GOVP1200516032

GA 0376-0235

최 종
연구보고서

변형 및 변색억제 건조가공 기술에 의한 미활용 산물의 상품화 개발

Utilization of Non-activated Grafting Cactus by Drying Technology and Optimum Treatment to Minimize Discoloration and Transformation

연 구 기 관
한국식품개발연구원

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "변형 및 변색억제 건조가공 기술에 의한 미활용 산물의 상품화 개발" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003. 08. 13.

주관 연구 기관 : 한국식품개발연구원
총괄연구책임자 : 정 진웅(책임연구원)
세부연구책임자 : 이 영철(책임연구원)
연 구 원 : 정 승원(선임연구원)
오 승용(선임연구원)
김 종훈(선임연구원)
박 기재(선임연구원)
김 자령(위촉연구원)

요 약 문

Ⅰ. 제 목

변형 및 변색억제 건조가공 기술에 의한 미활용 산물의 상품화 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

미활용 산물(접목선인장 등의 등외품, 부분 부패 및 폐기)의 부가가치 재고의 일환으로 변형 및 변색을 최소화한 적정 건조처리 조건을 개발하여 다양한 색택 및 형태를 갖춘 새로운 관상용 대체상품을 실용화시킴으로써 지역특산품의 대외 수출 홍보 및 생산농가의 소득증대에 이바지하고자 함.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

○ 건조처리에 의한 변형방지 적정 처리조건 설정시험

○ 건조처리에 의한 변색방지 적정 처리조건 설정시험

○ 적정 건조처리 조건에 의한 시료의 색택 및 형태 유지를 위한 coating 처리 기술개발

○ 수출용 접목선인장의 적정 보관조건 설정시험

○ 최적 건조처리 방법별에 따른 제조원가 및 경제성 분석

○ 수출상품화를 위한 색깔, 형태 및 크기별에 따른 시제품 제작

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

미활용 접목선인장의 상품화 개발의 일환으로 건조처리시, 변형 및 변색을 최소화시키기 위한 최적의 처리방법을 모색하기 위하여 연구를 수행하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

○ 접목선인장의 수분함량은 적색 비모란, 산취 및 적황색의 혼합 비모란은 96%이상으로, 핑크색 및 적록색의 혼합 비모란이 92~93%인 것에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 회분, 조지방, 조단백과 조섬유는 미량 함유하였다.

○ 색소성분에 있어서는 betalain이 적색 비모란에서는 5.14±0.81 mg%, 핑크색 비모란에서는 3.05±0.53 mg%, 주황색 비모란에서 2.15±0.12 mg%, 적황색의 혼합 비모란에서 4.81±0.28 mg%를 함유하는 것으로 나타났다. Chlorophyll은 적록색의 혼합 비모란에서 25.72±1.04 mg%, 소정에서는 54.65±1.42 mg%, 그리고 β-carotene은 적색 비모란, 산취 및 적황색의 혼합 비모란에서 각각 1.58±0.10, 2.36±0.24 및 3.79±0.32 mg% 함유되어 있는 것으로 나타났다.

○ 열풍 및 microwave를 이용한 건조에서는 접목선인장 자체 수분함량을 90% 정도로 감소시키는데 약 20시간 이상이 소요되었고, 90% 수분 함유상태에서도 외형과 색상변화가 아주 심하였다. 반면에 60~72시간 동안 동결건조 처리한 접목선인장의 최종 수분함량은 4.29~8.14% 수준에서 부피변화율은 5.5~10.5% 수준으로 원형과 거의 유사한 형태를 나타내었다.

○ 적색 및 핑크색 비모란에서 추출한 시료에 있어 흡수 스펙트럼의 최대 흡수대는 530~534nm으로 betalain 계통임을 확인하였으며, 산취에서 추출한 시료의 UV/VIS 흡수 스펙트럼은 662nm, 618nm 및 580nm를 나타내었고, ODS HPLC column으로 분리한 실험결과에서는 chlorophyll a가 면적비로 18%, chlorophyll b가 6%, 그리고 약 5% 가량의 β-carotene을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 또한 소정의 경우도 664nm, 618nm 및 584nm 부근에서 강한 흡수대를 나타내어 chlorophyll a 및 chlorophyll b와 거의 일치하는 것으로 나타났으며, TLC로 색소를 분리한 결과에서도 chlorophyll a 및 chlorophyll b로 확인되었다.

○ 다양한 이화학적 전처리에 의한 동결건조시험을 수행한 결과, 적색 비모란 등 3 종의 구형 시료에 대하여 area, aspect, maximum diameter, perimeter로 구분하여 처리구간의 유의성을 측정한 결과, 면적 및 종횡비를 나타내는 area 및 aspect는 DF-100으로 처리한 시료에서, maximum diameter는 ethanol 처리구, perimeter는 DF-100 처리구에서 변형율이 가장 적게 나타났다. 색소 안정화 시험에서는 betalain 함량을 초기치와 비교하여 본 결과, ethanol 처리구는 적색 및 핑크색 시료에서 초기치의 95% 수준으로 가장 우수하게 나타났으며, 유기산 처리구는 적색 시료는 citric acid에 의해, 핑크색 시료는 malic acid에 의해 좋은 효과를 나타내었다. 그밖에 금속이온용액의 농도에 따른 차이는 거의 나타나지 않았으나 $Al_2(SO_4)_3$처리가 $Fe_2(SO_4)_3$ 및 $AgNO_3$처리시 보다 색소 감소율이 적은 것으로 나타났으며 또한, 시료를 침지 가열 처리한 결과에서는 90℃에서 10분간 처리하였을 때 낮은 감소율을 보여주었다.

○ 수출용 접목선인장중 적색 비모란의 저장중 품질변화를 조사한 결과, 중량감소율은 폴리에틸렌 필름에 질소충전을 하여 포장한 처리구(PE1)과 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 필름으로 이중 포장한 방법(PE 2)이 저장 50일이 경과 후 기존의 방법(Control)이 3.67%의 감소율을 보인 반면 PE 1 처리구에서는 2.14%, PE 2 처리구에서는 2.82%의 감소율을 나타내었다. 수분함량은 저장기간이 경과할수록 구(head) 부위의 수분함량 보다는 대목(stem)의 수분함량이 더욱 심하게 감소되는 것으로 나타났고, 저장 50일째 대목 부위의 수분함량은 대조구가 91.91%로 가장 낮았으며 PE 2 및 PE 1 처리구는 각각 92.99% 및 93.52%으로 나타났다. 색차 변화는 저장 50일째 PE 2 처리구에서 가장 낮은 1.95값을 보여 주었고 전체적인 기호도 평가에서는 PE 2 처리구가 가장 좋은 결과를 보여주었다.

여 백

SUMMARY

This study was carried out to investigate the optimum treatment method to minimize the transformation and discoloration of non-activated grafting cactus when drying treatment is applied to it as part of commercializing it. The following is the summary of the study results.

○ The moisture content of red *Bimoran*, reddish orange *Bimoran* and *Sanchwi* was more than 96% while pink and reddish green *Bimoran* was 92 ~93%. Grafting cactus contained a very small amount of ash, crude fat, crude protein, and crude fiber.

○ As for pigment ingredients, betalain accounted for 5.14±0.81 mg% in red *Bimoran*, 3.05±0.53 mg% in pink *Bimoran*, 2.15±0.12 mg% in orange *Bimoran*, and 4.81±0.28 mg% in reddish orange *Bimoran*. Chlorophyll constituted 25.72±1.04 mg% in reddish green *Bimoran*, 54.65±1.42 mg% in *Socheong*; β-carotene accounts for 1.58±0.10 mg%, 2.36±0.24 mg% and 3.79±0.32 mg% in red *Bimoran*, *Sanchwi* and reddish orange *Bimoran*, respectively.

○ When grafting cactus was applied to hot-air and microwaves drying, it took more than 20 hours to reduce the moisture of grafting cactus itself to about 90%, where the changes in the appearance and colors of the grafting cactus were really great. In contrast, when freeze drying was applied to grafting cactus for 60~72 hours, its final moisture content was 4.29~8.14% and its volume change rate was 5.5~10.5%, which was almost the same of

its prototype.

○ The maximum absorption range of absorption spectrum was 530~534nm in samples extracted from red and pink *Bimoran*, which confirmed the line of betalain. The UV/VIS absorption spectrum was 662nm, 618nm and 580nm in samples extracted from *Sanchwi*. And *Sanchwi* showed that they contained 18% of chlorophyll a, 6% of chlorophyll b, and about 5% of β-carotene in terms of the area ratio by ODS HPLC column. Also, *Socheong* had a strong absorption region around 664nm, 618nm and 584nm, which was in almost agreement with chlorophyll a and chlorophyll b. The separation of pigment using TLC also verified chlorophyll a and chlorophyll b.

○ 3 kinds of ball-shaped samples including red *Bimoran* using various physicochemical pre-treatments measured the significance depending on their area, aspect, maximum diameter and perimeter after freeze drying. The results of the test showed that the lowest transformation rate was attested in the area and aspect of DF-100 treated samples, the maximum diameter in ethanol treatments, and the perimeter in DF-100 treatments. The test of pigment stability, where betalain content was compared with initial value, showed that ethanol treatments of red and pink samples accounted for 95% of initial value, and organic acid treatments of red samples were well affected in citric acid and pink samples in malic acid. No difference was demonstrated depending on the density of metal ions solution; however, the pigment reduction rate was less in $Al_2(SO_4)_3$ treatment than in $Fe_2(SO_4)_3$ and $AgNO_3$ treatments. Furthermore, blanched samples showed low reduction rate when they were treated at 90℃ for 10 minutes.

○ When investigation was made into the change in the quality of red *Bimoran* after 50 days in store for export, the weight reduction rate was 2.14% in PE 1 treatments and 2.82% in PE 2 treatments. In PE 1 method, the treatments were packed after polyethylene film was filled with nitrogen; in PE 2, the treatments were packed in a box with the film that had minute holes. As the time of storage went longer, the moisture in the stems was reduced more than that in heads. When 50 days had passed in storage, the moisture in a stem accounted for 91.91% (the lowest) in the control and 92.99% and 93.52% in PE 2 and PE 1 treatments, respectively. After 50 days in storage, the color difference (ΔE value) in a stem accounted for 1.95 value (the lowest) in PE 2 treatments and the evaluation of overall favorite degree was the best in PE 2 treatments.

여 백

CONTENTS

Chapter I Introduction ····· 13

Section 1 Background and objectives ····· 13
Section 2 Literature review ····· 19

Chapter II Materials and Methods ····· 27

Section 1 Samples and pre-treatment ····· 27
Section 2 Drying methods ····· 28
Section 3 Measurement and analysis ····· 31
1. Change rate of shape ····· 31
2. Change rate of color ····· 31
3. Physicochemical analysis ····· 40
4. Sensory test ····· 41

Chapter III Results and Discussion ····· 42

Section 1 Physicochemical analysis ····· 42
Section 2 Characteristics by drying methods ····· 45
1. Hot air drying ····· 45
2. Microwave drying ····· 51
3. Freeze drying ····· 57
Section 3 Pigments analysis of grafting cactus ····· 68
1. Characterist and separation of betalain ····· 70

2. Characterist and separation of chlorophyll and carotenoid ····· 80
Section 4 Study on the minimization of discoloration and transformation of grafting cactus(*Bimoran*) by freeze drying ····· 87
1. Stability of betalain pigment by various treatments ····· 87
2. Change rate in color and shape of freeze dried grafting cactus by various treatments ····· 96
Section 5 Manufacture of dry grafting cactus by new method ····· 105
1. Manufacture method ····· 105
2. Economic analysis ····· 111
Section 6 Storage test of exporting grafting cactus(*Bimoran*) ····· 133

Chapter Ⅳ Conclusion ····· 141

Reference ····· 143

목 차

제 I 장 서 론 ····· 13

제 1 절 연구 개발의 필요성 ····· 13
제 2 절 국내외 관련기술의 현황 및 문제점 ····· 19

제 II 장 재료 및 방법 ····· 27

제 1 절 시료 및 전처리 ····· 27
제 2 절 건조 방법 ····· 28
제 3 절 측정 및 분석 방법 ····· 31
1. 변형율 측정 ····· 31
2. 색소 분석 ····· 31
3. 일반 분석 ····· 40
4. 관능 평가 ····· 41

제 III 장 결과 및 고찰 ····· 42

제 1 절 접목 선인장의 일반 현황 ····· 42
제 2 절 건조 방법별에 따른 특성 시험 ····· 45
1. 열풍 건조 ····· 45
2. Microwave 건조 ····· 51
3. 동결 건조 ····· 57
제 3 절 접목선인장의 색소 분석 ····· 68
1. Betalain 색소의 분리 및 특성 ····· 70

2. Chlorophyll 및 Carotenoid 색소의 분리 및 특성 ····· 80
제 4 절 동결건조에 의한 접목선인장(비모란)의 변형 및 변색 억제 시험 ····· 87
1. 다양한 전처리에 따른 색소 안정화 시험 ····· 87
2. 다양한 전처리에 따른 동결건조 접목선인장의 변형 및 변색율 조사 ····· 96
제 5 절 변형 및 변색 억제 건조가공 기술에 의한 시제품 제작 ····· 105
1. 제조 방법 ····· 105
2. 경제성 분석 ····· 111
제 6 절 수출용 접목선인장(비모란)의 적정 보관조건 설정시험 ····· 133

제 Ⅳ 장 결 론 ····· 141

참고문헌 ····· 143

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

○ 국내의 선인장 생산현황을 보면 주요 재배지역은 고양, 안성, 천안, 김천 및 여주 등지에서 90%이상을 생산하고 있으며 주 품종은 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd)을 위주로 산취(*Chamaecer silverstrii* f. variegata hort.) 및 소정(Notocactus *scopa*)등 20여 품종으로, 지금까지의 선인장에 관한 연구는 세계적 수준에 이르고 있으나 주로 품종육성 및 보급, 재배기술 등에 관한 것으로 저장 및 운송조건, 대체 상품개발에는 등한시하고 있는 실정임.

○ 접목선인장은 특성상 건조한 환경에서 견디는 힘은 아주 강하나 과습 상태에서 단시간은 견디지만 장시간 두면 뿌리가 썩어 버림으로써 보관 및 관리 상태에 따라 2~6개월 정도 밖에 유지하지 못함.

○ 이와같이 수출용 접목선인장의 수송 및 저장시 부패로 인한 생존율(20℃ 저장: 약 63%, 정식 후 20일 기준)감소 대책과 20%이상의 불량품 및 폐기용 화훼류의 처리 문제 등 관상용 화훼류로 장기간 보존할 수 없는 문제점을 해결하기 위한 일환으로 변형 및 변색을 최소화한 건조처리 조건을 개발하여 접목선인장의 부가가치를 향상시킨 다양한 상품을 개발할 필요성이 있음.

○ 따라서 다양한 구색 및 형태를 갖춘 새로운 접목선인장의 특성(색택 및 형태 등)을 최대한 살린 제품의 개발 보급으로 신수요를 창출하여 소비의 저변확대를 기할 수 있고, 재배 생산농가의 대량생산에 따른 보관 및 가격하락의 어려움을 해소시킬 수 있을 뿐만아니라 새로운 기술획득으로 농가소득 및 노동생산력을 크게 높여 여가활동을 증대시킬 수 있으므로 21세기 수출전략 선인장의 대체상품 개발에 관한 연구가 시급함.

그림 1. 폐기되는 접목선인장

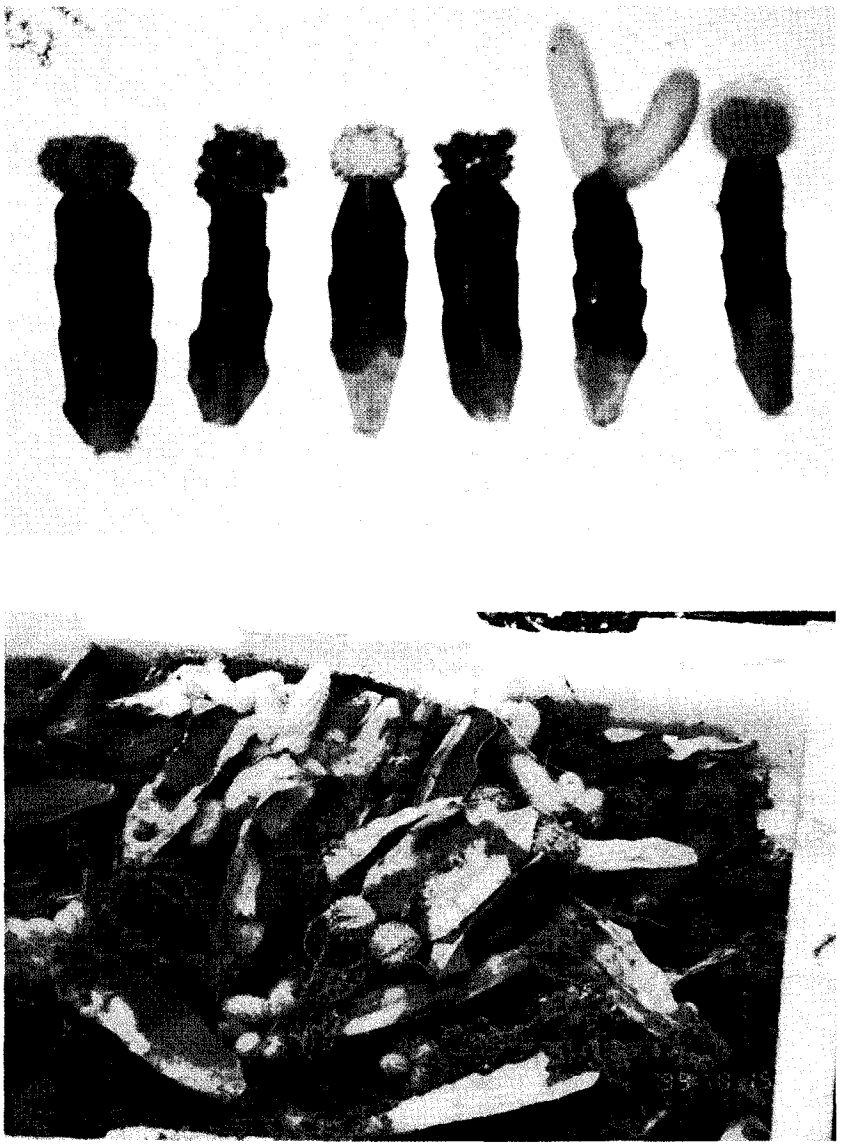


그림 1. 폐기되는 접목선인장

2. 경제·산업적 측면

○ 우리 나라에서는 선인장이 1940년에 도입되었다고는 하나 본격적인 재배는 1970년대 후반부터 시작되었으며, 재배면적은 1996년에 55.9ha, 생산량은 33백만주, 생산액은 약 74.9억원에 이른다. 특히 수출에서는 년간 800~1,000만주, 금액으로는 2,611천불로 화훼 총수출액(5,698천불)의 45.8%를 차지하는 중요한 수출작물이다. 이러한 접목선인장은 대부분 삼각주에 접목하여 재배되는데 주로 적색, 분홍색, 적황색, 흑색 등의 비모란과 산취가 전체 수출 물량의 80%를 점유하며 기타 20%는 비화옥, 소정 등 20여종이 차지하고 있음.

○ 국내에서 재배하는 선인장은 '84년 이후 수출이 본격화되어 '95년 화훼 총수출액 7,830 천불의 43%인 3,312 천불을 수출하는 수출주도형 작물로서 각광받는 작물이었으나, 중국, 터키 등의 후발국의 집중 투자 개발과 화란의 직접적인 측면지원으로 최근에는 수출에 상당한 차질을 초래하여 2001년에는 2,528 천불로 매년 감소 추세에 있음.

○ 따라서 신수요 창출을 위해서는 21세기 수출전략 선인장 대체제품 개발이 시급한 실정이며, 신제품 개발로 인해 수출가격의 결정권을 확보함으로써 수출을 안정화시킬 수 있어 국내 선인장 생산농가의 경쟁력 강화로 소득증대 및 수출 기반조성이 될 것임.

