	2,583	2,525	1,841	2,172	2,007	74.7	84.1	79.5
16	2,122	2,612	2,367	1,507	2,265	1,886	71.0	86.7	79.7
24	1,958	2,610	2,282	1,364	2,094	1,729	69.7	80.2	75.8
Standard	2,234	2,596	2,415	1,656	2,070	1,863	74.1	85.7	79.9
CV(%)	6.6	7.1		8.5	6.8		5.8	4.9	
LSD(%)	191.2	218.3		177.8	186.7		ns	5.8	

제주지역 감자 겨울재배시 3요소 적정시비량은 Table 34에서 보는 바와 같이 3요소 적정시비량은 N-P₂O₅-K₂O는 각각 14.0-11.0-12.0 kg/10 a이었다.

Table 34. Polynomial regression equation relating marketable yield of Dejima potatoes as the different fertilizer application level in the winter crop of Jeju.

Three major nutrients	Fertilization(kg/10a)		Equation
	Optimum	Maximum	
N	13.9	14.0	$y = -3.87x^2 + 107.95x + 955.25$
P ₂ O ₅	10.8	11.1	$y = -2.24x^2 + 49.56x + 1503.61$
K ₂ O	11.8	11.9	$y = -1.82x^2 + 43.34x + 1717.7$

3. 엽면살포제 처리효과

가. Refresh 처리효과

2000년 8월부터 2002년 6월까지 4작기 동안에 몬모릴로나이트 점토 광물에서 추출한 뿌리발근 촉진과 식물체 활성능력이 있는 것으로 알려진 Refresh를 500배액과 1,000배액으로 “Dejima” 와 “Chubeak” 품종에 생육초기인 초장 15 cm내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포하여 정식 60일후의 생육은 “Dejima” 품종에서 초장은 대비구가 81.9 cm에 비하여 1,000배액 처리구는 86.1 cm로 4.2 cm길었고, 500배액 처리구는 80.6 cm로 1.3 cm 짧았으나 유의성이 없었다. 경장, 경수, 절간장은 유사한 경향이였으며, 엽수는 대비구 13.6개에 비하여 1,000배액 처리구는 0.1개가 적고, 500배액 처리구는 0.1개 많았다. 경경은 대비구보다 0.1~0.4 mm정도 가늘었다(Table 35).

Table 35. Effect of Refresh on the Dejima potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, node length at 60days after planting.

Treatment	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Leaves number per stem	Stem number per hill	Stem diameter (mm)	Node length (cm)
500X	80.6	63.7	13.7	2.1	13.2	4.6
1,000X	86.1	70.3	13.5	2.8	13.5	5.2
Control	81.9	66.5	13.6	2.4	13.6	4.9
CV(%)	6.7	8.3	4.7	33.8	4.8	7.3
LSD(5%)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

“Chubeak” 품종에서 초장은 대비구가 96.1 cm에 비하여 1,000배액 처리구는 92.1 cm, 500배액 처리구는 89.7 cm로 4.0 cm~6.4 cm 짧았으나 유의차는 없었다. 경장, 경경, 절간장은 유사한 경향이였으며, 엽수는 대비구 13.7개에 비하여 1,000배액 처리구는 0.8개, 500배액 처리구는 2.0개 많았다. 경수는 대비구 1.3개보다 1,000배액 처리구는 0.2개 많았고 500배액 처리구는 0.1개가 적었다 (Table 36).

Table 36. Effect of Refresh on the Chubeak potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, and node length at 60days after planting.

Treatment	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Leaves number per stem	Stem number per hill	Stem diameter (mm)	Node length (cm)
500X	89.7	69.5	15.7	1.2	12.2	4.4
1,000X	92.1	71.5	14.5	1.5	11.8	4.9
Control	96.1	74.7	13.7	1.3	12.5	5.4
CV(%)	7.1	9.1	8.0	16.2	8.5	11.2
LSD(5%)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Table 37. Percentage of mineral components foliar spraying of Refresh on the potato leaves and stems at harvest.

Treatment	T-N	P	K	Mg.	Ca	Na	
Leaves	500X	4.41	0.34	5.97	1.14	3.12	0.07
	1,000X	4.12	0.36	6.25	1.35	2.60	0.08
	Control	4.30	0.31	5.33	1.29	3.42	0.07
Stems	500X	1.25	0.26	1.78	0.74	1.18	0.26
	1,000X	1.09	0.24	1.31	0.73	1.10	0.26
	Control	1.03	0.19	1.30	0.85	2.74	0.23

몬모릴로나이트 점토광물에서 추출한 뿌리발근 촉진과 식물체 활성능력이 있는 것으로 알려진 Refresh를 500배액과 1,000배액으로 생육초기인 초장 15cm내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포하여 수확기에 식물체를 분석한 결과는 Table 37에서 보는 바와 같이 총 질소(T-N) 함량은 잎에서는 대비구 4.30%에 비하여 500배액 처리구는 4.41%로 0.11%가 많았으나 1,000배액 처리구는 0.18%가 적었으며, 줄기에서는 0.22%와 0.06%가 많았다. 인산(P)은 잎에서는 0.03%와 0.05%, 줄기에서 0.07%와 0.05%가 많았으며, 칼륨(K) 함량도 잎에서는 0.64%와 0.92%가 많았고 줄기에서도 0.48%와 0.01%가 많았으며, 나트륨(Na)함량은 잎에서는 유사하나 줄기에서는 0.03%가 많았고, 마그네슘(Mg)함량은 잎에서 500배액 처리구는 0.15%가 적었으나 1,000배액에서는 오히려 0.06% 많았고, 칼슘(Ca)함량은 잎과 줄기에서 모두 감소되는 편이었다.

Refresh 엽면살포 처리가 정식 90일후 “Dajima”품종이 수량에 미치는 영향은 Table 38에서 보는 바와 같이 총수량은 대비구 2,172 kg/10a에 비하여 500배액 처리구는 2,461kg으로 13%가 증수되었으며, 1,000배액 처리구는 2,675 kg으로 23%가 증수되어 유의차가 있었다. 또한, 상품수량은 대비구 1,973 kg/10 a에 비하여 500배액 처리구는 2,338 kg으로 18%, 1,000배액 처리구는 2,463 kg으로 25%가 증수되어 처리간 유의성이 인정되었다. 그리고 상품율도 대비구 90.8%에 비하여 500배액 처리구는 95%, 1,000배액 처리구는 92.0%였다. 따라서 “Dejima” 품종의 Refresh 엽면살포는 1,000배액 처리가 경제적인 것으로 추찰된다.

Table 38. Effect of Refresh foliar spray of treatment on tuber yields and marketable ratio of Dejima at 90days after planting.

Treatment	Tuber yield(kg/10a)		Marketable ratio(%)
	Total	Marketable	
500X	2,461	2,338	95.0
1,000X	2,675	2,463	92.0
Control	2,172	1,973	90.8
CV(%)	9.7	11.5	
LSD(5%)	88.6	121.6	

Table 39. Effect of Refresh foliar spray treatment on tuber yields and marketable ratio of Chubeak at 90days after planting.

Treatment	Tuber yield(kg/10a)		Marketable ratio(%)
	Total	Marketable	
500X	4,038	3,794	94.0
1,000X	4,249	4,015	94.5
Control	3,514	3,195	90.9
CV(%)	25.2	15.2	
LSD(5%)	156.5	123.5	

“Chubeak” 품종이 총수량은 대비구 3,514 kg/10 a에 비하여 500배액 처리구는 4,038 kg으로 15%가 증수되었으며, 1,000배액 처리구는 4,249 kg으로 21%가 증수되어 유의차가 있었다. 또한, 상품수량은 대비구 3,195 kg/10 a에 비하여 500배액 처리구는 3,794 kg으로 19%, 1,000배액 처리구는 4,015 kg으로 26%가 증수되어 처리간 유의차가 인정되었다. 그리고 상품율도 대비구 90.9%에 비하여 500배액과 1,000배액 처리구는 94.0% 정도였다. 따라서 “Chubrak” 품종의 Refresh 엽면살포도 1,000배액 처리가 경제적으로 나타났다(Table 39).

나. Vitazyme과 CM808 처리효과

2001년 2월부터 2002년 6월까지 3작기 동안에 식물에서 추출한 Vitazyme과 목초액과 키토산 함유물질인 CM808를 공시하여 Vitazyme은 3,000배액, CM808은 1,000배액으로 “Dejima” 와 “Chubeak” 품종에 생육초기인 초장 15 cm 내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포하였다. 그결과 정식 60일후의 생육은 “Dejima” 품종에서 초장은 대비구가 81.9 cm에 비하여 Vitazyme 3,000배액 처리구와 CM808 1,000배액 처리구는 86.9 cm, 86.0 cm로 5 cm정도 길었고, 경장도 대비구 66.0 cm보다 4.3 cm(6.5%)와 4.6 cm(7.0%)가 길었으나 유의성은 없었다. 엽수는 대비구 13.5개에 비하여 14.8개, 14.7개로 1.2개 이상 많았고, 경수는 대비구 2.1개에 비하여 CM808 처리구는 0.4개 많았으나 Vitazyme 처리구는 0.2개가 적고, 경경은 CM808 처리구에서 1.4 mm 정도가 굵었다(Table 40).

“Chubeak” 품종에서 초장은 대비구가 82.0 cm에 비하여 Vitazyme 처리구는 88.1 cm로서 6.1 cm(7.4%)가 길었으나 CM808 처리구는 78.3 cm로서 3.7 cm가 짧은 경향이였으며, 경장도 대비구 61.5 cm에 비하여 Vitazyme 처리구는 67.7 cm로서 6.2 cm(10.1%)가 길었고, CM808 처리구는 55.6 cm로서 5.9 cm가 짧았으나 통계적 차이는 없었다. 엽수와 경수는 CM808 처리구에서만 차이가 있었고, 경경은 Vitazyme 처리구는 1.0 mm가 굵었으나 CM808 처리구에서 0.6 mm정도 가늘었다(Table 41).

식물에서 추출한 Vitazyme과 목초액과 키토산 함유물질인 CM808를 공시하여 Vitazyme은 3,000배액, CM808은 1,000배액으로 생육초기인 초장 15 cm 내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포하여 수확기에 식물체를 분석한 결과는 Table 42에서 보는 바와 같이 총질소(T-N) 함량은 앞에서는 대비구 4.30%에 비하여 Vitazyme 3,000배액 처리구는 4.68%와 CM808 1,000배액 처리구에서는 4.45%로 0.38%와 0.15%가 많았으며 줄기에서는 0.40%와 0.28%가 많았다.



Table 40. Effect of Vitazyme and CM 808 foliar spray treatment on the Dejima potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, node length at 60days after planting.

Treatment		Plant height (cm)	Stem length (cm)	Leaves number per stem	Stem number per hill	Stem diameter (mm)	Node length (cm)
Vitazyme	3,000X	86.9	70.3	14.8	1.9	13.6	4.8
CM808	1,000X	86.0	70.6	14.7	2.5	12.2	4.8
Control		81.9	66.0	13.5	2.1	13.6	4.9
CV(%)		5.7	6.5	8.0	27.7	5.4	4.8
LSD(5%)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Table 41. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on the Chubeak potato's plant height, stem length, leaves number per stem, stem number per hill, stem diameter, node length at 60days after planting.

Treatment		Plant height (cm)	Stem length (cm)	Leaves number per stem	Stem number per hill	Stem diameter (mm)	Node length (cm)
Vitazyme	3,000X	88.1	67.7	13.9	1.4	12.1	4.9
CM808	1,000X	78.3	55.6	13.5	1.7	10.5	4.1
Control		82.0	61.5	13.9	1.4	11.1	4.4
CV(%)		12.2	18.7	7.2	22.7	12.7	13.9
LSD(5%)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Table 42. Percentage of mineral components foliar spray of Vitazyme and CM808 on the potato leaves and stems at harvest.

Treatment		T-N	P	K	Mg	Ca	Na
Leaves	Vitazyme 3,000X	4.68	0.40	7.17	1.09	3.63	0.09
	CM808 1,000X,	4.45	0.40	6.55	1.31	3.78	0.10
	Control	4.30	0.31	5.33	1.29	3.42	0.07
Stems	Vitazyme 3,000X	1.43	0.26	2.65	0.88	1.63	0.32
	CM808 1,000X,	1.31	0.30	2.45	0.91	1.33	0.35
	Control	1.03	0.19	1.30	0.85	2.74	0.23

인산(P)은 잎에서는 0.09%, 줄기에서 0.07%와 0.11%가 많았으며, 칼륨(K) 함량도 잎에서는 1.84%와 1.22% 많았고, 줄기에서도 1.35%와 1.15%가 많았으며, 나트륨(Na)함량은 잎에서는 유사하나 줄기에서는 0.09%와 0.12%가 많았고, 마그네슘(Mg)함량은 잎에서 Vitazyme 3,000배액 처리구에서는 0.20%가 적었으나 CM808 1,000배액 처리구에는 0.02%가 오히려 많았다.

칼슘(Ca) 함량은 앞에서는 0.21%와 0.36%가 많았으나 줄기에서 모두 적은 것으로 분석되었다.

Vitazyme 3,000배액과 CM808 1,000배액을 생육초기와 개화조기에 엽면살포를 하여 정식 90일 후에 “Dejima” 품종이 수량에 미치는 영향은 Table 43에서 보는 바와 같이 총수량은 대비구 2,548 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 2,908 kg으로 14%가 증수되었으며, CM808 처리구는 2,920 kg으로 15%가 증수되어 통계적 차이가 있었다. 또한, 상품수량은 대비구 2,447 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 2,684 kg으로 10%, CM808 처리구는 2,716 kg으로 11%가 증수되어 처리간 유의성이 인정되었다. 그러나 상품율은 대비구 96.0%에 비하여 Vitazyme 처리구는 92.3%, CM808 처리구는 93.0%로 “Dejima” 품종에서 Vitazyme과 CM808 엽면살포를 하는 것이 경제적인 것으로 생각되었다.

