

박사학위논문

감자 종서의 저장조건이 괴경의 특성,
생육과 수량에 미치는 영향



제주대학교 대학원

원예학과

조연동

2003년 12월

박사학위논문

감자 종서의 저장조건이 괴경의 특성,
생육과 수량에 미치는 영향

Effect of Storage Conditions for Tuber
Characteristics, Development and Yield
in Seed Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)



제주대학교 대학원

원예학과

조연동

2003년 12월

감자 종서의 저장조건이 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

지도교수 장 전 익

조 연 동

이 논문을 농학박사학위 논문으로 제출함

2003년 12월

조연동의 농학박사학위 논문을 인준함



제주대학교 농공도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

위 원 _____

위 원 _____

위 원 _____

위 원 _____

제주대학교 대학원

2003년 12월

Effect of Storage Conditions for
Tuber Characteristics, Development and
Yield in Seed Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)

Cho, Yeon-Dong

(Supervised by Professor Chang, jeun-ik)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

DOCTOR OF AGRICULTURE



2003. 12.

DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

Summary	ii
List of Tables	v
List of Figures	vii
I. 서 론	1
II. 연구사	4
III. 재료 및 방법	9
실험 1. 저장방식에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	9
실험 2. 저온처리기간 차이에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	14
실험 3. 저온처리시기에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	15
IV. 결과	17
실험 1. 저장방식에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	17
실험 2. 저온처리기간 차이에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	30
실험 3. 저온처리시기에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	45
V. 고찰	57
실험 1. 저장방식에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	58
실험 2. 저온처리기간 차이에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	61
실험 3. 저온처리시기에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향	64
VI. 적요	67
VII. 인용문헌	69

Summary

Jeju island is ideal for growing which allows farmers potatoes. One of the benefits is the winter culturing pattern which allows farmers to ship at off-season from April to May. At present many farmers produce seed potatoes for the winter culturing pattern. As such it is necessary to develop suitable culturing method for winter culturing pattern. In order to prepare storage systems which would allow shipping farmer's time, the storage method of potato seeds, the period of storage and the time of storage was investigated with 'Dejima' and 'Chubeak'. The results was follows;

1. The characteristics of the shoots varied according to the types of storage used. The number of shoots produced the highest at storage of 4°C, 2 weeks after harvest. The length of the shoots was 7~9mm, which was suitable for culture, at 2 weeks storage at 4°C after seed greening for 2 weeks. The number of shoots produced by 'Chubeak' was greater than that produced by 'Dejima'. The number of shoots was low when high temperature storage such as incubator and plastic film house was used. However the shoots weight was heavy because the shoots were long and thick.

2. The weight of tuber was reduced the most at 25°C, the longer the storage, the lower the reducing rate was. But it clearly increased after 1~2 weeks in common storage. And the reducing of weight of 'Dejima' was higher than 'Chubeak'. The lower the storage tempera ture

was, the higher the shoot number and the shorter shoot length was.

3. In storage of 25°C, at which the shoot was sprouted vigorously, the sucrose concentration was reduced greatly but glucose and fructose was increased greatly. At low temperature storage of 4°C for 2 weeks, in which the shoot sprouted well, the sucrose concentration was reduced greatly but glucose and fructose was increased greatly.

4. The change of ABA concentration was very low at lower temperatures, but it dropped hastily at sprouting time. The low temperature storage at 4°C for 2 weeks after greening was effective, because ABA concentration dropped sharply at sprouting time.

5. At the winter planting, the germination time at the incubator storage was shorter by 10 days than others, but the germination was not uniform and the germination rate was the lower than others. As for the time needed for 80% germination at 2 weeks storage at 4°C after seed greening, 'Dejima' needed 16 days and 'Chubeak' needed 15 days. Concerning the time needed for shooting rate for 2 weeks storage at 4°C after seed greening, 'Dejima' was 89%, and 'Chubeak' was 93%.

6. The characteristics of shoots at in high temperature storage facilities such as incubators or plastic film houses. It was characterized high shoot number, with a short and small leaf surface area. In low temperature storage, the number of shoots was a

smaller at 2~3, but the length was greater and the leaf surface area was larger. The low temperature storage was the most effective for culturing because the fresh and dry weight per plant was higher.

7. The total yield increased by 8~10% at low temperatures. The period of low temperature storage was effective at 2 weeks because the total yield was high and the commodity rate of 'Dejima' and 'Chubeak' was 87% and 89% in that order. The storage after 2 weeks seed greening improved production more concerning the total yield and commodity rate than storage right after as harvest.

From these results, we can see that low temperature storage was effective for germinating and improving growth, total yield and commodity rate. Therefore the low temperature storage after 2 weeks seed greening was effective for culturing potatoes.



List of Tables

Table 1. Morphological characteristics of cultivars tested	9
Table 2. Chemical properties of experimented soil	10
Table 3. HPLC analysis conditions for free sugars and ABA concentration in two different cultivars of potato	12
Table 4. Chemical properties of experimented soil	15
Table 5. The effect of storage types on sprout growth in two different cultivars of potato	17
Table 6. The effect of storage types on ABA concentration in two different cultivars of potato	25
Table 7. The effect of storage types on emergence in two different cultivars of potato	26
Table 8. Characteristics of growth by storage types in two different cultivars of potato	28
Table 9. The effect of storage types on tuber yield in two different cultivars of potato	29

Table 10. Changes of ABA concentration by cold temperature treatment period in two different cultivars of potato	38
Table 11. The effect of cold temperature treatment period on emergence ratio in two different cultivars of potato	39
Table 12. Characteristics of growth with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato	40
Table 13. The effect of cold temperature treatment period on tuber yield in two different cultivars of potato	44
Table 14. The effect of cold temperature treatment time on sprout growth in two different cultivars of potato	45
Table 15. Changes of weight loss of tuber by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	46
Table 16. Changes of ABA concentration by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	52
Table 17. Changes of emergence ratio by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	53
Table 18. Characteristics of growth by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	54
Table 19. The effect of cold temperature treatment time on tuber yield in two different cultivars of potato	56

List of Figures

Fig. 1. Scheme of extraction and purification for ABA analysis	13
Fig. 2. Changes of weight loss of tuber with storage types in two different cultivars of potato	18
Fig. 3. Changes of sucrose concentration with storage types in two different cultivars of potato	22
Fig. 4. Changes of glucose concentration with storage types in two different cultivars of potato	23
Fig. 5. Changes of fructose concentration with storage types in two different cultivars of potato	24
Fig. 6. The effect of storage period on sprout number in two different cultivars of potato	31
Fig. 7. The effect of storage period on the sprout length in two different cultivars of potato	32
Fig. 8. Changes of weight loss of tuber with cold temperature treatment period during storage in two different cultivars of potato	33
Fig. 9. Change of sucrose concentration with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato	35

Fig. 10. Change of glucose concentration with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato	36
Fig. 11. Change of fructose concentration with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato	37
Fig. 12. The effect of cold temperature treatment period on fresh weight in two different cultivars of potato	41
Fig. 13. The effect of cold temperature treatment period on dry weight in two different cultivars of potato	42
Fig. 14. Changes of sucrose concentration with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	49
Fig. 15. Changes of glucose concentration with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	50
Fig. 16. Changes of fructose concentration with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	51
Fig. 17. Changes of leaf area with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato	55

I. 서론

감자(*Solanum tuberosum* L.)의 원산지는 남아메리카 안데스 산맥지역으로 4세기 경에 널리 재배되었을 것으로 추정된다. 우리나라에는 1824년 만주 간도 지방으로부터 전래된 이후 60년대까지 고구마와 함께 救荒作物로 이용되어 왔으며, 70년대에는 副食作物로, 80년대 중반 이후에는 다양한 가공산업의 발달로 이용성이 다양해졌고, 최근 국민소득 향상과 더불어 건강에 대한 국민의식이 사회 전반적으로 높아지면서 저칼로리 알칼리성 건강식품인 감자의 소비가 급증함에 따라 재배면적과 생산량이 크게 증가하였다.

제주도는 연평균기온이 15℃ 내외로 경기도 수원과 비교하여 연평균 기온이 4℃, 1월 평균기온은 10℃이상 높으며, 서리가 내리지 않는 기간이 270일로 수원의 180일, 목포의 200일에 비해 길어 4~5월의 端境期에도 감자 생산이 가능한 좋은 입지를 갖추고 있다.

제주도에서 감자를 본격적으로 재배하게 된 시기는 1965년 日本 導入種의 가을재배 선발시험을 시작으로, 자가 채종생산 및 대관령 고령지산이나 남해안 일대에서 생산하여 공급한 종서를 이용한 일반재배로 명맥을 유지하다가, 1980년대 중반부터 제주도 감자 산업의 중요성 인식과 제주도의 좋은 환경 조건으로 인하여 발전을 거듭하여 오늘날 감귤 다음의 경제작목으로 부각 되기에 이르렀다.

제주도의 감자 재배작형은 봄재배, 가을재배, 겨울재배로 구분되며, 봄재배는 1,000ha내외가 재배되는데, 1월 중순부터 3월 초순까지 파종하여 6월 상·중순에 수확하는 작형으로 일부는 상품용으로 출하하고, 주로 가을과 겨울재배를 위한 종서용으로 활용된다. 가을재배는 7월 중순부터 9월 상순까지 파종하여 10월 하순부터 이듬해 3월까지 수확하는 작형으로 재배면적은 4,000~4,500ha이고, 일부는 겨울재배용 종서로 사용되고 대부분은 시세에 따라 출하하고 있다. 겨울재배는

12월 중순부터 1월 상순까지 파종하여 4월 하순부터 5월 상·중순에 수확하여 상품 출하하는 재배작형으로 1,500ha내외 재배되고 있다. 2001년 제주지역의 감자 재배현황을 살펴보면, 총재배면적은 6,019ha이고 가을재배3,904ha(65%), 겨울재배 1,345ha(22%), 봄재배 770ha(13%)를 차지하고 있다(한, 2002).

감자 재배에서 가장 중요한 종서 저장시, 종서를 장기간 생리적 퇴화없이 유지하기 위해서는 저장 전에 선별을 철저히 하고 녹하시키는 등 적절한 처리를 하거나 온도, 습도 및 환경조건에 알맞게 조절하여야 한다. 즉 괴경은 살아있는 유기체로서 모든 생리적 체계를 유지하는 생명현상을 나타내므로 수확 후에도 모든 대사적 반응을 계속한다. 특히, 수확 직후 표피층의 발달이 불완전하고 수확 중이나 수확 후 물리적 상처를 받게 되어 수분 손실과 부패균이 침입하며, 상처 받은 표면이 건조되면서 근접세포에 suberin이 축적되고, 그 세포층 밑에 피층이 생성됨으로써 curing이 시작된다.

이러한 curing 과정은 여러 가지 요인에 의하여 좌우되는데, 특히 온도와 습도가 주요 요인이 된다. 보통 수확 후 2주 정도면 호흡은 적어지고, 괴경 표면의 상처도 코르크층으로 변하여 보존상태가 좋아지므로 수확 후 적어도 2주 정도는 curing하여 공기 유통이 좋은 냉랭한 장소에 두는 것이 중요하다. 감자의 저장 온도는 보통 0~10℃ 정도지만 품종, 저장기간, 저장목적에 따라 다르다. Ittersum 등 (1992)은 저지대 고온에서 생산된 괴경이 고지대 저온에서 생산된 괴경보다 생리적 서령이 빨리 진전된다고 보고하였는데, 고온하에 저장하면 종서의 生理的 薯齡이 진전되어, 멩아일수가 단축되는 등 생육이 빨라지는 경향이 있다. 반대로 5℃ 이하에 저장한 경우는 눈수의 감소, 멩아 지연, 생육의 불균일을 초래한다. 그러므로 종서는 초기에 5℃ 이하에서 저장하다가 파종 전에 점차로 온도를 높이는 것이 바람직하다. Kawakami(1952)는 종서의 生理的 薯齡은 재배기간 중의 환경조건 및 수확 후의 취급과 저장조건에 따라 달라진다. 또한 종서의 생리적 서령은 휴면타파 후의 시간이 경과할수록 진전된다고 하였다.

최근 제주도의 감자 재배는 농촌사회의 구조적 변화에 따른 노동 인력의 고령화와

생산요소 가격의 인상에 의한 과중한 경영비의 부담, 1976년 일본에서 大地馬(大地)품종을 도입하여 재배한 이래 신품종을 개발하지 못하였고, 무병우량종서의 낮은 보급율로 인하여 감자의 토지생산성이 낮은 등 많은 문제점을 내포하고 있었으나, 1999년 고령지시험장과 공동으로 이기작 품종인 秋白을 개발하여 자체적으로 대량증식·공급함으로써 현재는 大地와 함께 주요 품종으로 정착시키는 성과도 있었다. 특히, 겨울재배작형은 전국의 감자 단경기인 4~5월 중순 출하를 가능케 하는 제주특산작형으로 소득향상에 크게 기여하고 있다.

이처럼 제주지역의 감자재배는 대내이적 생산여건의 변화에도 불구하고 지역 특성을 고려한 재배기술과 신품종 육성으로 나름대로의 발전을 꾀하고 있으나, 최적 생산조건의 정립과 체계적 재배기술 구명이 미비하므로 이의 지속적인 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 제주지역에서 주로 재배되고 있는 ‘대지’와 ‘추백’품종에 대한 생산시기별 적합한 종서의 저장 조건을 구명함으로써 안정적 재배를 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.



II. 연구사

일반적으로 감자 괴경의 휴면은 내적인 휴면(rest period)과 외적인 휴면(dormant period)이 있으며(Burton, 1978 ; Cho, 1982), 몇가지 요인이 작용한다고 알려져 있다. 내적인 휴면은 괴경을 최적조건에 두어도 맹아되지 않는 것을 말하며, 맹아를 誘導하는 세포분열이 억제된다고 한다(Rappaport and Wolf, 1969). 반면에 외적인 휴면은 환경적 요인, 특히 온도가 부적합 할 때 맹아되지 않는 것으로 생장을 위한 필수적인 대사물질이 눈에 공급되지 않으므로 일어난다고 한다(Tuan and Bonner, 1964). 감자 괴경의 휴면은 Auxin, Gibberellic Acid(GA), Abscisic Acid(ABA) 및 Cytokinin 등의 상호균형에 의하여 결정된다(Perennec and Medec, 1980). Rappaport와 Wolf(1969)는 GA와 ABA 함량의 균형에 의하여 괴경의 휴면이 결정된다고 하였으며, Lindblom(1966)은 감자 맹아의 頂芽優勢現狀이 Indol Acetic Acid(IAA)와 GA의 균형에 의하여 결정된다고 하였다.

休眠이 종료된 괴경은 호흡률이 급속히 높아지고(Nishiyama and Tagawa, 1960), 전분함량이 감소하면서 sucrose 함량이 증가하며(Denny, 1930), 단백질과 같은 질소화합물의 함량도 급속히 증가하는 것으로 알려져 있다(Cortrufo and Levitt, 1958). 또한 괴경의 성분변화 뿐 아니라 amylase와 phosphorylase 등의 활성도 왕성해 진다(Nishiyama and Tagawa, 1960).

맹아생장을 위한 최적 저장온도는 15~18℃이고, 이 온도까지는 온도의 증가와 함께 맹아생장도 증가된다고 하였으며(Mcgee 등, 1986), Burton(1965)은 맹아를 억제 할 수 있는 이상적인 저장온도가 10℃라고 보고한 바 있고, Short와 Bonner(1970)는 20℃ 이상의 저장온도에서는 오히려 맹아생장이 억제된다고 하였다. 그러나, 4℃ 이하의 온도에서는 맹아는 효과적으로 억제되지만 환원당 축적이 매우 높다고

하였다(Burton, 1975 ; Classen 등, 1991 ; Patricia 등, 1991).

감자의 괴경은 저장중에 호흡과 증산작용을 통하여 중량이 감소된다. Kim(1996)에 의하면 생육기간 중 괴경의 건물율은 황산암모늄 시용에 의해 증진 효과가 우수하다고 하였으며, 괴경에 축적된 전분(starch)은 괴경이 저온과 접할 경우 각종 효소들의 작용으로 sucrose로 분해되고, sucrose는 다시 glucose와 fructose로 가수분해된다(Vaughn and Spencer, 1993 ; Watada and Kunkel, 1955). 이러한 糖化現狀은 특히 저장온도의 영향을 많이 받는데, 7℃이하의 저온에서 저장하였을 때 많이 발생하며, 10℃이상의 온도에서는 당축적에는 영향이 적으나 멩아를 억제하지 못해 감모율 증가의 원인이 된다(Barker, 1936 ; Verma 등, 1974 ; Dwelle and Stallknecht, 1978)고 하였다. 감자 저장 중 건물량의 변화는 덩이줄기로부터의 수분 증발은 물론 호흡을 통해서 일어난다고 하였으며(Dogras 등, 1991a ; Dogras 등, 1991b), 낮은 저장온도와 높은 상대습도에서는 호흡이 낮아 건물율이 일정하게 유지 되었다고 보고하였다(Forbush과 Brook, 1993). Burton과 Hannan(1957)은 멩아가 있는 괴경이 멩아를 제거한 괴경보다 4~5배나 중량 감소가 크며, 멩아의 표면에서 증산작용에 의한 수분 손실이 괴경 표면에서 보다 100~150배나 된다고 하였다. Van과 Hartmans(1987)는 멩아의 peroxidase 활성과 건물률이 괴경의 멩아능력과 밀접한 상관관계가 있다고 하였으며, 저장중의 중량감소는 저장조건이나 괴경의 생리적 서령에 의하여 영향을 받는다 하였다. Butchbaker 등(1973)은 저장중에 괴경무게의 감소는 저장온도나 생리적 서령과 밀접한 관련이 있으며, 상대 습도와는 중간 정도, 공기 유동속도와는 상관이 낮다고 하였다. 멩아의 길이가 2mm 가량 될 때 본격적으로 생리적 서령이 증가된다고 하였는데(Ittersum 등, 1992), 감자 괴경의 생리적 서령과 관련된 정확한 생화학적 기작은 아직 구명되지 않았다. 한편, 감자 괴경내 환원당 함량은 수확 후 저장하는 동안 많은 생리·생화학적인 반응에 의해 변화를 일으킨다(Keller and Wremken, 1988). Burton(1975)은 저장 중 감자의 성분변화에 관한 연구에서 감자를 장기적으로 저장할 경우 감자의 비중은 증가하며, 공기 중의 산소함량을 조절하는 방법에 의하여 감자의 호흡을

억제시킬 수 있고, 6°C이하의 저온에 감자를 저장하면 당함량은 현저히 증가하고, 고온에서는 전분이 증가하는데, 이러한 변화는 호흡에 의한 당류의 소모와 Amylolytic enzyme에 의한 당으로부터 전분 합성 등의 복잡한 과정에 의한다고 보고하였다. 또 환원당 축적이 5°C 저장에서 가장 높았다고 보고된 바 있으며 (Coffin 등, 1987), Ewing 등(1981)은 저온저장 후 19°C의 고온에 저장했을 때 환원당 함량이 가장 낮았다고 보고하였다. 성숙한 괴경은 환원당 함량이 낮았으나, 미숙하거나 과숙한 괴경에서는 오히려 높았다고 보고하였다(Santerre 등, 1986).

감자 괴경의 휴면기간은 塊莖 着生日로부터 맹아의 신장이 시작되는 날까지의 일수로 계산하는 것이 정확하지만, 괴경 착생일의 조사가 어렵고 동일한 개체에서도 괴경 크기별로 착생일이 다르기 때문에 수확일로부터 맹아의 생장이 시작되는 날까지의 일수로 계산하는 방법이 실용적이라고 하였다(Cho 등, 1983). 또한 Emilsson(1949)에 의하면 괴경의 휴면은 품종, 괴경의 성숙정도, 토양조건, 기상조건, 저장조건 및 괴경의 상처유무 등에 의하여 지배를 받는다고 하였다. 휴면의 길이는 품종에 따라 현저하게 차이가 있으며, 성숙괴경은 미숙괴경보다, 높은 기온하에서 재배된 괴경은 낮은 기온에서 재배된 괴경보다, 높은 저장온도는 낮은 저장온도보다, 변온은 항온보다 휴면기간이 짧아진다(Yves 등, 1995).

Wurr(1987)와 Van der zaag와 Van Loon(1987)은 저장온도가 높을수록 종서의 생리적 서령의 진전 속도가 빨라진다고 하였다. 즉, 4°C 저장에서는 35주 후에 최대생장력을 보인 반면, 12°C에서는 그 당시 이미 최대생장력을 넘어선 생리적 서령을 보였다. Van Loon (1987)은 품종별로 4°C와 12°C에 저장한 결과, 저장온도와 품종에 따라서 생리적 서령의 진전 정도가 다르다고 보고하였으며, Hartmans과 van Loon(1987)은 4°C에 저장된 종서가 12°C에 저장된 종서보다 맹아능력의 연차간 차이가 심하게 나타난다고 보고한 바 있다.

농가의 저장시설 보유 실태는 경제적인 문제점 등으로 농가단위의 감자 저장시설을 개별적으로 갖추기 어려운 실정이다. 대부분의 농가들이 하우스에 차광망을 피복하거나, 간이 창고내에서 종서를 저장하고 있으며, 저장용기는

구매가 쉽고 가격이 저렴한 포대나, 20kg 콘테이너 상자를 사용하여 증적하고 있다. 황(1991)이 저장형태 및 저장용기의 효과를 검토한 결과, 통풍식 저장고가 감모율이 가장 적었으며 플라스틱 저장용기가 저장효과가 가장 양호한 것으로 나타났다.