○ 관상용 선인장을 변형 및 변색이 없는 건조제품으로 개발하면 상당한 기간 동안 보존이 가능하므로 지속적인 공급으로 국제경쟁력을 높여 수출 선인장의 산업화 촉진에 크게 기여할 수 있을 것임.

○ 선인장의 생산·소비·수출입동향

- 선인장 재배농가는 서울근교의 대부분 임차농으로서 재배규모가 300~500평 내외의 영세한 규모이며 재배시설도 낙후되어 있음.

- 재배면적은 '99년 55.6ha, 2000년 50.2ha, 2001년 58.4ha 정도이며, 고양, 파주, 안성 등 경기도 일원이 90%이상 차지하고 있음.

- 우리나라의 생산량은 '99년 34,605천 본, 2000년 29,160천 본, 2001년 36,267천 본이나 10a당 수량은 일본의 1/3 수준이며, 생산금액 면에서는 일본이 약 3배 높은 수준으로 한국에 비하여 고가로 거래되고 있음.

- 국내 소비량은 '92 기준으로 약 4,353천 본 정도로 일본의 14,771천 본의 1/3 수준 이하로, 일본의 소비는 주로 가정용으로 소비되고 있으며, 일부 선물용으로 소비되기도 함.

- 수출입 동향 : 한국의 선인장 수출은 '85년에 화훼류 전체 수출의 10%미만의 수준에서 그 이후 매년 큰 폭으로 증가하여 최근에는 전체 화훼류 수출대비 50~60%의 높은 수준으로서 '92년 단일 품목으로 2백만 불을 상회하는 수출실적을 나타내고 있음. 시기별로는 3~10월에 90%정도 수준, 11~익년 2월까지가 10%수준의 수출이 이루어지며, 2001년 현재 수출·수입은 각각 677톤(2,528 천불) 및 13톤(33 천불)으로 나타나 있음.

- 향후 수급전망 : 일본의 국제시장 점유율이 자국 인건비 및 생산비 증가로 점차 감소하는 실정이므로 우리나라의 경우 대일 경쟁력이 강하므로 재배면적 및 생산은 계속 증가될 전망임.

따라서 우리 나라 선인장의 세계시장 점유율은 60% 이상으로 가장 높은 현실을 감안하여 볼 때, 우량 품종개발 및 생산비 절감으로 국제경쟁력을 확보하면 수출은 계속 증대할 것으로 전망됨.

표 1. 접목선인장의 국제경쟁력 비교

주요생산국	세계시장 점유율(%)	수출 대상국
한국	60~65	화란, 미국, 호주, 카나다, 대만
브라질	10~15	미국
일본 및 대만	15~20	미국, 화란

* 자료 : 농수산물유통공사(1993)

표 2. 접목선인장의 국제 경쟁력 비교

구분	수량/10a당	생산비(원/본)	수출단가(¢/본)
한국	118	155	25~30
일본	182	248	30~35

* 자료 : 일본 농림수산물 수출시장, 농수산물유통공사(1993)

표 3. 접목선인장의 생산량 현황

구 분	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001
재배면적(ha)	61.6	55.9	51.5	53.5	55.6	50.2	58.4
생산량(백만본)	28.8	33.0	26.3	30.5	34.6	29.2	36.3

* 자료 : 화훼재배현황(농림부, 2002)

3. 사회·문화적 측면

정부에서는 경제성장에 따른 농촌의 낙후성을 해결하고 UR 농산물 협정이후의 농업구조 개편을 모색하고자 그 동안 다각적인 노력을 기울여왔다. 그 일환으로 농어민 및 생산자 단체가 주관이 되어 해당지역에서 대량 생산이 가능한 수익 농산물을 중점적으로 가공하여 농산물의 대량 생산에 따른 재배농가의 소득 보호 및 원료 농산물의 부가가치 제고와 유통이윤 환원을 통해 농어민 소득 증대에 기여하고자 산지에 농수산물 가공산업을 육성하여 왔다. 이러한 산지 가공산업을 육성함으로써 얻을 수 있는 기대효과는 농어민과 직거래의 형성으로 유통단계가 감소되어 안정된 가격과 수요를 보장받을 수 있을 뿐만아니라 또한, 가공을 통한 저장량의 감소로 홍수 출하되는 농수산물의 가격폭락을 완화함으로써 계절적인 수급조절을 기할 수 있기 때문이다. 이러한 과정을 통해 가공산업에 농어민 또는 농어민 단체의 노동 및 자본 참여를 확대하여 가공으로 인한 부가가치를 환원시킬 수 있어 궁극적으로 농어가의 소득 증대에 직·간접적으로 기여하는 것이다. 그러나 가공사업 주체가 시공 및 가공에 대한 경험이 부족한 상태에서 의욕만 앞서 사업을 다소 무리하게 계획하거나 규모의 영세성, 가공기술의 부족 등으로 인해 생산제품의 품질이 떨어지거나 비효율적인 경영 등으로 당초의 목적을 달성하지 못하는 경우가 많아졌다.

그러나 접목선인장의 경우에는 지역별 화훼단지가 사업주체가 되어 자체적으로 생산 및 가공, 해외수출에 주력하고 있다. 또한 현재까지 알려진 선인장의 기능적 특성 등 소비자 선호도가 높아 다양한 구색 및 형태를 갖춘 새로운 건조 선인장 제품의 개발 보급으로 신수요를 창출하여 소비의 저변확대를 기할 수 있고, 종구 생산농가의 대량생산에 따른 보관 및 가격하락의 어려움을 해소시킬 수 있을 뿐만아니라 새로운 기술획득으로 농가소득 및 노동생산력을 크게 높여 여가활동을 증대시킬 수 있다.

제 2 절 국내외 관련기술의 현황

1. 접목선인장의 저장 및 색소 연구

접목선인장중 緋牡丹(비모란)은 1960년 초 일본에서 육성한 것으로, 파라과이가 원산지인 모란옥(扁圓~球形, 직경 5~6㎝, 적자색)에서 적색의 실종이 분리되었는데, 이 계통은 엽록소를 갖지 않아 자급영양이 불가능하여 녹색의 臺木에 접목하여 재배되었다. 국내에서 비모란의 연구는 1986년부터 한 등이 접목시기, 정식시기 등에 관하여, 김 등이 배양 및 우수 유전인자 등 육성에 관한 연구가 보고되고 있다. 한편, 비모란의 球色을 나타내는 색소는 Dreiding에 의하여 betacyanin으로 밝혀졌으나 betacyanin에 관한 연구는 주로 비트, 명아주, 색비름, 맨드라미 등에서 많이 이루어 졌다. 접목선인장 비모란에서는 卞村 등이 대목으로 이용되는 3각주의 크기를 10㎝ 정도로 하여 비모란을 접목후 재배한 결과 구색과 색소의 함유량이 많았다고 보고하였고, 그밖에 정 등이 접목선인장의 착색 및 생육에 적합한 광 조건을 수행한 것이 고작으로 접목선인장의 색택에 관한 연구는 그다지 많지 않은 실정이다.

경기도 선인장 시험장에서 연구한 접목선인장 수확후 상품성 유지를 위한 적정온도 연구를 보면, 비모란 저장 후 부패율은 저장온도가 가장 낮은 5℃에서 63.4%가 부패하여 가장 부패율이 높았고 10℃ 저장에서도 7.1%가 부패되어 장기저장이 불가능하였으며 관행운송구인 선박운송에서도 30%로 부패율이 높았고 15℃ 저장에서는 1.7%로 부패율이 낮아 장기저장이 가능하였으며 저장 후 발근율도 저장온도가 가장 낮은 5℃ 저장에서 33.6%가 발근되어 발근율이 가장 낮았고 10℃ 저장에서 91.8%가 발근 되었으며 15℃저장과 20℃저장에서 98.0%의 높은 발근율을 나타내었다. 그리고 산취의 저장후 품질변화를 보면, 산취 저장후 부패율은 저장온도가 가장 낮은 5℃ 저장온도에서 59.2%로 가장 높았고 10℃ 저장에서도 12.9%로 높았으나 저장온도가 비교적 높았던 20℃ 저장에서 0.9%, 25℃ 저장에서 1.7%가 부패되어 부패율이 낮았으며 15℃ 저장에서는

0.4%가 부패되어 부패율이 가장 낮아서 장기 저장이 가능하였다. 산취 저장 후 포장에 정식하였을 때의 발근율도 비모란 저장 후 발근율과 비슷한 경향으로 저장온도가 가장 낮았던 5℃ 저장에서 37.5%가 발근되어 발근율이 가장 저조하였으며 10℃ 저장에서는 85.4%가 발근되어 발근율이 높았으며 15℃ 저장에서 98.8%, 20℃ 저장에서 99.2%가 발근되어 발근율이 높았다. 산취를 20℃와 25℃에 저장하였을 때 접수 부분이 도장하여 품질이 저하되었으나 5℃~15℃ 저장에서는 도장이 발생하지 않았다. 따라서 비모란과 산취를 수확 후 품질 유지를 위해서는 15℃에 저장하였을 때 부패율이 낮고 저장 후 정식하였을 때 발근율이 높고 산취는 도장이 발생되지 않아 비모란과 산취 모두 15℃ 저장이 적합하였다.

한편, 접목선인장의 색소에 대한 계통적 연구는 그다지 많지 않으나 일반적으로 알려져 있는 내용을 정리하면, 제주지역에서 재배하고 있는 손바닥선인장(*Opuntin ficus-indica*)의 색소는 betalain으로 알려져 있으며, batalain 색소는 열과 광선에 약하여 처리시 문제점이 있으나 citric acid, ascorbic acid 및 일부 아미노산류가 betalain색소의 퇴색을 방지하는 효과가 있다. 그리고 식물조직에 분포되어 있는 chlorophyllase는 식물색소인 chlorophyll에 작용하여 클로로필라이드를 형성시키며 유기산 등은 클로로필 색소를 파괴시켜 pheophytin색소를 생성시켜 갈색으로 퇴색시킨다. 또한, 브랜칭 과정은 클로로필 색소를 pheophytin으로 전환을 촉진시키나 온도에 따른 영향이 크다. 즉, 60~80℃ 사이에서 pheophytin함량이 높으나 100℃에서는 오히려 감소한다. 카르테노이드는 클로로필과 달리 산과 알칼리에 의해 파괴되지 않으나 광선에 민감하게 반응하며 광선의 영향은 산소 존재 유무에 따라 크게 좌우되며, 플라보노이드는 산에 대해서는 안정하나 알칼리에 대해 불안정하지만, 플라보노이드는 금속이온 중 철이온과 결합하면 녹색으로 착색이 되나 주석이온과 결합하면 뚜렷한 색깔 변화는 없다. Anthocyanin은 안토시아니딘에서 산, 알칼리 및 효소에 의해 가수분해되어 형성된 것으로, pelargonidin, cyanidin, delphinidin, petuidine 및 malvidin으로 구성되어 있으며 이들 색소중 펠라고니딘이 가장 빨간색이 강하

며 델피니딘은 짙은 청색을 띤다. 또한, 안토시아닌은 산성에서 보통 양이온, 알칼리에서는 음이온으로 존재하는 양성물질로 그 색은 pH에 따라 크게 달라지며, 그 예로 딸기의 안토시아닌 색소는 pH 2~4에서는 빨간색이나 pH 7~9에서는 자색, pH 9.0이상에서는 녹색을 띠는 특징이 있다. 이와같은 연구는 Bakker 등에 의하면 딸기의 안토시아닌 색소는 sodium metabisulphite 형태로서 SO_2 140 mg/ℓ + EDTA 100 mg/ℓ 용액에 담그고 45℃에서 재빨리 가열처리하였을 때 petolase activity를 증가시켜 가장 안정한 결과를 나타냈다고 보고하였다. 또한 Bakker 등은 딸기의 저장시 질소가스가 안토시아닌 색소의 보호에 효과가 있음을 밝혀냈다. 그밖에도 Gil 등은 딸기의 저장시 CO_2 처리를 하였을 때 안토시아닌 색소의 함량이 적게 감소되었다고 보고하였다. 그리고 선인장(*Opuntica Ficus-indica*) 열매의 적색 색소 중 하나인 betanin은 빛과 열에 의해 쉽게 파괴되는 특성을 가지므로 정 등은 안정성을 향상시키기 위한 시험을 한 결과, pH 4와 5에서와 0.15M의 과당 첨가시 색소의 안정화 현상을 나타내었고 100, 500ppm의 ascorbic acid는 항산화 효과를 보여 색소의 안정성을 상승시켰으며, 신 등은 손바닥선인장 열매에서 betanin 색소의 안정성을 향상시키기 위해 가열시 pH에 따른 변화와 당알콜, 페놀 화합물, 아미노산 및 비타민 C 유도체를 첨가하여 색소 안정성을 조사한 결과 pH 4.2와 5.2에서 cycstein과 ascorbic acid를 첨가하였을 때 효과가 가장 좋았으며, cystein과 ascorbic acid를 병용하여 사용하였을 때 단독으로 사용한 것보다 효과가 있었고, 당알콜과 페놀화합물 및 cystein을 제외한 아미노산은 색소안정성에 효과가 없었으며, 손바닥선인장 열매의 색소 regeneration은 pH 4.2와 5.2에서 가장 크게 나타났다고 보고하고 있다. 그밖에도 김 등은 선인장(*Opuntica dillenii* Haw) 열매의 betacyanins 색소의 온도에 따른 안정성과 N-propyl gallate, L-cysteine, ascorbic acid에 대한 농도별 항산화 효과를 조사한 결과, betacyanins의 최대 흡광도는 536~538nm에서 일어났으며 50℃에서는 높은 항산화 효과를 보이나 70℃와 90℃에서는 그 효과가 미약하였으며 ascorbic acid가 가장 높은 항산화 효과를 내는 것으로 나타났다고 한다.

2. 건조화훼(dry flower) 제조법

화훼류 저장 역사는 고대 이집트에서 죽은 사람의 무덤 속에 말리거나 압축시켜 또는 약품 처리하는 방식으로 보존시킨 식물의 꽃과 잎을 함께 매장하는 것으로부터 유래되어 왔으나 식물의 반영구적 보관을 위하여 꽃, 잎, 줄기 및 열매 등에 있어 껍질 벗기거나 표백, 염색의 방법으로는 건조 이전의 식물체와는 전혀 다른 느낌으로 표현되는 단점이 있었다. 일반적으로 지금까지 연구 개발되어 소개된 식물재료의 건조법은 다음과 같다.

1) 자연건조법(Air Drying)

보통 공기 중에서 특별한 기술이나 도구를 사용하지 않고 그대로 노출시켜 건조시키는 방법으로 가장 단순하고 오랜 역사를 지닌 방법이다. 그러나 수분함량이 많은 두꺼운 재료인 경우 시간도 많이 걸리고 변형도 생기므로 주의해야 한다. 적합한 재료로는 다음과 같다.

① 꽃 : 규산질이면서 너무 두껍지 않은 것이 좋으며 건조 후 색상이 다소 짙어지거나 탈색되는 경우도 있다.

② 잎 : 엽록소가 파괴되어 황갈색으로 변하므로 고풍스런 분위기를 원하거나, 가을철 건조기의 잎이 적합하다.

③ 가지 : 봄철의 버들강아지, 목련, 여름철의 능수버들과 으름, 가을철의 오리나무와 다래덩굴, 겨울의 오동추 덩굴과 오동나무 등이 적합하다.

④ 열매 : 장미열매, 옥수수, 솔방울,수세미,박,부들,까치밥,해바라기 등이 좋다.

⑤ 이삭 : 보리, 수수, 강아지풀, 갈대, 팜파스그라스 등이 적합하다.
씨앗이 떨어지거나 날리는 식물의 경우에는 이삭이 패기 전에 채취하여 정착액을 분사하여 건조하면 된다.

한편, 꽃의 자연 건조 방법은 식물이 가장 잘 성숙되었을 때, 햇빛이 좋은 건조한 날에 특히, 꽃의 경우 75%정도 개화된 때에 한낮에 채취한다. 건조장소는

다락, 헛간, 빈방, 캐비넷 등 햇빛이 안 들고, 공기순환이 좋고, 강풍이나 먼지가 없는 곳에서 건조시킨다. 일반적인 건조 방법으로는

① 거꾸로 매달아 건조하는 경우 : 다발과 다발사이를 잘 띄워서 거꾸로 매달은 상태로 건조하며, 아킬리아, 리아트리스, 집소필라(안개꽃), 엉컹퀴, 알키밀라, 장미, 스타치스 등에 주로 이용한다.

② 세워놓고 말리는 경우 : 꽃이 크거나 섬세한 형태에 주로 사용하는 방법으로 수국, 팜파스그라스, 알리움 등에 주로 이용한다.

③ 눕혀놓고 말리는 경우 : 곡식류, 대나무류, 해바라기류 등에 주로 이용

2) 침액건조법(glycerine-drying)

식물의 줄기나 잎을 건조시키기에 적합한 방법으로써, 글리세린용액에 담그면 글리세린은 식물에 흡수되고 식물 속의 수분은 증발되어 건조가 이루어지게 된다. 글리세린에 색소(염료)를 첨가하게 되면 염색도 이루어지게 된다.

장점으로는 건조된 재료가 잘 부서지지 않으며 잎이 길거나 줄기의 길이가 긴 식물체에 좋으며, 많은 양을 짧은 시간 내에 처리할 수 있다. 반면에 단점으로는 식물체 본래의 색과는 다른 어두운 색으로 변하는 점과 글리세린이 비싸고 구입하여 사용상의 어려운 점이 있다. 적합한 재료로는 아스피디스트라(엽란), 아스파라거스, 아라치니오데스(레더리프), 유칼립투스(유칼리), 러스커스 등이다.

꽃의 침액 건조처리 방법은 넓고 깊은 용기에 7~10 cm 깊이의 글리세린 용액 4에, 100℃ 물 6의 비율로 섞은 후, 1%미만의 주방용 세제를 넣어 40℃로 식힌다. 이때 염료를 넣어도 된다. 줄기의 경우 끝부분을 날카롭게 자르거나 가위질을 하거나 으깨어 용액 흡수가 잘되도록 하는 것도 좋은 방법이다. 그리고 식물체를 담은 용액 그릇은 어둡고 서늘한 곳에 둔다. 잎을 담근 경우 2~3일 정도, 줄기의 경우 1~4주 정도 걸리는데 너무 오래 담그면 색이 진해지고 기름기로 끈적거려 못 쓰게 되므로 자주 점검한다. 건조된 재료는 꺼낸 뒤 담겨진 부위를 잘라내고 물로 씻어 말린다. 사용한 용액은 찌꺼기를 제거하고 살균제를 첨가하면 재사용 할 수 있다.

3) 매몰건조법(dissicant-drying)

실리카겔, 붕사, 명반 등에 건조할 식물체를 묻어 건조시키는 방법으로 급격한 탈수로 인해 형태와 색상 유지가 용이하나 크기가 변하지 않은 상태에서 탈수가 이루어져 건조되므로 부숴지기 쉽다. 적합한 대상 식물로는 아네모네, 장미, 백합, 프리지아, 수선화, 튤립, 스카비오사, 작약, 난, 백일홍 등이며, 실리카겔 매몰 건조 방법은 강한 흡습력을 가진 실리카겔은 건조속도가 매운 빠르며 건조하면 재사용 가능하다. 흰색과 청색의 2가지 실리카겔이 있는데 청색실리카겔은 흡습하면 분홍색으로 변하므로 흡습상태를 구별하기 편리하다. 날씨 좋은 오후 물기가 없는 상태에서 재료를 채취하며, 물기가 있는 상태로 건조시킨 경우 실리카겔이 물기와 함께 재료에 달라붙어 작품을 버리게 된다. 꽃은 서로 같은 종류를 건조시키며 꽃과 꽃이 서로 붙지 않도록 간격이 유지되도록 해야 한다. 꽃대는 2~3㎝만 남기도록 한다. 줄기부분에 가는 와이어 링을 달아두면 줄기도 반듯하게 건조되고 나중에 작업 시에도 유용하다. 밀폐뚜껑이 있는 플라스틱용기에 1/2 정도 실리카겔을 넣고 그 위에 재료를 놓고 실리카겔을 채운다. 이때 스티로폼을 넣어 와이어 링을 달은 재료를 꽂으면 아주 편리하고 효과도 좋다. 주의할 점은 가늘고 작은 붓으로 꽃과 꽃잎 틈새의 공간을 실리카겔로 채워야 하며, 뚜껑을 덮어 밀폐하고 2~3일 정도 보관하면서 상태를 지속적으로 점검해야 한다. 살며시 꽃을 만져서 꽃잎이 딱딱해지고 충분히 말랐다고 보여지면 꺼낸 다음, 꽃에 실리카겔이 묻어있지 않도록 붓 등으로 닦아낸다.
한번 사용한 실리카겔은 쟁반 등에 담아 전자렌지 등에서 30분~2시간, 가스오븐의 경우 2~8시간 건조시켜 재사용 한다.