Table 43. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on tuber yields and marketable ratio of Dejima at 90days after planting.

Treatment	Tuber yield(kg/10a)		Marketable ratio(%)
	Total	Marketable	
Vitazyme 3,000X	2,908	2,684	92.3
CM808 1,000X	2,920	2,716	93.0
Control	2,548	2,447	96.0
CV(%)	10.7	13.2	
LSD(5%)	108.0	128.1	

“Chubeak” 품종에서 총수량은 대비구 2,706 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 3,1308 kg으로 16%가 증수되었으며, CM808 처리구는 3,491 kg으로 29%가 증수되어 통계적 차이가 있었다. 또한, 상품수량은 대비구 2,501 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 2,943 kg으로 18%, CM808 처리구는 3,196 kg으로 28%가 증수되어 처리간 유의성이 인정되었다.

Table 44. Effect of Vitazyme and CM808 foliar spray treatment on tuber yields and marketable ratio of Chubeak at 90days after planting.

Treatment	Tuber yield(kg/10a)		Marketable ratio(%)
	Total	Marketable	
Vitazyme 3,000X	3,130	2,943	94.0
CM808 1,000X	3,491	3,196	91.5
Control	2,706	2,501	92.4
CV(%)	12.2	15.3	
LSD(5%)	115.3	175.7	

상품율은 대비구 92.4%, Vitazyme 처리구는 94.0%, CM808 처리구는 91.5%였다. “Chubeak” 품종에서는 Vitazyme보다 CM808을 엽면살포하는 것이 경제적인 것으로 생각된다(Table 44).



4. Dejima 품종의 변이체 검정

가. 감자 잎에서 total DNA 분리

제주지역에서 현재까지 재배되고 있는 Dejima 품종이 농가에서 재배시 씨감자를 생산 공급하는 기관 및 수입 종서를 재배하는 농가에서, 감자의 모양 및 외형적 생육 특성이 다르다(Fig. 1)는 여론이 있어, 식물체의 형태적 차이가 나타나서 이들 품종의 동일성 여부에 대한 의문이 제기되어 왔고, 또한 동일품종 보급상에 있어서도 혼란이 야기되어 문제점으로 되어 왔으나 아직 이에 대한 기본적 검토가 이루어지지 않았고 연구보고된 바도 없다. 따라서 국내 및 일본산을 도입 재배되고 있는 Dejima 품종을 수집 변이체를 검정하고자 수행하였다.

현지 재배되고 있는 감자포장에서 생장점 부근 가장 가까이 있는 신초에서 total DNA를 일차적으로 분리한 다음, 1.2% Agarose gel 상에서 전기영동을 Ethidium bromide로 염색한 후, UVtransilluminator 상에서 DNA band를 관찰한 결과, total DNA 가 Single band로 나타났다(Fig. 3).

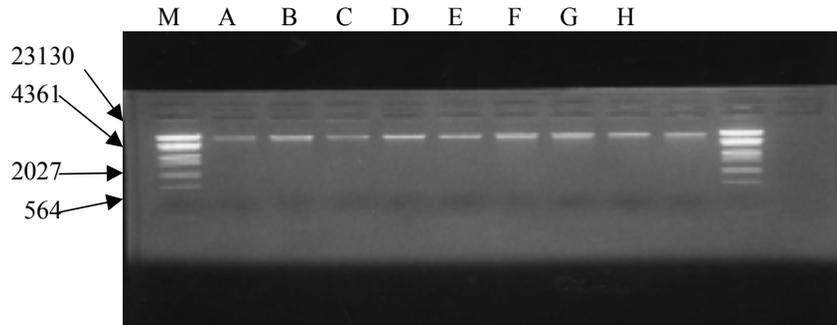


Fig. 3. Separation of potato's total DNA on 1,2% agarose gel.

M : DNA size marker (λ -*Hin*III). ABCDEFGH : Dejima production by the seed company and imported seed potatoes.

Total DNA 분리에서 초기 단계인 시료 마쇄 과정에서, 시간이 많이 걸리게 되면 추출 용액이 짙은 고동색 내지 갈색으로 산화하게 되며, 최종적으로 얻어지는 DNA의 양도 적어지고 순수도가 높은 DNA의 확보도 곤란하였다.

Sul and Korban(1996)이 사용했던 CTAB법을 변형한 방법을 이용하여 DNA를 추출할 때 짧은 시간 내에 DNA를 추출할 수 있고, DNA의 순도도 높아 시료의 수가 많을 때 적합한 방법일 것으로 생각되었다.

나. Random primer 예비검색

감자의 DNA 다형 분석을 하기 위해 미리 감자에 적합한 primer를 선발하고자 Operon사의 10-mer random primer 20종을 이용하여 제주도농업기술원 실험실에서 감자잎에서 추출된 total DNA를 대상으로 동일한 조건에서 일차 PCR을 하였던 바 그 결과는 Fig. 4와 같다.

동일 DNA와 같은 조건하에서 PCR을 하였음에도 불구하고 RAPD band 양상은 primer 종류에 따라 다양하게 나타났고, RAPD band 수나 선명도도 차이가 크게 나타났다. 밴드의 수는 반응이 안된 것으로부터 많은 것은 7개 내외까지 큰 차이를 나타냈다. 본 시험에 사용한 총 20개의 OPR primer중 OPR02, OPR03, OPR08, OPR09, OPR10이 가장 이용성이 높다고 판단되었다.

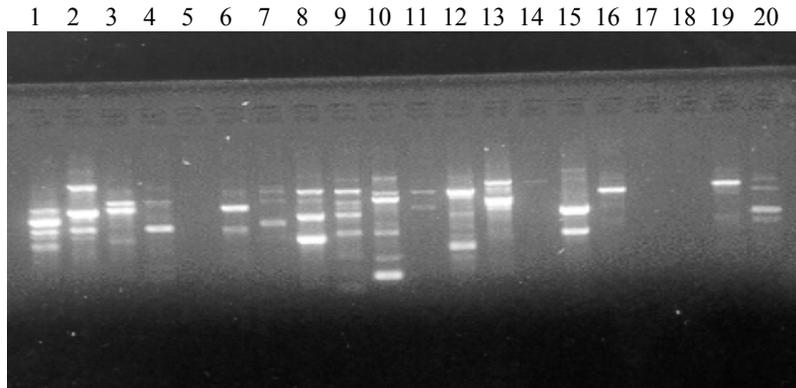


Fig. 4. RAPD band patterns of total DNA isolated from potato using 20 different OPR primers.

다. RAPD 마커에 의한 씨감자 생산 기관별 Dejima 품종 변이성 검정

박(1996) 등은 감자품종 및 계통 동정에 있어서 단백질이나 동위효소 분석에 의한 방법보다는 RAPD에 의한 방법이 더 효과적이었다고 하였다.

씨감자 7개의 생산 기관별 Dejima 품종에서 각각 분리 정제한 total DNA를 이용하여 선발된 primer종류 별로 각각 동일 조건하에서 PCR을 하여 얻어진 RAPD band 양상의 차이를 기관 별로 비교 분석하였다. 앞의 random primer의 선발 시험에서 이용성이 높은 것으로 알려진 OPR02 primer를 이용한 RAPD band 양상을 보면 Fig. 5와 같았다.

4개의 뚜렷한 band가 564~4361 bp 사이에 나타났고, 재현성이 없는 band는 무시하고 각 기관별로 보았을 때, 모두 같은 band 양상을 보였다. 이는 농가 재배에서 외형적으로 감자의 모양 및 잎 등의 차이가 있다는 농가들의 여론과는 다른 결과를 얻었다. 즉, 각 기관별로 생산되는 Dejima 감자는 변이가 발생되거나 품종적 차이가 없는 같은 Dejima 품종으로 기관별로 차이가 없었다.

앞의 random primer의 선발시험에서 선발된 OPR03을 이용한 RAPD band 양상을 보면 Fig. 6과 같다.

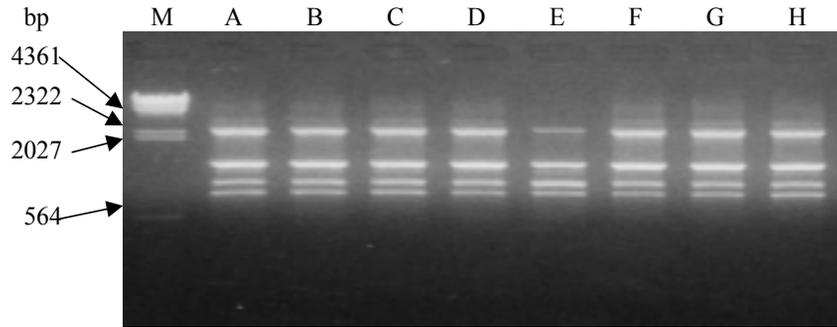


Fig. 5. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR02.

M : DNA size marker (λ -*Hin*III). ABCDEFGH : Dejima production by the seed company and imported seed potatoes.

그 결과는 OPR02에서 나타났던 band 다형성과는 다른 결과를 얻었다. 2개의 band만이 564~2027 bp 사이에 나타났고 E에서는 나타나지 않았다. 또한 primer 예비검색에서 band 수가 4개가 나타났지만 이 시험에서는 2개의 흐린 band만이 나타났다.

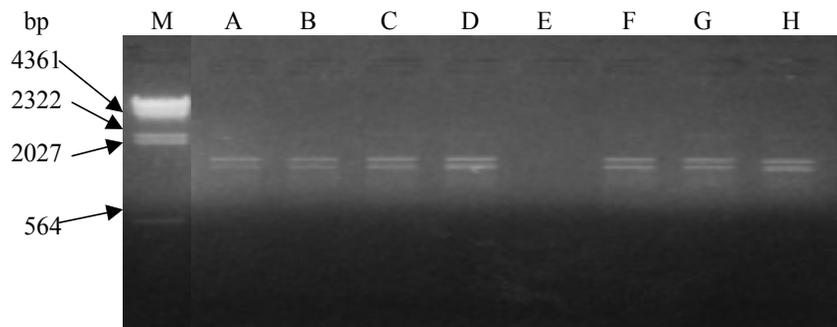


Fig. 6. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR03.

M : DNA size marker (λ -*Hin*III). ABCDEFGH : Dejima production by the seed company and imported seed potatoes.

이러한 원인은 template DNA농도, 반응 용액 구성성분의 농도, PCR조건 등이 이 시험 조건과 달랐던 데서 기인한 것으로 생각된다. band가 나타난 각 기관별 감자에서는 같은 RAPD band 양상을 보여 품종적 차이가 없었다. random primer인 OPR08을 이용한 결과를 보면 Fig. 7과 같다.

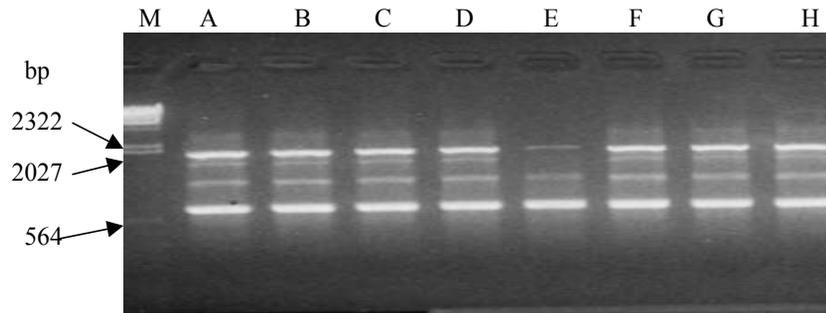


Fig. 7. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR08.

M : DNA size marker (λ -*Hin*III).

ABCDEFGH : Dejima production by the seed company and imported seed potatoes.

3개의 뚜렷한 band가 나타났고 각 기관별로 보았을 때, 모두 같은 band 양상을 보여 이 또한 기관별로 차이가 없어 같은 Dejima 품종임을 알 수 있었다.

random primer 인 OPR09, 10을 이용한 RAPD 결과를 보면 Fig. 8, 9과 같다. 이 결과는 다른 primer를 사용한 것과는 다른 RAPD band 양상을 보였다. OPR09를 이용한 RAPD band 양상을 보면 7개의 뚜렷한 band가 나타났고, 특히 E의 band양상은 다른 기관에서 만들어진 감자와는 다른 band 양상을 보였다. 즉 E에서 564 bp 아래에서도 minor band가 나머지 품종은 1개인 반면 E에서는 2개가 나타났다.

이 결과로만 보면 다른 품종이거나 변이에 의한 차이라고 볼 수 있으나, 앞의 시험 결과로 볼 때 이는 template DNA 농도나 PCR조건 때문에 나타나는 결과로도 볼 수 있다.

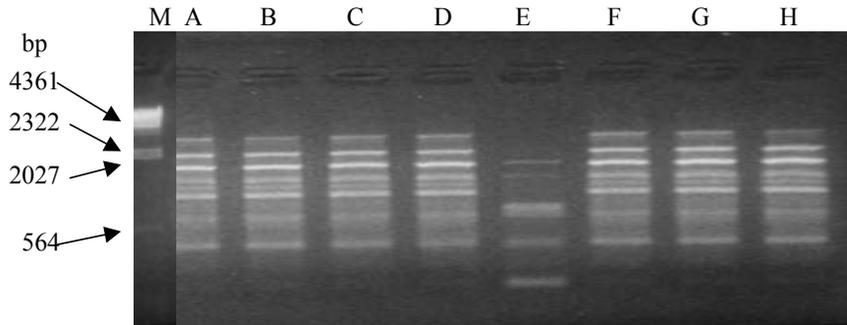


Fig. 8. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR09.

M : DNA size marker (λ -*Hin*III).

ABCDEFGH : Dejima production by the seed company and imported seed potatoes.