감자를 수확하면 저장을 하기 전에 수확하면서 입은 기계적 손상 등의 상처 치유를 위한 Curing을 해야 하는데, 이에 대한 연구(Joiner and Mackey, 1962 ; Shipper, 1971a)는 Curing때의 습도의 중요성을 강조하였으며, Shipper(1971b)는 수확 후 온도를 10℃로 고정하고 상대습도를 달리하여 Curing한 후 5℃의 온도와 85% 습도에서 120일간 저장시험을 실시한 결과, 가능한 한 높은 습도에서 Curing 처리한 것이 좋다고 보고하였다. 浴光催芽는 광으로 맹아의 생육을 조절하는 방법으로 파종 전 미리 맹아를 강건하게 키워서 맹아의 손상을 감소시키고 조기 출현에 의한 초기 생육을 촉진시켜 수량 증대를 이룰 목적으로 실시한다. Headford(1962)에 의하면 육광최아는 종서의 활력이 약할 때, 생육한계기간이 짧을 때, 파종시 토양온도가 낮을 때, 균일한 출현이 요구될 때, 종서의 절편부패 및 흑지병균 침입의 위험이 있을 때 실시하는 것이 효과적이라고 하였다. 육광최아의 적온은 15~20℃이고, 광의 밝기는 산광범위가 알맞으나, 28~30℃ 이상의 고온에서는 흑색심부병이 발생할 위험이 크고, 광이 강할 때에는 맹아 신장이 억제된다. 습도는 약간 건조한 편이 좋다. 습하면 맹아가 도장하고 연약해지며, 건조하면 과도한 수분소모로 종서의 활력이 빠르게 감퇴된다. 島와 伊藤(1948 ; 1955)는 육광최아 처리는 무처리에 비하여 출현이 9일 빠르고, 수량도 23% 증가된다고 보고하였다. 괴경의 휴면기간을 조절하는 일은 단순히 저장성을 향상시킬 뿐 아니라 재배작형의 조정 등 감자재배에서 매우 중요한 문제이다. 상처를 내거나, 절단하거나, 저장고내의 대기조성을 바꾸는 등 물리적 처리법과 화학적 처리법에 의해 인위적으로 휴면을 타파할 수 있다. 물리적 처리법으로서 수확한 괴경을 18~25℃에 고온저장하거나, 4℃의 저온과 18~25℃의 고온에 변온저장하는 방법이 있다(Burton, 1963). 그러나 인위적 휴면타파를 위해서는 화학적 방법이 주로

이용되는데, 그 중 지베레린 沈漬法이 처리효과가 가장 뚜렷하지만, 많은 눈이 나와 지하부 초세가 약해지면서 괴경 형성이 지연되거나, 감자썩이 웃자라 흑지병 등에 걸릴 염려가 높고, GA를 처리한 감자를 종서로 이용하였을 때 기형서가 발생되어 상품성이 떨어지는 등의 문제가 있다(장과 김, 1998 ; Choudhuri, and Ghose, 1963 ; Scholte, 1992 ; Kim 등, 1996).

휴면중인 괴경을 2주 또는 그 이상 4℃로 저장한 다음 환기가 잘되는 18~25℃에서 감자 썩이 자랄때까지 저장하고, 감자 썩이 0.5cm정도 자라면 산광이 들어오는 장소로 옮겨 웃자람을 방지한다.

Abscisic Acid(ABA)는 1949년 스웨덴의 Torsten Hamberg에 의해 감자 괴경의 피층부에 다량의 생장 저해물질이 함유하고 있다는 것을 발견한 이래, ABA 함량이 감소했을 때 괴경의 발아가 촉진됨으로써 괴경발아와 휴면이 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다. 현재까지 감자, 물푸레나무, 단풍나무 등 단자엽과 쌍자엽식물에서 ABA가 고루 분포하고 있음이 확인되었다(증전 등, 1971).

Mielke 등(1975)은 ABA가 화아의 휴면을 조절하며, Rodriguez 등(1988)은 개암나무에서 시기별 ABA 함량을 조사하였는데, 4월 신초일 때가 가장 적었고, 11월에 잎에 ABA 함량이 가장 많았다고 보고하였다. Krauss와 Marschner(1982)는 질소공급은 ABA 함량을 감소시키고 GA 함량을 증가시켜 괴경 형성이 억제된다고 보고하면서 괴경형성이 내생 식물호르몬과 밀접한 관련이 있음을 암시하였다.

Ⅲ. 재료 및 방법

실험1. 종서의 저장방식에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

1. 공시재료

본 실험은 1999년~2000년 제주도농업기술원에서 수행하였다. 실험에 供試한 감자 품종은 ‘大地(Dejima)’와 ‘秋白(Chubeak)’으로 형태적 특성(고령지농업시험장, 1999)은 Table 1과 같다. 1999년 10월 25일 수확된 제주산 원원종급 종서 가운데 $120\pm 5g$ 의 塊莖들을 선별하여 약 2주간 綠化시킨 후 저장방식을 달리하여 처리하였다.

Table 1. Morphological characteristics of the cultivars tested.

Cultivar	Seed source	Tuber shape	Flower color	Maturity	Depth of eye	Flesh color
Dejima	Jap. '76 ^{z)}	Flat round	White	Late	Moderate	Yellow
Chubeak	Kor. '99 ^{y)}	Flat round	Purple	Early	Deep	White

^{z)} Dejima was breeding cultivar at 1976 in Japan.

^{y)} Chubeak was breeding cultivar at 1999 in Korea.

2. 실험처리

저장방식은 창고(慣行), 저온저장고, 비닐하우스, 항온기에 저장하였다. 저온저장고 처리구는 2주간 綠化 후 4℃에서 2주 동안 저장한 후 꺼내어 파종때까지 콘테이너 상자에 넣어 창고에서 직사광선을 피하고 散光이 들어가도록 보관하였다. 비닐

하우스 저장구는 이중피복이 된 비닐하우스내에 지표면은 비닐을 깔아 과습을 방지하였고, 약75% 차광망을 설치하여 산광에서 과종때까지 보관하였다. 항온기 저장구는 25±0.5℃의 항온기내에서 보관하였다.

3. 경종개요

저장방식별로 처리된 종서는 과종 7일전 꺼내 30g내외의 크기로 절단하여 통풍이 양호하고 산광이 드는 곳에서 절단면을 잘 治癒시킨 후, 65×20cm의 간격으로 1999년 12월 24일 노지포장에 과종하였다. 이때 절단면을 통해 피경내 수분이 과다하게 소모되어 씨감자의 활력 감퇴와 부패할 우려가 있으므로 절단면이 충분히 치유되지 않은 것은 제거하였다(장과 김, 1998).

Table 2. Chemical properties of experimented soil.

pH (1:5)	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C (me/100g)	Exch.(me/100g)		
				Ca	Mg	K
5.8	17.5	38.4	29.8	5.4	1.28	0.61

1999년 12월 24일 과종 전 토양 시료를 채취하여 이화학적 특성을 분석한 결과, 토양산도가 5.8로 감자 재배에 적합하였으며, 유기물 함량과 비옥도가 매우 높고 지력이 균일한 토양이었다(Table 2).

시비는 농촌진흥청 재배기준에 준하였으며, 과종 후 투명비닐로 멀칭하였고, 발아와 동시에 멀칭한 비닐을 타공하였다. 실험구는 구당 120주로 하였으며 난괴법 3반복으로 배치하였다.

4. 특성조사 및 분석

저장방식별 종서의 상태변화를 조사하기 위해 14일 간격으로 꺼낸 후 농촌진흥청 조사기준에 의거하여 다음과 같이 조사·분석하였다.

4-1. 萌芽 特性

감자싹이 3mm이상 자란 것을 萌芽로 본다. 맹아율은 총조사주수에 대한 맹아된 싹자의 비율로 조사하고, 맹아길이와 맹아수 등을 조사하였다.

4-2. 종서의 減耗率

저장 전의 종서의 무게를 기준으로 14일 간격으로 꺼냈을 때의 감량치를 조사하였다.

4-3. 유리당 함량 변화

처리에 따른 유리당 분석은 凍結乾燥한 시료를 80% 에탄올로 항온수조(Boiling water bath)에서 3시간 동안 환류냉각 추출한 다음 여과지(whatman No. 2)로 여과시켜 殘渣를 분리한 후 定容하였다. 이 여과액을 일정량 취하여 C₁₈ Sep-pak cartridge를 통과시킨 후 0.2 μ m membrane filter로 여과한 시료액을 High Performance Liquid Chromatography(HPLC) 주입용 檢體로 하였다.

유리당 함량은 HPLC(Waters 510, USA)를 사용하여 Table 3의 분석조건으로 측정하였으며, 檢體와 표준물질의 Chromatogram을 비교하여 정량하였다. 또한 유리당의 표준품은 Sigma사 제품인 fructose, glucose, sucrose를 사용하였으며, 檢量線 작성을 위한 표준물질은 각각 5mg/100ml, 10mg/100ml, 15mg/100ml, 20mg/100ml 농도가 되게 3차 증류수로 조제하였다.

4-4. ABA 함량 변화

ABA 분석은 동결건조한 처리별 시료를 ABA 분석용 추출용매(90% Acetonitril + 200ppm BHT/ ℓ)로 추출한 다음 헥산과 Ethyl acetate로 용매분획 단계를 실시하면서 ABA를 Fig. 1과 같이 분리·정제하여 High Performance Liquid Chromatography(HPLC)로 정량하였다. Fig. 1의 과정을 통해 얻은 최종 調劑液을 定容한 다음 0.2 μ m membrane filter로 여과한 시료액을 HPLC 주입용 檢體로 하였으며, Table 3의 HPLC(Waters 510, USA) 분석조건으로 정량하였다. 검량선 작성을 위한 표준물질의 농도는 2.5ppm, 5ppm, 10ppm, 20ppm 되게 조제하였고, 이때 사용한 ABA 시약은 Sigma사

제품을 이용하였다.

Table 3. HPLC analysis conditions for free sugars and ABA concentration in two different cultivars of potato.

Parameter	Free sugars	ABA
Column	prevail carbohydrate Es, 4.6 × 250mm	NOVA-PAK C ₁₈ 3.9 × 150mm
Detector	ELSD 2000 (Alltech, USA)	Uv 254nm (Waters 486, USA)
Mobile phase	CH ₃ CN : Water = 80 : 20, gradient	Buffer complex ^{z)} : CH ₃ CN = 2 : 1
Flow rate	1.0ml/min	1.0ml/min
Injection volumn	20 μ l 100 P (Auto sampler)	20 μ l 100 P (Auto sampler)

^{z)} 0.1M phosphate buffer (pH 2.6)

4-5. 생육 특성

파종 후 출현상황은 시험구를 관찰하여 出現始(처음으로 출현한 날), 出現期(약 40% 출현한 날), 出現揃(약 80%출현한 날)으로 구분하였고, 출현율과 출현소요일수(출현시부터 출현전까지의 소요일수)를 조사하였다.

지상부 생육특성은 莖長(主莖의 지면으로부터 最上節位 끝까지의 길이), 莖數, 莖經, 葉面積 등을 조사하였다.

4-6. 수량 특성

수량성을 분석하기 위해 10a당 총수량, 10a당 상품수량(1개의 무게가 81g 이상인 감자의 10a당 무게), 상품율 등을 조사하였다.

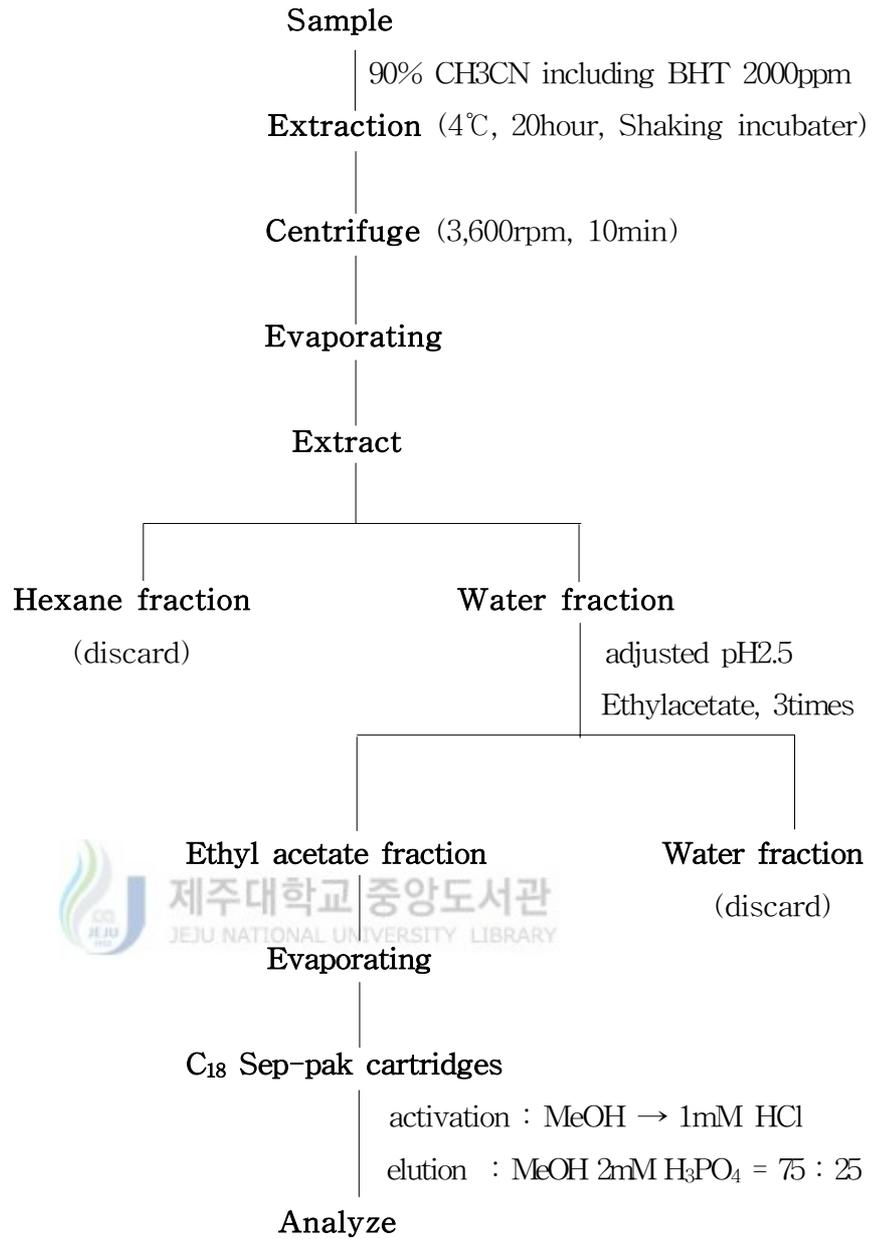


Fig. 1. Scheme of extraction and purification for ABA analysis.

실험 2. 저온처리기간 차이에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

1. 공시재료

본 실험은 2000년~2001년 제주도농업기술원에서 수행하였다. 실험에 공시한 감자 품종은 ‘大地(Dejima)’와 ‘秋白(Chubeak)’으로 형태적 특성은 Table 1과 같다. 2000년 11월 10일 수확한 제주산 원원종급 종서 중 $120\pm 5\text{g}$ 의塊莖들을 선별하여 사용하였다. 저온저장고내에서 저온기간을 달리하여 처리하였다.

2. 실험처리

수확하여 약 2주간 綠化시킨 후 종서에 대한 저온처리는 2000년 11월 24일부터 1주, 2주, 3주, 4주 동안 온도 4°C , 상대습도 $85\pm 2\%$ 의 저장고에 저장하였고, 각 처리기간 후 꺼내어 파종때까지 콘테이너 상자에 넣어 창고에서 직사광선을 피하고 산광이 들어가도록 보관하였다.

3. 경종개요



저온처리기간별로 처리된 종서는 파종 7일전 30g내외의 크기로 절단하여 통풍이 양호하고 산광이 드는 곳에서 절단면을 잘 治癒시킨 후, $65\times 20\text{cm}$ 의 간격으로 2001년 1월 15일 파종하였다.

2000년 12월 30일 파종 전 토양 시료를 채취하여 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 토양 pH는 5.9로 감자 재배에 적합하였고, 유기물 함량과 비옥도가 높고, 지력이 균일한 토양이었다.

시비 및 파종 후 관리는 실험 1과 같았으며, 실험구는 區當 120주로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다.

Table 4. Chemical properties of experimented soil.

pH (1:5)	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C (me/100g)	Exch.(me/100g)		
				Ca	Mg	K
5.9	19.7	57.2	36.0	6.7	1.6	0.4

4. 특성조사 및 분석

처리기간별 종서의 상태변화를 조사하기 위해 7일 간격으로 꺼내어 맹아특성, 종서의 감모율 등을 조사하였다. 또한 재배적 효과를 검토하기 위해 생육 및 수량성을 조사하였다. 조사 및 분석방법은 실험 1과 같았다.

실험 3. 저온처리시기에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향



1. 공시재료

본 실험은 2000년~2001년 제주도농업기술원에서 수행하였다. 실험에 공시한 감자 품종은 ‘大地(Dejima)’와 ‘秋白(Chubeak)’으로 형태적 특성은 Table 1과 같다. 2000년 11월 10일 수확한 제주산 원원종급 종서 중 120±5g의 괴경들을 선별하여 사용하였다.

2. 실험처리

저장온도는 4℃이며, 저장기간은 2주로 같았으나, 저장시기는 달리하였다. 수확 직후 저온처리한 것, 2주간 綠化시킨 후 저온처리한 것, 파종 직전 저온처리한 것 등 3방법으로 처리하였다. 저온처리 외의 기간은 콘테이너 상자에

넣어 창고에서 산광하에 보관하였다.

3. 경종개요

저온처리기간별로 처리된 종서는 파종 전 30g내외의 크기로 절단하여 통풍이 양호하고 산광이 드는 곳에서 절단면을 잘 치유시킨 후, 65×20cm의 간격으로 2001년 1월 15일 파종하였다.

파종 전 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같았다. 시비 및 파종 후 관리는 실험 1과 같았으며, 실험구는 구당 120주로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다.

4. 특성조사 및 분석

저온처리시기별 종서의 상태변화를 조사하기 위해 14일 간격으로 꺼내어 맹아특성, 종서의 감모율 등을 조사하였다. 또한 재배적 효과를 검토하기 위해 생육 및 수량성을 조사하였다. 조사 및 분석방법은 실험 1과 같았다.



IV. 결과

실험 1. 저장방식에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

1. 멩아 특성

‘大地’와 ‘秋白’ 품종의 종서를 수확 직후 2주간 綠化處理한 후 저장방식별로 저장한 후에 萌芽特性을 조사한 결과는 Table 5와 같았다.

보통 감자에 있어서 눈의 숫자는 10~11개 정도로 萌芽에 적합한 조건하에서 골고루 싹이 나며, 각각의 눈에서는 1개의 主芽가 있고 여러개의 側芽가 존재한다.

Table 5. The effect of storage types on sprout growth in two different cultivars of potato.

Cultivar	Storage type	sprout No.	sprout fresh weight (g/tuber)	sprout length (mm)
Dejima	Ware house	5.6c ^{z)}	3.4d	14c
	Plastic film house	4.2cd	5.6cd	22b
	Cold storage room	7.7ab	1.2e	7d
	Incubator	3.4d	9.6ab	35a
Chubeak	Ware house	6.0bc	3.6d	16c
	Plastic film house	4.3cd	6.1c	24b
	Cold storage room	8.5a	1.4e	9d
	Incubator	3.1d	11.0a	36a

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

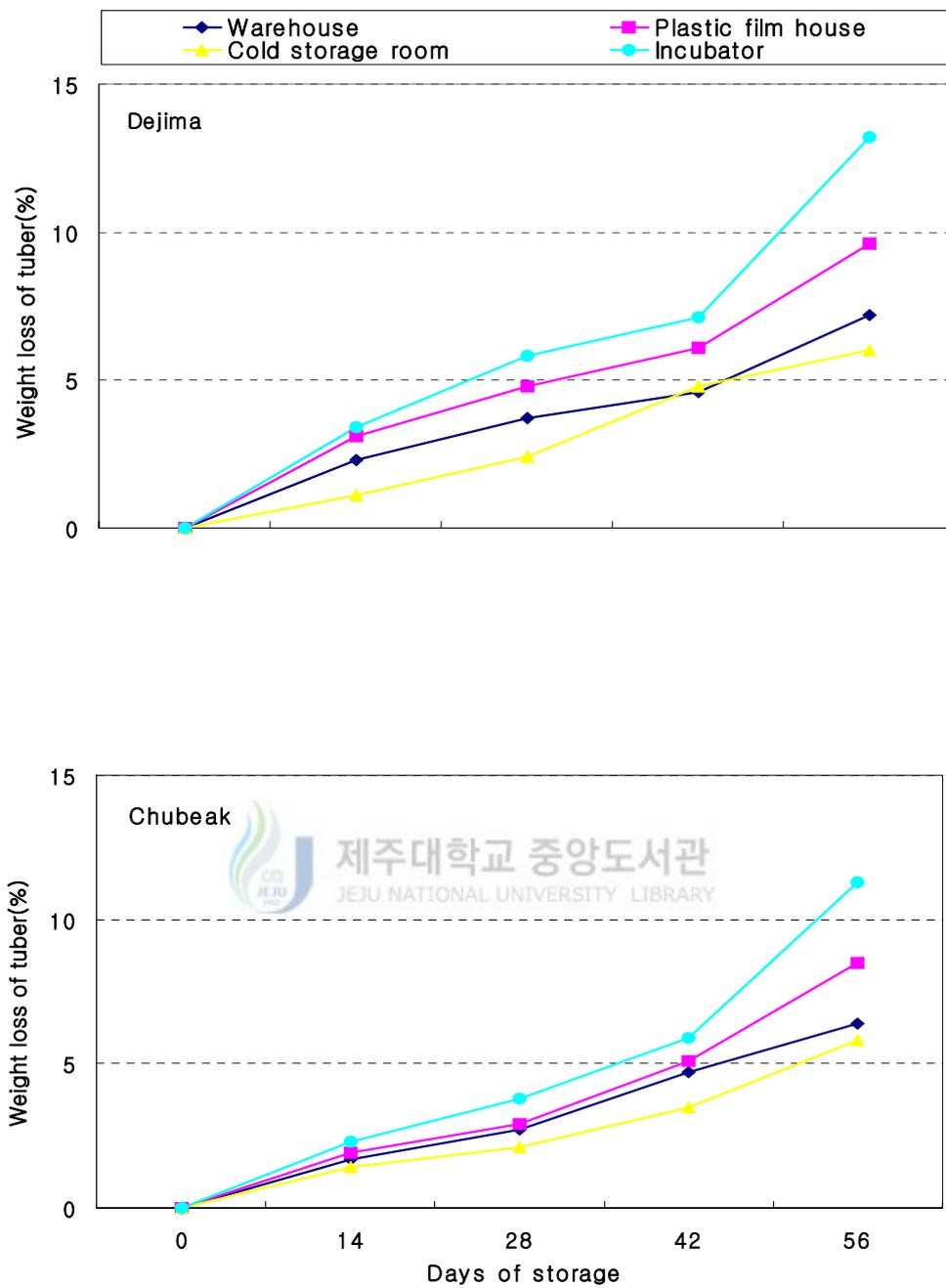


Fig. 2. Changes of weight loss of tuber with storage types in two different cultivars of potato.