4) 가열 건조법(heat-drying)

과일이나 야채 등을 빠르게 건조시키는 방법으로 너무 뜨거운 열은 피해야 한다. 앞서 이야기한 실리카겔을 이용한 매몰건조법과 가열건조법을 합성하여 건조하여도 좋은 결과를 얻을 수 있다. 즉, 전자렌지나 가스오븐을 이용하는 것으로 매우 빠른 시간 내에 많은 양을 건조시킬 수 있다. 특히 꽃을 한 개씩 구

어내면 짧은 시간에 빨리 그리고 색상도 최대한 유지할 수 있다. 초보자의 경우 실험적으로 하거나 꽃이 적은 경우 한 개씩 건조시키는 방법은 아주 좋은 것이다. 골판지 상자, 유리나 자기류의 쟁반에 실리카겔을 5㎝정도 깔고 그 위에 꽃대를 꽂고 실리카겔로 덮는다. 급격한 탈수를 막기 위해 반컵의 물과 함께 전자렌지나 가스오븐에 넣어 최고열로 2~3분 건조시킨 뒤 하루 정도 방치한다. 강남의 꽃시장에서 줄기째 다발로 판매되는 드라이플라워 대분분은 열풍에 의한 자연건조와 가열건조법이 합성된 방법에 의해 대량 생산 된 것이다.

5) 동결 건조법(Freeze-drying)

꽃, 과일 및 야채 등(죽은 애완동물도 가능)을 건조하는 데 있어서 상태나 색상유지의 효과는 좋으나 기계설비에 의하여 이루어지므로 개인보다는 제조업체들이 택하는 방법으로 결혼 부케 등 기념꽃다발을 건조하는 업체에서 주로 사용한다.

한편, 드라이플라워 제조를 위한 건조, 냉동 및 화학약품 처리에 의한 색소의 안정화에 관한 특허를 조사한 바, 주요 내용은 다음과 같다.

○ 일본공개특허공보(特開平5-58801)에 의하면 乾燥押花 중 적색꽃을 본래의 색으로 되돌리는 표면처리법으로 乾燥押花로 만든 적색꽃 표면에 유산 등의 유기약산과 에탄올과 물의 혼합액을 살포한 후 적합한 건조처리를 행하였음.

○ 일본공개특허공보(特開平9-77602)에서는 변색방지용 침지액으로 처리하여 투명한 합성수지로 포장한 乾燥花를 만들기 위해 ethylene 100cc에 대해 투명한 불포화 polyethylene 수지 등을 50g 이하의 비율로 혼합한 용액에 제 3급 butanol 50cc 이하의 비율로 혼합 조제한 용액을 乾燥花 등에 살포한 후 포장하였음.

○ 일본공개특허(特開平7-41401)에서는 Glycerine이나 polyethylene glycol 등의 액상물질 중에 또는 자외선 흡수제나 색소(형광성 물질 포함) 등을 포함한

용액 중에 生花를 침지시킨 상태에서 고압처리하므로써 꽃, 줄기 및 잎의 내부에 단시간 내에 균일하게 주위의 액체성분을 침투시켜 건조하여 dry flower를 제조하였음.

○ 일본공개특허(特開平8-1655201)에서는 Butanol, ethanol, methanol isopropyl alcohol, acetone 등의 유기용매 중 단독 또는 복합적으로 혼합시킨 용액에 무수황산마그네슘 등의 건조제를 첨가하여 탈수용액을 제조한 후 여기에 생화를 침지시켜 탈수한 후 抑花를 만들었음.

○ United State Patent 4,312,134 : 동결건조처리, 즉 Freeze-dryer의 chamber 온도를 -80°F~-40°F으로 유지시킨 다음, 먼저 -60°F에서 약 6시간 → -30~-20°F에서 3~4일 → -20~0°F에서 2~3일 → 마지막으로 40°F에서 1일의 순으로 꽃(잎, 줄기 포함)을 동결건조시켜야 좋은 색과 조직을 유지할 수 있다고 보고함.

○ United State Patent 5,834,074 : 건조시킨 꽃을 보존하기 위한 방법으로서 꽃의 줄기를 묶어 거꾸로 매단 후 주변 온도를 45~55°F로 하여 0.25~1.0%(W/W)의 일반세정제와 33%(W/W)의 corn syrup 용액(preservation solution)을 분무시켜 45~55°F에서 4시간 동안 방치한 다음 85~95 °F에서 12시간 동안 건조시켰음.

○ 국제특허 WO 94/13137 : silicon compound $(R^1HSiO)_a$ $(R^2R^3SiO)_b$ $(R'R'R^6SiO_{1/2})_c$ 또는 적어도 하나의 polymer, silane coupling agent polymer 또는 photopolymerizable monomer와 silane coupling agent와의 copolymer 중 하나의 photopolymer를 선택하여 dry flower의 표면을 coating 처리하므로써 색을 보호할 수 있음.

제 2 장 재료 및 방법

제 1 절 시료 및 전처리

건조시험에 사용한 시료는 선인장 중에서 원형구를 가지고 있는 비모란 (*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd)을 위주로 산취 (*Chamaecer silverstrii* f. variegata hort.) 및 소정(Notocactus *scopa*) 품종으로, 구경이 4~14cm 정도의 적색, 핑크색, 오렌지색 및 녹색 등의 접목선인장을 선정하여 대목을 제거한 것을 사용하였으며, 전처리한 다음 열풍 건조, 마이크로웨이브 건조 및 동결 건조하였다. 전처리조건으로는 pH를 조절한 전해산화수(pH 2.5, 7.0, 10)와 다양한 산 및 알칼리성 첨가물 즉, 5% barodon & cashpia(0.5% NaClO), 5% benzoic acid, 0.5% DF-100(한국미생물연구소), 50% glycerin, 0.5% alum, 10% formalin, 70% ethanol, 30% acetic acid 및 5% L-ascorbic acid 등의 다양한 변색 억제 및 색소 고정 효과가 있는 전처리 제조액에 의해 3시간 이내로 침지시킨 방법과 blanching(60℃에서 1~10분, 90℃에서 1~5분) 처리한 다음 상온에서 0.5~1시간 정도 자연 건조하였다.

한편, 저장시험용 시료는 경기도 고양시에서 수확된 원형구의 적색 비모란 (*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd) 품종으로 직경이 11~14 ㎝정도 되는 것을 사용하였다. 저장조건은 기존에 관행적으로 유통되어지고 있는 박스포장 내에 신문지를 선인장 한 층마다 덮는 방법의 포장을 대조구로 설정하였고, 비교 처리구는 관행적 방법과 더불어 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 필름으로 이중 포장한 방법(PE 2)과 박스포장 내에서 PE필름으로 포장하여 질소가스를 내부에 주입하여 밀봉한 방법(PE 1)을 사용하였다.

제 2 절 건조 방법

1. 열풍건조

열풍 건조장치는 항온항습기, 건조실, 송풍팬 및 덕트, 로드셀, 자료수집장치로 구성되어있다. 항온항습기 내부크기는 80×90×90 ㎝이며, 운전조건은 건조온도 0~150℃와 상대습도 30~95%이다. 송풍팬은 0.5HP의 DC모터로 구동되며 최대송풍량은 0.96 ㎥/min이다. 샘플이 건조되는 건조실의 크기는 50×50×50 cm이고, 내부에 20×20×20 ㎝ 크기의 사각형 트레이가 로드셀에 연결되어 시료의 무게를 측정하도록 되어있다. 건조실 및 송풍기와 항온항습실의 연결관은 5 ㎝ 두께의 유리섬유 재질의 단열재로 피복되어 있다.

Fig. 2는 접목선인장의 열풍건조 실험에 사용된 열풍건조 실험장치를 나타내고 있으며, 정해진 온도와 습도에서 선인장의 건조과정중의 시료의 중량, 건조실의 온도, 습도를 자동적으로 수집하여 선인장의 열풍 건조특성을 분석하도록 설계되었다.

Fig. 2. Hot air drying system

제 2 절 건조 방법

1. 열풍건조

열풍 건조장치는 항온항습기, 건조실, 송풍팬 및 덕트, 로드셀, 자료수집장치로 구성되어있다. 항온항습기 내부크기는 80×90×90 ㎝이며, 운전조건은 건조온도 0~150℃와 상대습도 30~95%이다. 송풍팬은 0.5HP의 DC모터로 구동되며 최대송풍량은 0.96 ㎥/min이다. 샘플이 건조되는 건조실의 크기는 50×50×50 cm이고, 내부에 20×20×20 ㎝ 크기의 사각형 트레이가 로드셀에 연결되어 시료의 무게를 측정하도록 되어있다. 건조실 및 송풍기와 항온항습실의 연결관은 5 ㎝ 두께의 유리섬유 재질의 단열재로 피복되어 있다.

Fig. 2는 접목선인장의 열풍건조 실험에 사용된 열풍건조 실험장치를 나타내고 있으며, 정해진 온도와 습도에서 선인장의 건조과정중의 시료의 중량, 건조실의 온도, 습도를 자동적으로 수집하여 선인장의 열풍 건조특성을 분석하도록 설계되었다.

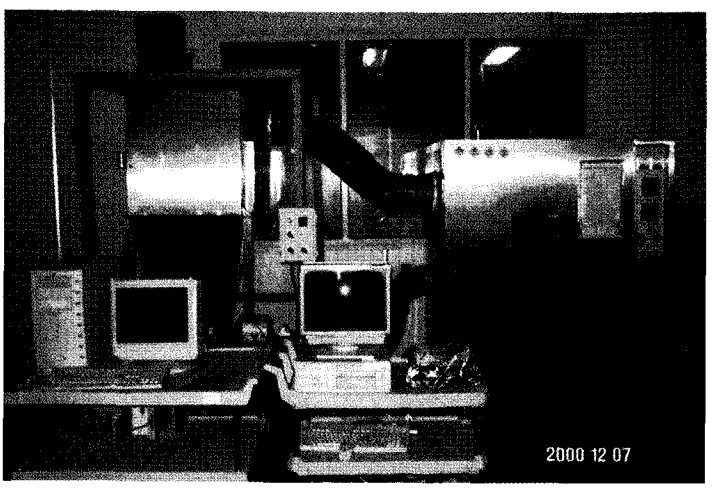


Fig. 2. Hot air drying system

2. Microwave건조

Microwave를 이용한 접목선인장의 건조특성을 분석하기 위하여 microwave 건조실험장치를 제작하였다. Fig. 3은 제작된 microwave 건조실험장치로서 본체의 길이는 총 높이 1.5 m, 가로가 80 ㎝, 세로가 60 ㎝이며 실제적인 가용 건조실 용량은 약 10 L이다. 본 장치는 microwave(0~750 ㎒), 열풍건조장치, 풍속조절장치 등으로 구성되어 있으며, 열풍 및 마이크로파가 단독 또는 복합 사용에 의해 건조시킬 수 있다. 제어부는 시료의 품온과 chamber의 온도 및 microwave도 조절이 가능하도록 하였다.

각 단계별로 보면 microwave는 가정용 전자렌지를 이용하여 Ib제어를 통한 마이크로파를 제어하였고 열풍은 외기를 흡입하여 건조공기로 사용하는데 흡기팬의 출구에 전기히타(1.5 ㎾)가 설치되어 흡입된 외부공기를 가열 열풍으로 만들어 건조기내로 공급할 수 있도록 설계되었다. 또한 선인장으로부터 증발된 수분은 건조기내에 설치된 배기 닥트를 통해 흡입된 열풍 의해 방출된다.

Fig. 3. Microwave drying system

2. Microwave건조

Microwave를 이용한 접목선인장의 건조특성을 분석하기 위하여 microwave 건조실험장치를 제작하였다. Fig. 3은 제작된 microwave 건조실험장치로서 본체의 길이는 총 높이 1.5 m, 가로가 80 ㎝, 세로가 60 ㎝이며 실제적인 가용 건조실 용량은 약 10 L이다. 본 장치는 microwave(0~750 ㎒), 열풍건조장치, 풍속조절장치 등으로 구성되어 있으며, 열풍 및 마이크로파가 단독 또는 복합 사용에 의해 건조시킬 수 있다. 제어부는 시료의 품온과 chamber의 온도 및 microwave도 조절이 가능하도록 하였다.

각 단계별로 보면 microwave는 가정용 전자렌지를 이용하여 Ib제어를 통한 마이크로파를 제어하였고 열풍은 외기를 흡입하여 건조공기로 사용하는데 흡기팬의 출구에 전기히타(1.5 ㎾)가 설치되어 흡입된 외부공기를 가열 열풍으로 만들어 건조기내로 공급할 수 있도록 설계되었다. 또한 선인장으로부터 증발된 수분은 건조기내에 설치된 배기 닥트를 통해 흡입된 열풍 의해 방출된다.

Fig. 3. Microwave drying system

가. Ib 조절기 및 열풍장치

원형건조 시스템의 온도조절 시스템인 Ib 조절기 및 열풍장치시료의 건조조건과 특성을 고려하여 microwave조절과 열풍 히터가 독립적으로 작동되도록 구성되어 있다. Ib조절은 가정용 microwave을 이용하여 전류별 8단계로 나누어 설치하였으며 열풍온도 조절은 PT100 Ω은 센서를 사용하고 풍량은 슬라이덕스을 이용 10단계로 제어하는 장치를 설치하였다. 시료 품온에 센서를 연결하여 온도를 읽은 다음 그 신호를 Indicator에 보내 한성 DX2를 이용하여 제어하고 열풍은 건조실 내부의 중심부에 센서를 설치하여 읽고 한성 DX3을 이용하여 읽고 제어하도록 구성되어 있다. 열풍건조의 센서는 풍량의 영향을 가장 민감하게 받을 수 있는 곳에 설치하였다.

나. 피건조물 중량 측정 시스템

원형건조 시스템의 중량 측정 시스템은 일차 시스템의 예비 실험결과 스트레인 게이지가 정확한 Electronics사 제품을 이용하였고 그 신호를 indicator로 표시하여 피건조물의 중량변화를 나타내도록 되어있다. 현재 건조실험 중에 자동으로 컴퓨터에서 건조 시료중량을 측정할 수 있도록 제작하였다.

3. 동결건조

동결건조에서는 시료를 전처리하여 deep freezer를 이용하여 -45℃에서 24시간동안 동결시킨 후 동결건조기(TD 5070 RR, Il-shin Lab, Co., Korea)를 사용하여 48시간 동안 건조하였다. 전처리조건으로는 0.2% 및 0.5% DF-100(한국미생물연구소), 5% barodon & cashpia (Barodon-S.F Co., Korea), 50% glycerin, 0.5% NaClO, 2% 및 5% benzoic acid, 0.5% 명반수, 10% formalin을 제조하여 각 처리구에 10분간 침지시킨 방법과 blanching(60℃에서 3 min, 90℃에서 1 min)방법을 시행한 다음 상온에서 10분 정도 자연 건조하였다.

제 3 절 측정 및 분석 방법

1. 변형률 측정

변형률 분석을 위한 접목선인장의 건조전후의 외형특성 분석은 컬러 영상처리 장치를 이용하였다. 컬러 영상처리 장치는 영상입력부, 영상처리부, 영상출력부로 구성하였으며, 컬러 RGB 카메라, 컬러 프레임 그레버(frame grabber), 카메라의 고정과 조명장치를 장착한 측정대, 영상출력 전용 모니터와 컴퓨터 등으로 구성된다. 건조전후의 면적(area), 종횡비(aspect), 최대 직경(maximum diameter), 둘레(perimeter), 원형도(roundness)의 측정은 영상처리 장치에서 입력된 디지털 영상을 Image Pro Plus의 영상처리 프로그램을 이용하여 분석하였다. 그리고 전처리 후 동결건조에 따른 변형률은 건조전후의 면적(area), 종횡비(aspect), 최대 직경(maximum diameter), 둘레(perimeter), 원형도(roundness)를 측정하여 다음 식에 의하여 변형률을 계산하였다.

$$\frac{|\text{건조전의측정값} - \text{건조후의측정값}|}{\text{건조전의측정값}} \times 100$$

2. 색소 분석

가. 재료 및 시약

시험한 사용한 접목선인장 시료는 청풍농원(경기도 고양시)으로부터 구입하여 4℃ 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다. Betalain계 색소의 표준물질은 상업용품의 구입이 불가하여 부득이 식품첨가물 등급의 red beet extract (Type: B-50-WS, Song Eun Co.)를 추출·정제하여 대조물질로 사용하였다. 색소의 추출은 Fig. 4와 같이 선인장으로부터의 시료 추출법에 준해 실시하였다. Chlorophyll a, chlorophyll b 및 β-carotene은 sigma사 제품을 사용하였고 HPLC에 사용된 용매는 모두 HPLC 등급의 것이었다.

나. Betalain계 색소의 추출·정제 및 확인

1) 색소의 추출

Sample A(핑크색 비모란) 및 Sample B(적색 비모란)를 줄기와 뿌리부분을 제거하고 수세하여 세절한 다음 시료 1 kg당 5 L의 0.1% HCl/MeOH를 가하고 균질기(Osterizer, USA)로 마쇄한다. 다시 2 L의 0.1% HCl/MeOH를 가한 다음 4℃에서 12시간 동안 정치시켰다. 마쇄한 시료를 Ultratrex(Janke & Kunkel IKA lab. Co., Germany)로 20,000rpm에서 10분간 균질화시킨 후 원심분리기(Sorval RC 26 plus, Beckmann, USA)로 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 다음 상층액을 분리하였다. 남은 잔사에 다시 1 L의 HCl/MeOH을 가하고 Ultratrex로 20,000rpm에서 10분간 균질화시킨 다음 다시 원심분리(3,000 rpm, 10분)하여 상층액을 분리하였으며 이 과정을 2회 더 반복하였다. 원심분리한 상층액을 합하고 Whatmann No.4 여과지로 여과한 다음 rotary vacuum evaporator(Büch, RE 121, Switzerland)로 약 500 mL로 농축하였다. 농축액을 분액깔대기로 옮기고 300 mL의 petroleum ether로 4회 수세한 후 상층인 petroleum ether층을 버리고 하층을 다시 rotary vacuum evaporator에서 약 100 mL로 농축하였다. 추출한 선인장의 추출액을 동결건조기(Il-shin Lab, Korea)에서 동결건조한 후 갈색 vial에 담아 4℃에서 보관하면서 정제 및 분석에 사용하였다(Fig. 4).

2) 정제 및 확인

추출한 조색소를 소량의 증류수에 녹인 후 Table 4와 같은 조건하에서 Reynoso 등의 방법에 따라 HPLC로 isocratic 조건으로 성분 분석을 실시하였으며 이때 검출기의 검출파장은 red-violet pigment에 대해서는 535nm, yellow pigment에 대해서는 476nm이었다. HPLC상의 betalain계 색소 각 성분을 분취한 후 spectrum 분석을 위해 UV/VIS/NIR spectrophotometer(Jasco, V-570, Japan)로 800~200nm의 파장범위로 scanning하였다. 추출한 조색소의 TLC는

Bilyk 등의 방법에 따라 동결건조한 시료 약 20 g을 정밀히 칭량한 다음 증류수 4 mL에 용해하고 Table 5와 같은 용매 시스템을 사용하여 실시하였다. 이때 사용한 TLC plate는 silica gel 60(20×20 cm, Merk)이였으며 solvent Ⅱ로 용매가 10 cm 높이가 될 때까지 1차 전개한 후 polarity가 보다 낮은 solvent Ⅰ으로 용매가 15 cm 높이가 될 때까지 다시 2차 전개하여 분리된 색소의 band를 확인하였다.