OPR10을 이용한 RAPD band 양상을 보면 5개의 뚜렷한 band가 나타났지만 2000년 도입 일본산에서는 3개의 band만이 나타났다. 이 또한 template 농도 및 PCR 조건 등에 의해 조금 다른 양상을 보였다고 생각되는데 이상의 결과를 종합해 보면 씨감자를 공급하는 기관별 Dejima 감자에 대한 5개의 random primers를 이용하여 얻은 다형성 band는 총 21개 였다. OPR02, OPR08, OPR09, OPR10 primer가 감자품종 구분에 가장 좋은 분자 표지로 나타났다. 이 실험에서 씨감자를 생산하는 각 기관별 Dejima 품종에 대한 RAPD band를 분석한 결과 같은 품종으로 생각되고, OPR09에서 다른 band 양상이 나타났는데 이는 PCR 과정에서의 실험적 오차에 의한 것으로 판단된다. 감자를 직접 재배하는 농가에서 씨감자 생산 기관별로 같은 품종이라도 감자의 모양이 타원과 원형으로 다르고, 감자의 생육 단계별 그 특성이 다르다는 여론은 감자의 품종이 다르거나 변이에 의한 것이 아니라, 재배과정중 기상, 강수량, 토양 등 환경적 영향에 의해 생기는 결과라 생각된다. 이러한 것을 확실히 분석하기 위해서는 각 기관별 Dejima 감자의 형태적 특성, 생육 특성, 수량성 및 분자마커에 의한 품종변이 분석 등의 연구가 계속 되어야 할 것으로 판단된다.

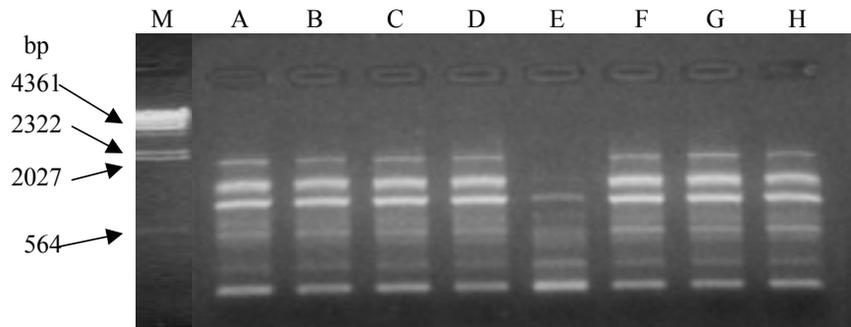


Fig. 9. RAPD profiles of 7 different potatoes by seed potato production company using random primer OPR10.

M : DNA size marker (λ -*Hin*III).

ABCDEFGH : Dejima production by the seed company and imported seed potatoes.

V. 고 찰

1. 식물생장조절물질에 의한 휴면타파 효과

Dejima 품종은 일본에서 1962년 「북해 31호」와 「운젠」을 인공 교배하여 1970년 육성한 품종으로 우리나라는 1975년 일본에서 도입하여 1976~1978년 생산력 검정시험을 거쳐 1979년 장려품종으로 결정되고, 1983년 Dejima (大地)로 명명하였으며, 휴면기간이 타품종에 비하여 짧아 봄, 가을 2기작 재배가 가능한 식용전용 품종으로서 생육기간은 100일 내외인 중·만생종으로 지상부형태는 직립개장형이고, 눈이 얇고 전분함량이 높은 양질 다수성 품종이다(김 등, 2000). 또한 바이러스와 역병에 강한 편이며, 최아재배에 의한 생육촉진 효과가 매우 크고 제주지역의 주 재배품종이므로 시험에 공시하였다.

제주지역은 온난한 해양성기후 특성상 1년 2기작이 가능하여 재배면적이 매년 증가하고 있으며, 특히 재배면적은 전국대비 21.5% 이상을 차지하고 있다. 그러나 제주도에서는 “Dejima” 단일품종에 의한 연작으로 각종 병해충의 만연, 토양환경의 악화뿐만 아니라 파종시기 변화폭이 적어 자연 재해에 대한 위험 부담이 크며 또한 생식위주의 소비형태로 인한 풍·흉작(豊凶作)에 따라 가격변동이 심한 실정이다(김 등, 1998).

더욱이 제주지역은 전국단경기(12~5월)에 신선한 감자를 생산할 수 있는 유리한 입지적 조건(Fig. 2)을 갖추고 있다. 그러나 가을 재배는 출하시기가 전국 단경기인 12월에서 3월까지 노지월동재배 작형으로 신선 감자를 생산하지만 3월 이후에 수확 할 때에는 괴경이 발아하여 수확시 상품가치를 저하시킨다. 이를 개선코자 겨울재배작형(12~1월 정식, 4~5월 수확)을 개발하였으나, 가을재배 종서는 당해년도 봄 재배에서 수확한 감자를 이용할 수 있지만 12~1월에 정식하는 겨울재배용 종서는 대관령에서 9월에 수확한 종서를 이용하여 왔다.

따라서, 제주 농가의 자금부담을 해소하고, 제주산 종서로 자급하기 위해서 가을재배에서 수확한 감자를 휴면타파하여 종서 이용 가능여부를 검토하고, 정식시기, 재식거리, 고품질 다수확 재배법 등 일련의 실험들에 대한 고찰을 하고자 한다.

가. GA₃ 처리에 의한 휴면타파(休眠打破)

제주지역 겨울재배용 종서 확보를 위하여 가을재배에서 수확한 감자를 이용하여 GA₃를 처리함으로써 겨울재배시 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토코자 하였다.

공시재료는 대관령에서 9월 10일에 수확한 종서와 제주에서 가을재배로 수확한 감자를 겨울재배용 종서로 이용코자, 8월 하순 파종하여 11월 중순에 수확한 종서와 30일후인 12월 중순에 수확한 종서를 이용 GA₃를 0, 2, 4, 6, 8 mg.L⁻¹를 각각 30분간 침지처리한 후, 12월 중순부터 익년 1월 하순 정식 시까지 욕광처리(浴光處理)를 하기 위하여 하우스내에서 관리하였다.

정식은 1월 하순 포장에 하였으며, 생육조사는 개화초기에 실시하였다. 정식시 종서상태를 보면 대관령 9월 수확한 종서는 휴면타파가 완료되어 멍아 길이가 2.7 cm, 종서 절편당 멍아수 4.8개로 멍아가 건설하였으나, 제주 11월산 무처리 종서는 멍아길이도 0.4 cm로 짧고 경수도 2.1개로 적었으며, 12월산 무처리구는 멍아가 발생하지 않았다. 정식후 지상부 출아일수도 대관령 9월산(33일)에 비해 63일로 길었고 출현율도 떨어졌다.

또한 제주 12월산 무처리 종서는 멍아가 되지않거나 출아일수와 출아율도 11월산보다 떨어지는 경향을 보였다. 이는 제주산 종서는 그때까지 완전 휴면타파가 이루어지지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

제주 11월산 종서에 GA₃ 2~4 mg.L⁻¹ 처리구는 멍아 길이가 0.7~2.0 cm, 멍아수는 2.1~2.2개 정도로 비슷하였으며, GA₃ 6~8 mg.L⁻¹ 처리구는 멍아 길이가 2.0~2.2 cm, 멍아수도 3.0~3.1개 정도로 같은 경향을 보였다(Table 6). 12월산 종서에 GA₃ 2~4 mg.L⁻¹ 처리구와 GA₃ 6~8 mg.L⁻¹ 처리구도 11월산 종서 처리구와 같은 경향을 보였으나, 멍아상태는 GA₃ 처리 농도가 높을수록 멍아가 세장하여 연약한 경향을 보였다. 이는 감자에 GA₃을 처리했을 당시의 온도가 낮고 일장조건이 충분치 못하는데, GA₃ 작용에 의하여 체내세포 분열의 촉진으로 1차 성장만 활발히 이루어진 때문이라 생각된다(Brian 등, 1955; 塚本 등, 1957). 또한 손 과 박(1979)은 GA₃ 야생인삼종자 발아촉진 효과에 대한 생리학적 역할은 저장 양분이 가수분해촉진(加水分解促進), 가수분해된 물질의 신진대사촉진 즉 아미노산 및 단백질 합성을 조장한다고 하였다.

출아일수는 대관령 9월산 종서에(33일) 비하여 제주산 무처리구는(63~65일) 30여일 정도 늦었고, GA₃ 처리한 것은 무처리구보다 10~26여일정도 빨랐다.

이와 같은 사실은 가을감자에 GA₃를 처리하면 감자괴경의 휴면이 일찍 타파되어 발아를 촉진시켰기 때문이라 생각되었다(한 등, 1976).

한편 생리진화가 미흡한 종서에 GA, 인돌초산 등 성장조정제와 동기고온 저장(冬期高温貯藏 : 11~12°C)을 하므로써 맹아촉진과 괴경형성 등에 크게 효과적이라는 연구보고나(성 등, 1976), 특히 GA 처리는 종서내의 불활성 IAA를 활성화 하므로써 맹아를 촉진하게 되며 종서의 맹아시 아(芽)부근에 GA₃ 함량이 높아진다고 하였다(Devlin, 1975).

감자 휴면타파에 대하여는 Hartmans와 Vanes(1979)는 GA10⁻⁵M 농도에서 맹아의 신장이 가장 양호하였고, 그 이상이 농도에서는 맹아의 길이가 증가되나 총 맹아의 무게가 감소하였다고 하였으며, Timm 등 (1960)은 고농도 GA₃는 맹아 세장(細長)을 초래한다고 보고하였다.

한편 조(1963, 1968)는 남작의 휴면타파에 GA₃ 2 mg.L⁻¹이 적당하다고 하였는데, 이 시험에서는 GA₃ 6 mg.L⁻¹에서 더 촉진되어 GA₃ 처리 농도에서 품종, 생산지 등에 따라 다소 차이를 보이고 있다. Stowe와 Yamaki(1957)은 감자에 GA 처리가 휴면타파에 효과적이며 Ethylene chlorohydrin 보다도 우수하다고 보고하였고, 특히 塚本(1960)과 河野(1960) 등은 감자 절단종서의 처리농도와 처리시간에 관해서 실험자에 따라서 0.05~50 mg.L⁻¹, 1~60分이란 큰 차이를 보였다고 보고한 것과 같이 출현율에서는 대비구 대관령 9월산 종서에서 97%로 가장 높았으며, 제주 12월산 GA₃ 무처리구가 92%로 가장 낮았고 그 외 타 처리구에서는 비슷한 경향을 보였다.

지상부 생육 상황은 초장이 대비구(대관령 9월산 종서)가 60.1 cm에 비하여 제주 11월산 종서 무처리구가 6 cm정도 짧았으나, GA₃ 처리구에서는 처리 농도가 높을수록 대비구보다 1~4 cm정도 길었고 경수는 차이가 없었다(Table 6).

제주 12월산 종서에서도 무처리구는 대비구보다 초장이 짧았으나 경수는 비슷하였고, GA₃ 처리구에서 초장 및 경수는 대비구와 비슷하였으나 초장은 GA₃ 처리 농도가 높을수록 길어지는 경향을 보였다. 그러나 대비구에 비하여 GA₃ 처리 농도가 높을수록 초세가 연약하여 초기 생육시에 저온에

약한 경향을 보였다. 또한 대비구는 초기 생육이 왕성한 반면 GA₃ 처리구는 후기 생육이 왕성한 경향을 보였다.

GA₃ 처리 농도별 수량성(Table 7)은 조기수량(90일)에서 4월 하순 상서중이 대비구 2,180 kg/10 a(100%)에 비해, 제주 11월산 무처리구는 59%로 낮았고, GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 83~87%로 높았으며, 5월 10일(100일) 수량도 대비구에 비하여 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구가 91~94%로 높았다. 무처리구와 GA₃ 8 mg.L⁻¹ 처리구는 낮게 나타났으며, 제주 12월산 중서에서도 같은 경향을 보였다.

이는 대비구가 대관령 9월산 중서로서 1월 하순 정식시에 이미 휴면이 완전 타파되어, 출아기도 빠르고 생육기간이 길어 수확시에는 지상부가 황숙기에 들었다. 제주산 무처리구와 GA₃ 처리구는 휴면타파가 늦어 초기 생육이 부진하였으나, 생육 후기로 갈수록 처리한 GA₃의 생리적 반응이 계속 나타나 세포분열과 신장이 계속되어 후기 생육이 왕성한 것으로 생각된다(Stowe 와 Yamaki, 1957).

제주 12월산 가을감자를 겨울감자 중서로 사용하기 위하여, GA₃ 농도와 처리시간을 달리하여 시험을 실시하였는데, 처리는 대관령 9월산 Dejima 품종을 대비구로 하고 제주 11월산 무처리와 제주 12월산 중서 무처리구 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리한 구와 GA₃ 4, 6, 8, 10 mg.L⁻¹을 5분 침지처리한 구를 위 시험과 동일한 장소에서 동시에 수행하였다. 정식시 생육상태는 멍아 길이와 경수는 위 시험과 같은 경향을 보였으나, GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 침지 처리구가 대비구를 제외한 다른 처리구에 비해, 멍아길이도 길고 경수도 많은 경향이었으며, 출현일수도 34일로 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 5분 처리구보다는 3일정도 빨랐고 GA₃ 8 mg.L⁻¹ 처리구보다 2일정도 빠른 경향을 나타냈다(Table 8).

초장은 대비구(2개년 평균) 53.1cm에 비하여 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 5분 처리구가 63.1 cm로 GA₃ 처리 농도가 높을수록 대비구보다 10 cm이상 길었고, 경수는 대비구 2.9개에 비해서 GA₃ 처리구가 0.8개정도 적은 경향이였다(Table 9).

수량은 대비구(대관령 9월산 중서) 100%에 비해 조기 수량인 4월 하순 상품수량은 제주 11월산 중서와 제주 12월산 중서 GA₃ 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구가 88~89%로 대비구에 가장 근접하였다. 5월 중순 상품수량성은 제주 11월산 중서 무처리구와 제주 12월산 중서 4 mg.L⁻¹ 30분 처리구가 대비구에 비해 97~99%로 같은 수량을 보였다(Table 10).

또한 제주 가을재배산 무처리구는 대관령 9월산 보다는 수량이 감소되었으나 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구는 무처리보다 현저히 증가하는 경향을 보였다.