본 실험에서 나타난 塊莖當 萌芽數는 저온저장의 경우 7~8개 내외로 가장 많았으며, 대부분 主芽였다. 그러나 25℃ 항온처리구는 멍아수가 3개 이하로 숫자도 적었고, 다수의 측아가 함께 나타났다. 품종간 차이는 미미하지만 ‘추백’ 품종이 ‘대지’품종보다 멍아수가 다소 많았다. 괴경당 萌芽重은 Incubator에서 ‘秋白’ 품종은 11.0g으로 가장 무거워 저장방식간 차이가 분명하였다. 그러나 저온처리구는 멍아수는 많았으나, 멍아가 가늘고 길이도 짧아서 멍아중이 상대적으로 낮은 경향을 나타내었다. 멍아의 길이도 멍아 무게와 비슷한 양상을 나타내 온도가 높을수록 신장이 빠른 결과를 나타냈다. 이는 낮은 온도에서는 멍아수가 많아지고 온도의 상승과 더불어 멍아수는 작지만, 멍아중과 멍아장은 반대의 경향을 나타낸다는 기존의 연구 결과(Park, 1998)와 일치하는 것이었다. 일반적으로 감자재배시 적정 멍아장은 7~10mm정도로 실제 멍아의 길이가 길수록 파종시 손상받거나 부러질 경우가 많다. 이에 의하면 저온처리구의 멍아길이는 적정크기로 판명되었다.

2. 괴경 감모율

처리전 괴경의 무게와 처리 후 14일 간격으로 조사한 괴경무게의 감소치를 백분율로 산정한 괴경 감모율의 변화는 Fig. 2와 같았다. ‘대지’ 품종의 減毛率은 25℃ 항온, 비닐하우스, 창고, 저온저장 순으로 낮아졌는데, 이는 Verma 등 (1974)이 보고한 약 10℃이상에서 계속 저장하면 멍아와 중량손실이 많아진다는 결과와 일치하였다. 저온저장을 제외한 다른 처리간의 감모율은 비슷하였고, 저장 42일~56일간에 감모율이 급격히 증가되는 경향을 나타냈다. 저온저장구의 경우는 저장기간 중에는 감모율이 낮았으나, 저온처리가 끝나 창고에 보관할 때부터 감모율이 상승되었다. 이는 낮은 저장온도와 높은 상대습도에서는 호흡이 낮아 건물율이 일정하게 유지되었다는 보고(Forbush와 Brook, 1993)와 유사한 결과였다. ‘추백’ 품종은 괴경 감모율이 ‘대지’ 품종보다 작고 완만하였지만, 저장방식별 감모 경향은 ‘대지’품종과 비슷하였다. 특히 저장 42일 이후 급속한

감모를 나타낸 것은 맹아가 시작되면서 증산작용이 이루어져 괴경중이 변화되었기 때문이라고 판단되었다.

3. 유리당 함량

처리 후 14일 간격으로 sucrose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과는 Fig. 3과 같았다. 관행방식은 처리 후 28일까지 sucrose 함량이 다소 증가하였으나, 처리가 끝난 때는 1,084mg/100g으로 처리 전의 1,176mg/100g에 비해 다소 감소되었다. 25℃ 항온처리구는 고온이라는 조건에 의해 함량이 크게 증가하였으나, 곧 감소하다가 맹아가 이루어지는 42일 이후에는 감소세가 커졌다. 4℃ 저온처리구는 저온이라는 조건에 의해 처리기간 중 함량이 크게 증가하였지만, 저온처리기간이 끝난 이후 관행방식인 창고로 옮겨진 다음에는 크게 감소하기 시작하여 986mg/100g 까지 저하되었다. 이러한 변화는 김(1992)과 Van과 Hartman (1981)에 의한 저온에서의 sugar 형성은 초기 수준만큼은 아니더라도 고온처리에 의해 다시 감소시킬 수 있다는 보고와 유사한 결과였다. 비닐하우스 저장방식에서는 초기에 다소 증가하다가 서서히 감소하였고, 맹아가 이루어지는 후기에 972mg/100g으로 크게 감소되었다. 품종간에는 ‘주백’ 품종의 함량이 다소 낮았으나, ‘대지’ 품종과 함량 변화는 비슷한 경향을 나타냈다. 저온저장은 특히 감자의 생리적인 변화에 영향을 주어 전분이 비환원당과 환원당으로 분해 축적케 하였는데 (김과 김, 1985), 7℃이하의 저온에서 저장하였을 때 환원당 함량은 막투과성의 증대와 함께 증가되는 것으로 보고되어 있다(Watada and Kunkel, 1955 ; Dogras 등, 1991a ; Dogras 등, 1991b).

처리 후 14일 간격으로 glucose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과(Fig. 4), ‘대지’ 품종의 경우 관행과 비닐하우스 방식은 처리기간 중 일정하게 증가하였으나, 맹아가 이루어지는 42일 이후에는 크게 증가하여 저장이 끝난 때는 각각 234mg, 252mg으로 처리 전의 184mg에 비해 함량이 많이 증가되었다. 그러나 25℃

항온처리구와 4℃ 저온처리구는 고온 및 저온이라는 조건에 의해 처리초기에 함량이 크게 증가하였으나, 곧 감소하다가 맹아가 이루어지는 42일 이후에는 다시 증가하는 경향이였다. 이는 김과 김(1985)이 감자를 4℃에 저장했다가 13~21℃에서 5~20일간 reconditioning 시키면 호흡작용의 증가로 축적된 환원당이 감소했다는 보고와, 감자는 고온에서 저장하면 환원당의 축적을 줄일 수 있고(Boe 등, 1974), 4℃이하의 온도에서는 맹아는 효과적으로 억제되지만, 환원당 축적이 매우 높았다(Burton, 1975 ; Classen 등, 1991)는 보고와 유사한 결과였다. ‘추백’ 품종의 함량 변화도 ‘대지’ 품종과 유사하였으나, ‘대지’ 품종 보다 함량은 다소 낮았다.

처리 후 14일 간격으로 fructose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과는 Fig. 5와 같았다. ‘大地’ 품종의 경우 관행, 비닐하우스, 저온처리 방식은 처리 초기에 fructose 함량이 크게 증가한 이후는 서서히 증가하였다. 그러나 25℃ 항온처리구는 처리전 78mg/100g에서 14일 후 146mg/100g으로 가장 크게 증가하였으나, 곧 감소하다가 맹아가 이루어지는 42일 이후에는 다시 증가하였고, 처리가 끝나는 56일무렵에는 177mg/100g까지 증가하는 등 불규칙적인 변화를 나타냈다. ‘추백’ 품종의 처리별 fructose 함량 변화 양상은 ‘대지’ 품종과 유사하였으나, 함량은 다소 낮았다.

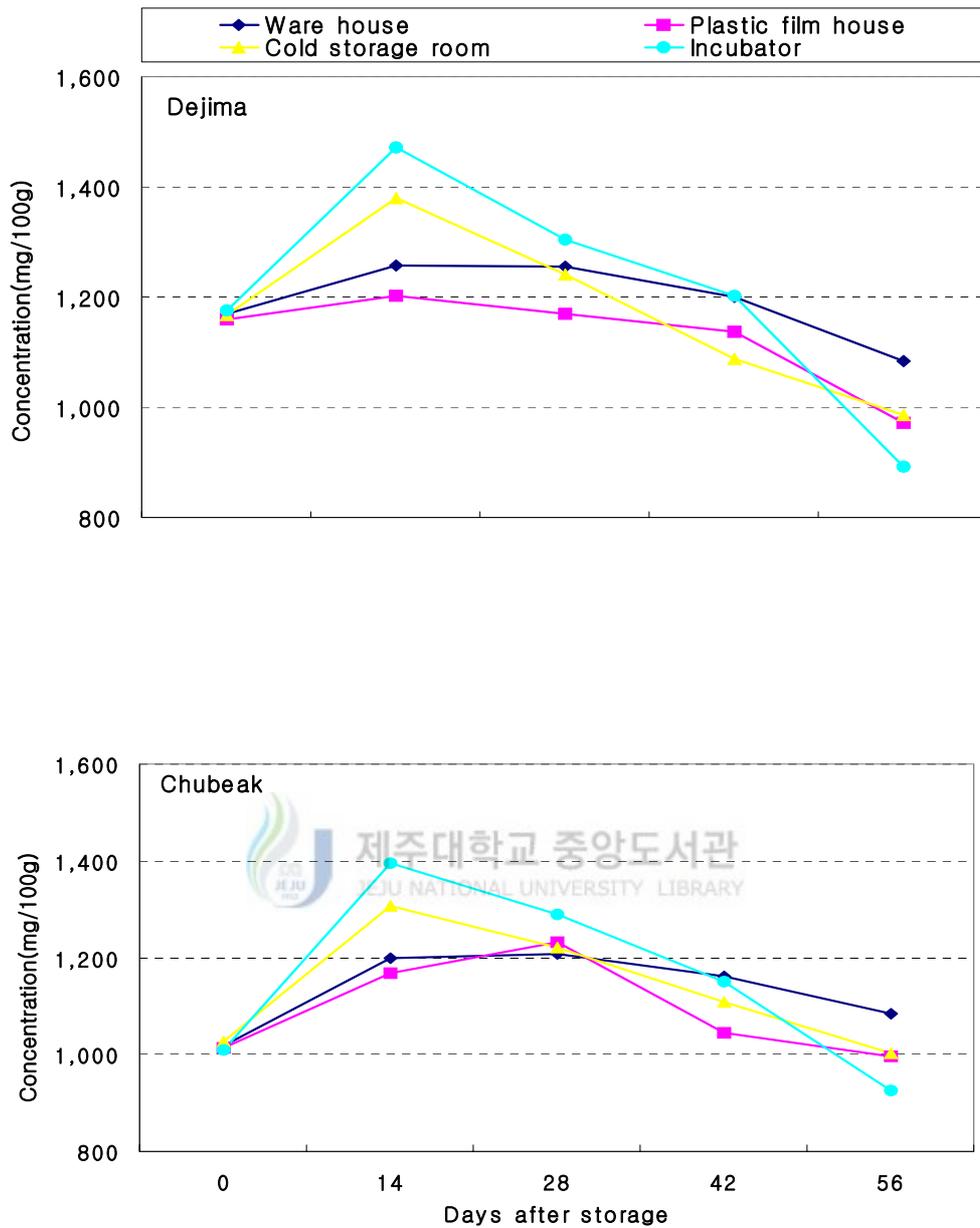


Fig. 3. Changes of sucrose concentration with storage types in two different cultivars of potato.

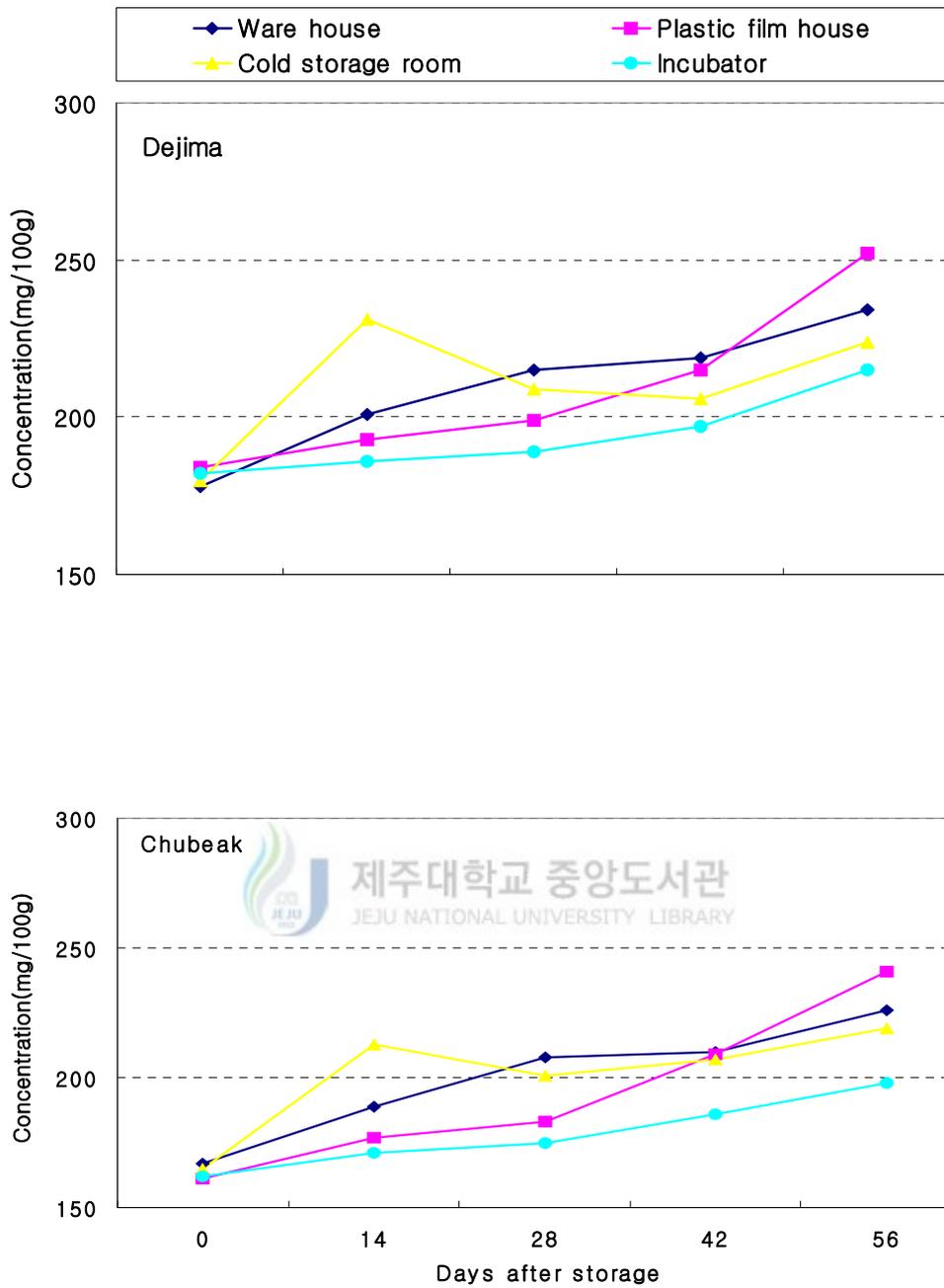


Fig. 4. Changes of glucose concentration with storage types in two different cultivars of potato.

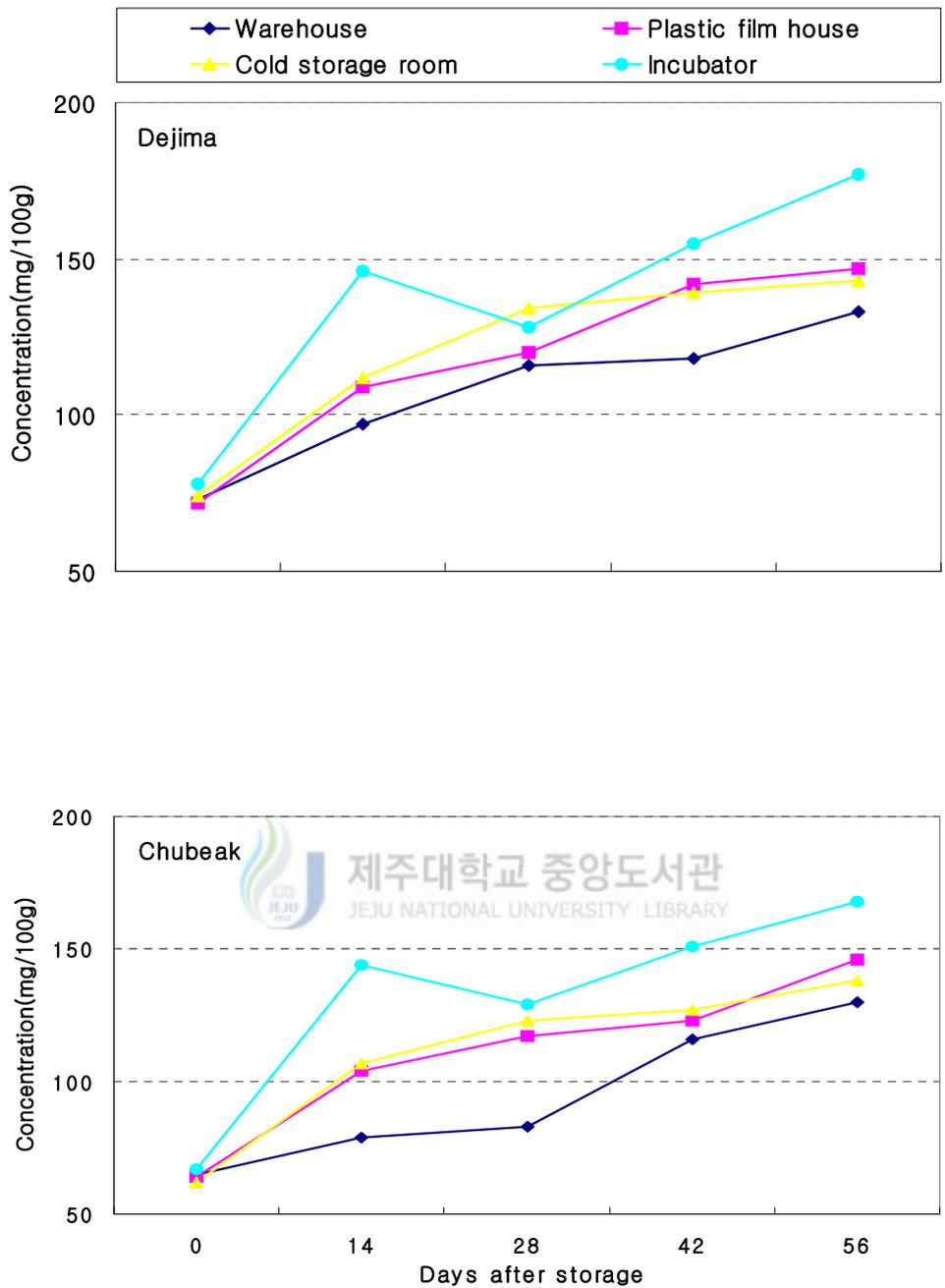


Fig. 5. Changes of fructose concentration with storage types in two different cultivars of potato.

4. ABA 함량

ABA 함량(Table 6)은 관행저장의 경우 처리가 시작될 무렵 13.18mg/kg이었던 것이 조사·분석때마다 일정한 정도로 감소하여 처리가 끝난 56일 무렵에는 4.77mg/kg으로 다른 처리구에 비해 함량이 다소 높았다. 반면 저온처리구는 저온기간에는 함량의 변화가 매우 적었으나, 처리 후 관행적 보관기간에는 급속히 감소하는 경향으로 특히 맹아가 시작되는 42일무렵의 함량변화가 매우 크게 나타났다. 맹아특성의 조사시 나타났던 결과에 의하면, 맹아가 활발히 이루어졌던 25℃ 향온처리구는 처리 초·중반까지 함량의 감소가 매우 크게 진행되어 맹아가 발생하기 시작하는 42일 무렵부터 완만하게 감소 되었다.

‘秋白’ 품종의 ABA 함량은 ‘大地’ 품종보다 다소 적었으나, 처리간에 나타난 함량의 변화는 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 6. The effect of storage types on ABA concentration in two different cultivars of potato. (unit : mg/kg)

Cultivar	Storage type	Days after storage				
		14	28	42	56	
Dejima	Ware house	13.18	11.90	9.07	5.93	4.77
	Plastic film house	13.04	11.52	5.46	3.90	3.68
	Cold storage room	13.23	12.73	8.51	4.16	3.15
	Incubator	13.15	10.08	5.24	2.98	2.75
Chubeak	Ware house	12.18	11.32	9.31	5.76	4.60
	Plastic film house	12.27	10.07	6.28	4.15	3.52
	Cold storage room	12.31	11.84	9.50	4.33	3.09
	Incubator	12.24	9.12	5.92	3.16	2.40

5. 발아 특성

저장방식에 따른 ‘大地’와 ‘秋白’ 품종을 파종한 후 발아상황을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 발아시작 시기, 파종량의 40%가 발아한 시기, 80%가 발아한 시기와 80%가 발아하는데 소요된 일수를 조사하였다.

Table 7. The effect of storage types on emergence in two different cultivars of potato.

Cultivar	Storage type	Date of first emerged	No. of days required for emergence		Emergence ratio (%)
			40% emergence	80% emergence	
Dejima	Ware house	2. 14	17c ^{z)}	25bc	84c
	Plastic film house	2. 13	12b	21b	89b
	Cold storage room	2. 9	8a	16a	89b
	Incubator	1. 30	28d	37c	81d
Chubeak	Ware house	2. 12	16c	24bc	86bc
	Plastic film house	2. 10	11b	21b	92a
	Cold storage room	2. 7	7a	15a	93a
	Incubator	1. 28	27d	36c	80d

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

발아율은 저온처리구와 비닐하우스 저장구에서 높게 나타났다. 이는 맹아 특성의 결과와는 다소 다른데, 맹아가 빨랐던 25℃ 항온저장구는 맹아가 매우 크게 자라서 파종시 크게 손상되었고 재생하면서 발아율이 가장 낮았다. 저장방식별

초기 출현은 25℃ 향온 저장구가 타 처리에 비해 10~15일 가량 빨랐으나, 80% 출현시기로 갈수록 지연되었는데, 이러한 결과는 고온에서 저장되어 생리적 서령이 지나치게 진전된 종서는 생리적 활력이 과도하게 감퇴되어 출현율이 낮았다는 보고(Van Loon, 1987)와, 저장 온도가 높을수록 출현속도가 빨랐으나, 일정 온도 이상일 경우 오히려 출현 속도가 지연되고 최종 출현율이 떨어진다는 다른 연구 결과들(Gregory, 1965 ; Iritani, 1968 ; Toosey, 1963)과 같았다. 이에 비해 저온처리구는 25℃ 향온 저장 방식보다는 10~15일 가량 출현은 늦었지만, 다른 방식보다 3~5일 빨랐고 발아 소요일수도 가장 짧아 비교적 단기간에 균일한 출현을 나타냈다. 또한 품종을 비교해 보면 ‘대지’ 품종보다 ‘추백’ 품종이 2~3일 빨랐는데 이는 ‘추백’ 품종의 휴면기간이 ‘대지’ 품종보다 다소 짧다는 품종적 특성 때문인 것으로 판단되었다.