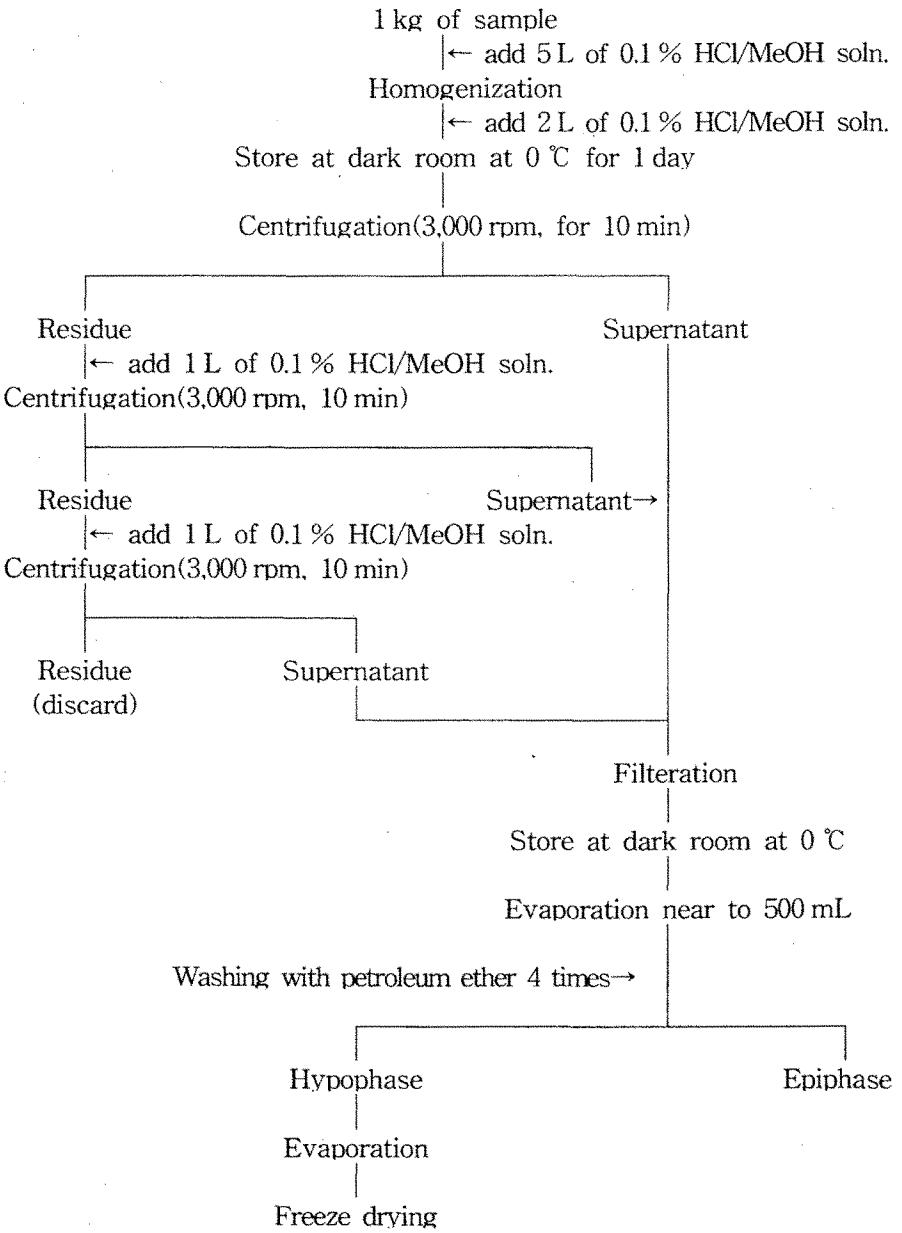


Fig. 4. Flow diagram of extraction of betalains

Table 4. HPLC operting conditions for betalain analysis.

○ Instrument	JASCO HPLC system
○ Detector	UV/VIS 535 nm, 476 nm
○ Oven temp.	30 ℃
○ Flow rate	1.0 mL/min
○ Column	Waters μBondapak C_{18}(3.9×300mm)
○ Mobile phase	80:20(v/v) Methanol : 0.5 M Na_2HPO_4

Table 5. Solvents used for TLC separation of betalain components.

Solvents	Solvent mixtures(mL)	
	I	II
Isopropanol	55	30
Ethanol	20	35
Distilled water	20	30
Acetic acid	5	5

다. Chlorophyll계 및 carotenoid계 색소의 추출·정제 및 확인

1) 색소의 추출

접목선인장으로부터의 chlorophyll계 및 carotenoid계 색소의 분리는 Edelenbos 등 및 McGhie 등의 방법에 따라 Fig. 5와 같이 실시하였다. 즉, 황록색과 녹색을 띄는 Sample C(산취) 및 Sample D(소정)를 줄기와 뿌리부분을 제거하여 수세하고 세절한 다음 세절한 시료 약 50 g에 200 mL의 aceton: tetrahydrofuran (1:1, v/v)과 15 g의 anhydrous Na_2SO_4 및 3 g의 $NaCO_3$를 가하고 균질기(Osterizer, USA)로 마쇄하였다. 마쇄물을 Ultratrex(Janke & Kunkel IKA lab. Co., Germany)로 20,000rpm에서 10분간 균질화시킨 후

Whatmann No. 41 여과지로 여과하였다. 이 추출 과정을 1회 더 반복한 후 여액을 합하고 40℃에서 rotary vacuum evaporator(Büch, RE 121, Switzerland)로 약 50 mL로 농축하였다. 농축액을 250 mL 용량의 separating funnel로 옮긴 후 50 mL의 diethyl ether로 잔류물을 2회 수세하여 합하였다. 이 액에 50 mL의 10%(w/v) NaCl을 가하고 강하게 진탕한 후 정치시켜 상분리가 이루어지도록 하였으며 diethyl ether 층을 모은 후 남은 여액에 100 mL의 diethyl ether를 다시 가해 추출을 반복하고 diethyl ether를 모아 질소 가스를 흘리면서 rotary vacuum evaporator에서 건조시켰다. 건조물에 소량의 acetone을 가해 -20℃에 보관하면서 chlorophyll계 및 carotenid계 색소의 분석에 사용하였다.

2) 정제 및 확인

추출한 조색소는 HPLC 분석은 Arar의 방법에 따라 Table 6과 같은 조건하에서 실시하였다. HPLC상의 chlorophyll계 및 carotenoid계 색소 각 성분을 분취한 후 spectrum 분석을 위해 UV/VIS/NIR spectrophotometer(Jasco, V-570, Japan)로 800~200nm의 파장범위로 scanning하였다. 추출한 조색소의 TLC는 Watanabe 등의 방법에 따라 silica gel 60(20×20cm, Merk) TLC plate에 점적하여 분리하였으며 이때 사용한 용매는 petroleum ether:acetone=7:3(v/v)이었다.

50 g of sample

↓

Addition of 200 mL acetone:tetrahydrofuran(1:1, v/v)

↓

Addition of 15 g $NaCO_3$(anhydrous)

↓

Homogenization

↓

Filteration with Whatmann No. 41 **(A)**

↓

Addition of 200 mL acetone:tetrahydrofuran(THF)(1:1, v/v)

↓

Addition of 15 g $NaCO_3$(anhydrous)

↓

Homogenization

↓

Filteration with Whatmann No. 41 **(B)**

↓

Combination **(A)** and **(B)**

↓

Evaporation with vacuum rotary evaporator at 40 ℃

↓

Transfer to separating funnel

↓

Rince the remaining residue with 2×50 mL diethyl ether

↓

Addition of 50 mL of 10 % NaCl soln.

↓

Collect diethyl ether layer **(C)**

↓

Extract the remaining aqueous soln. with 100mL diethyl ether **(D)**

↓

Combine **(C)** and **(D)**

↓

Eevaporate under vacuum to dryness

↓

Dissolve residue in minimal amount of acetone

↓

Storage at -20 ℃

Fig. 5. Extraction of chlorophylls and carotenoids

Table 6. HPLC operating conditions for chlorophylls and carotenoids analysis.

○ Instrument	JASCO HPLC system	
○ Detector	UV/VIS 440 nm	
○ Oven temp.	30 ℃	
○ Flow rate	1.0 mL/min	
○ Column	Waters Spherisorb ODS 2(5 μm, 4.6×250 mm)	
○ Mobile phase		
- Solvent A	80:20(v/v)	Methanol : 0.5 M ammonium acetate(pH 7.2)
- Solvent B	90:10(v/v)	Acetonitrile : Water
- Solvent C	100	Ethyl acetate
○ Degasser/gradient	Ternary gradient system/3-line degasser	

○ Gradient system

Time(min)	Solvent A	Solvent B	Solvent C
0	100	0	0
2	0	100	0
3	0	90	10
14	0	65	35
20	0	31	69
25	0	100	0
27	100	0	0
32	100	0	0

라. Betalain, chlorophyll 및 carotenoid 계 색소의 함량 측정

Betalain은 Schwartz과 Von Elbe(1981, 1972) 방법의 조건을 응용하였다. 즉, 시료에 ethanol : H_2O(50:50 v/v)을 일정량 가하여 균질화하여 색소를 추출한 다음 12,000 rpm에서 10분간 원심분리시킨다. 상등액을 정용하여 분광광도계(V-550, JASCO, Japan)로 538 nm에서 측정하였다. 표준곡선은 시판품 beet red(Song Eun Commercial Co., Ltd)를 이용하여 작성한 다음 betalain함량으로 나타내었다.

Chlorophyll은 A.O.A.C.방법에 따라 측정하였다. 즉, 접목선인장 표피 7g을 취해 calcium carbonate 4 g과 85% acetone 50 mL와 함께 마쇄하고 여과한 다음 잔사에 다시 상기의 추출용매를 가하여 추출, 여과하는 조작을 3회 반복한 후, 250 mL로 정용하였다. 여기서 50 mL를 취해 분액여두에 옮겨 ethyl ether 50 mL를 가해 1분간 격렬하게 흔든 후, 50 mL의 증류수로 acetone 층을 제거하였다. 무수황산나트륨 5 g을 가해 탈수시킨 후 50 mL로 정용한 다음 660 nm와 642.5 nm에서 흡광도를 측정하여 Commar & Zscheille 식으로 계산하였다.

$$\text{Chlorophyll 함량(mg/100g)} = \frac{(C \times E \times A)}{(1000 \times \text{분취한 } aceton\text{량} \times Spl.\ Wt)} \times 100$$

여기서 C : ethyl ether 1 ℓ 당 chloropyll 함량(mg),

$$C(mg/L) = 7.12\ E_{660.0} + 16.8\ E_{642.5}$$

E : ethyl ether 소비량(mℓ)

A : acetone 소비량(mℓ)

Carotenoid는 A.O.A.C. 방법에 따라 측정하였다. 즉, 접목선인장 표피 5g을 취해 마쇄한 후, acetone 40 mL, hexane 60 mL와 $MgCO_3$ 0.1 g과 함께 교반한 뒤, 원심분리하여 상등액만을 분리한 다음, 잔사에 acetone 25 mL와 hexane 25 mL로 차례로 추출하여 100 mL vol. flask에 옮긴후, acetone 9 mL를 넣고

hexane으로 정용하였다. 436 nm에서 흡광도를 측정하여 β-carotene 표준용액으로 계산하였다.

3. 일반 분석

가. 중량 감소율, 부패율 및 부피 변화

중량감소율은 저장 전 생체중량(FW: fresh weight)을 기준으로 하여 저장기간에 따른 처리구별 생체중량을 %로 환산하여 표시하였으며, 부패율은 부패된 선인장의 개수를 전체 갯수에 대한 비율로 표시하였다. 부피는 메스실린더를 이용하여 시료를 넣기 전 sea sand(30~50mesh)로 충진한 부피와 시료를 넣은 다음 sea sand를 충진한 부피와 차를 이용하여 동결건조 전과 후의 변화를 측정하였다.

나. 일반 성분

시료의 수분함량은 105℃ 상압 가열건조법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질 함량은 Semimicro Kjeldahl법(Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정된 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조섬유 함량은 H_2SO_4-NaOH 분해법(Fibertec System M 1020 Hot Extract, Tecator, Sweden), 조회분은 직접회화법으로 측정하였다.

다. 색도 측정

접목선인장의 표피를 blender로 1분간 마쇄한 다음 분말상태에서 색차계(Chromameter, Minolta Co., CR200, Japan)를 사용하여 Hunter 색차계의 밝은 정도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 측정하였으며, 각 처리구간의

색도 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였다.

$$\triangle E=\sqrt{\triangle L^2+\triangle a^2+\triangle b^2}$$

4. 관능평가

처리구별에 따른 접목선인장 시료의 관능평가는 선발된 5인의 패널요원이 외관, 건조정도, 부패정도 및 종합적인 선호도 등의 항목을 비교평점법으로 평가하였고, 이 때 대조구로 쓰인 신선한 시료의 점수 8.0을 기준으로 하여 비교하였으며, 유의성 검증은 SAS를 이용한 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 접목선인장의 일반 현황

1. 접목선인장의 종류별 크기와 무게

현재 생산 중인 적색, 핑크 및 주황색의 비모란과 산취 등 단색 4종과 적색과 노랑, 적색과 초록색이 혼합된 색깔 2종의 접목선인장에 대하여 대, 소의 크기로 구분하여 무게와 크기를 측정하였다(Table 7).

Table 7. Size and weight of grafting cactus

Grafted cactus		Weight(g)	Size	
			Height(㎜)	Width(㎟)
Red *Bimoran*	L[1)]	67.76±1.02	38.50±0.51	74.94±1.58
	S[2)]	13.59±0.75	25.94±0.36	35.25±0.52
Pink *Bimoran*	L	53.44±0.93	42.31±0.75	65.94±1.08
	S	11.47±0.57	29.83±0.47	33.25±0.29
Yellow *Sanchwi*	L	20.15±1.21	68.26±0.59	45.26±0.49
	S	13.89±0.67	61.51±0.47	31.42±0.38
Orange *Bimoran*	L	67.72±1.39	43.61±0.35	68.55±1.61
	S	11.03±0.70	26.42±0.44	41.53±0.60
Reddish orange *Bimoran*	L	62.22±1.29	39.89±0.54	68.03±1.67
	S	10.42±0.82	24.11±0.30	42.38±0.63
Reddish green *Bimoran*	L	81.56±1.23	57.28±0.56	68.39±1.87
	S	19.79±0.98	33.5±0.49	48.22±0.37

* All values are represent mean±S.D. (n=3)
1) Large
2) Small

2. 접목선인장의 조성 성분

가. 일반성분

수분함량은 적색 및 적황색 비모란과 산취에 있어 96% 수준을 나타내어 핑크색 및 적록색 비모란의 92~93%인 것에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 회분, 조지방, 조단백과 조섬유 함량은 미량으로, 접목선인장의 대분분이 수분임을 알 수 있었다.

Table 8. Chemical composition of grafting cactus

Color	Moisture(%)	Ash(%)	Crude fat(%)	Crude protein(%)	Crude fiber(%)
Red	96.89±0.25	0.83±0.04	0.08±0.02	1.37±0.01	1.65±0.14
Pink	93.52±0.33	1.55±0.11	0.15±0.03	1.63±0.09	1.74±0.07
Yellow	96.59±0.19	0.88±0.05	0.07±0.01	0.74±0.01	1.57±0.17
Orange	95.80±0.23	1.22±0.04	0.03±0.02	1.33±0.01	2.36±0.09
Reddish orange	96.05±0.24	1.03±0.01	0.12±0.06	1.42±0.02	1.54±0.06
Reddish Green	92.16±0.81	1.08±0.01	0.07±0.05	1.29±0.09	2.43±0.14

* All values are represent mean±S. D. (n=3)

나. 색소 성분

접목선인장의 색소 분석 결과는 Table 9에 나타낸 바와 같이 적색 및 핑크색의 비모란은 betacyanin계 색소로서, betalain은 적색 비모란에서 5.14 mg%, 핑크색에서 3.05 mg%, 주황색에서 2.15mg%, 적황색의 시료에서 4.81 mg%를 함유하고 있는 것으로 나타났다. Chlorophyll은 적록색 시료에서 25.72

mg%, green색의 소정에서 54.65 mg%, 그리고 carotenoid계 색소는 오렌지색 황색, 적황색을 띠는 색소로서, β-carotene이 적색 비모란, 산취 및 적황색의 비모란에서 각각 1.58, 2.36 및 3.79 mg% 함유되어 있는 것으로 나타났다.

Table 9. Pigment of grafting cactus

Sample	Betalain (mg%)	Chlorophyll (mg%)	β-carotene (mg%)
Red *Bimoran*	5.14±0.81	-	1.58±0.10
Pink *Bimoran*	3.05±0.53	-	-
Yellow *Sanchwi*	-	-	2.36±0.24
Orange *Bimoran*	2.15±0.12	-	-
Reddish orange *Bimoran*	4.81±0.28	-	3.79±0.32
Reddish green *Bimoran*	-	25.72±1.04	-
Green *Sojeong*	-	54.65±1.42	-

* All values are represent mean±S.D. (n=3)

제 2 절 건조 방법에 따른 특성 시험

1. 열풍건조

접목선인장 중에서 원형구의 적색 비모란 품종으로 선택하여 그 중 직경이 약 14 ㎝정도 되는 것으로 대목을 제거한 다음 실험재료로 사용하였다.

상기재료의 건조 시에 건조실내의 온도와 상대습도가 건조특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 70~80℃의 건조온도에서 건조실내의 상대습도를 20~30%로 조절하여 약 18시간 동안 건조시켰으며 이를 통하여 중량변화와 수분함량의 결과를 나타내었다.

Fig. 6의 (A)는 건조동안 시료의 중량의 감소를 보여주고 있는데 80℃, 20%R.H.에서 가장 빠르게 감소되어 초기 53.55 g에서 약 18시간 이후에는 20.45 g을 나타내었다. 중량의 감소는 상대 습도가 동일할 경우 온도가 높아짐에 따라 빠른 감소를 보였으며 온도가 동일할 경우에는 낮은 상대 습도에서 중량감소가 더욱 빠르게 일어났다. Fig. 4의 (B)는 (A)와 동일한 시료에서 수분함량을 측정한 결과이다. 중량감소와 유사한 형태를 나타내고 있으며 열풍건조를 시행하는 동안 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 가장 수분감소율이 적은 70℃, 30%R.H조건에서의 접목선인장은 96.03%에서 92.19%로 수분함량을 나타내었으며 가장 감소율이 큰 80℃, 20%R.H에서는 18시간의 건조 후 수분함량이 89.60%을 나타내었다.

그리고 70℃, 20%R.H 와 80℃, 30%R.H를 비교해 보았을 때 후자의 조건에서 수분함량의 변화가 더 급속히 감소됨을 볼 때 상대습도가 선인장에 미치는 영향은 온도가 미치는 영향보다는 적다고 여겨지며 이 두 조건에서의 수분함량은 약 7~8시간의 차이를 보여주었다.

전체적으로 약 18시간 건조 후에 선인장의 수분함량은 89.6~92.19%로 일반적으로 열풍건조에 많이 이용되고 있는 표고버섯 등의 버섯류, 생강, 당근 등의

농산물들과 비교해보았을 때 선인장의 수분감소는 극히 적다고 할 수 있다. 이는 열풍 건조시 고체 표면에서 수분이 증발하기 위해서 내부 수분이 고체층을 통하여 표면으로 이동하게 되는데 접목선인장의 일반적인 수분 보유 특성상 외피부분에 수분의 증발을 막기 위한 치밀한 조직이 구성되어 있음으로 인하여 선인장 내부의 수분이 외부로 방출되지 못하였기 때문에 수분함량이 변화가 적다고 하겠다.

또한, 접목선인장의 초기 수분함량이 약 96%정도로 대부분의 수분으로 구성된 식물체임을 알 수가 있는데 이로 인해 중량의 감소에 비해 선인장 수분함량의 변화는 결과상 적게 나타났다. 그리고 외형상 열에 의한 색소의 파괴로 인해서 적색의 색소가 육안에서 보더라도 거의 대부분 소실되었으며 수분의 감소와 동시에 외형은 다소 축소된 결과를 보여줌으로써 생체인 접목선인장을 열풍건조 처리하기에는 상당히 문제가 있는 것으로 판단되었다.