그러나 제주 가을재배산에 GA₃ 처리한 것은 생육 신장은 촉진되지만 식물체가 세장(細長)하여 생육초기에는 도장성을 보였으며, 생육후기로 갈수록 GA₃ 농도차에 의한 영향이 어느정도 완화되었으나 초기에 GA₃의 영양 때문에 수확시까지 세장하여 연약한 상태가 되어 제주산 무처리 보다는 다소 증수한 편이나 대비구(대관령 9월산)보다는 감소하는 경향을 나타내었다.

더욱이 제주산에 GA₃ 8~1.0 mg.L⁻¹를 처리한 것은 지상부 생육이 어느정도 촉진되는 경향이나 도장성이 심해 식물체가 연약하여 저온신장성과 내병성이 약하여 수량을 감소시키는 원인이 된 것으로 생각된다.

이상과 같은 결과를 종합하면, 제주 가을감자 종서에 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹을 처리하면 겨울감자 재배용 종서로 이용이 가능할 것으로 생각이 되나 감자의 휴면타파를 위한 GA₃ 처리는 뚜렷한 효과는 있으나, 멍아 생장이 연약하고 정식후 생육이 부진하여 병해충에 대한 저항성은 물론 저온 신장성이 약하여 수량이 다소 떨어지는 문제점이 나타났다. 그러나 제주감자 가을 재배산을 겨울재배용 종서로 이용할 경우 감자 휴면타파를 위한 GA₃ 처리는 4~6 mg.L⁻¹ 처리가 수량이 높고 침지시간은 30분 처리하는 것이 바람직하다 한 것으로 판단된다.

나. TNZ-303(Brassinosteroid) 처리효과

공시된 품종은 제주도농업기술원 포장에서 생산되어 휴면이 완전 타파된 Dejima 품종(기본종)중에서 35±5g인 종서를 선별하여 실시하였다. 감자종서를 TNZ-303에 5초간 침지 처리한 후 멍아상태는 대비구 정식 25일후에 10%인데 비하여 TNZ-303을 300배액 처리한 구는, 멍아율이 70.5%로 대비구에 비해 60.5% 정도 높게 나타났으며, 45일후에는 TNZ-303을 300배액 처리한 구가 100% 멍아율을 나타냈으나, 대비구는 85.8%로 멍아율이 떨어져 TNZ-303을 300배액 처리효과가 뚜렷하게 나타났다(Table 11).

이 결과는 Korshunov(1996)가 보고한 정식 22일후 대비구 12.5%에 비하여 300배액 침지 처리구에서 24.5%의 출현율보다도 높았으나, 3,000배액 처리구의 22.3%의 출현율을 나타낸 것은 이를 잘 뒷받침 해주고 있다.

또한 TNZ-303 침지 처리구의 70일후 생육은 초장이 대비구의 60.7 cm에 비해 7 cm정도 길었으며, 경수는 다소 적은 경향이었으나 경경은 대비구가 9.8 mm, TNZ-303 처리구는 12.2 mm로 굵은 경향이였다(Table 12).

이 결과는 Korshunov(1996)가 TNZ-303 희석 농도별 파종전 씨감자 침지 처리시 개화기의 초장은 대비구 46.8 cm에 비하여 3,000배액 처리구는 8.5 cm, 300배액 처리구에서는 9.9 cm 더 길었다고 보고한 것과 비교하면 300배액 처리구는 유사한 결과였으나 3,000배액 처리구는 상반된 결과를 보였고, 또한 분지수도 같은 결과를 보였다. 芥末生化學(1998)의 사내기술자료(社內技術資料)에 의하면 벼종자를 소독한 후에 TNZ-303(3,000배액)을 24시간 침지처리하여 파종한 결과 초장이 6.3%가 길고, 경수는 38.4%가 많았다고 보고한 내용과도 상반된 결과를 보여 같은 농도라도 식물에 따라 다르다는 것을 나타내고 있다.

TNZ-303(Brassinosteroid) 300배액 용액에 씨감자를 5초간 침지 정식후 수확기에 식물체를 분석한 결과는 총질소(T-N) 함량은 잎에서 대비구 4.30%에 비하여 4.19%로 0.11%가 적었으나 줄기에서는 0.26%가 많았고, 인산(P)은 잎과 줄기에서 0.09%와 0.12%가 많았으며 칼륨(K) 함량도 1.22%와 0.58% 많고, 칼슘(Ca) 함량은 잎에서는 0.33% 많았으나 줄기에서는 1.47%가 적은 것으로 분석되었다(Table 13).

TNZ-303 300배액 침지 처리구의 90일후 수량은 대비구의 총수량이 1,268 kg/10 a, 상품수량 713 kg/10 a에 비해 TNZ-303 침지 처리구는 총수량에서 31%, 상품수량에서 67%로 증수 효과가 나타났다(Table 14).

300배액 처리구의 수량은 감자에서 Korshunov(1996)가 보고한 15.6%, Poland(1996) 시험연구보고의 13%, 봄 밀재배시 Artyushin(1996)의 12%, Krzysztof(1996)의 18%가 증수되었다고 보고한 것보다 높은 수준이었으나, 3,000배액 처리구에서는 Korshunov(1996)가 감자에서 3,000배액 처리시 16.9%, 芥末生化學(1998)의 사내기술자료에서 벼종자에 3,000배액 처리시 한국에서 6%, 중국에서 9%가 증수되었다는 보고와는 상반된 결과였다. 3,000배액 처리구가 모든 면에서 떨어진 이유는 종서 침지 시간이 길었기 때문으로 생각되었다.

2. 감자 겨울재배법 확립

가. 정식시기 시험

모든 작물은 정식시기의 조만이 작물의 생육 및 수량에 커다란 영향을 미친다. 각 작물마다 그에 필요한 생육기간이 있으므로 이를 위해서는 정식기를 정확히 판정하는 것이 중요하다(Headford, 1962). 특히 정식시 식물체의 크기 소질 및 재배방법, 더욱이 식물체의 상태, 토양, 기후조건을 고려해야 한다고 하였다(이와정 1987).

이 시험에서 겨울감자 재배기간동안의 기상을 보면, 시험포장에 정식한 종서가 출아할 시기인 1~2월의 온도는 감자 발아개시 최저 온도 4~6℃에 비해, 2월 중순이 대기평균온도가 5.3℃이었고, 터널내 기온이 8.8℃로 감자출아에는 지장을 초래하지 않았다(Fig. 2).

정식전 대관령 9월산 종서를 30일간 옥광최아(浴光催芽)를 실시하였는데, 옥광최아(浴光催芽)는 햇빛으로 맹아의 생육을 조절하여, 씨감자의 생리적 서령(生理的 薯齡)을 적당하게 유지시켜 줄 수 있는 유용한 방법중에 하나이다. Headford(1962)에 의하면 옥광최아는 종서의 활력이 약할 때, 생육한계기간이 짧을 때, 균일한 출현이 요구될 때, 종서의 절편 부패 및 흑지병 침입의 위험이 있을 때 실시하면 효과적일수 있다고 하였다.

鳥와 伊藤(1955)도 옥광최아 처리는 무처리에 비하여 출현이 빠르고 수량도 증수된다고 보고한 바 있다.

또한 박 등(1998)은 옥광최아 기간에 따른 수확후 괴경(塊莖)크기의 분포를 조사한 결과, Dejima는 파종후 90일의 조기수확과 파종후 110일의 만기수확 모두 옥광최아 처리기간이 길수록 크기가 큰 괴경의 분포비율이 높은 경향이었다고 한 바와 같이 정식직전 맹아길이, 맹아수, 맹아율이 늦게 정식하는 구에서가 양호하였는데, 이는 감자의 휴면기간이 60일 이상으로 조기에 정식하는 구에서는 휴면후 맹아 생육기간이 짧았는데(김 등, 1996) 비하여 늦게 정식하는 구는 충분한 휴면기간 경과로 맹아 생육기간이 길었던 것에 기인한다고 생각되었다(Tabel 15).

감자 겨울재배에서 정식시기가 빠를수록 지상부 출아 일수가 늦은 경향이었는데, 이는 조기 정식시 12월과 1월이 저온 경과와 정식시 맹아 길이에 의한 영향으로 정식후 지상부 출아가 늦어졌다고 생각되었다(Tabel 16).

지상부 생육특성에서 정식기가 빠를수록 초장은 짧아지고 경수도 적어지는 경향이었는데, 이는 11월 17일 조기 정식구는 출아가 1월 17일이며, 12월 19일 정식구는 2월 12일, 1월 22일 정식구는 2월 24일로 조기에 정식할수록 지상부 출아한 싹이 저온피해 횟수가 3~4회로, 11월 17일 정식구는 4회이상, 12월 19일 정식구는 3회이상, 1월 22일 정식구는 2회이상 피해를 입었고, 생육초기보다 후기에 피해를 입은 식물체들이 재생능력이 저하로 생육이 부진한 원인이었다고 생각되었다.

박 과 이(1990)는 Allium 속을 비롯한 구근 작물은 주로 파종기와 정식기가 빠를수록 출아시와 그후 생육이 촉진된다는 보고와 상반된 결과를 보였던 것은 겨울재배에 의한 저온 영향으로 생각되었다.

출현율은 90%이상으로 정식기가 늦을수록 증가하는 경향을 보였다. 이는 한(1976)이 추작 파종기 시험에서 정식기가 늦을수록 출현율이 높았다는 보고와 일치한다.

겨울감자 재배기간동안 역병 등 주요 병해충 발생은 거의 없었으나, 지상부 경엽에 Virus이병 정도는 신엽에 경미한 병징 정도로 정식기간에 따른 차이도 없었다. 이들 병해는 감자재배에 치명적인 장애를 초래하는 것이지만, 특히 역병은 고온다습한 상태에서 발생하는 것이므로 겨울철 재배에서는 큰 영향을 미치지 못하였다(Tabel 17).

정식시기에 따른 수량성은 Table 18에서 4월 30일 10 a당 조기 수확한 상품수량은 12월 19일 정식구가 1,120 kg ~ 1,395 kg이며, 1월 하순 정식구 1,095 kg ~ 1,370 kg, 11월 중순 정식구에서는 104 kg ~ 320 kg으로 12월 중순 정식구가 가장 많았다.

정식후 100일 후인 5월 10일에 10 a당 상품수량은 11월 중순 정식구가 854 kg ~ 1,639 kg이며, 12월 중순 정식구는 1,508 kg ~ 2,360 kg, 1월 하순 정식구에서는 2,021 kg~3,005 kg으로 정식기가 늦을수록 증수되는 경향이였다.

이는 생육기간동안 생육후기에 저온 피해를 받은 조기 정식한 구에서는 지상부 생육이 지연으로 충분한 엽면적 확보가 어렵고 괴경비대 기간이 짧았던 것이 원인이 되었다고 생각되었다.

표(1977)는 감자 괴경의 복지경 선단이 비대 발육하는 것으로서 비대기작은 대체로 일장과 온도 또는 양자의 상호작용에 의하여 억제된다고 보고하였다.

감자 괴경 비대에 미치는 광(光)의 양적효과는 광의 강도에 지배되며 광도(光度)가 낮으면 비대가 억제되거나 심하면 중단된다. 특히 Struik 등(1989)은 감자의 수량 성립 요인에 영향을 미치는 시기는 괴경의 비대 개시기와 비대 기간으로 볼 수 있는데, 이 범위내에서 비대 개시기가 빨라지고 비대기간이 길면 다수가 된다고 하였고, 괴경이 잘 형성되려면 단일 유도된 줄기이어야 한다고 하였다. 따라서 제주지역은 겨울철 환경조건이 온난하여 우리나라 중부지방인 경우 년 평균기온이 경기도 수원시(11.1℃)에 비해, 제주도는 15.3℃로 4℃정도가 높고 1월 최저평균기온도 수원시(-8.2℃)에 비해, 제주가 3.1℃로 10℃이상 높아 겨울철 감자재배는 타지역에 비하여, 적합한 지역이다(한국기후표 2001). 따라서 전국 감자 단경기인 4월 하순 출하를 위한 조기 재배는 12월 중·하순, 5월 상순이후 수확할 경우에는 1월 중·하순에 정식하는 것이 바람직하다고 생각된다.

나. 정식시 재식밀도에 따른 생육특성 분석

감자 겨울재배법 확립을 위한 재식밀도에 따른 지상부 생육특성인 초장은 2개년 평균 63.2±1 cm 내외로 유의차는 인정되지 않았으나, 밀식일수록 다소 초장이 긴 경향을 보였다. 경수도 많은 경향을 나타내었으며, 연차간 일정한 경향이 없었는데, 이는 김 등(1992)이 조생종은 재식주수가 증가함에 따라 초장이 길고 엽면적 지수가 높는데 비하여, 만생종인 경우는 소식구보다 밀식구에서 오히려 엽면적 지수가 감소되는 경향을 보였다는 보고와 같이 공시품종인 Dejima 품종이 중·만생종으로 재식 거리간 차이가 크지 않았고, 연차간 생육환경에 의한 차이로 생각되며, 일반적으로 휴폭이 75 cm이하의 경우 재식거리에 상관없이 품종간에 경수 차이를 인정할 수 없다는 김 등(1995)이 보고와 일치하는 경향이다(Table 19).

총수량 및 상품수량은 Table 20에서와 같이 수확기에 관계없이 소식구(60 cm×30 cm)에 비해 다소 밀식구(60 cm×20 cm)가 수량이 많은 경향을 보였는데, 이는 김 등(1979)이 보고한 추작감자 재식밀도 및 시비량 시험에서 추작감자 Dejima 품종의 추작재배시 적정 재식거리는 10 a당 6,600주~8,330주구가 증수되었다는 보고와 유사하였다.

김 등(1992)은 감자 생육과 수량은 재배지역, 재배시기, 시비 및 재식밀도 등의 많은 재배방법에 따라서 커다란 영향을 받는 것으로 보고되고 있다.