한편, 전반적인 출현율은 ‘秋白’ 품종이 ‘大地’ 품종보다 양호한 경향이었으며, 농가의 관행적 저장방식인 창고 저장의 경우 ‘추백’ 품종과 ‘대지’ 품종이 각각 86%와 84%인데, 저온저장방식은 각각 93%와 89%로 높은 출현율을 나타냈다.

6. 생육 특성



개화기 무렵의 지상부 생육특성은 Table 8에서 보는 바와 같다. 莖長은 저온저장구가 ‘대지’는 56cm, ‘추백’은 44cm로 농가 관행방식인 창고저장구의 48cm와 39cm에 비해 유의차가 있었으며, 1株當 莖數는 창고저장구의 2.5개와 1.9개에 비해 비닐하우스 저장구와 Incubator 저장구는 3.5개와 4.6개로 경수가 매우 많았다. 1주당 葉面積 역시 저온저장구가 ‘대지’ 품종은 3,911cm², ‘추백’ 품종은 3,679cm²로 가장 양호하였으나, Incubator 저장구는 2,406cm²과 2,457cm²로 엽면적이 매우 적었다. 일반적으로 저장온도가 높을수록 지상부 생육이 최대에 도달하는 시기가 빠른 것으로 알려져 있다(Vakis, 1986). 품종간에는 ‘대지’ 품종이 비교적 강건한 생육을 나타냈고, ‘추백’ 품종은 다소 약한 형태를 보였는데 이는 품종의 특성이었다.

지상부 1株當 생체중은 ‘대지’ 품종의 경우 창고저장구의 184g에 비하여 저온저장구가 239g으로 약 30%가량 무거웠다. 25℃ Incubator 처리구는 생체중이 147g으로 크게 낮았는데, 이는 파종 당시 頂芽가 손상된 이후 側芽가 생장하면서 전체적으로 생육이 부진한 때문으로 판단되었다. 저장방식별 건물중도 생체중에서 나타난 결과와 비슷한 경향이였다.

Table 8. Characteristics of growth by storage types in two different cultivars of potato.

Cultivar	Storage type	Stem length (cm)	Stem number (ea/plant)	Leaf area (cm ² /plant)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Dejima	Ware house	48c ^{z)}	2.5c	2,924de	184cd	15.9de
	Plastic film house	52ab	3.5b	3,462c	182cd	17.0c
	Cold storage room	56a	2.7c	3,911a	239a	23.0a
	Incubator	50bc	4.6a	2,406f	147e	12.7e
Chubeak	Ware house	39de	1.9d	2,628e	182c	16.4cd
	Plastic film house	41cd	3.6b	3,027d	196c	18.8abc
	Cold storage room	44d	2.5c	3,679b	227ab	21.4ab
	Incubator	36e	4.8a	2,406f	177d	16.7c

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

7. 수량 특성

저장방식에 따른 수량 특성은 Table 9와 같다. 10a당 총수량에 있어서 4℃ 저장처리구가 ‘추백’이 3,269kg, ‘대지’가 3,054kg으로 가장 양호하였다. 창고

저장과 비닐하우스 저장간에는 비슷한 생산량 수준이었으며, incubator 처리구는 생육의 부진이 수량에도 영향을 끼쳐 총수량은 2,248kg으로 가장 낮았고, 상품율도 79.4%로 낮아 수량이 양호했던 저온처리구에 비해 총수량은 약 700kg, 상품 수량은 약 800kg이상 차이가 나타났다. 괴경중 80g 이상인 상품수량 및 상품율 등은 4℃ 저온저장방식에서 높게 나타나 ‘추백’ 품종은 2,903kg 및 88.8%, ‘대지’ 품종이 2,614kg 및 85.6%으로 타 처리구에 비해 양호하였다. 전반적인 수량 특성은 저온저장방식이 수량이 높았으며, ‘추백’ 품종이 ‘대지’ 품종에 비해 약 10%내외 수량이 많았다.

Table 9. The effect of storage types on tuber yield in two different cultivars of potato.

Cultivar	Storage type	Total yield (kg/10a)	Marketable yield (kg/10a)	Marketable ratio (%)
Dejima	Ware house	2,787d ^{z)}	2,291d	82.2c
	Plastic film house	2,823cd	2,363cd	83.7bc
	Cold storage room	3,054b	2,614bc	85.6ab
	Incubator	2,248e	1,785e	79.4d
Chubeak	Ware house	2,943c	2,475c	84.1bc
	Plastic film house	2,940c	2,496c	84.9b
	Cold storage room	3,269a	2,903a	88.8a
	Incubator	2,281e	1,829e	80.2cd

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

실험 2. 저온처리기간 차이에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

1. 멍아 특성

처리별로 저장한 56일 후 멍아특성(Fig. 6, Fig. 7)을 살펴보면, ‘대지’ 품종의 멍아수는 Fig. 6에서 보는바와 같이 2주간 저온저장한 경우 타 처리에 비해 많았고, 괴경 표면에 균일하게 분포하였다. 1주간 저장시 멍아수가 6.1개로 3주와 4주의 5.7과 5.9개와 비교할 때 거의 차이가 없었다. ‘추백’ 품종의 경우는 ‘대지’ 품종과는 달리 처리간 차이가 있었다. 2주간 저장한 처리에서 멍아의 숫자가 8.5개로 가장 많았고, 멍아의 분포도 괴경 전체에 고르게 존재하여 실제 파종을 위한 종서 절단시 매우 효과적일 것으로 사료되었다.

처리간 멍아의 길이는 1주 저장의 경우 ‘大地’ 품종은 13mm, ‘秋白’ 품종은 14mm로 다소 커서 파종 중 멍아가 손상될 우려가 있었고, 손상을 입은 멍아는 재배를 위한 시기적 지연으로 초기 생육부진으로 연결된다. 반면 2주 저장처리의 경우 ‘대지’ 품종은 8mm, ‘추백’ 품종은 9mm로 재배에 이용할 경우 적절한 크기로 판단되었다. 4주간 처리한 경우 멍아의 길이도 짧았지만, 멍아가 괴경의 정단부 근처에 밀생하여 종서 절단시 부적합하였다(Fig. 7).

2. 괴경 감모율

괴경감모율은 두 품종 모두 저장기간이 길어질수록 증가하였고, 품종간에는 ‘대지’ 품종이 ‘추백’ 품종에 비해 다소 감모가 많았다. 저장기간별 감모율의 형태는 처리간 구분없이 전체적으로 유사한 경향을 나타냈으나, 저장기간이 지난 후 창고로 옮겨진 이후 1~2주간은 급격하게 감모가 이루어졌으며, 49~56일 무렵은 발아가 왕성히 진행되면서 감모가 둔화되었다. 그러나, 저장기간이 짧고 그 후에 상온하에 보관하는 기간이 길수록 감모율이 높았는데, 이는 감모율이 괴경의 멍아와 관련이 있는 것으로 생각되었다(Fig. 8).

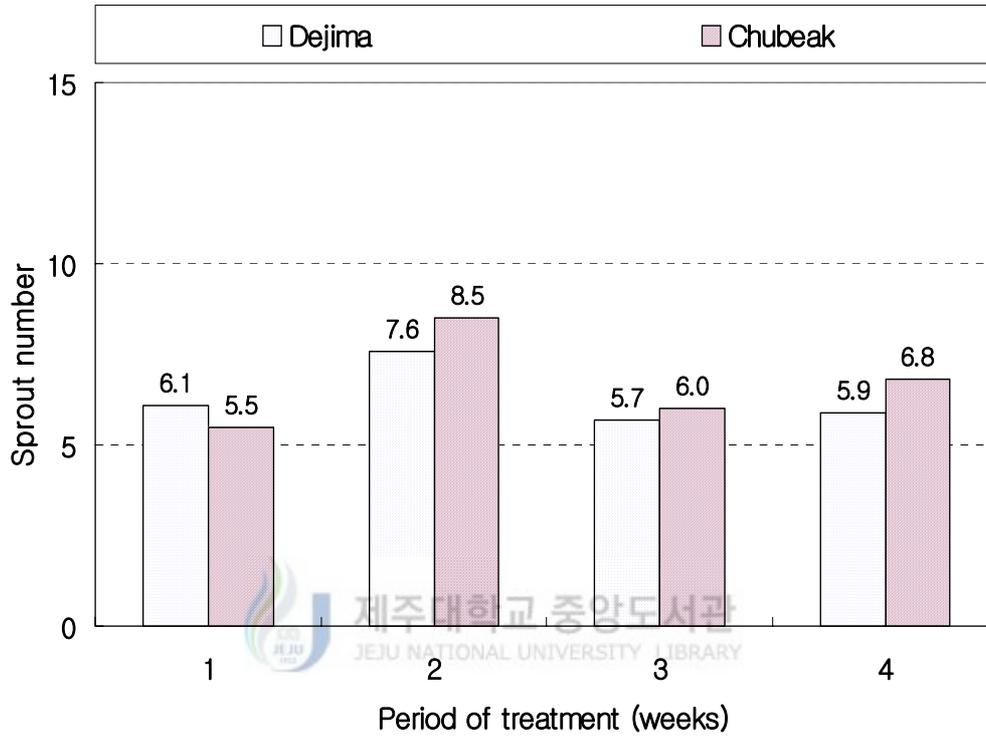


Fig. 6. The effect of cold temperature treatment period on sprout number in two different cultivars of potato.

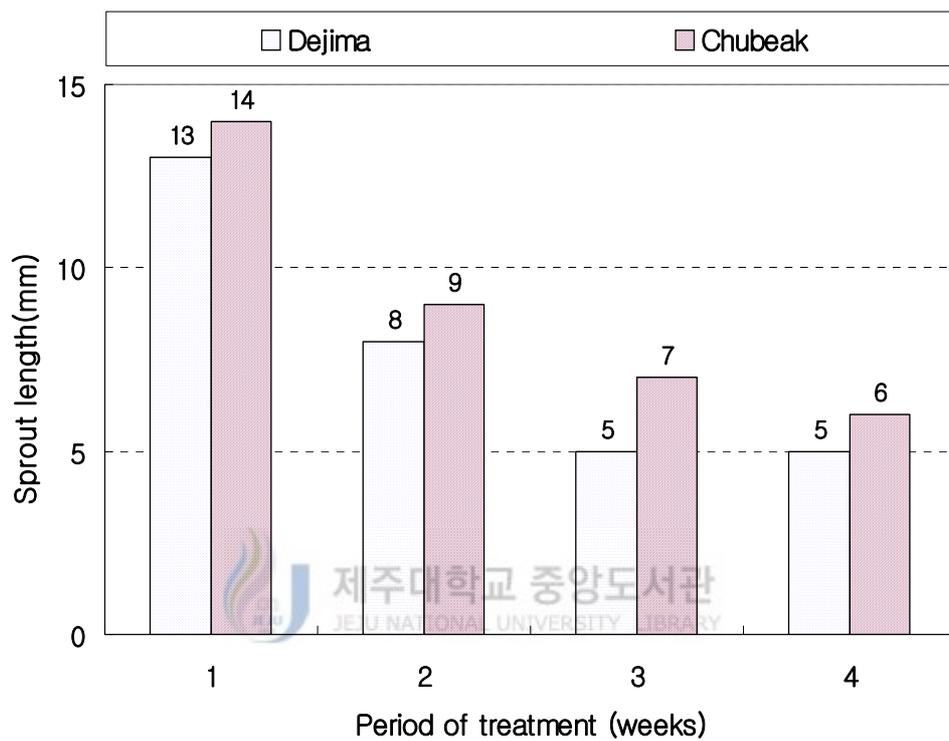


Fig. 7. The effect of cold temperature treatment period on sprout length in two different cultivars of potato.

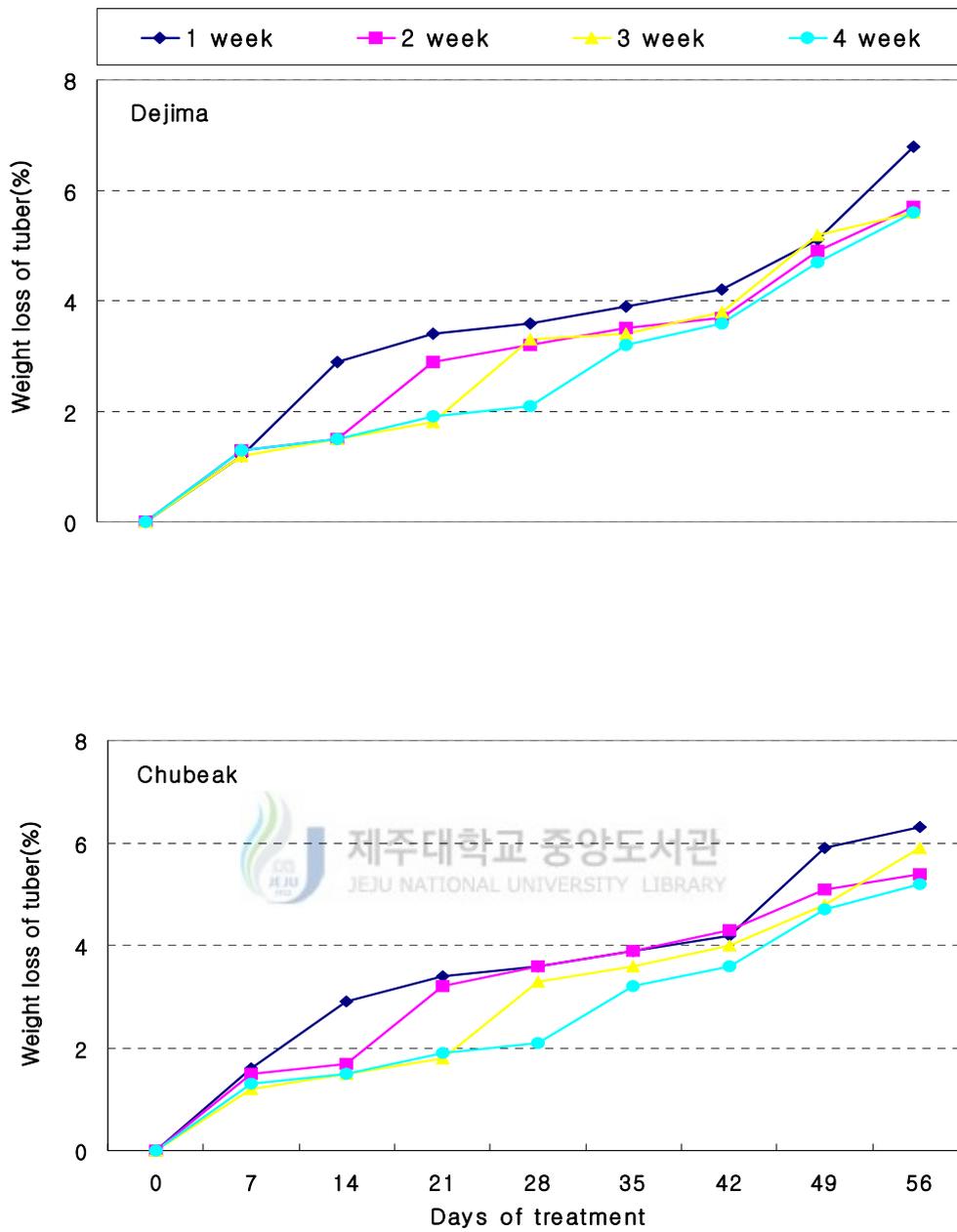


Fig. 8. Changes of weight loss of tuber with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato.

3. 유리당 함량

Fig. 9는 저온처리기간별 7일 간격으로 sucrose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과이다. 저온처리기간 중 초기에는 상승폭이 컸으나, 그 이후에는 완만하게 증가하였다. 또 저온처리가 종료되어 관행방식으로 보관된 때부터 sucrose 함량의 감소가 나타나기 시작하여, 처리가 종료되었을 때는 저온처리 전의 함량과 거의 같거나 낮아졌다. 2주 저온처리구는 28일째부터 감소 폭이 다소 증가하면서 종료된 때에는 가장 낮은 함량을 나타내어 973mg/100g으로 처리 전의 1,103mg/100g에 비해 다소 감소되었다. 품종간에는 ‘秋白’ 품종의 함량이 다소 낮았으며, ‘大地’ 품종과 유사한 함량 변화 경향을 나타냈다.

처리 후 7일 간격으로 glucose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과는 Fig. 10과 같았다. ‘大地’ 품종은 4℃에서 1주 저장처리구는 처리전의 1,096mg/100g에 비해 1,009mg/100g으로 감소하였는데, 저온처리기간에는 함량이 크게 증가하였으나, 처리가 끝나 관행방식으로 보관된 이후에는 처리전 함량 수준까지 감소하다가, 처리 후 28일 무렵부터 다시 상승되기 시작하여 맹아가 발생하는 42일부터는 급격히 증가하였고, 49일 이후는 상승폭이 다소 완만한 경향을 나타내었다. 2주 처리구도 1주 처리구와 유사한 경향치를 나타냈으나, 전체적으로 1주 처리보다 함량이 높았다. ‘추백’ 품종 역시 42일 이후에는 크게 증가하여 저장이 끝난 56일 무렵은 267mg/100g으로 처리 전의 185mg/100g에 비해 함량이 많이 증가되었다. 전반적인 ‘추백’ 품종의 함량 변화는 ‘대지’ 품종과 유사하였으나, ‘대지’ 품종보다 함량은 다소 낮았으며, 맹아가 활발했던 2주와 1주 처리구의 glucose 함량이 높은 경향을 보였다.

fructose 함량의 경시적 변화(Fig. 11)는 증가와 감소를 반복했던 glucose 함량 변화 형태와는 다소 달라서 전체적으로 상승하는 형태를 나타내었다. 처리 초기에 크게 증가하였고, 저온처리가 끝난 이후 어느 정도 감소하였다가, 맹아가 이루어지는 42일 이후에 1주와 2주 처리구는 큰 폭으로 증가하였으나, 3주와 4주 처리구는 완만한 증가 형태를 나타냈다.

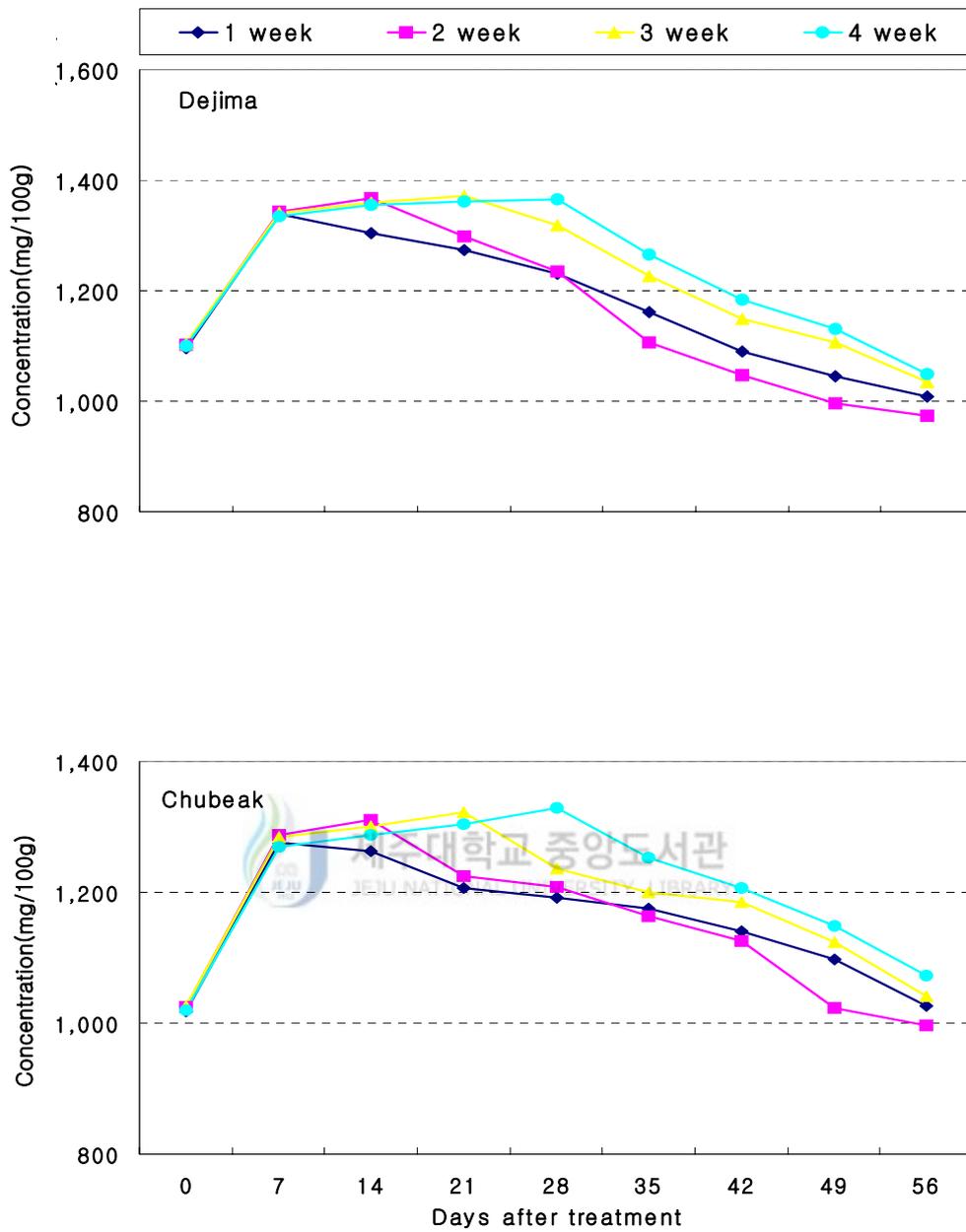


Fig. 9. Changes of sucrose concentration with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato.