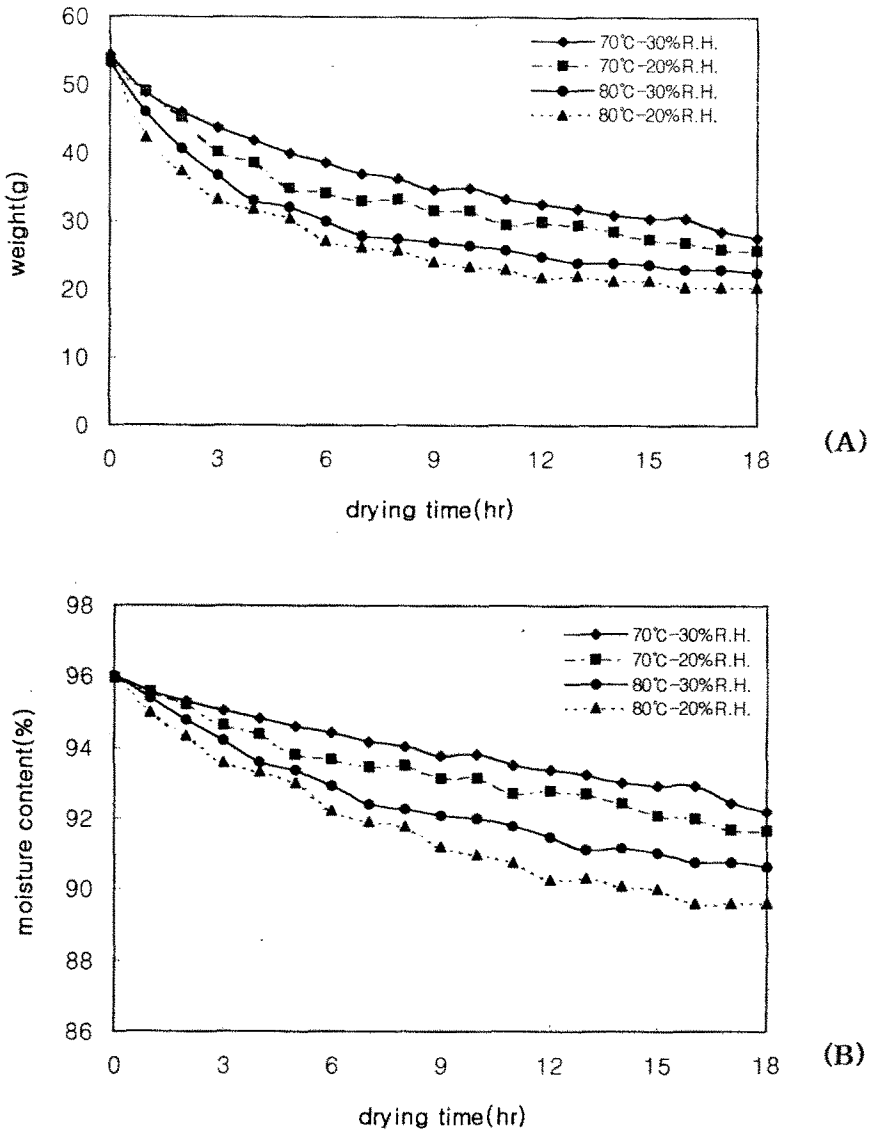
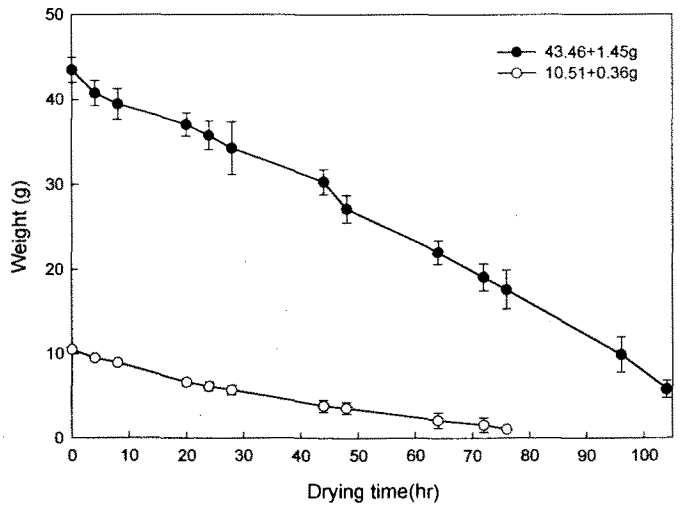
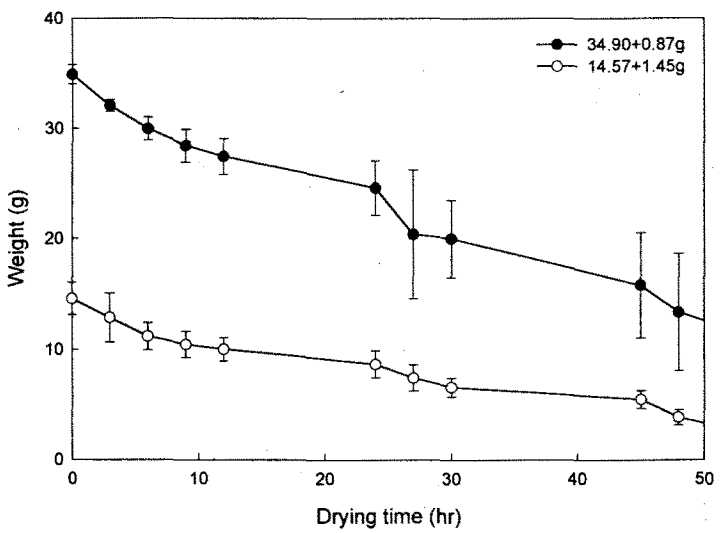


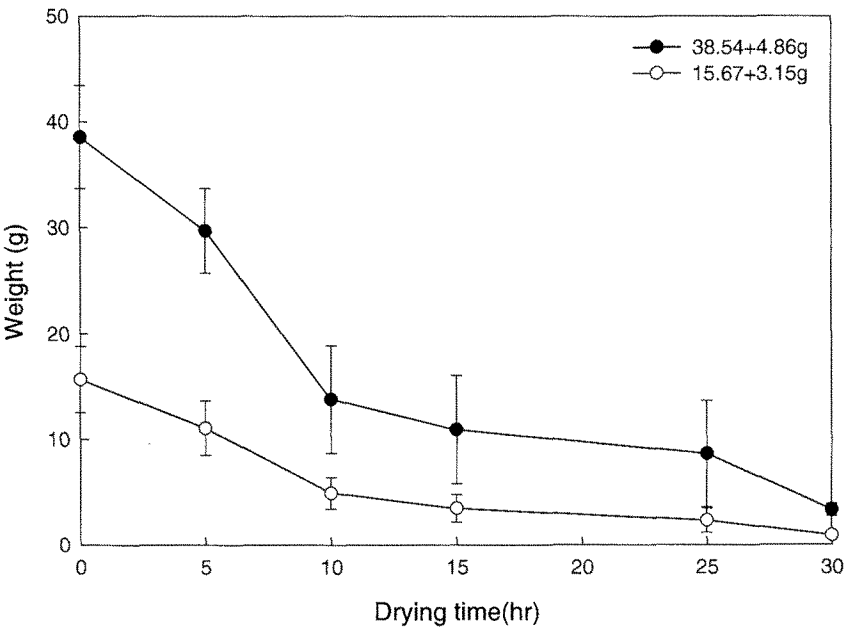
Fig. 6. Changes in weight(A) and moisture content(B) of red *Bimoran* during hot-air drying at different temperature and relative humidity.


43.46+1.45g
10.51+0.36g
Weight (g)
Drying time(hr)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

(A)

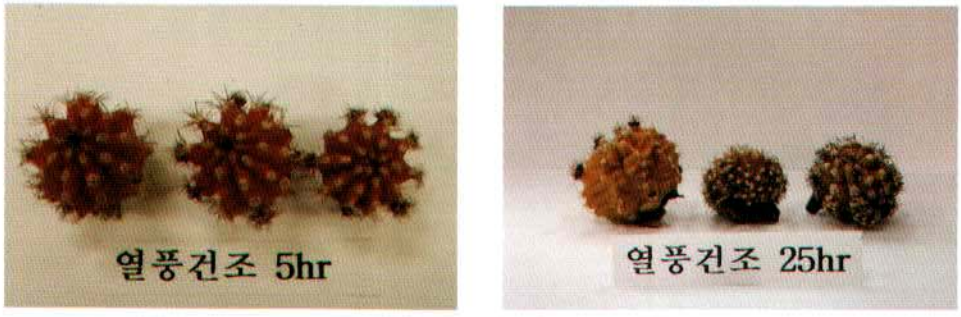

34.90+0.87g
14.57+1.45g
Weight (g)
Drying time (hr)
0
10
20
30
40
50

(B)

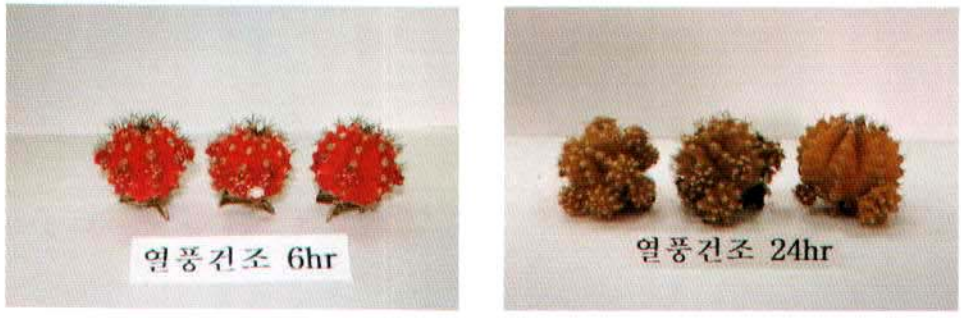


(C)

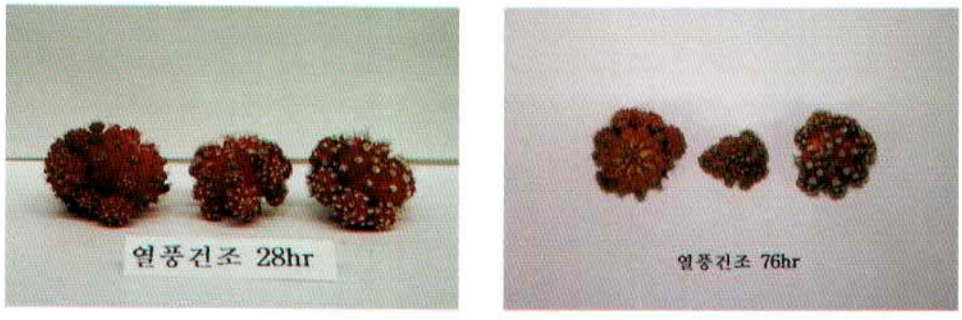
Fig. 7. Changes in weight of red *Bimoran* during hot-air drying at 50℃(A), 60℃(B) and 70℃(C) under 40%R.H.



(A)

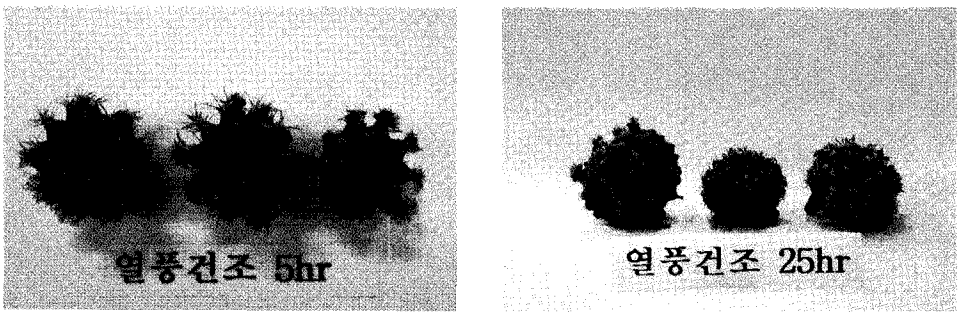


(B)

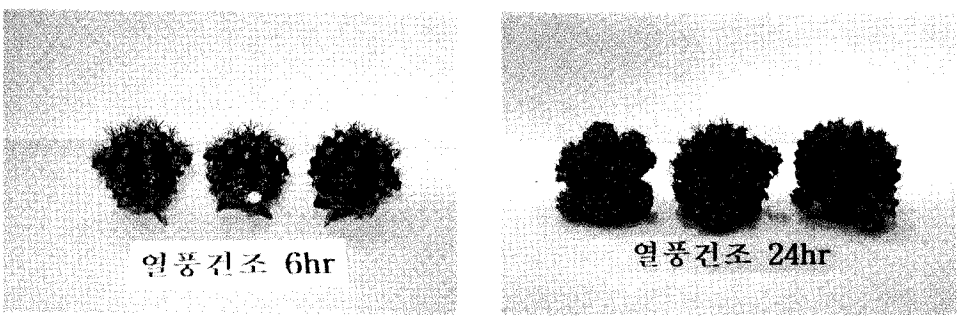


(C)

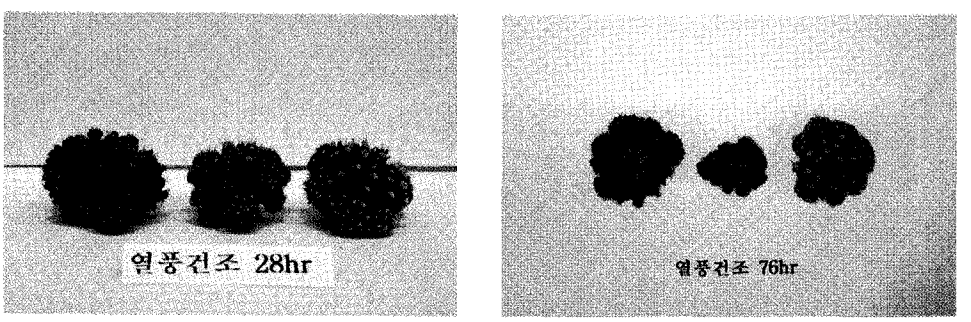
Fig. 8. Red *Bimoran* treated by hot-air drying at 70℃(A), 60℃(B) and 50℃(C).



(A)



(B)



(C)

Fig. 8. Red *Bimoran* treated by hot-air drying at 70℃(A), 60℃(B) and 50℃(C).

2. Microwave건조 특성

접목선인장 중에서 적색의 원형구를 가지고 있는 비모란 품종으로 직경이 약 11㎝정도 되는 것으로 대목을 제거한 다음 실험재료로 이용하였다. 건조 시, 건조실내의 온도와 microwave 강도가 건조특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 220~240 Ib 의 microwave 강도와 건조실내의 온도 45~55℃에서 6시간 동안 수행되었으며, 이때 건조실 내부의 송풍속도는 1.19 ㎧이었다.

Microwave 가열은 물체 자체가 발열체로 되는 가열방식이기 때문에 종래의 열 전도에 의한 외부 가열에 없어, 즉 microwave 가열은 열 전도에 의하지 않고 내부의 온도를 높일 수 있기 때문에 기존의 열풍건조와 같은 방법에 비해 가열에 요하는 시간을 크게 단축시킬 수 있고 또 비교적 일정하게 온도를 올릴 수 있다. Fig. 9에서는 온도조절 시스템인 Ib를 220으로 고정시키고 실내 온도를 각각 45 및 55℃로 달리하여 접목선인장의 중량감소와 수분함량의 변화를 살펴보았고, Fig. 10은 Ib를 240으로 고정하여 동일한 방법으로 실험한 결과이다. 220 Ib의 실내온도 45℃에서 6시간 동안 건조 후 중량은 13.05 g에서 5.65 g으로 감소되었으며 55℃에서는 13.60 g에서 4.35 g으로 감소되었다. 수분함량을 살펴보면 6시간 실내온도 45℃, 55℃에서 건조 후 각각 87.69, 90.52%를 보유하고 있었으며 240 Ib에서는 수분함량이 실내온도 45℃, 55℃에서 각각 88.84, 86.61%를 보유하고 있었다. 이러한 결과들은 80℃, 20%R.H 조건에서 18시간 열풍 건조했을 때 수분함량이 89.60%이었던 것과 비교해보면 다소 시간상의 단축이 되었으나 결과상으로는 기대했던 것보다 건조 효율이 높지 않았다.

microwave 가열 역시 선인장의 외피에 적색 색소를 소실시켰으며 가열에 의해 조직이 다소 허물어져 외형상의 변화를 보여주었다. 이를 통해 열풍건조와 마찬가지로 물체를 가열시킴으로 인해 내부 수분을 증발시켜 미생물이나 곰팡이 등으로 인해 부패되지 않을 정도까지 건조시키는 작업은 다소 무리가 있는 것으로 예측되었다.

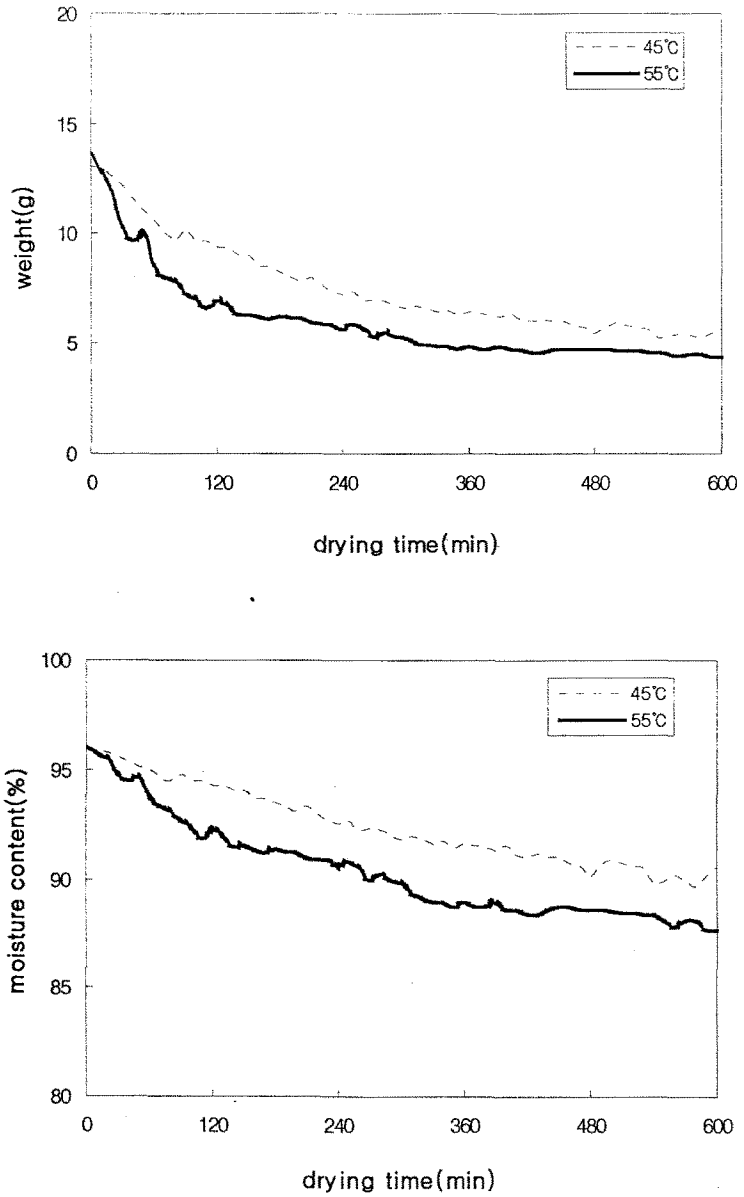


Fig. 9. Changes in weight(upper) and moisture content(lower) of red *Bimoran* during 220Ib microwave drying at different temperature.