또한 Rex 등(1983)과 Bleasdale & Thompson(1969)은 감자 재식거리 시험에서 주간 22 cm, 30 cm, 38 cm, 46 cm의 4처리에 대한 3개년 비중치를 보면 22 cm인 밀식구가 1,091 kg으로 가장 비중이 높아 이 시험의 결과를 뒷받침해 주고 있다.

그러므로 일반적으로 밀식하면 통풍 및 통광이 저해되어 경엽이 연약해지고 뿌리의 발달도 불량해지지만, 겨울감자 재배시에는 봄감자 재배시보다 생육이 저조하여 다소 밀식인 60 cm×20 cm로 재배하는 것이 증수 효과가 있을 것으로 생각된다(Tabel 21).

더욱이 감자 겨울재배에 밀식구인 50 cm×20 cm에서 종서 소요량이 240 kg/10 a이 소요되며, 60 cm×20 cm구에서 200 kg, 60 cm×25 cm구에서 160 kg으로 60 cm×20 cm보다 밀식인 경우 종서 소요량이 많아 농가 경영에 부담이 증가되어, 겨울감자 재배시 농가소득 향상을 위해서는 60 cm×20 cm로 재식하여 재배하는 것이 바람직하다고 생각된다.

다. 시비량 수준에 관한 시험

제주도의 감자 재배가 1950년대부터 시작되어 왔으나 이 시험이 이루어지기 전까지는 내륙의 가을재배 시비량을 기준으로 적용하여 왔으며, 제주지역의 토성에 알맞은 작형별 적정시비량 설정에 관한 시험이 없었다.

특히 주요작형인 가을·겨울재배시 요구되는 적정시비량이 검토된 바 없어 이 시험에서는 겨울감자 재배시 적정시비량 설정을 하므로써 겨울감자 다수확재배법을 확립코자 수행하였다.

Wehrmann 등(1988)과 손 등(1995)은 집약적 현대농업의 주 목표는 질소 비료를 최적 시비하고 토양질소를 효과적으로 활용하는데 있다. 즉 최대의 수량을 확보하는 동시에 가능한 최소의 질소비료를 시용하므로써 병충해 발생을 극소화하고 고품질의 농산물을 생산함과 동시에 질산염 용탈과 탈질을 최소화하는 것이다 것일 뿐만 아니라 환경오염을 최소화하면서 작물의 수량을 최대로 확보할 수 있는 질소 최적시비가 중요하다고 하였다.

특히 Berger 등(1961)은 가공원료로 이용되는 감자는 품질이 매우 중요한데 품질요인으로 괴경의 전분함량 즉 건물율, 당함량 등 성분적 요인과 크기, 모양 등 형태적 요인이 있는데 그중에서도 가장 중요시되는 괴경건물율(비중)과 환원당함량은 품종의 유전적 특성외에 재배환경요인중에서 시비요인에 의하여 크게 좌우된다고 보고하였다.

이 시험은 비화산회토 토양(동귀통)에서 수행하였고 품종은 대관령 9월산 Dejima 품종으로 12월 중순에 옥광최아시켜 1월 하순에 정식후 110일인 5월 상순에 수량조사를 실시한 결과, 시험전 토양은 유기물 함량은 낮으나 pH 및 C.E.C함량은 적정수준이었다. 시험후 토양은 퇴비시용으로 유기물 함량이 조금 높아졌고 3요소 처리로 유효인산 및 치환성칼슘 함량이 증가하는 경향이였다.

질소수준별 토양화학성분의 변화는 질소수준별 처리간 차이가 없었으며, 유효인산함량이 질소시비가 많을수록 증가하는 경향을 보였다(Table 22).

수확기 식물체 분석에서도 총질소 함량은 질소비료를 사용하지 않았을 때에 비해 비료 시용량이 많을수록 증가하는 경향을 보였다(Table 23).

또한 질소시용 수준별 생육차이는 출아일과 경수는 차이가 없었으나, 초장은 무시용구에 비해 질소 시용량이 많을수록 길어지는 경향을 보였다(Table 24).

이러한 결과는 조와 조(1992)가 질소시용의 다소에 따라서 작물은 형태적, 생리적으로 매우 달라진다는 결과와 일치한다. 즉 질소비료의 시용량을 증가 시킴으로써 지상부는 크게 증대되지만, 뿌리의 발달은 그에 따르지 못하므로 상대적으로 지하부의 발달이 불량해진다고 보고한 바와 일치한다.

또한 김 등(2000)도 질소시용이 지나치면 과잉현상이 일어나 멍아가 늦어지고 초기 생육이 부진하고 줄기가 연약하여 도복의 조장과 성숙지연의 원인이 된다고 하였다.

질소시용 수준별 수량은 총수량과 상서수량이 14 kg/10 a를 시용할 경우가 가장 수량성이 높은 것으로 나타났다(Table 25).

강 등(1996)은 질소수준이 높을수록 괴경형성은 지연되었으며, 괴경내 건물과 환원당 함량 감소, 질소·나트륨 함량은 높았다고 하였으나 비중의 차이는 없다고 하였다. 강과 김(1995)은 감자 양액재배시 초장의 생장은 질소수준이 높았을 때 증가하였으나 질소수준이 높을수록 괴경형성은 지연되었다고 하였다. 김 등(1992)은 질소시비량을 10 a당 15 kg 시용한구나 25 kg를 시용한구 공히 규격서 수량의 차이는 없었다고 하였으며, 또한 김 등(1993)은

질소의 증시는 괴경 건물율을 감소시켰고 조생종 품종보다 중·만생종인 Dejima 품종의 수량을 유의하게 감소시켰다는 보고와 같은 경향을 보였다.

인산시용 수준별 토양화학 성분변화는 인산시용 수준에 따른 처리간 차이는 나타나지 않았으며, 유효인산함량이 인산시비가 많을수록 증가하는 경향을 보였다(Table 26). 수확기 식물체 분석결과도 인산함량은 인산비료 시용량이 많을수록 증가하는 경향이였다(Table 27).

또한 인산시용 수준별 지상부 생육차이는 출아일과 괴경수는 공히 같은 경향으로 변화가 없었으며, 초장에는 무시용구에 비해 시용량이 많을수록 길어지는 경향을 보였으나 큰 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 28). 인산시용수준별 수량성은 인산수준별 시용량과 수량성의 관계는 큰 영향을 미치지 못하였으며, 인산비료를 많이 시용할수록 조금씩 다소 증가하는 경향이였다(Table 29). 그러나 상품수량은 7~14 kg/10 a를 시용할 경우 가장 높은 수량을 나타냈다.

이는 藤沼와 田中(1972)이 인산다량구와 인산소량구를 만들어 벼알에 대한 인산의 각 형태를 조사한 바 인산은 인산다량구와 인산소량구의 차이는 크지 않았다는 보고와 유사하다.

김 등(2000)은 인산이 초기 생육을 왕성하게 하고 괴경의 착생을 빠르게 하는데 유효하며, 인산사용이 많고 칼륨사용이 적으면 초기생육은 좋아지지만 경엽이 이상 비대하게 되고, 칼륨결핍 증상을 보일 경우도 있다고 하였다.

또한 인산의 시용효과는 저온하에서 인산의 다비효과(多肥效果)가 없다는 보고와 일치한다(Knoll 등, 1964).

Knoll 등(1964)은 저온하에서 인산 흡수가 감소되는 원인으로, 근본적으로 뿌리의 생장량 감소 때문이라고 하였고, Power 등(1964)은 15℃의 저온하에서는 인산의 유효도가 크게 감소하기 때문이라고 하였으며, 따라서 저온하에서는 인산을 증시해도 그 효과가 크게 나타나기 어렵다고 하였다.

또한 채 등(1979)은 질소 및 인산시용이 수도(水稻)의 근호흡 및 생육에 미치는 연구에서, 질소사용량 증가에 따라 근호흡 및 지상부중은 증가되나 근중은 감소되었다고 보고하였고, 인산의 시용은 인산과 같은 량의 질소병행하에서만 근호흡을 증가시켰으며, 근중 및 지상부중은 인산 적량시비시에 증가되었다고 하였다.

칼륨시비수준별 토양화학 성분변화 분석 결과는 칼륨시비수준에 따른 처리간 변화는 나타나지 않았고, 칼륨만이 증시에 따라 증가하는 경향이였다(Table 30).

식물체 분석에 있어서 칼륨 시비수준별 차이는 무시용구에 비하여 시용량이 많을수록 증가하는 경향이였다(Table 31). 칼륨시용 수준별 지상부 생육차이는 출아일과 경수는 같은 경향이였으며, 초장은 무시용구에 비하여 비료 시용량이 많을수록 길어지는 경향을 보였으나 큰 차이는 없었고(Table 32), 칼륨 무시용구에 비하여 칼륨 증시구에서 경경이나 엽맥이 다소 굵었다.

이는 關塚(1952)은 맥류에서 조사한 바에 의하면, 무칼리구의 도복이 가장 심하였다고 하였고 칼리는 줄기의 목화를 조장하여 뿌리를 강하게 하여 도복 저항성을 증대시킨다고 한 보고와 유사하였다.

또한 칼륨 시용 수준별 총수량 및 상품수량은 10 a당 8 kg에서 가장 수량이 많은 경향을 보였다(Table 33).

김 등(2000)은 감자는 비교적 많은 량이 칼륨을 요구하는 작물이며, 칼륨이 부족하면 수량이 감소되는데, 과용하면 지나치게 흡수되어 품질에 영향을 준다고 하였고, 그러나 작물의 도복에 대한 저항성을 증대시킨다고 하였다.

또한 김 등(2000)은 칼륨비중 및 시비수준에 따른 감자 지상부의 무기성분 함량은 차이가 없었으나, 괴경에서는 황산칼륨 시비구에서 인산 함량이 높았고 칼륨의 증시는 마그네슘 함량을 감소시켰다고 하였다.

한편 김 등(1985)은 감자의 수량은 파종후 80일과 90일 수확에서 칼륨의 비중과 시비수준간에 유의한 차가 없었으나, Dejima 품종의 파종후 100일 수확에서는 염화칼륨 240 kg/ha 시비구의 수량이 크게 감소되었고, 황산칼륨 시비에서 비중이 고도로 유의하게 높았다고 하였다. Murphy와 Goven(1966), McDole(1978)은 칼륨비료의 비중과 시비수준에 따른 감자의 수량 차이가 없었다고 하였으나, Gething(1981)은 이와 상반된 보고를 했던 것으로 보아 감자의 수량에 대한 칼륨의 효과는 뚜렷하지 않은 것으로 생각된다.

또한 감자에 있어서 전국적으로 실시된 3요소 적량 시험결과에 의하면 설정된 표준시비기준에 있어서도, 10 a당 N는 12~15 kg, P₂O₅는 10~12 kg, K₂O는 12~15 kg의 범위로 조사되었다(농촌진흥청, 1997).

따라서 제주지역 3요소 적정시비량은 N-P₂O₅-K₂O는 각각 14.0-11.0-12.0 kg/10 a으로 나타났다(Table 34).

3. 엽면살포제 처리효과

가. Refresh 처리효과

2000년 8월부터 2002년 6월까지 4작기 동안에 몬모틸로나이트 점토광물에서 추출한 뿌리발근 촉진과 식물체 활성능력이 있는 것으로 알려진 Refresh를 500배액과 1,000배액으로 “Dejima”와 “Chubeak” 품종에 생육초기인 초장 15 cm내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포하여 정식 60일후의 생육은 “Dejima” 품종에서 초장은 대비구가 81.9 cm에 비하여 1,000배액 처리구는 86.1 cm로 4.2 cm 길었고, 500배액 처리구는 80.6 cm로 1.3 cm 짧았으나 통계적 차이는 없었다. 경장, 경수, 절간장은 유사한 경향이였으며, 엽수는 대비구 13.6개에 비하여 1,000배액 처리구는 0.1개가 적고, 500배액 처리구는 0.1개 많았다. 경경은 대비구보다 0.1~0.4 mm 정도 가늘었다(Table 35).

“Chubeak” 품종에서 초장은 대비구가 96.1 cm에 비하여 1,000배액 처리구는 92.1 cm, 500배액 처리구는 89.7 cm로 4.0 cm~6.4 cm가 짧았으나 처리간 유의성이 없었다. 경장, 경경, 절간장은 유사한 경향을 보였으며, 엽수는 대비구 13.7개에 비하여 1,000배액 처리구는 0.8개, 500배액 처리구는 2.0개 많았다. 경수는 대비구 1.3개보다 1,000배액 처리구는 0.2개 많았고 500배액 처리구는 오히려 0.1개가 적었다(Table 36).

五味(1988)은 Refresh 1,000배액을 시금치의 본엽 2매(250 ml/m²)와 6매(300 ml/m²)시 2회를 토양 관주한 결과 엽수가 1.6매 정도 많고, 1,000배액을 5회 엽면살포시에는 무처리에 비하여 0.9개가 많았다는 보고와는 비슷한 경향이였으며, 김 등(2001)은 가을재배시 “Dejima” 품종에서는 1,000배액 처리구에서 초장이 대비구에 비하여 5.5 cm가 길었다는 보고와는 같은 경향이나 500배액 처리구에서 3.8 cm 길었다는 보고와는 상반된 결과를 보였다. 또한 엽수와 경경은 적었다는 보고와도 상반되었다. “Chubeak” 품종에 1,000배액과 500배액을 살포한 결과 1,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구에 비하여 2.8 cm, 3.3 cm가 길었다는 보고와는 상반되었으나 엽수는 1.0개가 많았다는 보고와는 일치하였다. 경수에서는 500배액 처리구와는 일치하였으나 1,000배액 처리구와는 상반된 결과를 보였다.

몬모릴로나이트(Montmorillonite) 점토광물에서 추출한 뿌리발근 촉진과 식물체 활성능력이 있는 것으로 알려진 Refresh를 500배액과 1,000배액으로 생육초기인 초장 15cm내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포하여 수확기에 식물체를 분석한 결과는 Table 37에서 보는 바와 같이 총 질소(T-N) 함량은 앞에서는 대비구 4.30%에 비하여 500배액 처리구는 4.41%로 0.11%가 많았으나 1,000배액 처리구는 0.18%가 적었다. 줄기에서는 0.22%와 0.06%가 많았고, 인산(P)은 앞에서는 0.03%와 0.05%, 줄기에서는 0.07%와 0.05%가 많았으며, 칼륨(K) 함량도 앞에서는 0.64%와 0.92% 많았다. 줄기에서도 0.48%와 0.01%가 많았으며, 칼슘(Ca)함량은 앞과 줄기에서 모두 적은 것으로 분석되었다.