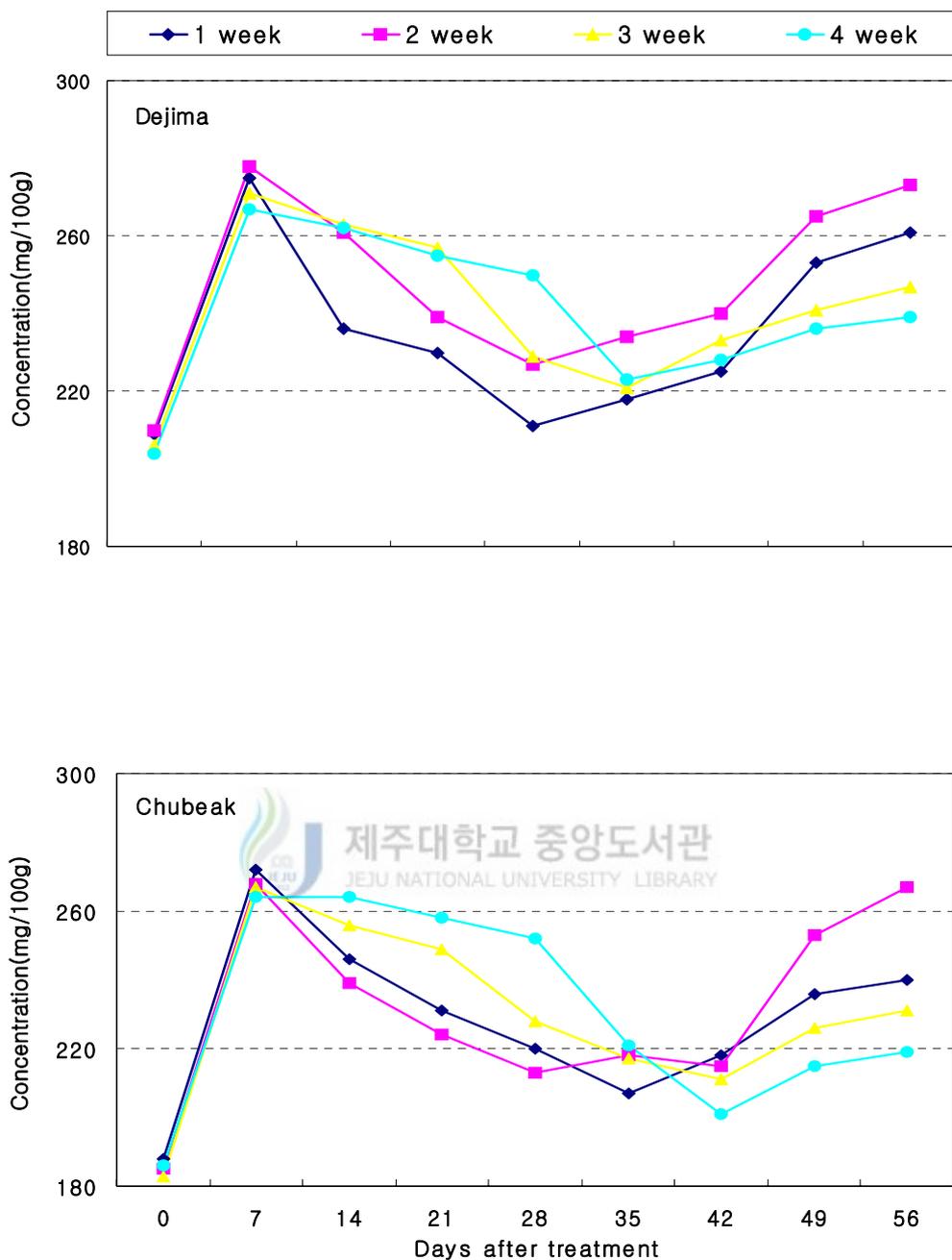


Fig. 10. Changes of glucose concentration with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato.

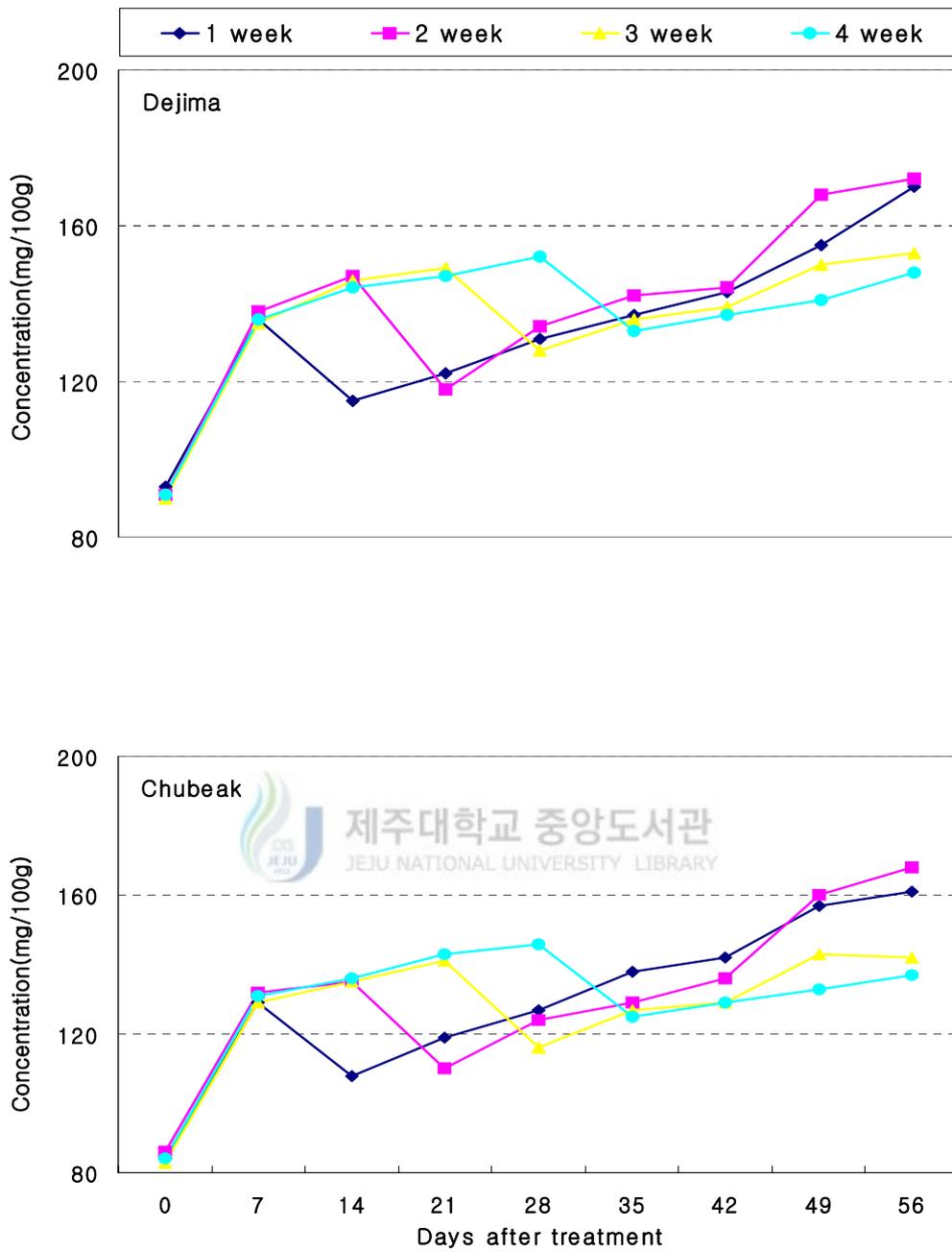


Fig. 11. Changes of fructose concentration with cold temperature treatment period in two different cultivars of potato.

4. ABA 함량

1주, 2주, 3주, 4주로 구분하여 4℃에서 저장한 이후 관행방식으로 보관했던 종서의 ABA 함량의 변화는 Table 10과 같았다. 처리가 시작되었을 때 12mg/kg 내외였던 것이 처리가 끝난 56일 무렵에는 3.2~3.9mg/kg으로 크게 감소하였으며, 모든 처리에서 공통적으로 저온처리중에는 함량의 변화가 적었다.

‘추백’ 품종의 ABA함량은 ‘대지’ 품종보다 다소 작았으나, 처리간에 나타난 함량의 변화는 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 10. Change of ABA concentration cold temperature treatment period in two different cultivars of potato. (unit : mg/kg)

Cultivar	Treatment period (weeks)	Days after treatment								
		0	7	14	21	28	35	42	49	56
Dejima	1	12.07	11.55	11.04	9.83	8.02	6.96	5.48	3.47	3.35
	2	12.09	11.63	9.82	8.95	7.80	6.42	5.03	3.25	3.18
	3	12.04	11.48	9.70	8.37	7.63	6.35	5.92	4.74	3.46
	4	12.01	11.53	10.06	9.05	7.94	7.01	6.16	4.97	3.89
Chubeak	1	11.43	10.37	10.03	9.61	8.43	7.50	5.96	3.72	3.25
	2	11.42	10.11	9.44	8.97	7.02	6.14	5.18	3.29	3.10
	3	11.46	10.32	9.60	8.91	7.66	6.32	5.71	4.45	3.42
	4	11.44	10.29	9.78	8.99	7.51	7.04	5.96	4.92	3.86

5. 발아 특성

저장기간에 따른 ‘대지’와 ‘추백’ 품종을 파종한 후 발아특성을 조사한 결과는 Table 11과 같았다.

파종 후 40일경 발아가 개시되었는데, 2주 저장처리구가 초기 발아율이 ‘秋白’ 품종은 12.7%, ‘大地’ 품종이 6.3%로 타 처리에 비해 높았으며, 저온처리기간이 길어질수록 발아가 다소 부진하였다. 5일 단위로 집계한 발아의 진전 속도 역시

2주 저온처리구에서 빨랐으며, 과중 후 50일경 ‘秋白’ 품종은 전체 발아개체의 약 90%가량이 출현하였고, ‘대지’ 품종은 약 83%가 출현하였다. 반면에 4주 저온처리의 경우 타 처리에 비해 초기 발아도 부진한데다, 불균일 하고 산발적인 발아특성을 나타냈다. 80%이상 발아한 일수는 2주 저온처리시 ‘대지’ 품종은 16일, ‘추백’ 품종은 14일로 다른 처리보다 4~6일 단축되었음을 알 수 있었는데, 이는 발아가 균일하고 빨리 진행되었음을 말하는 것이며, 초기 생육이 양호한 등 재배관리면에서도 유리할 것으로 사료되었다.

Table 11. The effect of cold temperature treatment period on emergence ratio in two different cultivars of potato. (unit ; %)

Cultivar	Treatment period (weeks)	Days after planting				No. of days to 80% emergence
		40	45	50	55	
Dejima	1	4.5d ^{z)}	46.6c	79.4c	84bc	19c
	2	6.3c	52.0b	83.3bc	89a	16ab
	3	3.9de	41.8cd	72.2cd	83c	18b
	4	2.6e	36.9d	65.3e	76d	22d
Chubeak	1	7.3bc	57.4ab	84.8b	90b	17b
	2	12.7a	60.7a	89.5a	93a	14a
	3	6.6c	54.6ab	74.1d	89b	19c
	4	4.8d	45.2c	65.6e	82c	20cd

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

품종간 출현상황을 비교해 보면 ‘대지’ 품종보다 ‘추백’ 품종이 2~3일 빨랐는데, 이는 ‘추백’ 품종의 휴면기간이 ‘대지’ 품종보다 다소 짧다는 품종적 특성과 ‘추백’ 품종은 멍아 발생이 왕성하게 이루어졌기 때문인 것으로 판단되었다.

한편, 전반적인 출현율은 ‘추백’ 품종이 ‘대지’ 품종보다 양호한 경향이었으며,

4℃에서 2주 저장처리한 경우 ‘추백’ 품종과 ‘대지’ 품종이 93%와 89%로 매우 높은 출현율을 나타냈다.

6. 생육 특성

개화기에 지상부 생육을 조사한 결과(Table 12), 경장은 2주 저온처리시 ‘대지’ 품종이 56cm, ‘추백’ 품종은 44cm로 처리간 유의 차가 있었으며, 줄기의 숫자도 2주 저온처리구가 2.5개~2.7개로 양호하였다. 엽면적 역시 2주 저온처리구에서 ‘대지’ 품종은 3,911cm², ‘추백’ 품종은 3,679cm²로 가장 양호한 경향이였다. 4주 저장처리구는 발아 등 초기 생육이 부진했던 것이 개화기 무렵까지의 생육에도 관련되어 ‘대지’ 품종 및 ‘추백’ 품종의 경장은 50cm와 44cm, 경수 2.0개, 엽면적은 각각 3,443cm²와 2,941cm²로 타 처리에 비해 엽면적 등 생육이 다소 부진하였다. 주당 경수는 처리간, 품종간에 큰 차이를 나타내지 않았으나, 전체적으로 3개 미만으로 적은 편이었다.

Table 12. Characteristics of growth by cold temperature treatment period in two different cultivars of potato.

Cultivar	Treatment period (weeks)	Stem length (cm)	Stem number (ea/plant)	Leaf area (cm ² /plant)
Dejima	1	52ab ^{z)}	2.3ab	3,720ab
	2	56a	2.7a	3,911a
	3	53ab	2.6a	3,796ab
	4	50b	2.0b	3,443c
Chubeak	1	42d	2.3ab	3,420c
	2	44d	2.5a	3,679b
	3	43d	2.5a	3,496c
	4	40d	2.0b	2,941d

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

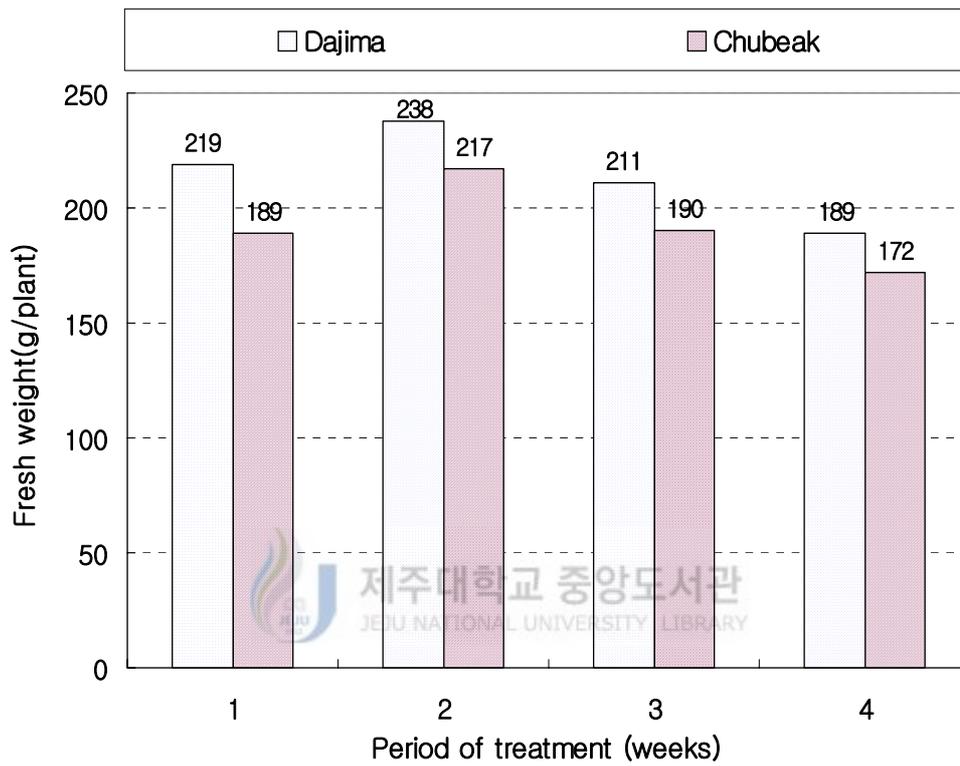


Fig. 12. The effect of cold temperature treatment period on fresh weight in two different cultivars of potato.

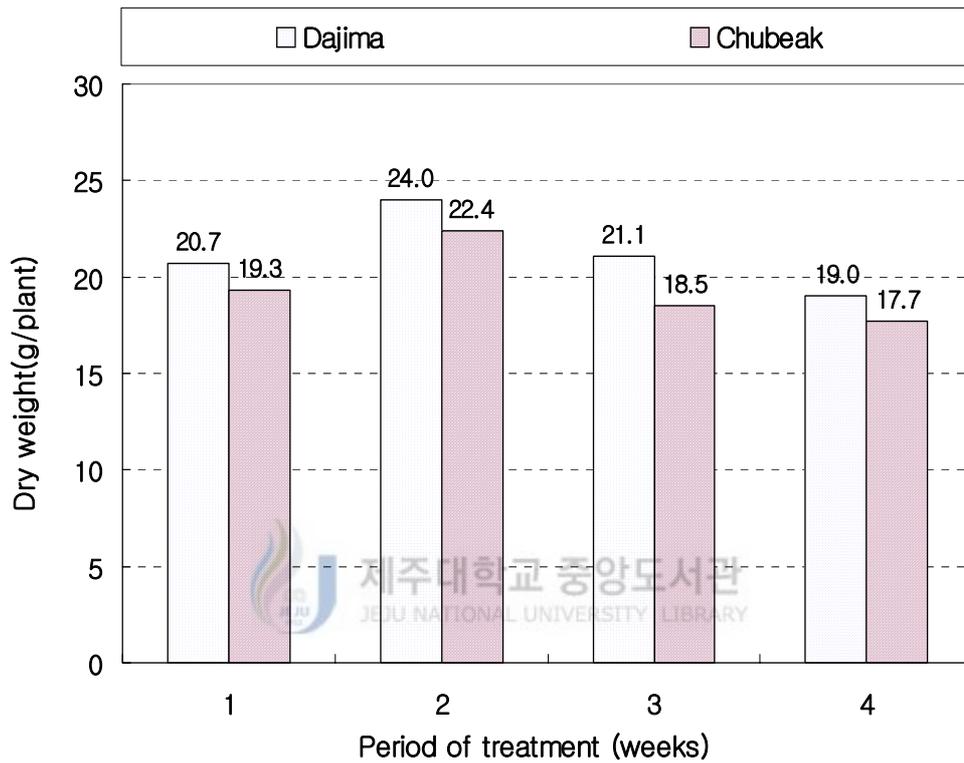


Fig. 13. The effect of cold temperature treatment period on dry weight in two different cultivars of potato.

지상부 1주당 생체중은 2주 저온저장 처리시 ‘대지’ 품종이 239g, ‘추백’ 품종이 217g으로 가장 무거웠는데, 이는 엽면적, 경장 등 전체적인 생육이 양호했던 것과 같은 양상이었다. 1주와 3주 저장기간은 큰 차이가 없었으며, 4주 저장 처리구는 ‘대지’ 품종이 189g, ‘추백’ 품종은 172g으로 타 처리와 비교하여 크게 낮았다(Fig. 12).

1주당 건물중 역시 같은 경향으로 2주 저장시 ‘대지’ 품종이 23.0g, ‘추백’ 품종은 21.4g으로 가장 무거웠으며, 4주 저장의 경우 ‘대지’ 품종이 19.0g, ‘추백’ 품종은 17.7g이었다(Fig. 13).

7. 수량 특성

저장기간의 차이에 따른 수량은 Table 13과 같았다. 10a당 총수량은 처리간에 통계적인 유의차가 인정되었는데, 2주 저온처리구에서 ‘추백’ 품종이 3,292kg, ‘대지’ 품종이 3,083kg으로 가장 양호하였으며, 1주와 3주 저온처리구는 ‘대지’ 품종이 2,800kg 내외, ‘추백’ 품종이 2,900kg 내외로 비슷한 수준이었고, 4주 저온처리구는 生育의 부진으로 ‘대지’ 품종과 ‘추백’ 품종 모두 2,400kg 정도로 수량이 매우 불량하였다.

과경 1개 무게가 80g 이상인 상품수량 및 상품율은 2주 저온처리구에서 높게 나타나 ‘추백’ 품종은 2,934kg 및 89.1%, ‘대지’ 품종이 2,685kg 및 87.1%로 4주 저온처리구에 비해 ‘대지’ 품종은 약 45%, ‘추백’ 품종은 54%가량 상품수량이 많았다.

Table 13. The effect of cold temperature treatment period on tuber yield in two different cultivars of potato.

Cultivar	Treatment period (weeks)	Total yield (kg/10a)	Marketable yield (kg/10a)	Marketable ratio (%)
Dejima	1	2,808c ^{z)}	2,371c	84.4bc
	2	3,083b	2,685b	87.1ab
	3	2,781cd	2,319c	83.4c
	4	2,348e	1,812d	77.2d
Chubeak	1	2,913bc	2,496bc	85.7bc
	2	3,292a	2,934a	89.1a
	3	2,899bc	2,478bc	85.5bc
	4	2,481de	1,909d	76.9d

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

실험 3. 저온처리시기에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

1. 멥아 특성

Table 14. The effect of cold temperature treatment time on sprout growth in two different cultivars of potato.

Cultivar	Treatment time	Sprout No.	Sprout FW (g/tuber)	Sprout Length (mm)
Dejima	Immediately after harvest	7.4a ²⁾	3.4a	3c
	After greening	7.2a	3.3a	9ab
	Presowing	5.7c	1.9c	5b
Chubeak	Immediately after harvest	6.9ab	2.8b	12a
	After greening	6.3b	3.0b	8ab
	Presowing	4.5d	1.7c	6b

²⁾ Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

저온처리 시기별 멥아특성은 Table 14와 같았다. '대지' 품종의 멥아수는 모든 처리에서 유의차를 나타냈으며, 과종 직전에 저온처리한 경우 타 처리에 비해 멥아수가 적었다. 녹화 후 저온처리하면 멥아가 괴경 표면에 균일하게 분포하면서 멥아수도 7개 내외로 많았다. '추백' 품종의 경우도 '대지' 품종에서 나타난 처리간 경향치와 거의 유사하였으며, 처리간에 유의성이 있었다.