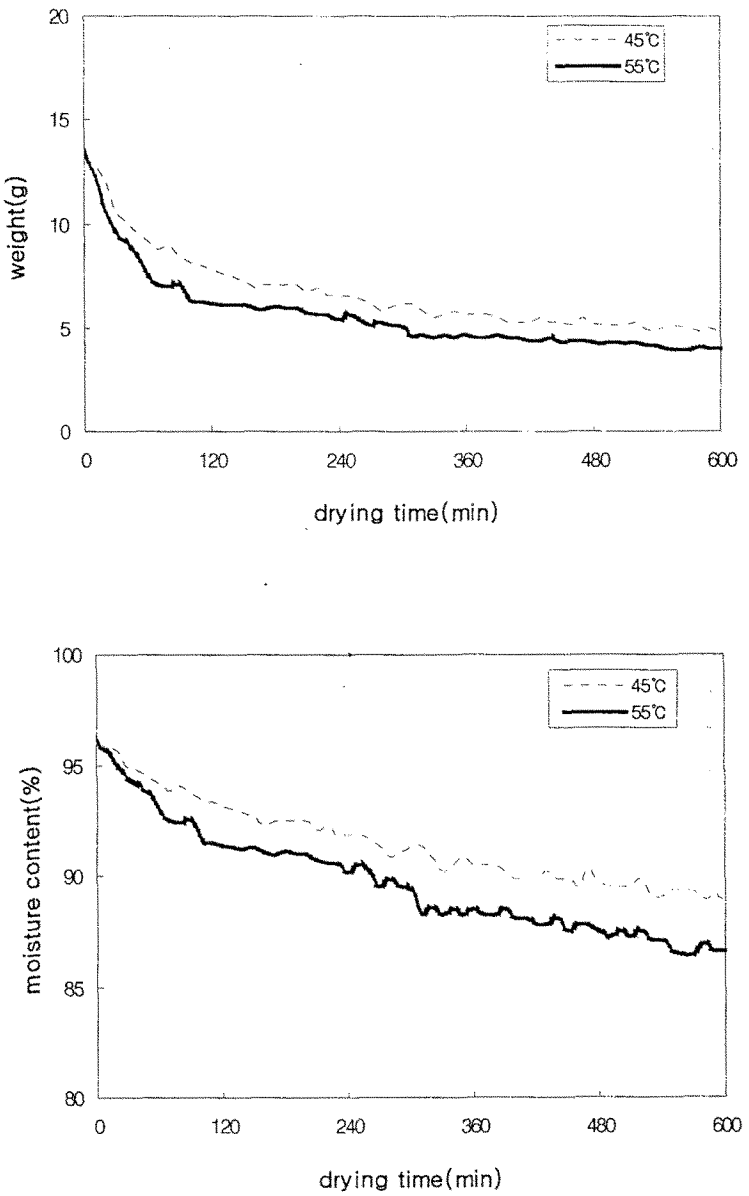
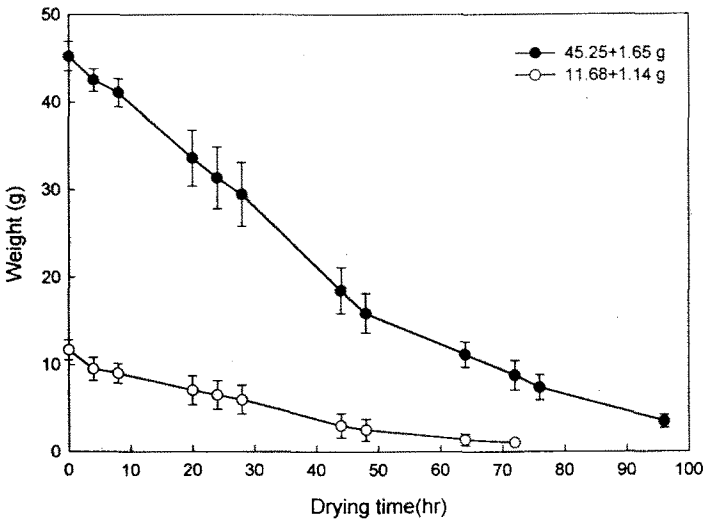
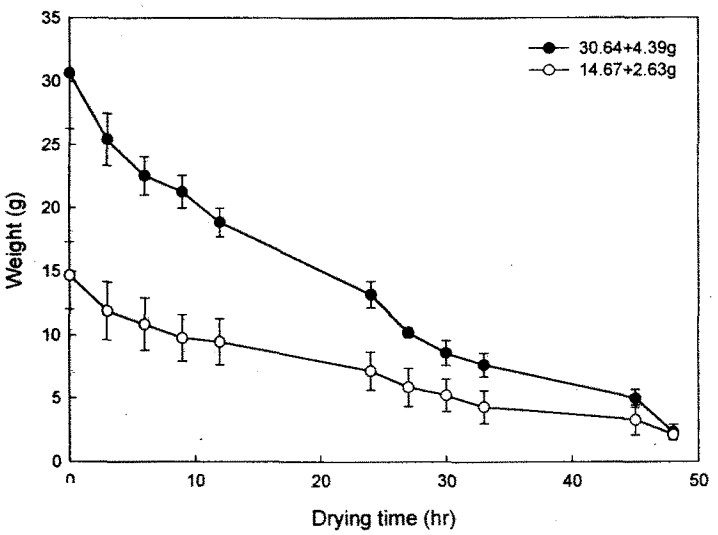


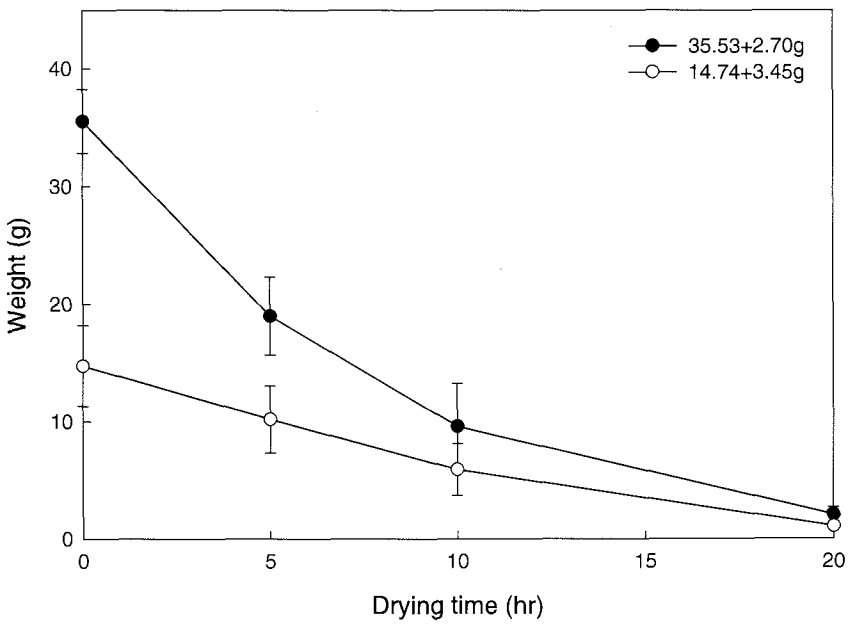
Fig. 10. Changes in weight(upper) and moisture content(lower) of red *Bimoran* during 240Ib microwave drying at different temperature.


45.25+1.65 g
11.68+1.14 g
Weight (g)
Drying time(hr)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

(A)

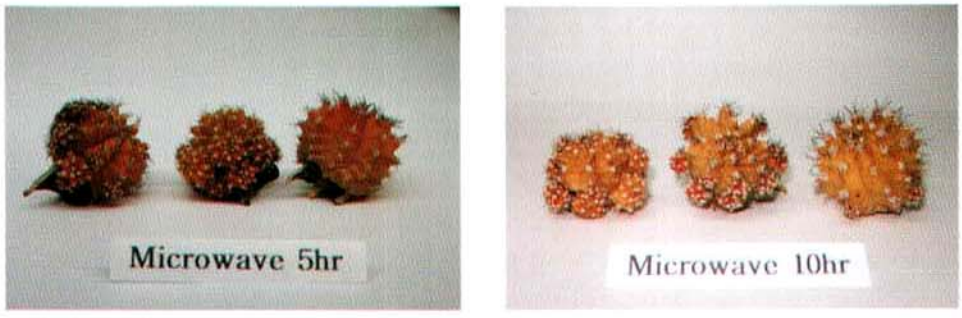

30.64+4.39g
14.67+2.63g
Weight (g)
Drying time (hr)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
50

(B)



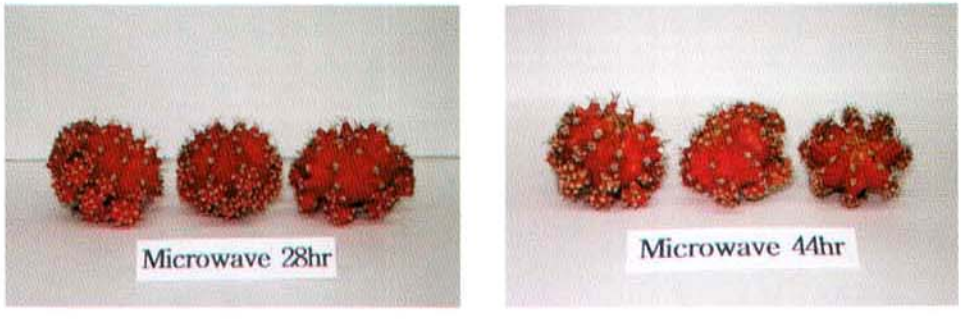
(C)

Fig. 11. Changes in weight of red *Bimoran* during microwave drying at 50℃(A), 60℃(B) and 70℃(C) under 240 Ib.



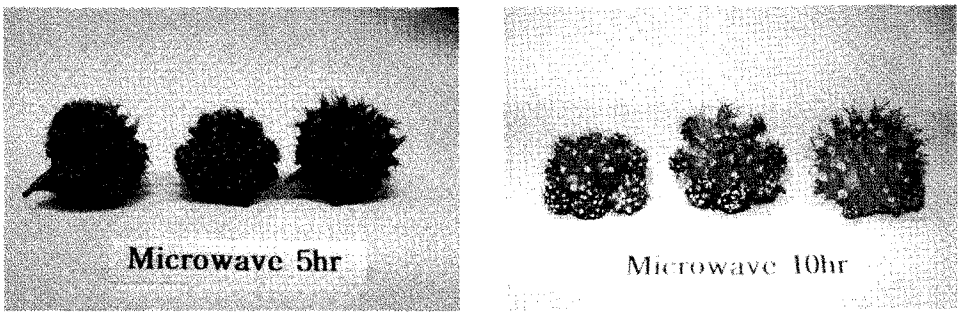
(A)

(B)

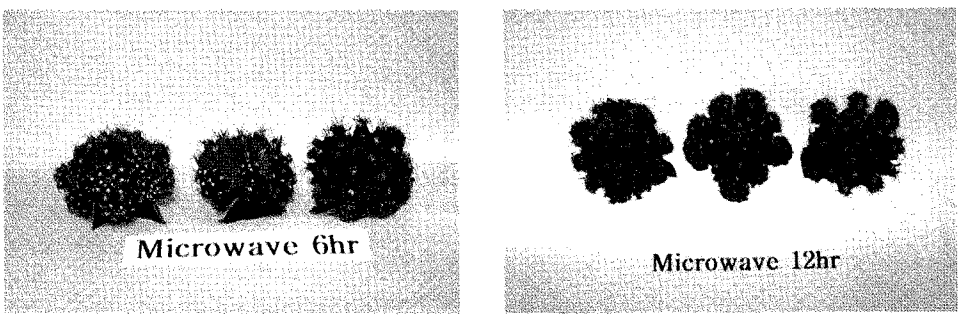


(C)

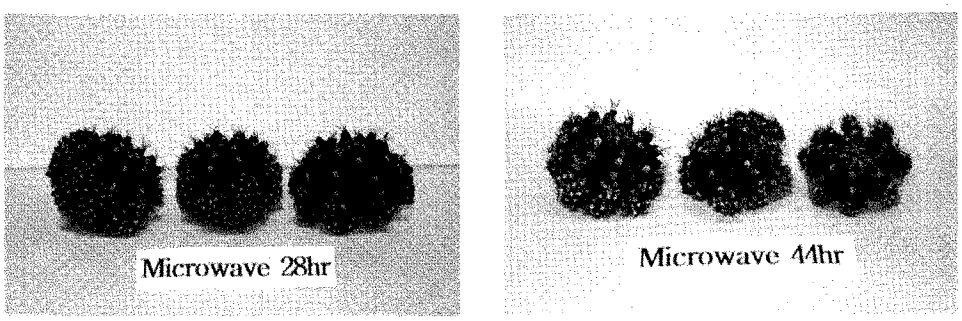
Fig. 12. Red *Bimoran* treated by microwave drying at 70℃(A), 60℃(B) and 50℃(C).



(A)



(B)



(C)

Fig. 12. Red *Bimoran* treated by microwave drying at 70℃(A), 60℃(B) and 50℃(C).

3. 동결건조 특성

가. 수분함량과 부피변화

동결건조는 시료를 동결시켜 얼음 상태로 있는 수분을 승화작용에 의해 건조하는 방법이다. 물의 삼중점 이하에서는 얼음 상태의 고체를 낮은 온도의 가열처리에 의해 수증기로 만들 수 있기 때문에 이를 이용한 것으로 건조품이 원형을 유지하고 복원력이 높으며 품질유지에 좋은 건조방법으로 알려져 있다.

전술한 바와같이 열풍건조와 그 보다 더욱 신속한 수분감소의 효과가 있다고 알려진 microwave를 이용한 건조에서조차도 선인장의 자체 수분함량을 90%정도로 감소시키는데 상당한 시간이 소요되었고 90% 수분 함유상태에서도 외형과 색상변화가 아주 심하였다. 반면에 구경이 9~14 cm 수준의 접목선인장을 60~72시간 동안 동결건조 처리한 결과 시료의 건조효율은 상당히 높았으며 최종 수분함량이 4.29~8.14% 수준으로 시료간의 차이는 그다지 심하지는 않게 나타났다.

그리고 sea sand를 이용한 부피변화를 측정한 결과에서도 초기치와 비교하여 변화율은 시료 크기에 따라 다소 차이는 있으나 5.5~10.5% 수준으로 원형과 거의 유사한 형태를 지님을 확인하였으며, 또한 접목선인장의 직경이 적을수록 체적변화가 다소 적음을 볼 수 있었다(Table 10).

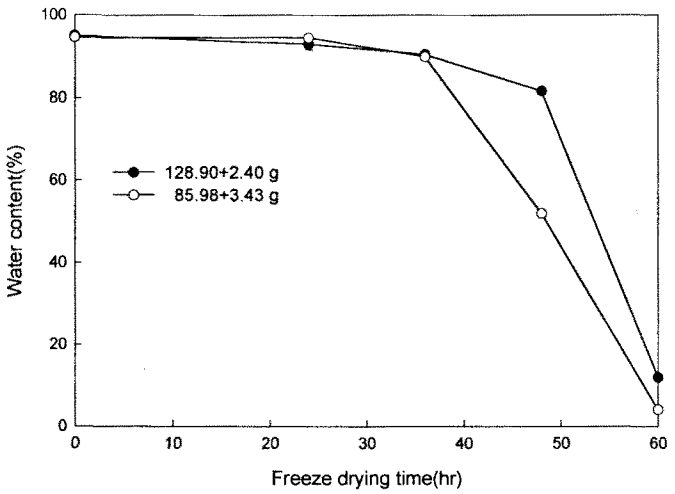


Fig. 13. Changes in water contents of red *Bimoran* during freeze drying.

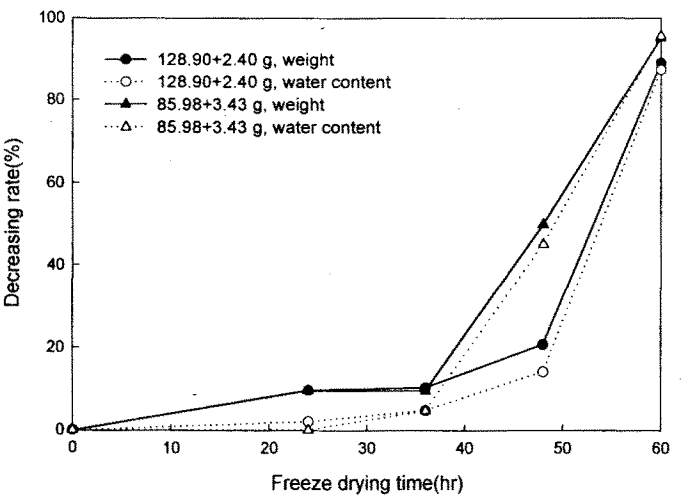


Fig. 14. Changes in water contents and weight decreasing rate of red *Bimoran* during freeze drying.

Table 10. Moisture content and specific volume of red *Bimoran* treated by freeze drying

No.	Sample Diameter (cm)	Sample Weight (g)	Moisture contents (%)	Volume change rate(%)
Initial			96.63±0.12	
1			4.29±0.68	10±2.65
2	14.2±1.5	67.76±2.50	4.97±0.35	8±1.29
3			5.29±0.24	6.5±0.98
4			5.15±0.24	10.5±3.45
5			8.14±1.72	6.5±1.85
6	12.5±1.2	60.19±1.80	5.21±0.22	8.5±2.12
7			5.33±0.13	9.0±2.52
8			5.05±0.17	9.5±2.00
9			5.56±0.05	5.5±1.08
10	9.2±2.3	53.44±2.10	5.41±0.19	7.5±1.32
11			4.88±0.18	6.0±2.00
12			5.41±0.19	8.5±1.25

나. 변형률 비교

동일한 동결건조 조건에 있어 접목선인장의 시료 크기에 따라 원형을 어느 정도 유지하고 있는지를 알아보기 위하여 컬러 영상처리 장치를 이용하여 분석을 한 결과는 table 11~15에 나타내었다. 접목선인장의 상부에서 영상장치로 측정된 항목은 선인장의 면적과 세로와 가로의 비율로서 나타낸 종횡비, 최대 직경, 굴곡을 둘러싸는 둘레, 그리고 전체적인 굴곡의 완만함을 나타내는 원형도로서 분석하였다.

우선 건조 전후의 접목선인장의 면적의 변화를 살펴보면 면적의 값은 동결 후 모든 sample에서 감소되었음을 알 수가 있으며 그 중 변화율을 환산한 결과, 12개 sample중 면적이 가장 적은 2002 ㎟에서 1.75%로 변화율이 가장 낮았으며 평균적으로 7.37±2.50%의 변화율을 보이므로써 면적이 클수록 변화율이 크다는 것을 추측할 수 있었다(Table 11).

세로와 가로의 비를 나타내는 종횡비는 12개 sample에서 1.17±1.38%의 수준으로 면적의 변화율과 유사성을 보임으로써 건조에 의한 체적 및 면적 변화 시, 종횡비는 거의 동일하게 축소되거나 또는 건조전과 유사하게 보이는 것으로 판단되었다(Table 12).

최대 직경은 12개 sample에서 4.23±2.22%의 수준으로 면적 변화율과 유사하게 모든 sample에서 감소된 것을 볼 수 있으며, 가장 큰 변화를 보여준 sample은 종횡비에서 가장 큰 변화가 있었던 sample No. 11이 면적에서도 비교적 다른 sample보다 큰 감소를 보여주어 전체적으로 변화율이 크다고 말할 수 있다. 그리고 sample No. 2 및 3에서 최대 직경에 있어서의 변화율이 적으므로 이는 면적 및 종횡비의 변화율에서와 유사한 결과를 보여준 것이다(Table 13).

접목선인장 12개 sample에서 둘레의 변화율은 5.70±2.14%, 원형도는 8.87±2.85%의 수준으로 나타났으며, 굴곡을 둘러싸는 둘레는 동결건조 후 감소하였고 원형도는 증가하였는데 원형도가 증가된 이유는 건조 전보다 원형에 가까운 형태로 변화되었다고 해석하기보다는 건조 후 면적이 감소되고 둘레 또한 감소된 결과에서 보듯이 전체적인 굴곡거리가 짧아서라고 해석할 수 있다(Table 14, 15). 이러한 결과로 미루어 볼 때 열풍건조와 microwave를 이용한 건조에서는 접목선인장의 수분함량 감소를 위한 장시간의 소요 시간과 아울러 외형과 색상 변화가 아주 심하였으나 동결건조에 의해 처리한 시료의 건조효율은 상당히 높았으며 최종 수분함량이 5% 수준으로 시료간의 차이는 그다지 심하지는 않게 나타났으며, 또한 변형율도 10% 이하 수준으로 원형과 거의 유사한 형태를 지님을 확인하였다.