Refresh 엽면살포 처리가 정식 90일후 “Dajima” 품종이 총수량은 대비구 2,172 kg/10a에 비하여 500배액 처리구는 13%, 1,000배액 처리구는 23%가 증수되었고, 상품수량은 대비구 1,973 kg/10a에 비하여 500배액 처리구는 18%, 1,000배액 처리구는 25%가 증수되었다(Table 38). “Chubeak” 품종이 총수량은 대비구 3,514 kg/10a에 비하여 500배액 처리구는 15%, 1,000배액 처리구는 21%가 증수되었고, 상품수량은 대비구 3,195 kg/10a에 비하여 500배액 처리구는 19%, 1,000배액 처리구는 26%가 증수된 결과 (Table 39)는 五味(1988)는 Refresh 1,000배액을 시금치를 파종하여 본엽 2매(250 mL/m²)와 6매(300 mL/m²)시 2회를 토양 관주한 결과 상품율은 무처리 43.3%에 비하여 73.3%로 30%가 증수되었다는 보고와 1,000배액을 5회 엽면살포시에는 상품율은 대비구 62.5%에 비하여 75.0%로 12.5%가 높다는 보고와도 같은 경향이였다. 김 등(2000)에 의하면 파종전 씨감자에 Refresh를 가루묻침하여 파종한 결과 수량성은 대비구 2,700 kg/10 a에 비하여 30%증가 하였다는 보고와 김 등(2001)은 가을재배시 “Chubeak” 품종에 1,000배액과 500배액을 살포한 결과 1,000배액 처리구에서 수량이 14%, “Dejima” 품종에서는 수량은 23%, 500배액 처리구에서는 13%정도 증수되었다고 보고와도 같은 경향이였다.

이와 윤(1963)은 엽면살포시 식물체내에서 규산성분은 이동성이 적어, 전 생육기간을 통하여 흡수되어야 하고, 특히 식물체가 번무하기 시작하면, 통풍과 채광(採光)을 고려하게 되는 경우, 생육후반기에 흡수되어야 하기 때문에, 규산성분을 엽면시비하여 생육을 촉진 시킴과 동시에 수량성을 향상시키는데 도움이 된다고 한 보고와도 같은 경향이라 생각된다.

Refresh를 엽면살포 했을 경우, 이에 대한 경제성은 Chubeak 품종이 서울 가락동시장에서 경매단가를 기준 kg당 1,020원을 적용할 경우 무처리구가 10 a당 조수입이 3,259천원이며, 경영비가 983천원으로 소득이 2,291천원 (100%)인데 비하여 Refresh 1,000배액을 엽면살포시 조수입이 4,095천원, 경영비 983천원, 소득 3,112천원으로 36%가 높았다.

Dejima 품종에서도 상품 출하시 서울 가락동시장에서 경매단가를 기준 kg당 820원을 적용하여 경제성을 보면, 무처리구가 조수입이 1,618천원, 경영비가 968천원, 소득이 650천원(100%)인데 비하여 Refresh 1,000배액을 엽면살포 했을 때 소득이 1,037천원으로 60% 높게 나타났다.

따라서 Refresh는 1,000배액으로 엽면살포 하는 것이 상품수량도 많고 경제성도 높을 것으로 생각된다.

나. Vitazyme 및 CM808 처리효과

식물에서 추출한 Vitazyme과 목초액과 키토산 함유물질인 CM808를 2001년 2월부터 2002년 6월까지 3작기 동안에 처리하여 Vitazyme은 3,000배액, CM808은 1,000배액으로 “Dejima”와 “Chubeak” 품종에 생육초기인 초장 15 cm내외가 될 때와 개화초기에 각각 1회씩 엽면 살포한 결과 정식 60일후의 생육은 “Dejima” 품종에서 초장은 대비구가 81.9 cm에 비하여 Vitazyme 3,000배액 처리구와 CM808 1,000배액 처리구는 4~5 cm정도 길었고, 경장도 대비구 66.0 cm보다 4.3 cm(6.5%)와 4.6 cm(7.0%)가 길었다. 엽수는 대비구 13.5개에 비하여 1.2개 이상 많았고, 경수는 대비구 2.1개에 비하여 CM808 처리구는 0.4개 많았으나 Vitazyme 처리구는 0.2개가 적고, 경경은 CM808 처리구에서 1.4 mm정도 가늘었다(Table 40).

“Chubeak” 품종에서 초장은 대비구가 82.0 cm에 비하여 Vitazyme 처리구는 6.1 cm(7.4%)가 길었으나 CM808 처리구는 3.7 cm가 짧은 경향이였으며, 경장도 대비구 61.5 cm에 비하여 Vitazyme 처리구는 6.2 cm(10.1%)가 길었고, CM808 처리구는 5.9 cm가 짧았으나 통계적 차이는 없었다. 엽수와 경수는 CM808 처리구에서만 차이가 있었고, 경경은 Vitazyme 처리구는 1.0 mm가 굵었으나 CM808 처리구에서 0.6 mm정도 가늘었다(Table 41). 이는 Syltie(2000)가

“Yukon Goid” 품종을 Vitazyme 5%액에 침지하여 파종한 결과 첫 발아는 무처리 16일에 비하여 Vitazyme 처리구는 7일로 9일정도 빨랐으며, 엽면적도 40%가 증가하였고, 엽색은 진녹색으로 엽생산량도 71%가 많았다는 보고와는 같은 결과였으며, 포도 “Thomson seedless” 품종에 Vitazyme 50배액을 신초발아전에 살포시 잎의 엽록소는 무처리 35.8보다 38.7로 8%가 높고, 신초발생량은 200%가 증가하였으며 길이도 69.3 cm에서 153.8 cm로 122%가 신장된다는 보고 보다는 떨어진 결과였다. 그러나 김 등(2001)은 가을재배시 “Chubeak” 품종에 Vitazyme 3,000배액과 CM808을 1,000배액 살포한 결과 Vitazyme 3,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구 74.4 cm와 51.8 cm와 유사하고, 엽수는 0.8개가 적었고, CM808을 1,000배액 처리구는 초장과 경장은 4.0 cm와 9.9 cm가 짧았고, “Dejima” 품종에서는 Vitazyme 3,000배액 처리구에서 초장과 경장은 대비구 79.3 cm와 55.9 cm에 비하여 3.6 cm, 1.8 cm가 짧고, 엽수가 1.0개가 적었으며, CM808을 1,000배액 처리구는 생육은 전체적으로 대비구와 비슷하다는 보고와는 상반된 결과였으며, 박(2001)은 Chitosan 200배액에다 씨감자를 30분간 침지하여 파종한 결과 초장은 대비구 53.6 cm에 비하여 56.0 cm로 4.5%가 길었고, 경수는 3.5개에서 4.3개로 23%가 많았다는 보고와는 같은 경향이였다. 목초액과 키토산 함유물질인 CM808을 1,000배액 이상으로 희석하여 사용하면 작물의 뿌리생장 촉진효과가 있고, 발아율이 고르고 건전한 육묘가 가능하다고 하였다(농촌진흥청 유기자연농업기술지도 자료집, 1999).

수확기에 식물체를 분석한 결과는 총 질소(T-N) 함량은 잎에서는 대비구 4.30%에 비하여 Vitazyme 3,000배액 처리구는 4.68%와 CM808 1,000배액 처리구에서는 4.45%로 0.38%와 0.15%가 많았으며 줄기에서는 0.40%와 0.28%가 많았다. 인산(P)은 잎에서는 공히 0.09%, 줄기에서 0.07%와 0.11%가 많았으며, 칼륨(K) 함량도 잎에서는 1.84%와 1.22%가 많았고 줄기에서도 1.35%와 1.15%가 많은 것으로 분석되었다(Table 42).

Vitazyme 3,000배액과 CM808 1,000배액을 생육초기와 개화초기에 엽면 살포를 하여 정식 90일 후에 “Dejima” 품종이 총수량은 대비구 2,548 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 14%, CM808 처리구는 15%가 증수되었다. 상품

수량은 대비구 2,447 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 10%, CM808 처리구는 11%가 증수되었으며, 상품율은 대비구 96.0%에 비하여 Vitazyme 처리구는 92.3%, CM808 처리구는 93.0%였다(Table 43). “Chubeak” 품종에서 총수량은 대비구 2,706 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 16%, CM808 처리구는 29%가 증수되었고, 상품수량은 대비구 2,501 kg/10 a에 비하여 Vitazyme 처리구는 18%, CM808 처리구는 28%가 증수되었다. 상품율은 대비구 92.4%, Vitazyme 처리구는 94.0%, CM808 처리구는 91.5%였다(Table 44). 이 결과는 Syltie(2000)는 노지 살포 시험 결과에서 감자 “Russet Burbank” 품종을 파종전 Vitazyme 600배액에 침지한 결과 7%가 증수, Nugget” 품종에서 3,000배액 엽면살포시 10% 증수되었다는 보고 보다는 많았고, “Snowden” 품종에서 3,000배액 엽면살포시는 15%정도 증수된 것과는 비슷하였으나 “Kanona” 품종에서 1,200배액 엽면살포시 40%가 증수와 “Frito Lay 1625” 품종에서 1,500배액 엽면살포시 무처리에 비하여 생산량의 26%가 증수되었다는 보고 보다는 떨어진 결과였다.

또한, Alfalfa재배 포장에 Vitazyme 3,000배액을 엽면 살포한 결과 13일후에 8.9%, 콩은 10%증수되었다는 보고 보다는 많았으며, 사일레이지용 옥수수 수량은 44%, 목화는 20%, 셀러리는 37%, 오이는 52%, 호밀 38%, 포도 “Thomson seedless” 품종에 Vitazyme 50배액을 신초밭아전에 살포시 수량은 36%가 증수되었다는 보고 보다는 낮은 결과였으나 양상추에서 3,000배액 엽면살포시 16%가 증수되었다는 보고와는 유사하였다, 김 등(2001)이 가을 재배시 “Chubeak” 품종에 Vitazyme 3,000배액 처리구에서 수량이 15% 증수와는 같고, CM808을 1,000배액 처리구에서 29%가 증수되었다는 보고 보다는 떨어진 결과였다. 박 등(2001)은 Chitosan 200배액에다 씨감자를 30분간 침지하여 파종한 결과 총수량이 대비구 1,871 kg/10 a에 비하여 2,011 kg으로 7.5%가 높았다는 보고 보다는 증수된 결과였다.

4. Dejima 품종의 변이체 검정

국내에서 재배되고 있는 Dejima 품종이 변이체를 검정하고자 공시 재료는 씨감자 6개 생산기관별 각 6종과 일본도입산('00 수입산, '01 수입산) 2종 등

8종을 수집하여 이에 대한 품종 변이성을 random primer RAPD 분석을 통하여 분석하였다. 감자 Total DNA 추출은 Sul and Korban(1996)이 사용했던 CTAB법을 변형한 방법(강 등, 1998)을 이용하여 DNA를 추출할 때 짧은 시간내에 DNA를 추출할 수 있었고, DNA의 순도도 높아 시료의 수가 많을 때 적합한 방법일 것으로 생각되었다(Table 4).

RAPD 분석을 위한 Random primer 예비검색을 하고자 Operon사의 10-mer random primer(OPR) 20종을 이용하여 (Table 5) 감자잎에서 추출된 total DNA를 (Fig 3) 대상으로 동일한 조건에서 RAPD분석 결과, OPR02, OPR03, OPR08, OPR09, OPR10이 밴드수와 형태가 적당하여 가장 이용성이 높아 선발하여 RAPD 분석에 이용하였다(Fig 4). 선발된 primer를 이용하여 Dejima 품종을 씨감자 생산기관 및 수입종서별로 primer OPR 02, OPR08, OPR10을 이용한 RAPD 분석 결과는 같은 밴드 양상을 보여 같은 품종으로 농가재배에서 씨감자 생산 기관별 같은 Dejima 품종이라도, 감자의 모양이 다르고 감자생육 단계별 특성이 다르다는 여론은 감자의 유전적 차이에 의한 것이 아니라, 재배과정 중 기상, 강수량, 토양 등 환경적 영향에 의해 생기는 결과라 생각되었다(Fig 5, 7, 9). 그러나 primer OPR03과 OPR09를 이용한 RAPD 분석 결과는 OPR03인 경우 primer 예비검색 결과와는 달리 2개의 밴드만이 나타났고(Fig 6, 8), 특히 E기관의 Dejima 품종에서는 전혀 밴드가 나타나지 않았다. 또한 OPR09에서는 E기관의 Dejima 품종에서 다른 기관의 Dejima 품종과는 다른 밴드양상을 보였다. 이 결과로만 보면, 품종이 다르거나 변이에 의한 차이라고 볼 수 있으나, 다른 primer를 이용한 결과 같은 밴드양상을 보여 이는 DNA의 농도나 PCR 수행시 실험적인 오차에 의한 것으로 보인다.

Kraus(1945)은 균일하게 관수해 준 Russet burbank에서 더욱 기형이 증가되며 그 이유는 온도등에 의해서 기형이 일단 시작되면 유효한 적당량의 수분은 그 기형을 더욱 가속화 시키기 때문이라고 하였다.

또한 Bodlaender(1963)에 의하면 괴경 비대기에 한발(旱魃)이 올 경우 괴경의 생육이 정지된 미숙 괴경은 고온에 의하여 다시 성장하게 되어 결과적으로 기형서가 된다고 하였다.