처리간 멥아의 길이는 1주간 저온처리할 경우 '大地' 품종은 13mm, '秋白'

품종은 14mm로 다소 커서 파종 중 맹아가 손상될 우려가 있고, 손상을 입은 맹아는 재생과정을 거치면서 초기 생육부진으로 연결되었다. 반면 2주 저장처리의 경우 '대지' 품종은 8mm, '추백' 품종은 9mm로 실제 재배에 이용하기에 적당한 크기였다. 4주간 처리한 경우 맹아의 길이도 짧았지만, 맹아가 괴경의 정단부 근처에 밀생하여 종서를 절단할 때 매우 불편하였다.

2. 괴경 감모율

Table 15. Changes of weight loss of tuber by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato. (unit ; %)

Cultivar	Treatment time	Days after treatment			
		14	28	42	56
Dejima	Immediately after harvest	2.2d ^{z)}	3.7c	4.4b	6.5a
	After greening	3.8b	4.2bc	5.3a	6.0ab
	Presowing	3.7b	4.3bc	4.8ab	5.1c
Chubeak	Immediately after harvest	2.7c	5.5a	3.6c	6.3a
	After greening	4.3a	4.5b	5.4a	5.9ab
	Presowing	4.0ab	4.7ab	5.1a	5.4b

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

괴경을 수확한 후 종서를 적당한 시기에 저장하는 것은 매우 중요하다. Table 15는 수확 직후, 2주간 녹화 후, 파종 직전 등의 3 시기별로 4℃에서 2주간 저장처리한 후 괴경의 감모율을 조사한 것이다.

수확 즉시 선별한 종서를 저온처리할 경우 저장기간 중 감모율은 ‘大地’ 품종이 6.5%, ‘秋白’ 품종이 6.3%로 가장 높았는데, 저온처리가 완료된 후 꺼내어 관행 저장이 시작된 처음 1~2주간의 감모율은 다소 높은 경향이었고, 28~42일 사이에는 완화되었다가 맹아가 발생하는 끝 무렵에는 다시 감소가 빨랐다. 과중 전 2주간 저온처리구는 초기 관행저장시 감모율이 높았으나, 저온저장기인 42~56일에는 감소가 거의 정지하여 ‘대지’ 품종이 5.1%, ‘추백’ 품종은 5.4%로 처리간에 가장 낮은 감모율을 나타냈다.

3. 유리당 함량

Fig. 14는 저온처리시기별 sucrose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과이다. 저온처리기간 중에는 sucrose 함량이 크게 상승하였으나, 저온처리가 종료되어 관행방식으로 보관된 때부터 sucrose 함량의 감소가 나타나기 시작하여 처리가 종료되었을 때는 저온처리 전의 함량과 거의 같거나 낮아졌다. 2주간 녹화 후 저온처리한 경우, 저온처리가 종료된 28일부터 크게 감소하다가 최종적으로 가장 낮은 977mg/100g의 함량을 나타내어 처리 전과 비교하여 다소 감소되었다. 과중 직전 저온처리구는 창고에서 보관 중에는 완만하게 증가하다가, 저온처리 시기인 42일 무렵부터 맹아가 일어나는 기간과 중복되면서 sucrose 함량이 다소 감소하였으나 타 처리에 비해 함량이 높았다.

처리 후 7일 간격으로 glucose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과(Fig. 15), ‘대지’ 품종은 수확 직후 저온처리구는 처리전의 186mg/100g에서 저온처리기간에는 264mg/100g으로 함량이 크게 증가하였고, 저온처리가 끝나 관행방식으로 보관된 이후에는 크게 감소하다가, 28일 무렵부터 상승되기 시작하면서 처리 종료 때 269mg/100g으로 변화였다. 녹화 후 저온처리구는 처리전의 186mg/100g에서 녹화 기간 동안은 205mg/100g으로 조금 증가하였으나, 저온처리기간에는 264

mg/100g으로 큰 폭으로 증가하였고, 저온처리가 끝난 이후에도 소폭으로 감소하였다가 처리 종료 때 268mg/100g으로 변화하였다. 과중 직전 저온처리구의 경우는 함량 변화 패턴이 달랐는데, 저온처리전과 저온처리 중에도 함량의 변화가 완만하였다. ‘추백’ 품종 역시 ‘대지’ 품종과 비슷한 경향을 나타냈다.

fructose 함량의 경시적 변화는 Fig. 16과 같았다. 증가와 감소를 반복했던 glucose 함량 변화 형태와는 다소 달라서 전체적으로 상승적인 형태를 나타내고 있었다. 처리 초기에 크게 증가하였고, 저온처리가 끝난 이후 어느 정도 감소하였다가, 맹아가 이루어지는 42일 이후에 1주와 2주 처리구는 큰 폭으로 증가하였다. 과중 직전 저온처리구의 경우는 함량 변화 양상이 달랐는데, 저온처리 전과 저온처리 중에 함량의 변화는 완만하였다.

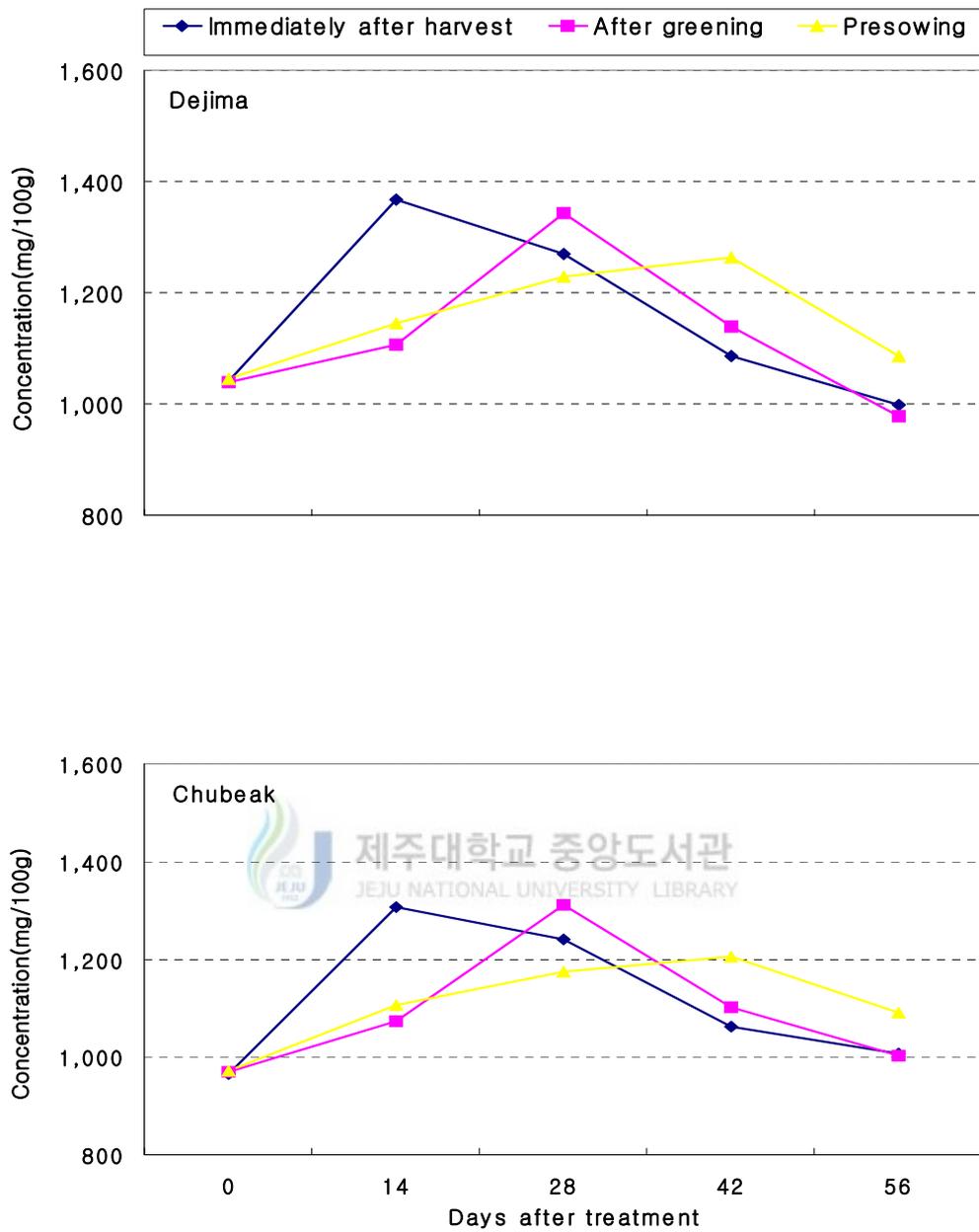


Fig. 14. Changes of sucrose concentration with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato.

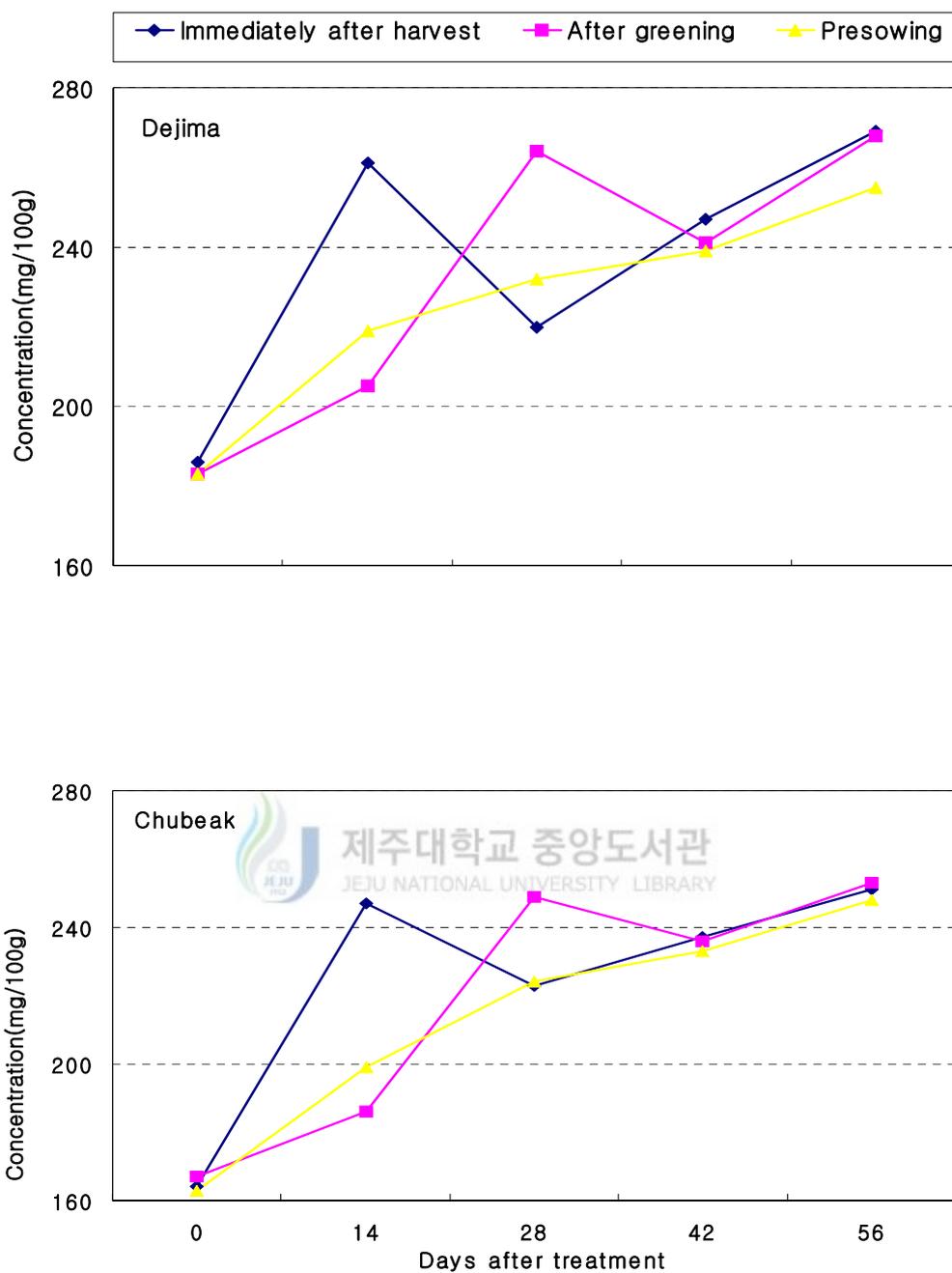


Fig. 15. Change of the glucose concentration with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato.

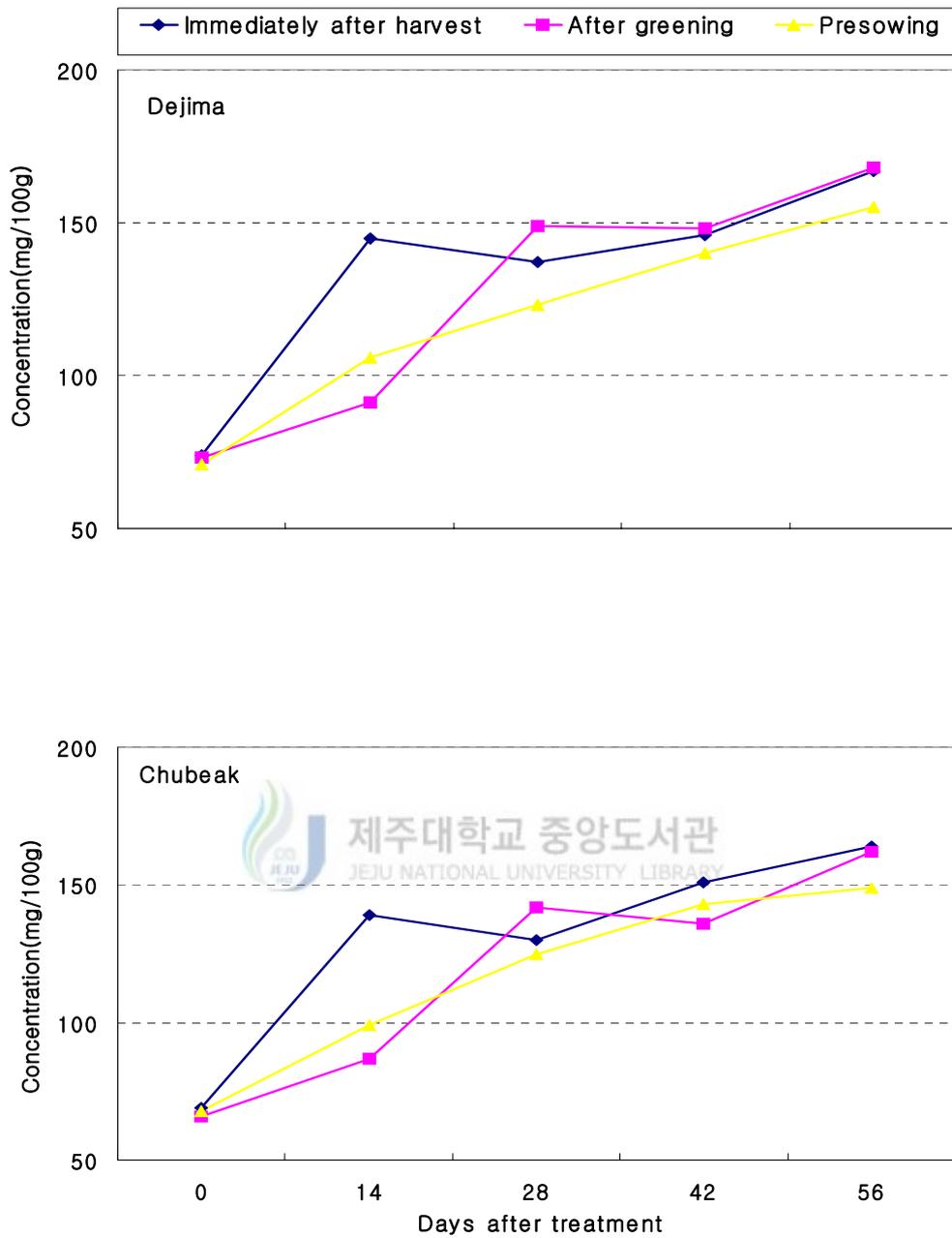


Fig. 16. Changes of fructose concentration with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato.

4. ABA 함량

1주, 2주, 3주, 4주로 구분하여 4℃에서 저장한 이후 관행방식으로 보관했던 종서의 ABA 함량의 변화는 Table 16과 같았다. 처리가 시작되었을 때 12mg/kg 내외였던 것이 처리가 끝난 56일 무렵에는 3.2~3.9mg/kg으로 크게 감소하였으며, 모든 처리에서 공통적으로 저온처리중에는 함량의 변화가 적었다.

‘추백’ 품종의 ABA함량은 ‘대지’ 품종보다 다소 작았으나, 처리간에 나타난 함량의 변화는 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 16. Changes of ABA concentration by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato. (unit : mg/100g)

Cultivar	Treatment time	Days after treatment				
		0	14	28	42	56
Dejima	Immediately after harvest	13.94	10.43	7.64	4.92	3.37
	After greening	13.88	12.04	8.12	4.46	3.16
	Presowing	13.91	12.50	9.63	5.39	4.48
Chubeak	Immediately after harvest	12.73	10.79	7.37	4.60	3.15
	After greening	12.77	11.43	6.64	4.05	3.09
	Presowing	12.68	11.77	8.71	5.26	4.12

5. 발아 특성

발아가 개시된 파종 후 40일부터 55일까지의 출현율 변화를 살펴보면 Table 17과 같았다. 40일경의 초기 출현율은 2주 녹화 후 저온처리한 경우 ‘추백’ 품종은 11.9%, ‘대지’ 품종은 7.9%로 가장 높았으며, 파종 직전 저온처리한 경우 출현율이 매우 낮았다. 이는 휴면이 타파될 시기에 4℃의 저온에 조우하게 되어 맹아가

부진한 때문으로 판단되었다. 파종 후 50일경 출현율은 2주 녹화 후 저온처리한 경우 ‘추백’ 품종은 약 89%가량이 출현하였고, ‘대지’ 품종은 약 84%가 출현하였다. 파종 후 55일 무렵의 최종 출현율은 2주 녹화 후 저온처리시 ‘대지’ 품종은 89%, ‘추백’ 품종은 92%로 가장 양호하였으며, 수확 직후 저장한 경우 ‘대지’ 품종과 ‘추백’ 품종의 출현율은 각각 83%, 86%를 나타냈다. 파종 전 저온처리는 72%와 79%로 부진한 경향이였다.

80%이상 출현한 일수는 녹화 후 2주 저장처리시 ‘대지’ 품종은 16일, ‘추백’ 품종은 15일이 소요되어 다른 처리보다 약 5일가량 단축되었음을 알 수 있었는데, 이는 발아가 균일하게 이루어져 재배관리면에서도 유리할 뿐만 아니라, 초기 생육도 그만큼 빨리 진행되었다는 의미한다.

품종간 출현상황을 비교해 보면 ‘추백’ 품종이 2~3일 빨랐다. 특히 초·중기 출현율이 상대적으로 높아서 전체적인 생육 및 수량 증가의 요인이 되었다.

Table 17. Changes of emergence ratio by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato. (unit ; %)

Cultivar	Treatment time	Days after planting				No. of days to 80% emergence
		40	45	50	55	
Dejima	Immediately after harvest	5.5b ^{z)}	40.7b	75.4b	83b	18b
	After greening	7.9a	57.3a	83.7a	89a	16a
	Presowing	2.9c	37.6c	69.7bc	72c	21a
Chubeak	Immediately after harvest	6.5b	49.4b	80.8b	86b	18b
	After greening	11.9a	67.3a	88.9a	92a	15a
	Presowing	3.8c	44.6b	72.1c	79c	20b

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

6. 생육 특성

저온처리 시기별 ‘대지’ 품종과 ‘추백’ 품종의 생육은 Table 18과 같았다. 녹화 후 저장시 경장은 ‘대지’ 품종이 52cm, ‘추백’ 품종이 46cm로 가장 컸으며, 줄기의 두께는 ‘대지’ 품종이 18mm, ‘추백’ 품종이 15mm로 굵었다. 경수는 수확 직후 저장처리와 녹화 후 저장처리간에 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 18. Characteristics of growth by cold temperature treatment time in two different cultivars of potato.

Cultivar	Treatment time	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Stem number (ea/plant)
Dejima	Immediately after harvest	51a ^{z)}	15b	2.7a
	After greening	52a	18a	2.8a
	Presowing	48ab	12c	2.3b
Chubeak	Immediately after harvest	41b	14b	2.9a
	After greening	46ab	15b	2.9a
	Presowing	39b	11c	2.4b

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Fig. 17은 ‘대지’ 품종의 파종 후 70일부터 110일 까지의 저장시기에 따른 엽면적 변화를 나타낸 것이다. 녹화 후 저장처리의 경우 출현이 빨랐고, 출현율이 높아 초기 생육이 양호하여 엽면적이 가장 넓었으며, 증가폭도 커서 100일 무렵에는 생육이 거의 최대상태에 이르러 증가폭이 둔화되었다.

‘추백’ 품종은 처리간에 발아진행 양상이 비슷한 경향을 나타냈고, 파종전 저온처리의 경우 매우 부진한 생육을 보였다. 파종 후 100일 무렵에는 생육이 거의 최대상태에 이르러 그 이후는 지상부 생육이 거의 둔화되었다.