Table 11. Changes in area of red *Bimoran* during freeze drying

Sample No.	Area(mm^2)		
	Before	After	Change rate(%)
1	2393.51±156.12	2210.50±159.09	7.64
2	2123.71±141.44	1956.16±196.78	7.89
3	2002.60±104.83	1967.52±32.57	1.75
4	2114.56±48.62	1877.90±204.03	11.19
5	2135.56±326.82	2031.52±86.11	4.87
6	2431.40±132.98	2290.92±115.85	5.78
7	2131.87±215.60	1954.70±233.34	8.31
8	2133.51±33.62	1928.19±5.80	9.62
9	2045.02±179.66	1923.36±156.90	5.95
10	2227.33±22.83	2051.60±83.28	7.89
11	2281.35±11.20	2062.71±32.19	9.58
12	2258.09±92.76	2076.67±41.69	8.03
Average ±SD(%)			7.37±2.50

Table 12. Changes in aspect of red *Bimoran* during freeze drying

Sample No.	Aspect		
	Before	After	Change rate(%)
1	1.02±0.01	1.04±0.02	1.69
2	1.03±0.02	1.02±0.03	0.40
3	1.04±0.02	1.03±0.03	0.84
4	1.02±0.00	1.05±0.02	3.41
5	1.04±0.03	1.04±0.02	0.22
6	1.02±0.01	1.02±0.02	0.02
7	1.02±0.00	1.02±0.01	0.35
8	1.04±0.01	1.02±0.01	2.19
9	1.06±0.08	1.06±0.05	0.14
10	1.02±0.00	1.02±0.02	0.34
11	1.06±0.04	1.02±0.00	4.10
12	1.02±0.01	1.02±0.01	0.34
Average ±SD(%)			1.17±1.38

Table 13. Changes in maximum diameter of red *Bimoran* during freeze drying

Sample No.	Maximum diameter(㎜)		
	Before	After	Change rate(%)
1	63.46±3.55	60.71±3.18	4.33
2	59.26±1.22	58.60±1.47	1.12
3	57.34±2.51	55.98±2.20	2.36
4	57.95±0.39	55.60±2.18	4.06
5	60.85±1.65	56.60±0.02	6.98
6	64.59±3.14	61.79±4.83	4.33
7	60.31±3.20	56.36±2.81	3.23
8	60.67±1.05	56.37±1.65	7.10
9	59.35±7.81	56.30±5.88	1.77
10	59.55±1.11	57.62±0.23	3.24
11	64.23±0.75	58.87±2.40	8.34
12	60.34±1.18	58.02±0.49	3.85
Average ±SD(%)			4.23±2.22

Table 14. Changes in perimeter of red *Bimoran* during freeze drying

Sample No.	Perimeter(㎜)		
	Before	After	Change rate(%)
1	586.29±55.79	542.65±4.23	7.44
2	576.08±13.72	538.55±10.65	6.51
3	576.40±5.10	553.46±16.14	3.98
4	593.84±22.25	553.46±105.23	6.80
5	583.52±57.08	541.27±53.55	7.24
6	639.18±62.75	618.66±131.94	3.21
7	615.34±38.69	599.59±19.62	2.56
8	542.73±71.19	500.05±76.68	7.86
9	620.70±77.18	603.29±128.92	2.81
10	526.61±80.33	490.64±11.14	6.83
11	647.37±35.88	509.99±74.94	4.54
12	581.64±44.77	490.64±27.01	8.60
Average ±SD(%)			5.70±2.14

Table 15. Changes in roundness of red *Bimoran* during freeze drying

Sample No.	Roundness		
	Before	After	Change rate(%)
1	13.44±1.43	14.27±1.21	6.17
2	12.10±1.06	13.05±0.00	7.85
3	11.57±0.00	12.39±0.52	7.09
4	11.88±0.62	12.46±3.63	11.45
5	8.66±0.72	9.86±1.69	13.84
6	14.38±1.89	15.47±0.00	7.58
7	13.87±3.15	14.69±0.80	5.96
8	11.56±2.71	12.64±3.07	9.34
9	15.29±7.22	16.72±5.39	9.36
10	11.91±0.21	12.61±15.65	5.87
11	14.80±4.69	16.87±0.49	13.99
12	11.93±1.35	12.87±8.34	7.89
Average ±SD(%)			8.87±2.85

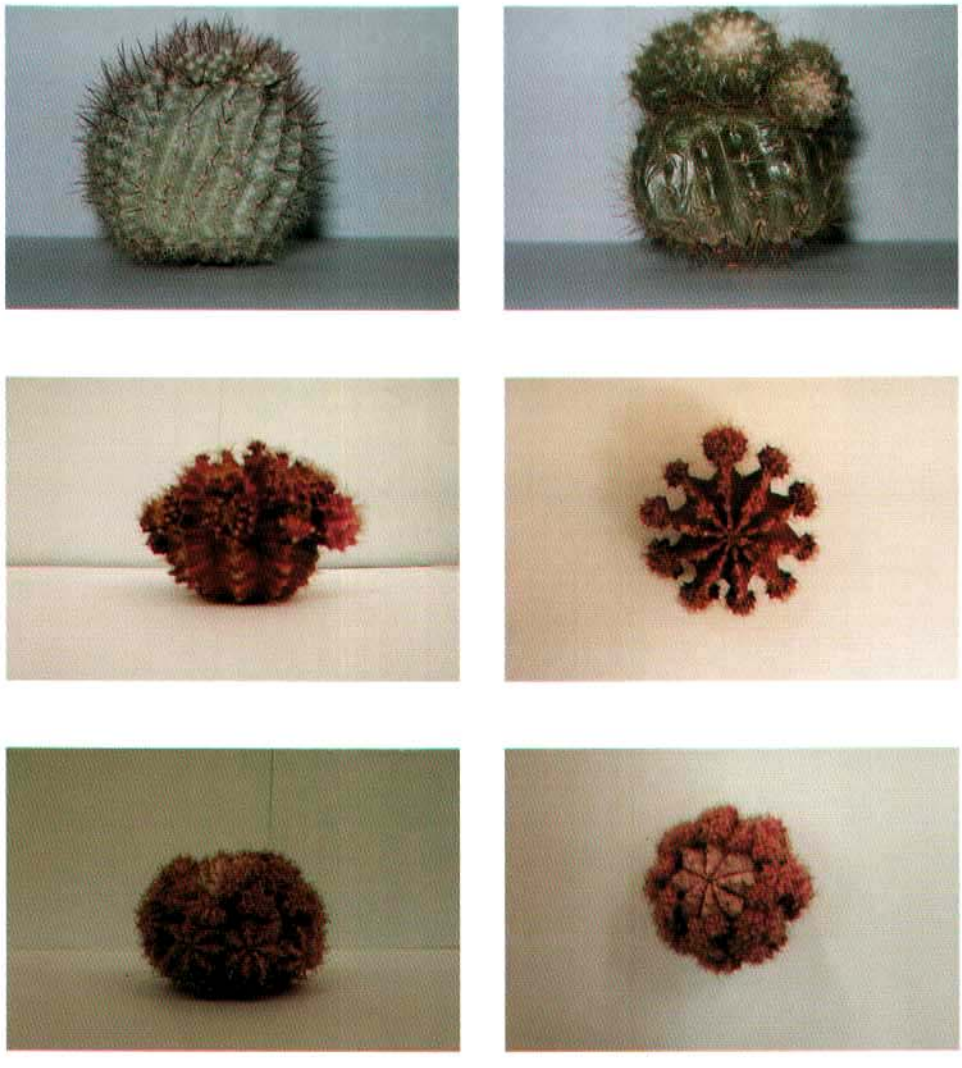


Fig. 14. Grafting cactus(*Bimoran* and *Sojeong)* treated by freeze drying.

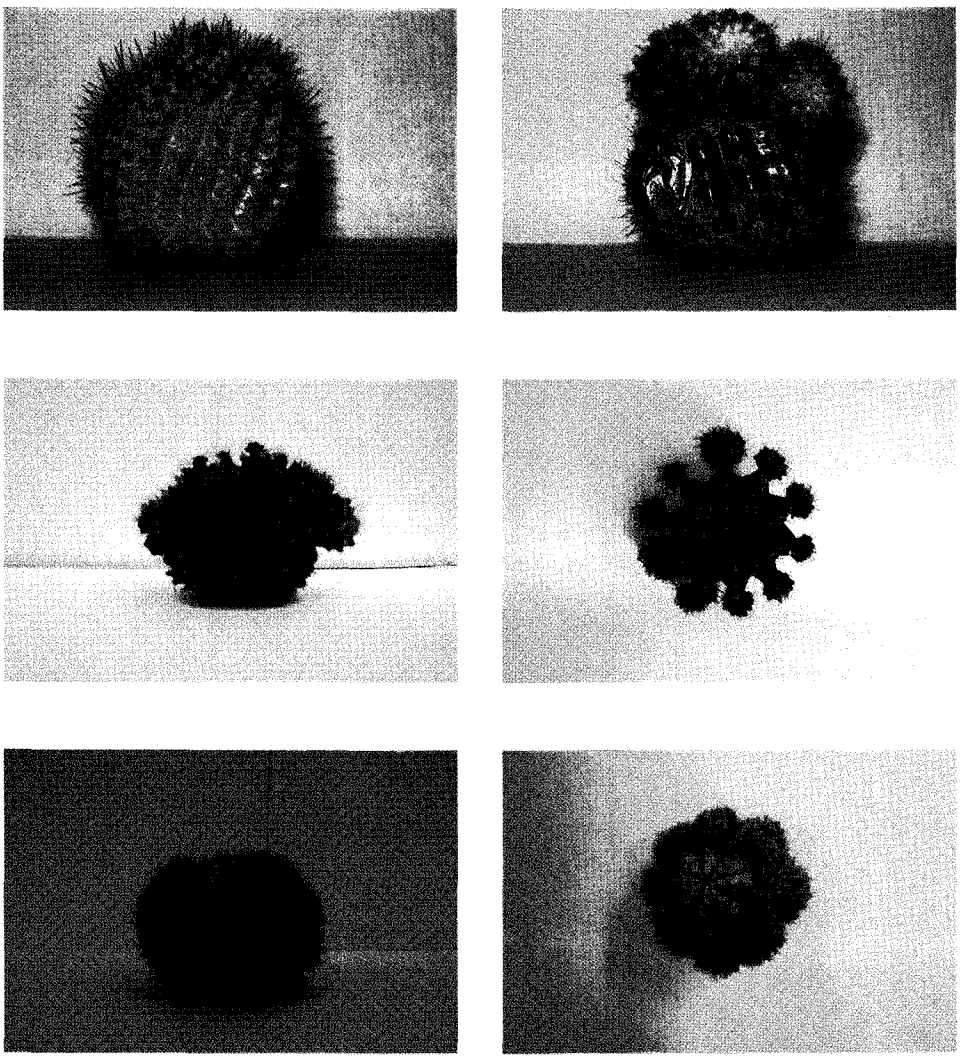


Fig. 14. Grafting cactus(*Bimoran* and *Sojeong)* treated by freeze drying.

다. 변색 수준 비교

일반적으로 betalain은 겉보기에는 anthocyanin이나 flavonoid와 비슷한 구조를 가지고 있는 일군의 화합물로, 과거에는 질소함유 anthocyanin이라고 불렀으나 현재에는 그 계통이나 구조들이 다른 색소임이 밝혀졌다.

Betalain은 선인장 열매, 사탕무, 홍당무 등의 야채류에 존재하며, 여기서 얻은 빨간색 및 노란색 색소는 betalain으로 알려져 있고 빨간색의 betacyanin과 노란색의 betaxanthin으로 구성되어 있다. Betalain에 속하는 색소는 대체로 산성에서 빨간색 또는 황색을 나타내며, pH 4.0~6.0사이에서 가장 안정하다.

본 실험에서는 시판품 beet red(Song eun commercial co., Ltd)를 이용하여 정량하였다. 동결건조전의 선인장의 적색 외피에서 추출된 betalain은 3.30 mg%으로 동결건조 후의 시료와 비교해보았을 때 DF-100 0.5%, Glycerin 50%의 처리구에서 3.01 mg% 및 3.05 mg%로 측정되어 손실율이 가장 적게 나타났으며, 90℃에서 10분간 blanching한 처리구, 명반 0.5% 및 NaClO 0.5% 처리구를 제외한 나머지 모든 처리구가 무처리한 접목선인장보다 건조처리후의 색소 보유율이 높음을 알 수 있었다. DF-100은 천연항균제로서 betalain 색소의 안정화에 기여하여 색소 손실을 최소화시켰으며 glycerin 은 전처리시 선인장을 코팅시키는 역할을 한 것으로 볼 수 있다.

또한, red색 비모란에 있어 동결건조 전후의 색도 변화를 측정한 결과에서도 동결건조 후에는 명도를 나타내는 L값이 모든 처리구에서 증가되었다(Table 16). 색소의 손실을 최소화하기 위해 전처리과정에서 여러 가지 화학적 처리와 blanching을 적용시켜 보았는데 동결건조 후 선인장은 전반적으로 적색을 유지하고 있으나 고유한 색보다는 다소 표면색이 옅어짐을 보였는데 이로 인해 L값은 높게 나타났다. 건조 전 L값이 33.85인데 비해 90℃에서 10min동안 blanching을 시행한 처리구에서 55.35로 가장 높은 값을 나타내었으며 Barodon 5%에서 가장 낮은 값을 보여주었다.

그리고 90℃에서 10min동안 blanching을 시행한 처리구에서는 황색도를 나타

내는 b값이 다른 처리구에서는 모두 음(-)의 값으로 건조전과 차이를 나타내는데 비하여 변화가 가장 적게 나타났다. L, b값과 비교하여 적색도를 나타내는 a값은 크게 변화는 없었는데 일부 glycerin 50%를 포함한 처리구에서는 낮아졌으나 명반 0.5%,등을 처리한 시료에서는 다소 높은 값을 나타내었다. Hunter 색도계를 이용하여 얻은 L, a, b값으로 Lab 공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표현되는 색차(ΔE)값으로 두 색을 비교한 결과 L, b값이 동결전후에 다소 차이를 보여 ΔE는 1.88~21.58의 결과를 나타내었다. 색도에서는 동결건조과정 중 색상이 흐려지는 문제가 가장 보완되어야 할 것으로 보여진다.

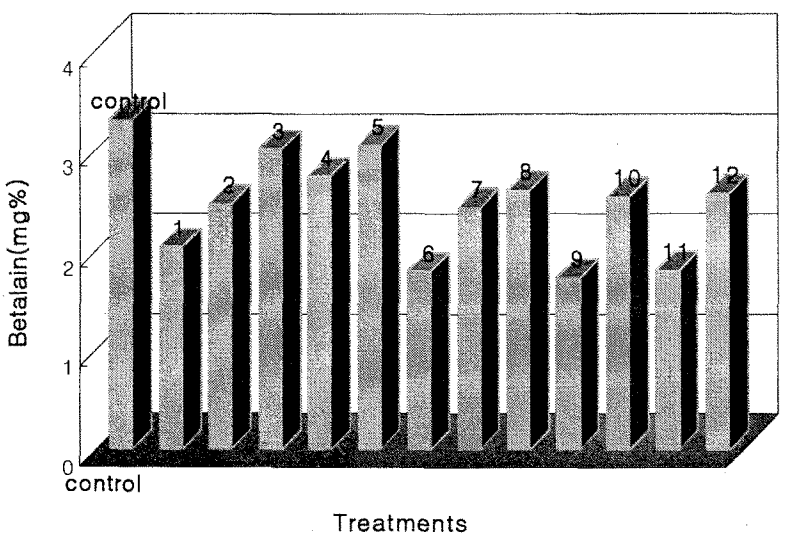


Fig. 16. Changes in betalain contents of red *Bimoran* freeze-dried after various treatments.

1. Untreated 2. DF-100 0.2% 3. DF-100 0.5% 4. Barodon 5%
5. Glycerin 50% 6. NaClO 0.5% 7. Benzoic acid 2% 8. Benzoic acid 5%
9. Alum 0.5% 10. Formalin 10% 11. 90℃-10min blanching
12. 60℃-30min blanching

Table 16. Changes in color values of red *Bimoran* freeze-dried after various treatments

Treatments	Color value			ΔE
	L	a	b	
Fresh	33.85±2.42	41.19±3.97	13.47±0.58	-
Untreated	49.73±3.12	40.60±2.43	-1.67±0.60	15.90
DF-100 0.2%	49.79±2.33	43.24±1.11	-0.74±1.23	16.20
DF-100 0.5%	48.00±3.16	41.67±2.21	-3.90±0.14	14.17
Barodon 5%	45.21±1.25	43.63±1.47	-2.69±0.56	11.88
glycerin 50%	49.37±3.48	37.98±3.93	-0.83±0.68	16.17
NaClO 0.5%	50.99±1.86	43.17±0.62	-.2.29±0.80	17.37
Benzoic acid 2%	49.09±2.01	42.91±1.81	-2.94±0.17	15.44
Benzoic acid 5%	47.84±1.48	42.69±2.09	-1.01±0.77	14.15
Alum 0.5%	48.03±1.15	45.36±0.50	-2.79±0.50	15.36
Formalin 10%	50.86±3.66	40.63±2.17	-6.75±1.13	17.03
90℃-10min blanching	55.35±0.28	39.90±0.67	8.68±0.77	21.58
60℃-30min blanching	50.58±0.59	41.24±1.04	-2.34±1.21	16.74

제 3 절 접목선인장의 색소 분석

Betalain은 대략 선인장 등 10개 科에 제한적으로 분포되어 있는 alkali성 색소 그룹이다. 색은 적자색에서 황색을 띠며 곰팡이, Muscaaurin I 및 II, muscaflavin 등이 betalain-like 색소를 가지는 것으로 알려져 있다. Betalain과 anthocyanin은 특성상 유사성이 높지만 각기 다른 생화학적 합성경로를 통해 생합성된다. 현재까지 알려진 betalain은 약 50종의 적색인 betacyanin과 20종의 황색인 betaxanthin으로 분류되며 anthocyanin류의 적색색소와 구별되는 천연적 색색소로 소개되고 있다. Betacyanin은 모든 diazoheptacyanin structure(Fig. 17)의 유도체이다. 색은 Fig. 18에 나타낸 바와 같이 이러한 공명구조에 기인한 것이다. R 또는 R′ 그룹이 공명을 여기하면 betanin에서와 같이 적색이 된다. 공명이 여기되지 않으면 vulgaxanthin(Fig. 19)에서와 같이 황색이 된다. Betacyanin은 aglycon betanidin과 isobetanidin 및 드문 형태의 2-deceboxybetanidin을 함유한다. Glycon은 대부분 glucose, 드물게는 sophorose 및 rhamnose와 결합되어 있다. 또한 betacyanin 분자는 sulfuric, malonic, 3-hydroxy-3-methyl-glutaric, citric, *p*-coumaric, ferulic, caffeic 또는 synapic aic와 아실화되어 있다.

중심자목(centrospemae)은 betalains을 flavonoids 대신에 가지며 석죽목(caryophyllales)에서도 Molluginaceae, Caryophyllaceae를 제외하고는 10개과가 안토시안이 아닌 betalain을 가진다. 또한 선인장과(Cactus)는 다른 목에 속해 있었는데 betalain을 가진다. Red beet(*B. vulgaris*), chard(*B. vulgaris*), cactus fruit(*Opunia ficus-indica*) 및 porkberry(*P. americana*)의 betacyanin은 식품첨가물로 사용되고 있다.

식품첨가물로 허용되어 있는 red beet extract의 원료인 red beet은 약 75 ~ 95%의 betanin을 함유하고 있으며 나머지는 isobetanin, prebetanin 및 isoprebetanin이다. 후자의 2가지는 각각 betanin과 isoprebetain의 sulfate

monomer이다. Beet는 대개 red betacyanin과 yellow betaxanthin을 모두 가지고 있다. 식물계에서 anthocyanin과 betacyanin은 현재까지 동일한 식물에서 분포되어 있다는 보고는 없다.