김 등(1991)에 의하면 각 품종은 비교적 유전적으로 고유한 모양을 가지고 있지만 생육 기간중의 환경조건에 의해 괴경 모양이 달라진다고 하였으며, 특히 감자의 괴경 균일도는 유전적 특성과 토양수분조건, 토양물리성 등 급격한 변화에 의하여 결정되는 것으로 보고하였다.

Greulach 와 Adams(1976)는 동일한 품종이 서로 다른 지역에서 오랫동안 그곳 환경에 적응되어 왔고, 그 지역 특성에 부합되는 방향으로 개체들이 선발되어 왔을 경우 미시적 변이의 발생은 점차적 진화의 한 과정으로 인정된다고 보고한 바 있다.

결론적으로 선발된 primer로 RADP 분석 결과 씨감자를 생산공급하는 기관과 수입 종자에서 같은 band 양상을 보여 품종 변이는 없었으며, 농가 재배시 감자의 외형적 특성이 다른 것은 겨울재배가 감자 생산에 있어서 다소 불리한 환경여건으로 괴경 균일도가 떨어지는 것이 원인이라 할 수 있다. 그러므로 재배과정 중에 기상, 강수량, 토양조건 등 환경적 영향에 의한 것으로 추정되었다. 또한 이러한 것을 확실히 분석하기 위해서는 각 기관별 Dejima 감자의 형태적 특성, 생육 특성, 수량성 및 분자마커에 의한 품종변이 분석 등의 연구가 계속 되어야 할 것이다.

V. 적 요

감자의 단경기인 4~5월에 신선 감자를 제주지역에서 생산 공급하기 위하여 겨울재배법을 확립하고자, 식물생장조절제에 의한 종서휴면타파, 정식시기, 재식거리, 3요소 시비적량, 식물생장조절제 처리 효과 그리고 Dejima 품종면이체 검정등을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 제주가을재배산 감자를 겨울재배용 종서로 활용하기 위한 시험에서 4월 하순 조기수확시 10 a당 상품수량은 대관령에서 9월에 수확하여 사용한 대비구 2,180 kg에 비하여 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구에서 제주 11월산이 87~83%, 제주 12월산 82% 수준이었으나 5월 상순 수확시 대비구 3,055 kg/10 a에 비하여 GA₃ 4~6 mg.L⁻¹ 처리구에서 제주 11월산은 94~91%, 12월산은 90~89% 수준으로 타처리구에 비하여 양호하였다.

2. TNZ-303(Brassinosteroid) 300배액을 종서에 침지 처리결과, 정식 25일 후 TNZ-303 처리구에서의 출현을 70.5%로 대비구 10%에 비해 현저히 높았고 상품수량도 대비구에 비해 67% 증수되었다.

3. 감자 겨울재배시 정식시기 시험에서 4월 하순 조기수확시 10 a당 2개년 평균 상품수량은 12월 중순 정식구가 1,258 kg으로 제일 높고, 다음은 1월 하순 정식구가 1,233 kg, 11월 중순 정식구가 212 kg순이었다. 5월 상순 수확시는 1월 하순 정식구가 2,513 kg, 12월 중순 정식구가 1,934 kg, 11월 중순 정식구가 1,247 kg순으로 정식시기는 12월 중순부터 1월 하순에 정식하는 것이 좋았다.

4. 감자 겨울재배 정식시 재식거리는 10 a당 2개년 평균 상품수량은 60 cm×20 cm가 1,349 kg으로 제일 높고, 다음은 50 cm×20 cm가 1,290 kg, 60 cm×25 cm구가 1,270 kg순이었다.

그리고 2차 시험에서도 4월 하순 상품수량은 60 cm×20 cm 처리구에서 1,468 kg, 5월 중순도 2,378 kg으로 다른 재식거리에 비해서 증수 경향을 보였다.

5. 제주지역 겨울재배 적정시비량은 N-P₂O₅-K₂O는 각각 13.9, 10.8, 11.8 kg/10 a의 범위에 있었다.

6. Refresh, Vitazyme 및 CM808를 엽면살포한 결과, Refresh 처리효과는 “Dejima”와 “Chubeak” 두 품종 모두 1,000배액 처리에서 25% 증수되었고, Vitazyme 3,000배액과 CM808 1,000배액 처리구는 대조구보다 경경이 굵어 줄기가 충실하였고 수량성도 10~11%정도 증수 경향을 나타냈다.

7. 국내에서 재배되고 있는 Dejima 품종의 변이체 검정은 RADP 분석을 위한 Random primer(OPR). OPR01부터 OPR20까지의 primer 중 감자 RADP 분석에 적합한 primer는 OPR02, OPR03, OPR08, OPR09, OPR10이 이용성이 높고, 특히 그 중에 OPR02, OPR08, OPR10이 이용성이 높은 것으로 선발되었다.

선발된 primer를 PCR로 얻어진 RADP band 양상은 씨감자를 생산 공급하는 기관과 수입 종자에서 같은 band 양상을 보여 품종적 변이가 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 비추어 제주지역 감자 주요 재배품종인 Dejima가 농가 재배시 감자의 외형적 특성이 다른 것은, 재배과정중 기상, 강수량, 토양 등 환경적 영향인 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

Ahn, Yul. Kyun. 2000, Introgression of resistance to PLRV, PVY, soft rot late blight through interspecific somatic hybridization in potato. Ph.D. thesis. p 61~67.

Artyushin, A.M. 1996. On tests of TNZ-303 a growth regulator, as conducted on spring wheat. (TAMA BIOCHEMICAL, Japan)

Berger, K.C., P.E. Potterton, and E.L. Hobson. 1961. Yield, quality, and phosphorus uptake of potatoes as influenced by placement and composition of potassium fertilizers. Am. potato J. 38:272~285.

Bleasdale, J.K.A., and R. Thompson. 1969. Some effect of plant spacing on potato quality. Eur. potato J. 12:173~187.

Bloch, W. 1991. A biochemical perspectives of the polymerase chain reaction. biochemistry 30:2735~2747.

Bodlaender, K.B.A. 1963. Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield. The growth of the potato. Proc. 10th Easter school Agric. Sci. Univ. Nottingham pp. 199~210.

Brian, P.W., H.G. Hemming, and M. Radley. 1955. A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. Physiol. Plant 8:899~912.

Burton, W.G. 1978. Breaking of dormancy and sprout growth. in the potato crop. Harris, P.H. editor. Chapman and hall, London. p.561~567.

Byun, J.K., and J.S. Kim. 1995. Effects of GA₃, thidiazuron and ABA on fruit set and quality of 'kyoho' grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(2) : 231~239.

Chae, J.C., J.H. Lee, Y.J. Oh, and Y.S. Ham. 1979. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on the growth and root respiration of paddy rice. J. Kor. Soc. Crop Sci. 24(4):1~11.

趙伯顯, 趙成鎮. 1992. 新稿肥料學. 鄉文社. p. 52~58.

Cho, J.T., Y.J. Song, Y.J. Lee, and Y.K. Hong. 1979. Influence of growth phase by the storage temperature and plant hormone treatment on the seed potato. Res. Rept. RDA. 21(Hort.):77~83.

Cho, J.L. 1982. A study of factors influencing stem numbers, tubers set and dormancy of russet burbank potatoes. Ph.D. thesis. Washington state univ.

趙載英. 1963. Gibberellin 處理에 依한 馬鈴薯秋季栽培의 研究. 高大農大論文集(1).

趙載英. 1968. Gibberellin 處理에 依한 馬鈴薯의 秋季栽培에 關한 研究. 高大農大論文集(1):1~70.

Choi, R.X., B.E. Lee, and H.L. Lee. 2000. Growth and yield of potato as affected by paper, oil-treated paper and Urea-coated paper mulching in spring season culture. Korean J. Crop Sci. 45(3):216~219.

Choi, R.X., B.W. Lee, and H.L. Lee. 2001. Growth and yield of spring-grown potato under recycled-pepper mulching. Korean J. Crop Sci. 46(2):150~156.

田中諭一郎. 1958. ミカソの葉面撒布. 農耕と園藝 13(5).

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., New York.

伊藤正輔, 吉田 收. 1960. 種薯のGibberellin 研究發表會 第3回 抄録. p. 35~36.

Gething, P.A. 1981. Potassium sulfate and potassium chloride. IPI Res. Topics 9:27~50.

Greulach, V.A., and J.E. Adams. 1976. Plants and introduction to modern botany. John Willy & Sons. Inc. p. 84~88.

Hahm, Y.I., J.K. Kim, J.O. Lee, Y.C. Kim, S.J. Yang, and J.H. Ahn. 1996. Effects of chloropropham(CIPC) on sprouting of processing potatoes for long term storage. RDA. J. Agri. Sci. 38(2):860~865.

韓秉熙, 成一藏, 趙丁來, 金和泳. 1976. 秋作 播種期 및 休眠打破法에 關한 研究. 園試報告書. p. 517~528.

韓秉熙, 申觀容, 鄭燦均. 1979. 高嶺地에서의 播種期가 감자의 生育相 및 收量에 미치는 影響. 趙載英博士 回甲記念論文集. p. 216~223.

Hartmans, K.J., and A. Vanes. 1979. The influence of growth regulators GA, ABA, kinetin and IAA on sprout and root growth and plant development using excised potato buds. Potato Res. 2:319~332.

Headford, D.W.R. 1962. Sprout development and subsequent plant growth. Eur. Potato. J. 5:14~32.

Hong, S.Y. 2001. Developmental characteristics and control of potato common scab in Jeju island. 濟州大學校 大學院 博士學位論文.

藤田政良, 西谷年生. 1978. ネットクの作付體系に関する研究(第4報)ジベシリン處理が無分枝系品種の生育,開化に及ぼす影響. 和歌山農試年報 6:19~26.

藤沼善亮, 田中房江. 1972. 有機質肥料に関する研究(第1報)各種 有機質肥料の窒素の無機化について. 農技研化學資料 168:1~45. (有機肥料ガイド. 全農, 1980より)

Jeong, J.C., K.W. Park, and S.Y. Kim. 1996. Processing quality of potato(*Solanum tuberosum* L.) tuber as influenced by cultivars and harvesting dates. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(4):511~513.

Kang, B.K., Y.M. Park, and Y.K. Kang. 2001. Nutrient uptake and leaching under different fertilizer treatment for corn and potato growth in volcanic ash soil. Korean J. Crop Sci. 46(3):253~259.

Kang, H.W., Y.G. Cho, U.H. Yoon, and M.Y. Eun. 1998. A rapid DNA extraction method for RFLP and PCR analysis from a single dry seed. Plant Molecular Biology Rept. 16(1):90~92.

姜宗求, 金崇烈. 1995. 養液栽培에 의한 감자 小塊莖 形成 및 肥大促進에 관한 研究. 農業論文集 37:187~199.

Kang, J.G., S.Y. Yang, S.Y. Kim. 1996. Effects of nitrogen levels on the plant growth, tuberization and quality of potatoes grown in aeroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(6):761~766.

金哲均, 趙續東, 姜亨畝, 梁永範, 金宅珍, 2001. 감자疫病豫防 및 收量性 増大를 爲한 新物質(Refresh)効果 究明. 濟州農技院 農指報告. p 147~151.

金哲均, 趙續東, 姜亨晳, 梁永範, 金宅珍, 2001. 天然抽出物 葉面施肥가 감자의 收量 및 生産費에 미치는 影響. 濟州農技院 農指報告. p 151~154.

金哲均, 趙續東, 玄官熙, 姜亨晳, 李相淳, 2000. 감자疫病豫防 및 收量性 增大를 爲한 新物質(Refresh)效果 究明. 濟州農技院 農指報告. p 167.

Kim, H.J., K.S. Kim, H.Y. Kim, E.H. Ryu, B.H. Hahn, J.K. Kim, B.H. Jang, C.D. Lee, and H.K. Kim. 1991. Studies on the quality in processing potatoes as affected by cultivated condition 1. Malformation. Res. Rept. RDA(H). 33(2):65~82.

Kim, H.J., K.S. Kim, H.Y. Kim, E.H. Ryu, B.H. Hahn, J.K. Kim, B.H. Jang, C.D. Lee, and H.K. Kim. 1991. Studies on the quality in processing potatoes as affected by cultivated condition 2. Hollow heart. Res. Rept. RDA(H). 33(2):83~90.

Kim, H.J., K.S. Kim, H.Y. Kim, E.H. Ryu, B.H. Hahn, J.K. Kim, B.H. Jang, C.D. Lee, and H.K. Kim. 1991. Studies on the quality in processing potatoes as affected by cultivated condition 3. Dry matter content and specific gravity. Res. Rept. RDA(H). 33(2):91~101.

Kim, H.J., K.S. Kim, H.Y. Kim, and H.K. Kim. 1992. Studies on the quality in processing potatoes as affected by cultivated condition 4. The total tuber and the processing-grade tuber. Res. Rept. RDA(H). 34(1):60~71.

Kim, H.J., S.Y. Kim, K.Y. Shin, and S.J. Yang. 1992. Effects of plant density and nitrogen fertilizer level on the occurrence of the hollow heart and internal brown spot of potato tubers for processing. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(2):107~110.



Kim, H.S., J.H. Jeon, Y.H. Jeong, and H. Jeong. 1995. In vitro selection of salt-resistant *Solanum tuberosum* L. varieties. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(2):172~178.

Kim, S.B., K.T. Kim, Y.M. Park, and B.K. Kang. 1998. Effect of harvesting times on the quality of potato tubers in fall cropping. RDA. J. Hort. Sci. (1) 40(2):136~140.

Kim, S.Y., J.K. Kim, B.H. Han, and J.C. Chae. 1993. Effects of nitrogen and potassium application on the growth, tuber yield and dry matter content of potatoes(*Solanum tuberosum* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 26(3):246~253.

Kim, S.Y., J.G. Kim, M.S. Liem, H.M. Cho, and J.C. Chae. 1991. Effect of growing condition on the dry matter content and yield of potato tubers. Res. Rept. RDA(H). 33(2):54~57.

Kim, S.Y., J.K. Kim, O.H. Ryu, B.H. Hahn, and J.C. Chae. 1991. Effect of plant growth regulator application on the growth, tuber yield and dry matter content of potatoes. Res. Rept. RDA(H). 33(3):108~112.