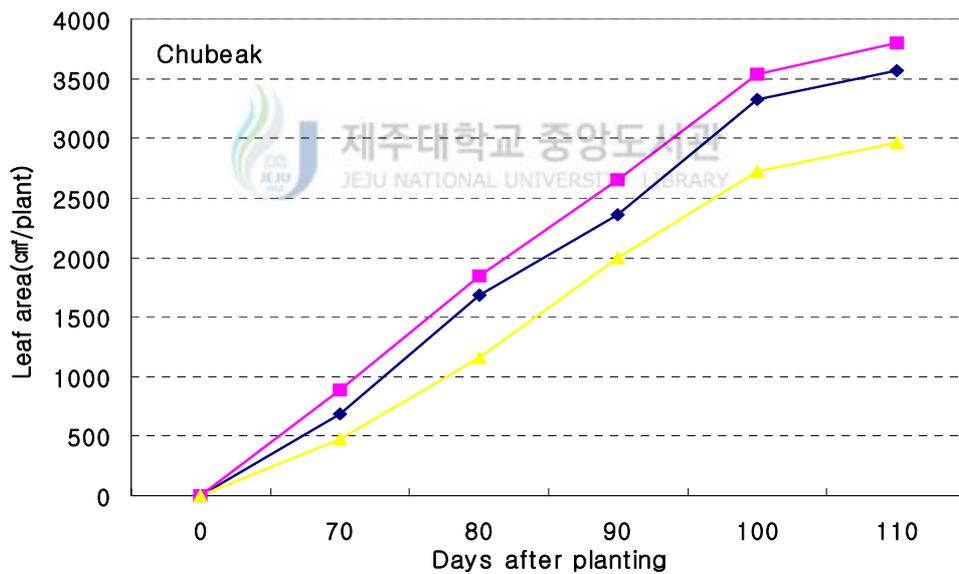
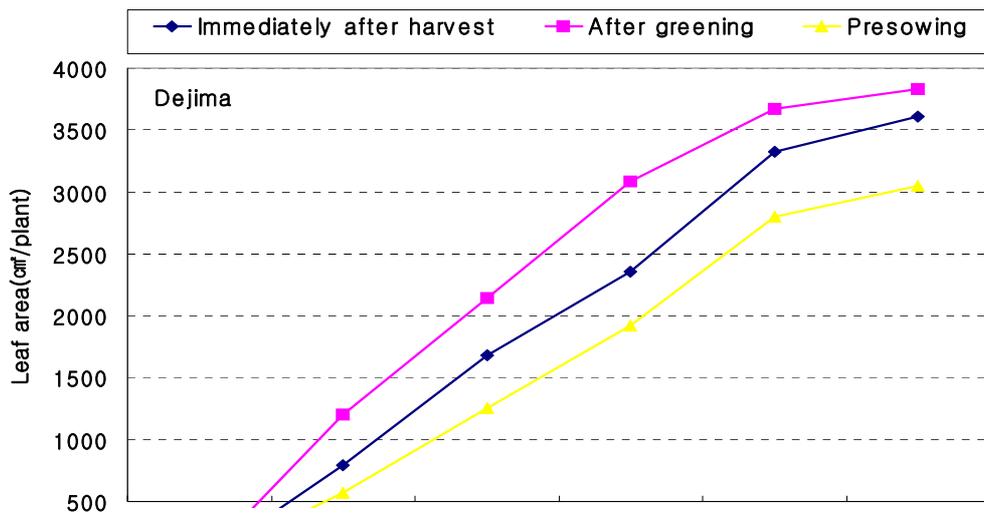


Fig. 17. Changes of leaf area with cold temperature treatment time in two different cultivars of potato.

7. 수량 특성

저장시기의 차이에 따른 수량은 Table 19과 같았다. 10a당 총수량에 있어서 녹화 후 저온처리구에서 '추백' 품종이 3,270kg, '대지' 품종이 3,061kg으로 가장 양호하였다.

괴경중 80g 이상인 상품수량 및 상품율 역시 녹화 후 2주 저장구에서 '추백' 품종은 2,965kg으로 90.7%, '대지'가 2,590kg으로 84.5%인데 타 처리구에 비해 양호하였다.

Table 19. The effect of cold temperature treatment time on tuber yield in two different cultivars of potato

Cultivar	Treatment time	Total yield (kg/10a)	Marketable yield (kg/10a)	Marketable ratio (%)
Dejima	Immediately after harvest	2,859bc ^{z)}	2,298bc	80.4c
	After greening	3,061b	2,590b	84.5b
	presowing	2,647c	2,006c	75.8d
Chubeak	Immediately after harvest	2,966b	2,417bc	81.5bc
	After greening	3,270a	2,965a	90.7a
	presowing	2,568c	2,094c	81.5bc

^{z)} Mean separation within the same columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

V. 고찰

호냉성 영양번식작물인 감자는 품질과 수량을 결정하는데 종서가 차지하는 비중이 상당히 큰 작물로서 종서의 퇴화는 가장 큰 문제이다(Caldiz 등, 1984). 종서는 수확 후 다음 재배작기까지 보관하는 중에 휴면이 타파되고 맹아가 자라게 된다. 그때 종서 내부의 생리적 변화가 일어나게 되는데, 어느 특정 시기에 괴경 내부의 생리적·생화학적 상태를 生理的 薯齡이라 하는데(Toosey, 1963 ; Caldiz 등, 1985), 감자재배에서 생리적 서령이 너무 어리거나 늙지 않은 상태의 종서를 파종하면 최상의 수량성을 확보할 수 있다고 하였다(Park, 1998).

종서를 생리적 퇴화없이 유지하기 위해서는 온도, 습도 및 환경조건에 알맞게 조절하여야 한다. 괴경은 수확 후에도 생리적 체계를 유지하면서 모든 대사적 반응을 계속한다. 특히, 수확 직후에는 표피층의 발달이 불완전하고, 물리적 상처를 받으면서 수분 손실과 부패균이 침입하게 된다. 그러므로 저장하기 전, 수확 후 적어도 2주 정도는 curing하여 공기 유통이 좋은 냉랭한 장소에 두는 것이 좋다. curing 과정은 여러 요인이 좌우하지만, 특히 온도와 습도가 주요 요인이다. 보통 수확 후 2주 정도면 호흡은 적어지고, 괴경 표면의 상처도 코르크층으로 변하여 보존상태가 좋아지게 된다.

감자의 저장온도는 보통 0~10℃ 정도지만 품종, 저장기간, 저장목적에 따라 다르다. 고온하에 저장하면 맹아일수의 단축, 莖數의 증가로 생육이 빠른 경향이며, 반대로 5℃ 이하에 저장한 경우는 芽數의 감소, 맹아 지연, 생육의 불균일을 초래한다. 그러므로 종서 저장은 초기에 5℃ 이하의 저온으로 저장하다가 파종 전에 점차로 온도를 높이는 것이 바람직하다.

감자는 성출하기와 단경기간에 가격차이가 크고, 지역별 생산량의 차이가 크지만 비교적 재배기간이 짧기 때문에 작형분화가 다양하여 지역에 따라 봄재배,

여름재배, 가을재배, 겨울재배, 시설재배 등으로 구분된다.

특히, 제주지역에서 겨울재배는 생산 시기가 전국의 감자 단경기인 4~5월 중순 출하를 가능케 하는 제주특산작형으로 소득향상에 크게 기여하고 있으므로 환경특성 및 지역여건에 맞는 재배기술의 개발과 생산시기에 적합한 종서 저장 조건을 구명하여 안정적 재배를 위한 체계를 확립하는 것은 매우 중요하다고 생각한다.

실험 1. 저장방식에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

‘大地’와 ‘秋白’품종의 종서를 수확 직후 2주간 녹화처리한 후 저장방식별 멥아특성을 조사한 결과에 의하면 저장온도가 낮을수록 멥아의 숫자는 많아져, 4℃에 저장할 경우 7~8개로 대부분 主芽였다. 그러나 25℃ 항온 저장에서는 멥아수가 3개 이하로 적으면서 다수의 側芽가 함께 발생하였다. 괴경당 멥아 특성은 저장방식간 차이가 분명하여 저온저장구는 멥아수는 많았으나, 가늘고 짧아서 멥아중은 상대적으로 낮은 경향이였다.(Table 5). 이는 낮은 온도에서는 멥아수가 많아지고 온도의 상승과 더불어 멥아수는 작지만, 멥아중은 무겁고 멥아장은 길어진다는 기존의 연구 결과(Park, 1998)와 一致하는 것이였다.

일반적으로 감자에 있어서 눈의 숫자는 10~11개 정도인데, 각각의 눈에서는 1개의 主芽와 여러개의 側芽가 존재하면서 적합한 환경 조건이 되면 멥아한다. 감자재배시 멥아의 길이가 길수록 파종시 손상받거나 부러질 경우가 많으므로 7~10mm정도가 적당한 멥아크기라고 판단되였다.

저장이 실시된 후 처리별 괴경 감모율의 변화(Fig. 3)는 25℃ 항온, 비닐하우스, 창고, 4℃ 저온저장 순으로 감모율이 낮았다. 25℃ 항온 저장한 경우 13.2%로 높은

감모율을 나타냈으며, ‘대지’ 품종이 ‘추백’ 품종에 비해 다소 감모율이 높았다 (Fig. 2). 이는 Verma 등(1974)이 보고한 약 10℃이상에서 계속 저장하면 멩아와 중량손실이 많아진다는 결과와 일치하였다. 4℃ 저온저장의 경우는 저장기간 중에는 감모율이 낮았으나, 저온처리가 끝나 창고에서 보관할 때부터 감모율이 상승하였으며, 특히 42일 이후 급속한 감모를 나타냈는데, 저장중 멩아가 시작되면서 蒸散作用이 이루어져 수분이 감소되면서 괴경중이 변화한 것으로 판단되었다. ‘추백’ 품종은 괴경 감모율이 ‘대지’ 품종보다 작고 완만하지만, 저장방식별 감모 경향은 ‘대지’ 품종과 비슷하였다.

처리 후 sucrose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과(Fig. 3)에 의하면, 관행 창고저장방식은 처리 후 28일까지 sucrose 함량이 다소 증가하였으나, 처리가 끝난 때는 처리 전보다 다소 감소되었다. 25℃ 향온처리구는 고온이라는 조건에 의해, 4℃ 저온처리구는 저온이라는 조건에 의해 처리기간 중 함량이 크게 증가하였지만, 저온처리기간이 끝난 이후 관행방식인 창고로 옮겨진 다음에는 크게 감소하기 시작하여 986mg/100g까지 저하되었다. 이러한 변화는 김(1992)과 Van과 Hartman(1981)에 의한 저온에서의 sugar 형성은 초기 수준만큼은 아니더라도 고온처리에 의해 다시 감소시킬 수 있다는 사실과 유사한 결과였다.

glucose 함량의 경시적 변화는(Fig. 4) ‘대지’ 품종의 경우 관행과 비닐하우스 저장방식은 멩아 전에는 일정하게 증가하였으나, 멩아가 이루어지는 42일 이후에는 크게 증가하여 처리가 끝난 때는 처리 전보다 많이 증가되었다. 그러나 25℃ 향온처리구와 4℃ 저온처리구는 처리초기에 함량이 크게 증가하다가 곧 감소되었으며, 멩아가 이루어지는 42일 이후에는 다시 증가하는 경향이였다. 이는 김과 김(1985)이 감자를 4℃에 저장했다가 13~21℃에서 5~20일간 reconditioning 시키면 호흡작용의 증가로 축적된 환원당이 감소했다는 보고와, 감자는 고온에서 저장하면 환원당의 축적을 줄일 수 있고(Boe 등, 1974), 4℃ 이하의 온도에서는 멩아는 효과적으로 억제되지만, 환원당 축적이 매우 높다고 한(Burton, 1975 ; Classen 등, 1991) 보고와 유사한 결과였다. ‘추백’ 품종의

함량 변화도 ‘대지’ 품종과 유사하였으나, ‘대지’ 품종보다 함량은 다소 낮았다.

fructose 함량 변화(Fig. 5)는 25℃ 항온처리구가 처리 14일 후 가장 크게 증가하였으나, 곧 감소하다가 맹아가 이루어지는 42일 이후에는 다시 증가하였고, 처리가 끝나는 56일무렵에는 177mg/100g까지 증가하는 등 불규칙적인 변화를 나타냈다. 그 외의 방식은 처리 초기에는 급속히 증가한 이후 서서히 증가세가 완만해졌다.

ABA 함량(Table 6)은 관행저장의 경우 일정한 정도로 감소하였고, 다른 처리구에 비해 함량이 다소 높았다. 반면 맹아가 활발히 이루어졌던 25℃ 항온처리구는 처리 초·중반까지 함량의 감소가 매우 크게 이루어 지면서 가장 함량이 낮았다. 저온처리구는 저온기간에는 함량의 변화가 매우 적었지만, 맹아가 발생할 무렵에는 매우 낮은 함량을 나타내었다. ‘秋白’ 품종의 ABA 함량은 ‘大地’ 품종보다 다소 작았으나, 처리간에 나타난 함량의 변화는 비슷한 경향이였다.

두 품종을 파종한 후 출현상황을 조사한 결과는 Table 7과 같았다. 출현율은 저온처리구와 비닐하우스 저장구에서 높았고, 25℃ 항온저장구는 낮았다. 이는 맹아 특성의 결과와는 다소 다른데, 맹아가 빨랐던 만큼 크게 자라서 파종시 크게 손상되었고, 완전히 재생하여 출현하지 못하였기 때문에 출현율이 낮아졌다고 생각되었다. 출현시기는 25℃ 항온저장구가 타 처리에 비해 8~14일 가량 빨랐으나, 80% 출현시기로 갈수록 지연되었다. 이에 비해 저온처리구는 출현도 다소 빨랐지만, 비교적 단기간에 균일하게 출현하였다. 이러한 결과는 저장 온도가 높을수록 출현속도가 빨랐으나, 일정 온도 이상일 경우 오히려 출현 속도가 지연되고 최종 출현율이 떨어진다는 다른 연구 결과들(Gregory, 1965 ; Iritani, 1968 ; Toosey, 1963)과 유사한 경향이였다. 한편, 전반적인 출현율은 ‘秋白’ 품종이 ‘大地’ 품종보다 양호한 경향이였으며, 농가의 관행적 저장방식인 창고 저장의 경우 ‘추백’ 품종과 ‘대지’ 품종이 각각 81%와 84%인데, 저온저장 방식은 각각 89%와 93%로 높은 출현율을 나타냈다.

지상부 생육(Table 8)은 4℃ 저온저장구가 莖長, 1株當 葉面積, 生體重 등에서

가장 양호하였고, 25℃ 항온저장구의 경우 과중 당시 頂芽가 손상된 이후 출현의 지연으로 다수의 側芽가 성장하여 줄기가 가늘었고, 엽면적도 아주 작은 등 전체적으로 타 처리보다 생육이 부진하였다. ‘대지’ 품종은 비교적 강건한 생육을 나타냈으나, ‘추백’ 품종은 다소 약한 형태를 보였는데 이는 품종의 특성을 나타낸 것으로 사료되었다.

저장방식에 따른 수량 특성은 Table 9와 같다. 두 품종 모두 4℃ 저온처리구에서 10a당 총수량, 괴경중 80g 이상인 상품수량 및 상품율 등 수량성이 양호하였다. 25℃ 항온 저장구의 경우 생육의 부진이 수량에도 영향을 끼쳐 저온처리구에 비해 총수량은 약 700kg, 상품수량은 약 800kg이상 차이가 나타났다. 전반적인 수량 특성은 저온저장에서 수량이 높았으며, ‘추백’ 품종이 ‘대지’ 품종에 비해 약 10%내외 수량이 많았다.

실험 2. 저온처리기간 차이에 따른 괴경의 특성, 생육 및 수량에 미치는 영향



종서의 저장 및 보관에서 저온처리 효과를 검토하고자 처리기간을 설정하였고, 그에 따라 시험을 수행한 결과는 다음과 같았다.

처리별 멍아특성 중 멍아수(Fig. 6)는 2주간 저온저장한 경우 8.5개로 타 처리에 비해 많았고, 괴경 표면에 균일하게 분포하였다. 1주간 저장시 멍아수가 6.1개로 3주와 4주의 5.7과 5.9개와 비교할 때 처리간에 유의성은 없었다. 저온처리에 의해 멍아수가 4~8개 내외로 많았고, 멍아의 분포도 괴경 전체에 고르게 존재하여 실제 과중을 위한 종서 절단시 매우 효율적일 것으로 판단되었다. 멍아의 길이는 1주 저장의 경우 ‘大地’품종은 13mm, ‘秋白’품종은 14mm로 다소 커서 과중 중 멍아가 손상될 우려가 있고, 손상을 입은 멍아는 재생과정을 거쳐야

하므로 시기적 지연됨으로써 초기 생육부진으로 연결된다. 반면 2주 저장처리의 경우 ‘대지’ 품종은 8mm, ‘추백’ 품종은 9mm로 파종 작업에 적절한 크기라 사료되었다. 4주간 처리한 경우 맹아의 길이도 짧았지만, 맹아가 괴경의 頂端部 근처에 밀생하여 종서 절단시 부적합한 문제점이 있었다(Fig. 7).

괴경 감모율은 저장기간이 길어질수록 증가하였고, 품종간에는 ‘대지’ 품종이 ‘추백’ 품종에 비해 다소 감모가 많았다. 저장기간별 감모율의 형태는 처리간 구분없이 전체적으로 유사한 경향을 나타냈으나, 저장기간이 지난 후 창고로 옮겨진 직후 1~2주간은 급격한 감모가 이루어졌으며, 49~56일 무렵은 맹아가 왕성히 진행되면서 감모가 둔화되었다. 그러나, 저장기간이 짧고 그 후에 상온하에 보관하는 기간이 길수록 감모율이 높았다(Fig. 8).

Fig. 9은 저온처리기간별 sucrose 함량 변화를 분석한 결과이다. 저온처리 초기에는 함량의 상승폭이 컷으나, 그 이후에는 완만하게 증가하였다. 또 저온처리가 종료되어 관행방식으로 보관한 때부터 sucrose 함량의 감소가 나타나기 시작하여, 처리가 종료되었을 때는 저온처리 전의 함량과 거의 같았거나 낮아졌다. 2주 저온처리구는 28일부터 감소 폭이 다소 증가하면서 973mg/100g으로 가장 낮은 함량을 나타냈다.

처리 후 7일 간격의 glucose 함량 변화(Fig. 10)는 저온처리기간에는 함량이 크게 증가하였으나, 처리가 끝나 관행방식으로 보관한 다음에는 처리전 함량 수준까지 감소하다가, 처리 후 28일무렵부터 다시 상승하기 시작하여 맹아가 발생하는 42일부터는 급격히 증가하였고, 49일 이후는 상승폭이 다소 완만한 경향을 나타내었다. 2주 처리구도 1주 처리구와 유사한 경향치를 나타냈으나, 전체적으로 1주 처리보다 함량이 높았다. 전반적인 ‘추백’ 품종의 함량 변화는 ‘대지’ 품종과 유사하였으나, ‘대지’ 품종보다 함량은 다소 낮았으며, 맹아가 활발했던 2주와 1주 처리구의 glucose 함량이 높은 경향을 보였다.

fructose 함량의 경시적 변화(Fig. 11)는 증가와 감소를 반복했던 glucose 함량 변화 형태와는 다소 달라서 전체적으로 상승하는 경향을 나타내고 있었다. 처리 초기에 크게 증가하였고, 저온처리가 끝난 이후 어느 정도 감소하였다가, 맹아가 이루어지는 42일 이후에 1주와 2주 처리구는 큰 폭으로 증가하였으나, 3주와 4주 처리구는 완만한 증가 형태를 나타냈다.

1주, 2주, 3주, 4주로 구분하여 4°C에서 저장한 이후 관행방식으로 보관했던 종서의 ABA 함량의 변화는 처리가 시작되었을 때 12mg/kg내외였던 것이 처리가 끝난 56일 무렵에는 3.2~3.9mg/kg으로 크게 감소하였으며, 모든 처리에서 공통적으로 저온처리중에는 함량의 변화가 적었다.

‘추백’ 품종의 ABA 함량은 ‘대지’ 품종보다 다소 작았으나, 처리간에 나타난 함량의 변화는 비슷한 경향을 나타냈다.

저장기간에 따른 발아특성(Table 11)을 살펴보면, 파종 후 40일경 발아가 개시되었는데, 2주 저장처리구는 초기 발아율이 ‘秋白’ 품종은 12.7%, ‘大地’ 품종이 6.3%로 타 처리에 비해 높았으며, 출현의 진전 속도 역시 빨라 파종 후 50일경 ‘추백’ 품종은 전체 출현개체의 약 90%, ‘대지’ 품종은 약 83%가 발아하였다. 반면 저온 처리기간이 길어질수록 발아가 다소 부진하여 4주 저온처리의 경우 타 처리에 비해 초기 발아도 부진한데다, 불균일하고 산발적으로 출현이 진행되는 경향을 나타냈다. 80%이상 출현한 일수는 2주 저온처리시 ‘대지’ 품종은 16일, ‘추백’ 품종은 14일로 짧았는데, 이는 출현이 균일하고 신속히 진행되었음을 말하는 것이며, 그만큼 초기 생육도 양호하여 재배관이면에서도 유리하였다. 품종간 비교는 ‘대지’ 품종보다 ‘추백’ 품종이 2~3일 빨랐는데, 이는 ‘추백’ 품종의 휴면기간이 ‘대지’ 품종보다 다소 짧다는 품종적 특성과 ‘추백’ 품종의 맹아 발생이 왕성하게 이루어졌기 때문인 것으로 판단되었다. 한편, 전반적인 출현율은 ‘추백’ 품종이 ‘대지’ 품종보다 양호한 경향이었으며, 2주 저온처리한 경우 ‘추백’ 품종과 ‘대지’ 품종이 93%와 89%로 매우 높은 출현율을 나타냈다.

경장, 경수, 엽면적 등의 지상부 생육(Table 12)은 2주 저온처리시 가장 양호한 경향이였다. 4주 저온처리구는 발아 등 초기 생육의 부진이 개화기 무렵까지의 생육에도 관련되어 ‘대지’ 품종 및 ‘추백’ 품종의 경장은 50cm와 44cm, 경수 2.0개, 엽면적은 각각 3,443cm²와 2,941cm²로 타 처리에 비해 생육이 다소 부진하였다.

저장기간의 차이에 따른 수량은 Table 19와 같았다. 10a당 총수량은 처리간 유의하게 차이가 나타났는데, 2주 저온처리구에서 ‘추백’ 품종이 3,292kg, ‘대지’ 품종이 3,083kg으로 가장 양호하였으며, 1주 와 3주 저온처리구는 ‘대지’ 품종이 2,800kg 내외, ‘추백’ 품종이 2,900kg 내외로 비슷한 수준이었고, 4주 저온처리구는 생육의 부진으로 ‘대지’ 품종과 ‘추백’ 품종이 2,400kg정도로 수량이 매우 불량하였다. 괴경 1개 무게가 80g 이상인 상품수량 및 상품율은 2주 저온처리구에서 ‘추백’ 품종은 2,934kg으로 89.1%, ‘대지’ 품종이 2,685kg으로 87.1%로 높게 나타나 4주 저온처리구에 비해 ‘대지’ 품종은 약 45%, ‘추백’ 품종은 54%가량 상품수량이 많았다.