Kim, S.Y., O.H. Ryu, and B.H. Hahn. 1988. Effect of transparent P.E. film mulch on temperature, potato growth and yield in spring crop. Res. Rept. RDA(H). 30(2):92~98.

Kim, S.Y., O.H. Ryu, and B.H. Hahn. 1989. Effect of ridging system and planting depth on growth, yield and labour-saving in P.E film mulched spring crop of potato. Res. Rept. RDA(H). 31(1):25~29.

Kim, S.Y., J.C. Jeong, J.K. Kim, and M.S. Lim. 1995. Effect of storage temperature and greening treatment on sprouting of potato 'Dejima' microtubers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(2):166~171

Kim, S.Y., J.C. Jeong, J.K. Kim, and M.S. Lim. 1996. Effect of chemical treatments for the dormancy breaking of in vitro microtubers of *Solanum tuberosum* L. cv. Dejima. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(1):19~23.

Kim, S.Y., J.K. Kim, B.H. Hahn, and J.C. Chae. 1993. Effect of water stress on the growth, tuber yield and dry matter content of potatoes. RDA. J. Agri. Sci. 35(2):452~459.

金崇烈, 金裕喆, 成一藏, 金剛權. 1979. 二期作 감자재배에 있어서 春作 收穫期の 早晚이 秋作生産性에 미치는 影響. 趙載英博士回甲記念論文集. 206~215.

Kim, S.Y., O.H. Ryu, B.H. Hahn, and J.C. Chae. 1985. Effect of potassium sources and levels on the yield and quality of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 26(3):246~253.

金英輝, 金吹浩, 李相淳. 2000. 감자재배技術叢書. 濟州農業技術院.

Knoll, H.A., D.J. Lathwell, and N.C. Brady. 1964. The influence of root zone temperature on the growth and contents of phosphorus and anthocyanin of corn. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28:400~403.

小林 章. 1958. 果樹肥の葉面撒布. 農耕と園藝 13(5).

河野 清. 1960. 馬鈴薯に對するジベレリンの處理試驗. 日園學誌 昭和 35年 春季研究發表會 要旨:47~48.

Korshunov, A.S. 1996. Influence of TNZ-303 and PDJ on development and yield of potato. Potato Res. Poland.

Korshunov, A.S. 1996. On testing of preparations TNZ-303 and PDJ on potato under the contract with Nichimen corporation(Japan), Doctor of Agricultural Sciences, Director of VNIKKh, Date:October 28, Signature and official seal affixed. pp 3~20.

Kraus, J.E., 1945. Influence of certain factors on second growth on russet burbank potatoes. Am. Potato J. 22:134~142.

Krzysztof K. 1996. Evaluation of TNZ-303 applied for seed treatment and TS-303 applied in foliar application on spring wheat.

Kwon, J.B., J.R. Kwon, Y.S. Shin, C.R. Kim, and B.S. Choi. 1996. Effect of organic matters on horticultural characteristics and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) in greenhouse. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(6):758~760.

이변우, 최일선. 1998. 秋作감자 멀칭栽培時 멀칭材料에 따른 土壤環境, 生育 및 收量變化. 韓作誌. 43(S.1). p. 89~90.

Lee, E.S., S.Y. Kim, and K.J. Kim. 1987. Studies on optimum temperature for sprouting and breaking dormancy in potato(*Solanum Tuberosum* L.) cultivars for processing. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 28(3):226~232.

五味美知男. 1988. リフレッシュ(葉体活性要素)の効果試験. ソフトシリカ株式會社.

李美淳, 鄭熙敦. 1987. 總論 菜蔬學. p. 115~131.

李殷雄, 尹用大. 1963. 水稻에 대한 硅酸·滿庵 및 鐵을 主成分으로 하는 肥料의 施用試驗. 韓國作物學會誌 1.

McDole, R.E. 1978. Potassium fertilizer trials with potatoes on coarse-textured soils in South eastern Idaho. *Am. Potato J.* 55:161~170.

Mederski, H.J., and D.J. Hoff. 1958. Factors affecting absorption of foliar applied manganese by soybean Plants. *Agron. Jour.* 50:175~178.

Megee, E., M.C. Jarvis, and H.J. Duncan. 1986. The relation ship between temperature and sprout growth in stoved seed potatoes. *potato Res.* 29:521~524.

Mezel, C.M. 1983. Tuberization in potato at high temperatures : Interaction between shoot and root temperatures. *Am. Bot.* 52:65~69.

Moorby, J. 1978. The physiology of growth and tuber yield. In *The Potato Crop*. Harris P.M., editor. Chapman and Hall, London. p. 153~194.

Murphy, H., and J. Goven. 1966. The last decade in 38 years of potash studies for potato fertilizers in Maine. *Am. Potato J.* 43:122~127.

西田典行, 池内康雄, 青木喜昭. 1960. 園藝作物の Gibberellinの利用, 兵庫縣農試研究報告(8). p. 162~168.

Noh, J.H., W.B. Kim, B.L. Huh, and C.D. Lee. 1988. Effects of planting methods on growth and yield of potato varieties for processing. *Res. Rept. RDA(H)*. 30(2):83~91.

農村振興廳. 1997. 技術指導事業 業務便覽.

農村振興廳. 1999. 有機・自然農業 技術指導資料集. p 269~272.

Nuovo, G.J. 1992. PCR in situ hybridization, protocols and applications. Raven Press, New York. pp. 37~62.

Park, C.H., S.Y. Kim, J.C. Jeong. 1997. Effect of harvesting time seed, tubers and carbon-disulphide(CS₂) concentration on the dormancy breaking of 'Superior' potato tubers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(1):15~18.

Park, C.S., S.Y. Kim, J.C. Jeong, K.Y. Shin, and S.Y. Son. 1998. The effect of light pre-sprouting duration on subsequent growth and yield in 'Dejima' and 'Superior' potatoes. RDA. J. Hort. Sci. 40(2):115~119.

Park, S.W., J.H. Jeon, H.S. Kim, H. Joung. 1996. Differences in storability and sprouting behavior of potato microtubers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(2):228~231.

Park, Y.B., B.Y. Lee. 1990. Effect of planting time on the growth and bulb formation of northern and southern garlics ecotypes in Cheju. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31(1):7~14.

Park, Y.B., K.N. Yang, and K.T. Kim. 2001. Effect of chitosan treatment on growth and yield of fall planting potatoes(*Solanum tuberosum*) in Jeju island. J. Bio-Environment control 10(4):251~257.

Park, Y.E., K.S. Kim, S.R. Cheong, Y.S. Yoo, Y.N. Song, and H.T. Lim. 1996. Identification and genetic relationship of potato(*Solanum tuberosum* L.) cultivars and breeding lines via protein, isozyme, and RAPD analysis. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(3):386~391.

表現九. 1977. 菜蔬園藝總論. p. 45~50

Power, J.F., D.L. Grunes, G.A. Reichman, and W.O. Willis. 1964. Soil temperature effect on phosphorus availability. Agron. J. 56:545~548.

Rex, B.L., W.A. Russell, and H.R. Wolfe. 1983. The effect of spacing of seed pieces on yield quality and economic value for processing of shepody potatoes Manitoba.

Roy, A., N. Frascaria, J. Mackay, and J. Bousquet. 1992. Segregating random amplified polymorphic DNAs (RADPs) in *betula alleghaniensis*. Theor. Appl. Genet. 85:173~180.

Saiki, R., K. S. Scharf, F. Faloona, K.B. Mullis, G.T. Horn, H.A. Erich, and N. Arnheim. 1985. Enzymatic amplification of β -globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. Science. 230:1350~1354.

關塚清藏. 1952. 麥類の倒伏を防ぐ諸方法. 農業及園藝. 27(4):455~458.

Seo, H.W., J.Y. Yi, H.M. Cho, Y.E. Park, and S.E. Oh. 2001. Discrimination of potato varieties by random amplified polymorphic DNA analysis. Kor. J. Hort. Sci. & Tech. 19(1):29~33.

Shih, C.Y., and L. Rappaport. 1970. Regulation of bud rest in tubers of potato, (*Solanum tuberosum* L.) VII. Effect of abscisic and gibberellic acids on nucleic acid synthesis in excised buds. plant physiol. 45:33~36.

申觀容, 鄭燦均, 金聖一, 金裕喆. 1978. 種薯크기, 栽植密度, 莖葉除去時期가 種薯收量에 미치는 影響. 高嶺地試驗場研報. p. 239~310.

成一藏 外. 1976. 春作 감자栽培에서 收穫適期究明. 園試研報. 506.

Sohn, S.H., Martin, K., and I.A. Han. 1995. Dynamics of NO_3^- -N in barley rhizosphere and optimum rate of nitrogen top-dressing based on nmin soil test. Korean. J. Crop. Sci. 40(2):185~194.

Son, E.R., W.M. Park. 1979. Effects of plant growth regulators on physiology of germinating panax ginseng seed. J. Korean Soc. Crop Sci. 24(1):99~106.

Song, C.H., I.G. Mok, H.Y. Kim. 1986. A Study on breaking dormancy in true potato seed. Res. Rept. RDA(H). 28(1):85~90.

Stowe, B.B., and T.Y. Yamaki. 1957. The history and physiological action of the gibberellin. Am. Review of Plant physiol. 8:181~216.

Struik, P.C.T., C.H. Geertgema, and M.G. Gusters. 1989. Effects at shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant. Development of the haulm potato Res. 32:133~141.

Sul, I.W., and S.S. Korban. 1996. A highly efficient method for isolating genomic DNA from plant tissues. Plant tissue culture and biotechnology 2(2):113~116.

Syltie, P.W. 2000. A summary of experiments using vitazyme soil and plant biostimulant on field and horticultural crops. In 2000 Field Trial Results. p 5~30.

タマ生化学(株). 1998. 新植物生育調整剤(TNZ-303液剤). 社内技術資料.

Timm, H.L., P.P Rappaport, and O.E. Smith. 1960. Sprouting, plant growth, and tuber production as affected by chemical treatment of white potato seed pieces. II. Effect of temperature and time of treatment with gibberellic acid. Am. Potato J. 34(11):160~168.

Topoonyanoot, N., and S. Boonsukjai. 1984. Use of gibberellic acid to accelerate flowering of statice. Res. Rept. Maejo Inst. Agri. Tech., Chiang Mai. Thai. p. 107~117.

塚本洋太郎, 狩野邦雄, 並木陸和. 1957. シヤガイモの休眠打破におよぼす gibberellinの影響. 農業及園藝. 32(11):1645~1647.

塚本洋太郎. 1960. 馬鈴薯秋作栽培に於けるジベレリン利用の研究. ジベレリン研究発表會 制3回 抄録.

島善 隣, 尹藤正輔. 1948. 瓜薯の増産に関する研究. II. 早熟化栽培に就いて, (11) 浴光高温貯藏に依る早熟化現象について. 札幌農林學會報. 37:3. 122.

島善 隣, 尹藤正輔. 1955. 瓜薯の増産に関する研究. II. 早熟化栽培に就いて. (2) 催芽期間と早熟化現象との関係. 北海道大農學部附屬農場特別報告. 11:54~59

Weeden, N.F., G.M. Timmerman, M. Hemmat, B.E. Kneen, and M.A. Lodhi. 1992. Identification and reliability of RAPD markers. In: Applications of RADP technology to plant breeding. pp.12~17. Joint Plant Breeding Symposia Series. Minnesota.

Wehrmann, J., H.C. Scharpf, and H. Kuhlmann. 1988. The N_{min} method an acid to improve nitrogen efficiency in plant production. p.38~45, in : Nitrogen efficiency in agricultural soils. eds. Jenkinson, D.S. and K.A. Smith. p. 450, Elsevier Applied Science. London.

Wilfret, G.J., and J.C. Raulston. 1975. Acceleration of flowering of statice(*Lomonium sinuatum* Mill.) by gibberellic acid(GA_3). HortScience 10(1):37~38.

Williams, J.G., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski, and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucl. Acids Res. 18:6531~6535.

謝 辭

이 研究와 論文을 完成하기까지 항상 따뜻한 격려와 가르침을 아낌없이 베풀어 주신 朴庸奉 教授님과 論文審査에 指導 助言을 하여주신 張田益, 蘇寅燮, 경상대학교 趙丁來, 서울시립대학교 李龍範 教授님께 깊은 감사를 드리며, 大學院에서 강의를 하여 주셨던 韓海龍, 白子勳, 文斗吉, 康勳 教授님들의 思慮깊은 指導에도 감사드립니다.

그리고 이 論文을 위해 많은 助言과 與件을 마련해 주신 濟州道農業技術院 金耿浩 院長님을 비롯한 姜明繕 局長님, 각 課長님, 모든 同僚職員 여러분께도 감사드립니다.

또한 이 연구 수행과 논문작성에 아낌없이 자료제공과 도움을 준 김성용 연구사, 이신찬 박사, 홍순영 박사, 김용덕 박사님들에게 감사드리며, 특히 자기일처럼 곁에서 격려와 도움을 준 김철균 박사와 오한준 박사에게 깊은 감사를 드리며, 컴퓨터 작업을 함께한 김수양씨에게도 감사드립니다.

더욱이 어려운 여건하에서도 본연의 임무를 다하여 금년도 영광의 지역농업 기술개발 우수연구팀상을 수상할 수 있도록 노력하여준 김봉찬, 이광석 담당을 비롯한 농업환경과 전 직원에게 깊이 감사드립니다.

오늘이 있기까지 늘 염려와 걱정으로 지켜주시는 늙으신 부모님과 형수님, 조카 萬碩, 文碩에게도 감사드립니다.

끝으로 어려운 시기에 시집와서 30여년이 넘도록 늘 祈願과 念慮로 晚學을 할 수 있도록 끝없는 至誠으로 힘이 되어주었던 아내 金鳳春과 사랑하는 아들 一碩, 딸 侑姬와 함께 이 榮光을 간직하고자 하오며 父母님께 이 小著를 드립니다.