실험 3. 저온처리시기에 따른 괴경의 특성, 생육과 수량에 미치는 영향

수확 직후, 2주간 녹화 후, 파종 직전 등의 3 시기별로 4℃에서 2주간 처리한 경우, 맹아수(Table 14)는 파종 직전에 저온처리할 경우 타 처리에 비해 맹아수가 적었으며, 맹아형태도 側芽가 많았고 크기도 작았다. 녹화 후 저온 처리하면 맹아가 괴경 표면에 균일하게 분포하면서 맹아수도 7개 내외로 많았다.

선별한 종서를 수확 즉시 저온처리할 경우, 저장기간 중 감모율은 ‘大地’ 품종이 6.5%, ‘秋白’ 품종이 6.3%로 가장 높았는데, 저온처리가 완료된 후 꺼내어 관행 저장이 시작된 처음 1~2주간의 감모율은 다소 높은 경향이었고, 28~42일에는 완화되었다가 맹아가 발생하는 끝 무렵에는 다시 감소가 빨랐다. 파종 전 2주간

저온처리구는 초기 관행저장시 감모율이 높았으나, 저온저장기인 42~56일에는 거의 감모되지 않아 '대지' 품종이 5.1%, '추백' 품종이 5.4%로 처리간에 가장 낮은 경향을 나타냈다.

저온처리시기별 sucrose 함량의 경시적 변화(Fig. 14)를 살펴보면, 저온처리기간 중에는 함량이 크게 상승하였으나, 저온 처리가 종료되어 관행방식으로 보관된 때부터 sucrose 함량의 감소가 나타나기 시작하여, 처리가 종료되었을 때는 저온처리 전의 함량과 같거나 낮아졌다. 2주간 녹화 후 저온처리할 경우 977mg/100g으로 가장 낮았으며, 과중 직전에 저온처리한 구는 완만하게 증가하다가 저온처리시기가 멍아가 발생하는 기간과 중복되면서 sucrose 함량의 변화는 타 처리의 경향과는 달리 불규칙하였다.

처리 후 7일 간격으로 glucose 함량의 경시적 변화를 분석한 결과(Fig. 15), '대지' 품종은 수확 직후 저온처리하면 처리전의 186mg/100g에서 저온처리기간에는 264mg/100g으로 함량이 크게 증가하였고, 저온처리가 끝나 관행방식으로 보관한 이후에는 크게 감소하다가, 28일 무렵부터 상승되기 시작하면서 처리 종료 때 269mg/100g으로 변화하였다. 녹화 후 저온처리구는 처리전의 186mg/100g에서 녹화 기간 동안은 205mg/100g으로 조금 증가하였으나, 저온처리기간에는 264mg/100g으로 큰 폭으로 증가하였고, 저온처리가 끝난 이후에도 소폭으로 감소하였다가 처리 종료 때 268mg/100g으로 변화하였다. 과중 직전 저온처리구의 경우는 함량 변화 양상이 달랐는데, 저온처리전과 저온처리 중에도 함량의 변화가 완만하였다. '추백' 품종 역시 '대지' 품종과 비슷한 경향을 나타냈다.

fructose 함량의 경시적 변화는 처리 초기에 크게 증가하였으며, 저온처리가 끝난 이후 어느 정도 감소하였다가, 멍아가 이루어지는 42일 이후에 큰 폭으로 증가하였다. 과중 직전 저온처리구의 경우는 함량 변화 양상 달랐는데, 저온처리 전과 저온처리 중에도 함량의 변화가 완만하게 진행되었다(Fig. 16).

발아가 개시된 과중 후 40일부터 55일까지의 출현율 변화(Table 17)를 살펴보면, 과중 전 저장한 경우 출현율이 매우 낮았다. 이는 휴면이 타파될 시기에 4℃의

저온에 조우하게 되어 맹아가 부진한 때문인 것으로 판단되었다. 과중 후 55일 무렵의 최종 출현율은 2주 녹화 후 저온저장시 ‘대지’ 품종은 89%, ‘추백’ 품종이 92%로 가장 양호하였다.

80% 발아소요일수는 녹화후 2주 저장처리시 ‘대지’ 품종은 16일, ‘추백’ 품종은 15일이 소요되어 다른 처리보다 약 5일가량 단축되었는데, 이는 발아가 균일하게 이루어져 재배관리면에서도 유리하였고, 초기 생육도 그만큼 빨리 진행될 것임을 예상할 수 있는 사항이었다.

저장시기별 생육(Table 18)은 녹화 후 저온처리할 경우 莖長은 ‘대지’ 품종이 52cm, ‘추백’ 품종이 46cm로 가장 컸으며, 줄기의 두께는 ‘대지’ 품종이 18mm, ‘추백’ 품종이 15mm로 굵었다. 과중 후 70일부터 110일 까지의 저장시기에 따른 엽면적 변화(Fig. 17)는 녹화 후 저온처리의 경우 발아가 빨랐고, 발아율이 높아 초기 생육이 양호하여 엽면적이 가장 컸으며, 100일 무렵이면 생육이 거의 최대상태에 이르렀고 증가폭은 둔화되었다.

저장시기의 차이에 따른 수량은 Table 19와 같았다. 10a당 총수량에 있어서 녹화 후 2주 저장구가 ‘추백’ 품종이 3,270kg, ‘대지’ 품종이 3,061kg으로 가장 양호하였다.

괴경중 80g 이상인 상품수량 및 상품율 역시 녹화 후 2주 저장구에서 ‘추백’ 품종은 2,965kg 및 90.7%, ‘대지’ 품종은 2,590kg 및 84.5%로 타 처리구에 비해 양호하였다.

VI. 적요

제주지역은 감자재배를 위한 유리한 입지조건을 갖추고 있다. 그 중 감자 단경기인 4월~5월 출하를 위한 겨울재배는 매우 중요한 재배작형이다. 따라서 목표한 시기에 상품출하를 위한 종서의 저장 체계를 마련하고자 제주지역에서 재배되는 주요품종인 '대지'와 '추백'을 공시하여 종서의 저장방식, 저장기간 및 시기에 따른 효과를 구명하고자 실험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같았다.

1. 멩아특성은 저장조건간에 뚜렷한 차이를 보였다. 멩아수는 4℃ 저온저장고에서 2주간 수확 직후 저장하면 가장 많았다. 멩아장은 종서를 2주간 녹화처리 후 4℃ 저온저장고에서 2주동안 저온처리할 경우 7~9mm로 재배에 가장 적당한 길이였다. 고온저장인 incubator와 하우스 저장은 멩아수가 적은 반면, 길고 두터워 멩아중이 높았으며, 품종간 차이는 멩아수가 '추백'품종이 다소 많았다.
2. 괴경감모율은 25℃에서 항온저장시 가장 컸으며, 저온저장기간이 길어질수록 괴경 감모율은 낮았으나, 저장처리가 끝나 창고로 옮겨 보관하기 시작한 초기 1~2주간 감모가 매우 증가하였다. 전반적으로 저장초기와 저장후기에 괴경의 감모가 많았다. 저장온도가 낮을수록 멩아수는 많았고, 멩아장은 짧아졌다.
3. 멩아가 활발했던 25℃ 항온처리구에서 sucrose 함량이 가장 크게 감소하였으나, glucose와 fructose 함량은 가장 크게 증가하였다. 출현이 양호했던 녹화 후 4℃에서 2주간 저온처리할 경우 sucrose 함량이 가장 크게 감소하였으며, glucose와 fructose 함량은 가장 크게 증가하였다.
4. ABA 함량은 저온처리기간에는 함량의 변화가 매우 적었지만, 멩아가 발생할

무렵에는 감소가 빨라져 매우 낮은 함량을 나타내었다. 녹화 후 4℃에서 2주간 저온처리할 경우 멩아가 발생할 시기에 함량의 급격한 감소가 이루어졌다.

5. 겨울재배시 과종 후 발아는 incubator 저장구가 타 처리에 비해 10일 정도 빨랐으나, 균일하지 못했으며 출현율이 가장 낮았다. 80%이상 발아소요일수는 녹화 후, 4℃에서 2주간 저온저장할 경우 ‘대지’ 품종은 약 16일, ‘추백’ 품종은 15일로 가장 양호하였다. 출현율 역시 녹화 후 4℃에서 2주간 저온저장할 경우 ‘대지’ 품종은 89%, ‘추백’ 품종은 93%로 높은 경향이였다.

6. 생육특성은 incubator나 비닐하우스처럼 고온에 저장할 경우 경수는 많았으나 경장은 다소 짧았고, 엽면적도 작았다. 저온저장의 경우 경수는 2~3개로 적었지만 경장이 크고, 엽면적이 가장 컸다. 1주당 생체중과 건물중은 저온처리에서 가장 높게 나타나는 등 저온처리에 의한 재배적 효과가 우수하였다.

7. 저장조건을 달리하여 재배한 결과 총수량은 저온처리가 약 8~10% 가량 증수되었다. 저온처리기간은 2주가 총수량도 많았고, 상품율도 가장 좋았다. 저온처리시기는 수확 직후 보다 2주 정도 녹화 후 저온처리할 경우 총수량 및 상품율이 향상되었다.

이상의 결과로 비추어 볼 때, 발아 및 생육특성이 양호하였으며, 수량의 증수와 상품율이 향상되어, 감자 종서에 있어서 관행적인 저장보다는 일정기간 녹화 후 약4℃의 온도에 2주 내외의 기간 동안 저온처리하여 재배하는 것이 겨울 감자재배방법으로 적당한 것으로 판단되었다.

VII. 인용문헌

Barker, J. 1936. The influence of temperature on the sucrose/hexose and fructose/glucose relations in potatoes. Report of investigation. Board of the Dep. Sci. and Ind. Res., London, England. pp174~183.

Boe, A. A., G. W. Woodbury and T. S. Lee. 1974. Respiration studies on Russet Burbank potato tubers : Effect of storage temperature and chemical treatments. Amer. Potato J. 51 : 335~360.

Burton, W. G. and R. S. Hannan. 1957. Use of radiation for preventing the sprouting of potatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture 12 : 707~715.

Burton, W. G. 1963. Concepts and mechanism of dormancy. In "The growth of the potato" (J. D. Ivins and F. L. Milthorpe, eds.). Butterworth, London. pp. 17~41.

Burton, W. G. 1965. The sugar in some British potato varieties during storage. I. Preliminary observation. Eur. Potato. J. 8(2) : 80~91.

Burton, W. G. 1975. The immediate effect of gamma irradiation upon the sugar content of potatoes previously stored at 2, 4, 5, 6, 10 and 15.5°C. Potato Res. 18 : 109~115.

Burton, W. G. 1978. Breaking of dormancy and sprout growth. In "The potato crop" (Harris, P. H., ed). Chapman and Hall, London. pp. 561~567.

Butchbaker, A. F., W. J. Prome and D. C. Nelson. 1973. Weight loss of potatoes as affected by age, temperature, relative humidity and air velocity. Amer. Potato J. 50 : 124~131.

Caldiz, D. O., D. M. Panelo, F. K. Claver and E. R. Montaldi. 1985. The effect of two planting dates on the physiological age and yielding potential of seed potatoes grown in a warm temperature climate in Argentina. Potato Res. 28 : 425~434

Caldiz, D. O., F. K. Claver and A. Escande. 1984. Effect of harvesting time and storage system on the quality of seed potato tubers(*Solanum tuberosum* L.) Turrialba 34 : 287~290

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.

Cho, J. L., W. M. Iltani and M. W. Martin 1983. Comparison of methods for measuring dormancy of potatoes. Amer. Potato J. 60 : 169~177.

Choudhuri, H. C. and S. Ghose. 1963. Effect of gibberellic acid on sprouting, growth of internodes, tuber shape and yield in different varieties of potatoes. Eur. Potato J. 6 : 160~167.

Classen, P. A. M., M. A. W. Budde, H. J. De Ruyter, M. H. Van Calker and A. Van Es. 1991. Potential role of pyrophosphate : fructose 6-phosphate phosphotransferase in carbohydrate metabolism of cold stored tubers of *Solanum tuberosum* cv Bintje. *Plant Physiol.* 95 : 1243~1249.

Coffin, R. H. , R. Y. Yada, K. L. Parkin, B. Grodzinski and D. W. Stanley. 1987. Effect of low temperature storage on sugar concentrations and chip color of certain processing potato cultivars and selections. *J. of Food Science* 52(3) : 639~645.

Cortrufo, C. and J. Levitt. 1958. Investigation of the cytoplasmic particulates and proteins of potato tuber. V. Nitrogen changes associated with emergence of potato tubers from the rest period. *Plant Physiol.* 11:240~248.

Denny, F. E. 1930. Sucrose and starch change in potatoes treated with chemicals that break the rest period. *Amer. J. Bot.* 17:806~817.

Dogras, C., A. Siomos and C. Psomakelis. 1991a. Sugar and dry matter changes in potatoes stored in a clamp in a mountainous region of Northern Greece. *Potato Res.* 34 : 211~214.

Dogras, C., A. Siomos and C. Psomakelis. 1991b. Sugar content and dry matter in potatoes stored under fluctuating temperatures in non-refrigerated stored in Greece. *Potato Res.* 34 : 389~396.

Dwelle, R. B. and G. F. Stallknecht. 1978. Respiration and sugar content of potato as influenced by storage temperature. *Amer. Potato J.* 55 : 561~570.

Emilsson, B. 1949. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta. Agric. Suec.* 32 : 189~284.

Ewing, E. E. , A. H. Senesac and J. B. Siczka. 1981. Effects of short periods of chilling and warming on potato sugar content and chipping quality. *Amer. Potato J.* 58 : 633~647.

Forbush, T. and R. Brook. 1993. Influence of airflow rate of chip potato storage management. *Amer. Potato J.* 70 : 869~883.

Gregory, L. E. 1965. Physiology of tuberization in plants(Tubers and tuberous roots). *Encyclopedia Plant Physiology* 15 : 1328~1354.

한원탁. 2002. 제주지역의 감자 겨울재배법 확립과 Dejima 품종의 변이체 검정. 제주대학교 박사학위논문.

黃錫重. 金賢準. 咸泳一. 金聖一. 申觀容. 1991. 저장고 형태 및 저장방법이 감자 품질에 미치는 영향. *농시논문집(원예편)* 33(3) : 98~107.

Hartmans, K. and C. D. van Loon. 1987. Effect of physiological age on growth vigor of seed potatoes of two cultivars. 1. Influence of storage period and temperature on sprouting characteristics. *Potato Res.* 29 : 417~425.

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

Iritani, W. M. 1968. The effect of storage temperature and source on productivity of Russet Burbank seed. Amer. Potato J. 45 : 322~326.

Ittersum, M. K. van., F. C. B. Aben and C. J. Keijzer. 1992. Morphological changes in tuber buds during dormancy and initial sprout growth of seed potatoes. Potato Res. 35 : 249~260.

장병호, 김현준. 1998. 증보 감자백과. 선진문화사. pp. 61~68.

Joiner, S. and A. Mackey. 1962. Weight loss, specific gravity and mealiness during storage of Russet Burbank potatoes, Amer. Potato. J. 39 : 320~325.

Kawakami, K. 1952. Physiological aspects of potato seed. Hyogo Agricultural Collage. Sasayama, Japan. p.113

Keller, F. M. and A. Wremken. 1988. Sucrose synthetase, a cytosolic enzyin protoplasts of Jerusalem Artichoke tubers(*Heliantus tuberosus L.*). Plant Physiol. 88 : 239~241.

김동만, 김길환. 1985. Reconditioning에 의한 저온저장 감자의 당변화. 한국 식품과학회지 27(5) : 326~330.

김현옥. 1992. 감자의 curing 및 저장조건이 가공성에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위논문.

Kim, S. Y. 1996. Effect of nitrogen application, soil moisture and cultural practices 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. 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.

Krauss, A. and H. Marschner. 1982. Influence of nitrogen nutrition, daylength and temperature on contents of gibberellic and abscisic acid and on tuberization in potato plants. Potato Res. 25 : 13~21.

Lindblom, H. 1966. Apical dominance in relation to indole-3-acetic acid and gibberellic acid. Proceedings 3rd Triennial Conference EAPR. pp. 184~185.

Loon, C. D. van. 1987. Effect of physiological age on growth vigor of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature on growth and yield in the field. Potato Res. 30 : 441~450.

増田芳雄, 勝見允行, 今関英雅. 1971. 植物 ホルモ. 朝倉書店, pp.251~283.

Mcgee, E., M. C. Jarvis and H. J. Duncan. 1986. The relationship between temperature and sprout growth in stored seed potatoes. Potato Res. 29 : 521~524.

Mielke, E. A and F. G. Dennis, Jr. 1975. Hormonal control of flower bud dormancy in prunus cerasus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 285~287.

고령지농업시험장. 1999. 감자총서. pp. 53~88.

Nishiyama, Y. and T. Tagawa. 1960. On the relation between the change of respiratory system and the dormancy of potato tubers. Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. 29:182~186.

Park, C. S. 1998. Effect of storage temperature, light pre-sprouting and chemical substance on sprouting, growth and yield in potato(*Solanum tuberosum L.*). Ph. D. thesis Chungbuk National Univ. 1~91.

Patricia, C. M., C. M. Duffus, M. J. Allison and G. R. Mackay. 1991. Amylolytic activity in stored potato tubers II. The effect of low temperature storage on the activities of α - and β -amylase and α glucosidase in potato tubers. Potato Res. 34 : 333~341.

Perennec, P. and P. Medec. 1980. Age physiologique du plant de pomme de terre. Incidence sur la germination et repercussion sur le comportement de plantes. Potato Res. 23:183~199.

Rappaport, L. and N. Wolf. 1969. The problem of dormancy in potato tubers and related structures. Biology 23 : 219~240.

Rodriguez, M. J. Canal and R. S. Tames. 1988. Indolacetic acid, abscisic acid and phenolic substances during development of hazel leaves. *Physiologia Plantarum*. 73 : 92~96.

Santerre, C. R. , J. N. Cash and R. W. Chase. 1986. Influence of cultivar harvest-date and soil nitrogen on sucrose, specific gravity and storage stability of potatoes grown in Michigan. *Amer. Potato J.* 63 : 99~110.

Scholte, K. 1992. Relation between growth condition and dormancy of seed potatoes. 2. Effects of temperature. *Potato Res.* 35 : 365~375.

Shipper, P. A. 1971a. The influence of storage conditions on various properties of potatoes. *Amer. Potato. J.* 48 : 234~245.

Shipper, P. A. 1971b. The influence of curing conditions on weight loss potatoes during storage, *Amer. Potato. J.* 48 : 278~286.

Short, J. L. and F. E. Shotton. 1970. Storage condition affecting the sprouting of seed potatoes and their yield. III. Temperature. *Experimental Husbandry* 19 : 69~77.

島善鄰, 伊藤正輔. 1948. 瓜哇薯の増産に関する研究 II. 早熟化栽培に 就いて
(1) 浴光高温貯藏に 依る 早熟化現象いて. 札幌農林學會報 37-3. 122

島善鄰, 伊藤正輔. 1955. 瓜哇薯の増産に関する研究 II. 早熟化栽培に 就いて
(2) 催芽其間と早熟化現象との關係. 北大農學部附屬農場特別報告 11:54-59

Toosey, R. D. 1963. The influence of sprout development at planting on subsequent growth and yield. In "The growth of the potato"(J. D. Ivins and F. L. Milthorpe, eds.). Butterworth London : 79~95.

Tuan, D. Y. H. and J. Bonner. 1964. Dormancy associated with repression of genetic material. Plant Physiol. 39 : 768 ~ 772.

Van Es, A. and K. J. Hartmans. 1981. Sugars and starch during tuberization, storage, and sprouting. Potato Sci. and Tech. 82~98.

Van Es, A. and K. J. Hartmans. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 2. Influence of storage period and storage temperature on dry matter content and peroxidase activity of sprouts. Potato Res. 30 : 411~421.

Vakis, N. J. 1986. Influence of physiological ageing of seed potatoes on yield and earliness. Potato Res. 29 : 417~425.

Vaughn, S. F. and G. F. Spencer. 1993. Naturally-occurring aromatic compounds inhibit potato tuber sprouting. Amer. Potato J. 70 : 527~533.

Verma, S. C., T. R. Sharma and S. M. Varma. 1974. Sucrose accumulation during high-temperature storage of potato tubers. Potato Res. 17 : 227~233.

Watada, A. E. and R. Kunkel. 1955. The variation in reducing sugar content in different varieties of potatoes. Amer. Potato J. 32 : 132~140.

Wurr, D. C. E. 1975. Relationship between sprouting characters and stem development in two main crop potato varieties. Potato Res. 18 : 83~91.

Yves, L., J. D. Danielle, K. C. Warren and R. K. Russel. 1995. Microtuber dormancy in three potato cultivars. Amer. Potato J. 72 : 215~223.

Zaag, D. E. van der. and C. D. van Loon. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. Potato Res. 30 : 451~472.



감사의 말씀

이 논문이 결실을 맺을 수 있도록 항상 따뜻한 격려와 가르침을 주신 장전익 교수님의 노고에 진심으로 감사드립니다.

바쁘신 가운데도 불구하고 논문을 지도해 주시고 다듬어 주신 강훈 교수님, 송창길 교수님, 송관정 교수님, 호남대학교 지성한 교수님과 대학원에서 성심껏 강의하여 주신 박용봉 교수님, 한해룡 교수님, 백자훈 교수님, 문두길 교수님, 소인섭 교수님께 깊이 감사드립니다.

또한 학업을 마칠 수 있도록 많은 배려와 격려해 주신 제주도농업기술원 동료 직원들에게 감사드리며, 이 연구를 수행하는데 많은 조언과 아낌없는 도움을 주신 전 감자기술센터 동료여러분과 조사·분석에 정성껏 도와 주신 양영택 연구사께 감사드립니다.



끝으로 지금까지 늘 염려와 변함없는 믿음을 주신 본가와 처가 부모님, 형제·친지 여러분들께 감사드리고, 동료이자 삶의 동반자인 아내와 사랑스러운 딸 정현이에게 고마움을 전하며 이 기쁨을 함께 나누고자 합니다.