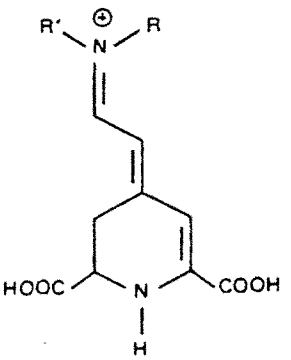


Fig. 17. Diazoheptamethin structure.

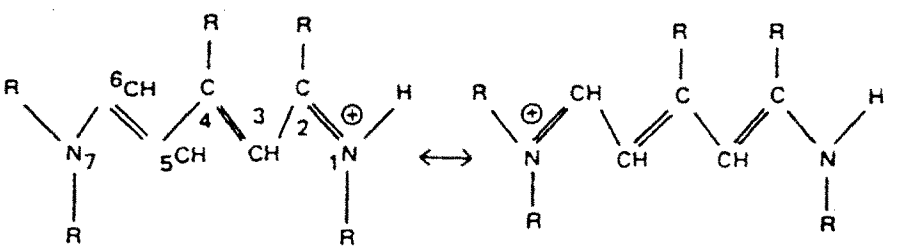


Fig. 18. Betacyanin resonating structure.

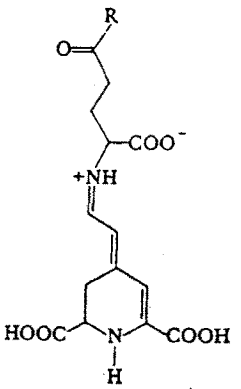


Fig. 18. Structure of vulgaxanthine-1(R=NH_2) and vulgaxanthin-2(R=OH)

1. Betalain계 색소의 분리 및 특성

Fig. 4에 따라 분리하여 동결건조한 핑크색 비모란(Sample A) 및 적색 비모란(Sample B)의 용매의 polarity에 따른 용해도는 Table 17과 같다. Sample A 및 Sample B 모두는 polarity index 5.2 이상의 용매에서만 용해되는 것으로 나타났으며 극성이 비교적 강한 용매에만 용해도를 나타내어 betalain의 일반적인 특성에 부합하는 결과를 나타내었다.

추출한 Sample A와 Sample B의 흡수 스펙트럼은 Fig. 20에서와 같이 최대 흡수대는 Sample A의 조색소는 534nm이었으며 Sample B의 조색소는 530nm 이었다. 이는 통상적인 betacyanin 계통의 색소가 보이는 최대 흡수대 535nm 부근과 일치하는 결과를 나타내어 주 색소가 betacyanin 계통임을 알 수 있었다. 한편 476nm 부근에서는 흡수 피크를 보이지 않아 betaxanthin 계통의 황색 색소의 거의 존재하지 않는 것으로 나타났다.

2개의 주 peak와 3개 정도의 작은 peak로 검출된 Fig. 21의 red beet extract

의 betalain 크로마토그램은 Schwarz 등의 결과 거의 일치하여 본 HPLC 분석 시스템이 betalain의 분석에 적합하다는 것을 알 수 있었다. μ-Bondapak C18로 분리한 각 성분은 Sample A의 경우 peak 1이 전체의 53%를 그리고 peak 2가 28% 가량으로 약 2:1(면적비)의 비율로 존재한다는 것을 알 수 있었다(Fig. 22).

각 peak의 흡수 스펙트럼을 측정한 결과 peak 1 및 2가 모두 534mn를 나타내어 두 가지 성분 모두 betacyanin 계통임을 간접적으로 알 수 있었다(Fig. 23).

Sample B의 HPLC 크로마토그램 패턴은 Sample A와는 다소의 차이를 나타내었으며 peak 2와 3을 완전히 분리할 수 없었다(Fig. 24). 면적비로는 peak 1은 전체의 43%를 그리고 peak 2와 3은 각각 23% 및 17% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 흡수 스펙트럼을 분석한 결과 peak 1, 2 및 3은 모두 530nm에서 최대 흡수대를 보였으나 peak 4는 534nm의 최대 흡수대를 나타내는 것으로 나타났다(Fig. 25).

Sample 1 및 2의 TLC 분석 결과는 Fig. 26과 같았다. Sample 1은 3개의 band로 분리가 이루어져 확인되었으나 Sample 2는 적색의 2개 band만이 확인되었다.

결론적으로 Sample 1과 Sample 2의 적색 색소는 betacyanin 계통의 색소로 확인되었으며 색의 차이는 구성성분의 함량과 조성 차에 의한 것으로 판단된다.

Table 17. Solubility of extracted betalain pigment on various solvent with different polarity

Solvent	Polarity Index	Solubility of extracted pigment	
		Betalains from pink *Bimoran*	Betalains from red *Bimoran*
N-hexane	0.0	IS	IS
Isopropyl ether	2.2	IS	IS
Benzen	3.0	IS	IS
Methylene chloride	3.4	IS	IS
Butanol	3.9	IS	IS
Tetrahydrofuran	4.2	IS	IS
Ethyl acetate	4.3	IS	IS
Methyl acetate	4.4	IS	IS
Cyclohexanone	4.5	IS	IS
Ethanol	5.2	S	S
Pyridine	5.3	S	S
Acetone	5.4	S	S
Acetonitrile	6.2	S	S
Acetic acid	6.2	S	S
Methnol	6.6	S	S
Water	9.0	S	S

*S : Soluble, IS : Insoluble

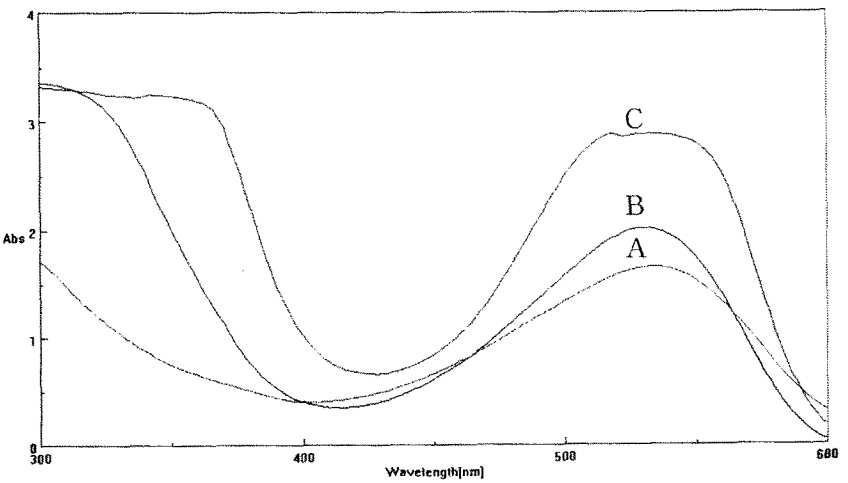


Fig. 20. Absorption spectra of red beet extract and freshly extracted betalains from *Bimoran*.

A : Red beet extract

B : Pink ***Bimoran***

C : Red ***Bimoran***

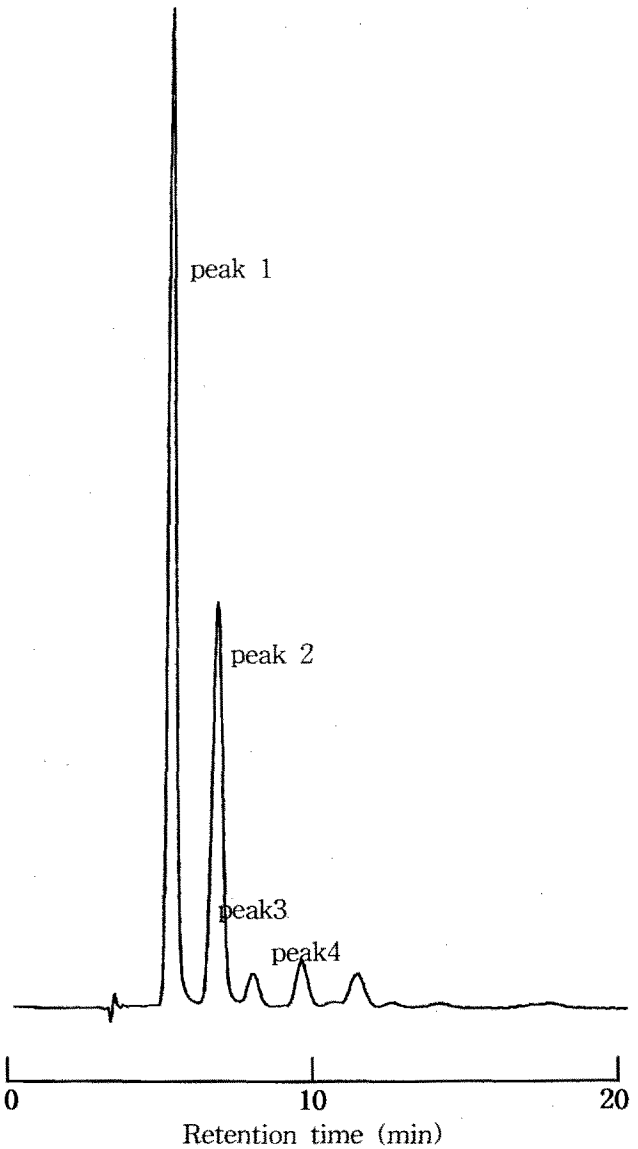


Fig. 21. HPLC profile of freshly extracted from red beet extract

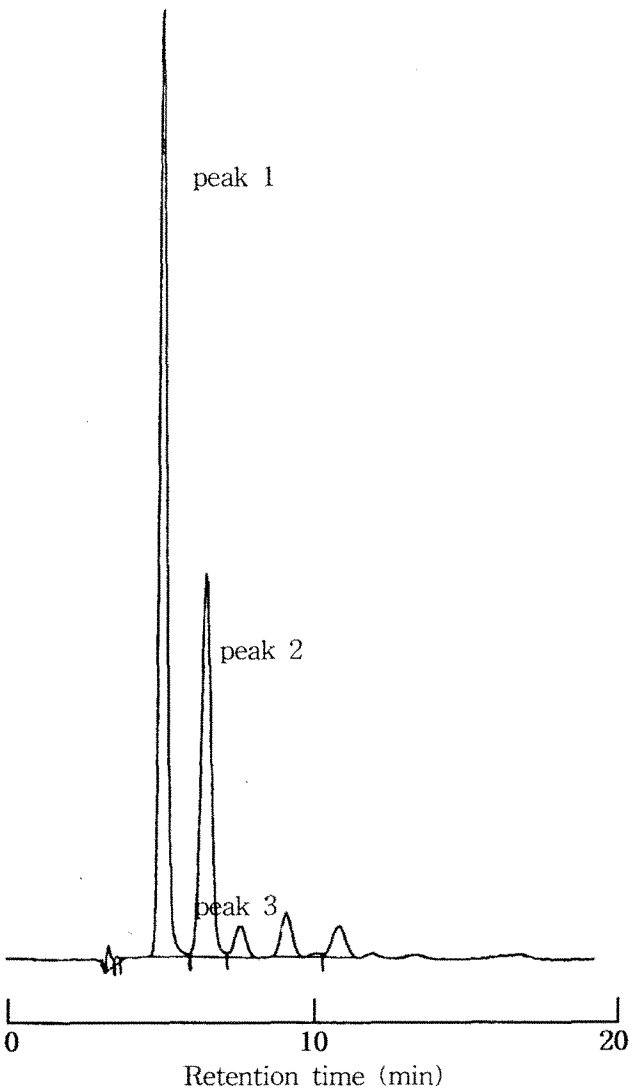


Fig. 22. HPLC profile of freshly extracted from pink *Bimoran*

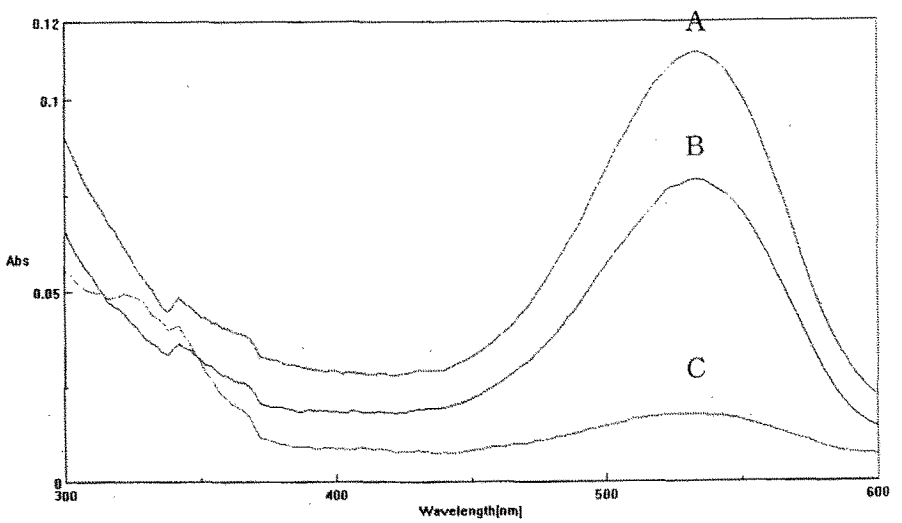


Fig. 23. Absorption spectra of each peaks separated from pink *Bimoran* by HPLC.
A : peak 1
B : peak 2
C : peak 3

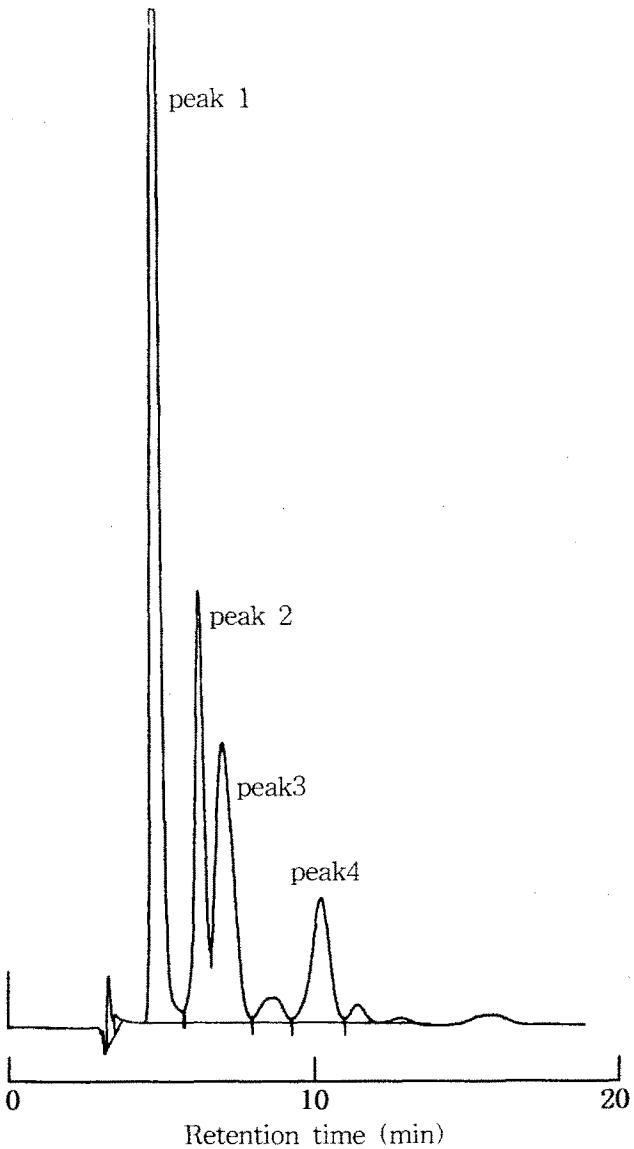


Fig. 24. HPLC profile of freshly extracted from red *Bimoran*

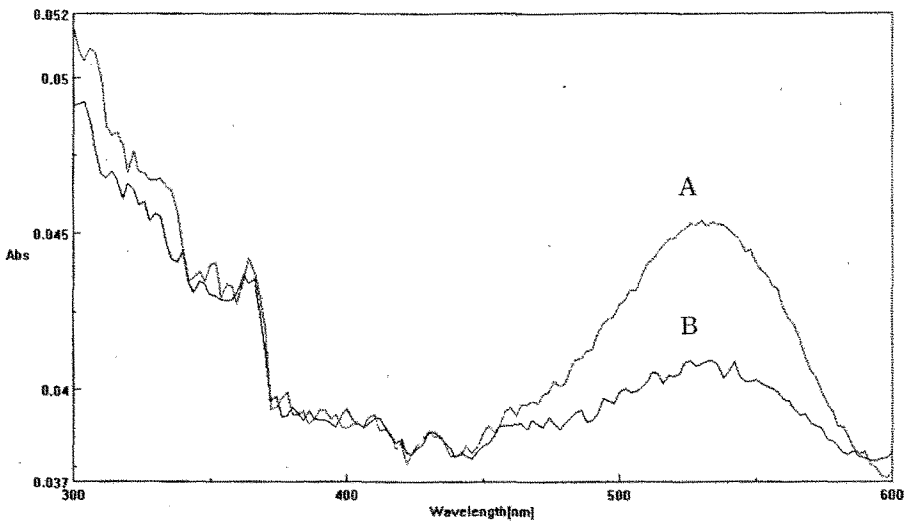


Fig. 25. Absorption spectra of each peaks separated from red *Bimoran* by HPLC.
A : peak 1
B : peak 2

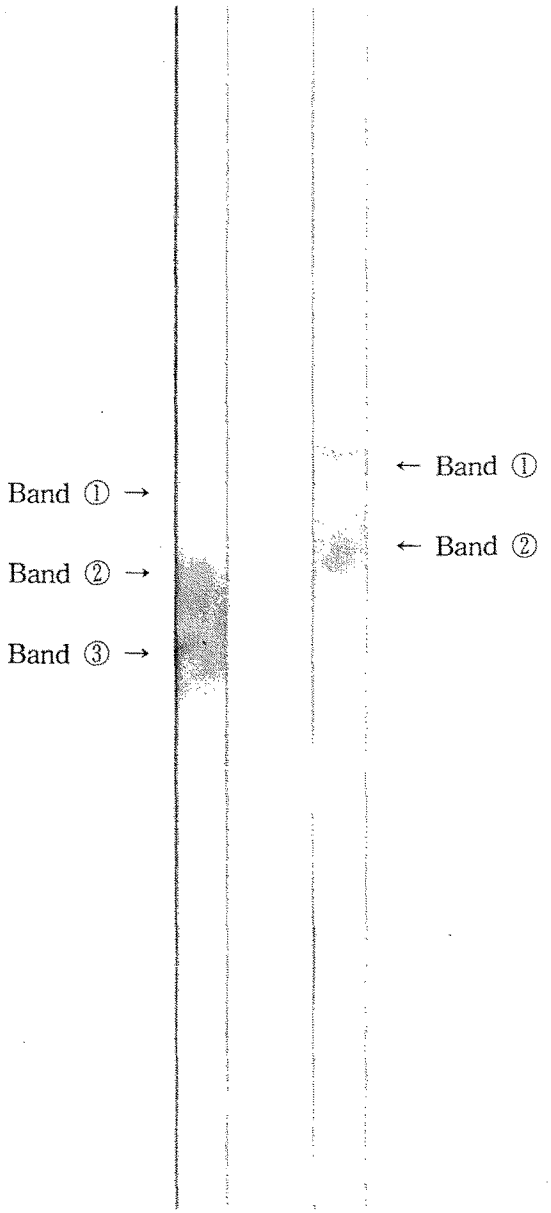


Fig. 26. TLC chromatogram of isolated betalains
A lane: pink *Bimoran*, B: red *Bimoran*

2. Chlropyll 및 carotenoid 색소의 분리 및 특성

산취(Sample 3) 및 소정(Sample 4)의 조색소 UV/VIS 흡수 스펙트럼은 Fig. 27에서 보는바와 같이 Sample 3의 조색소는 662nm, 618nm 및 580nm의 최대 흡수대를 나타내어 chlorophyll a 및 chlorophyll b의 최대 흡수대인 660~664nm, 614~615nm, 576~589nm 부근과 일치하는 흡수대 패턴을 나타내었다. 또한 Sample 4의 경우도 664nm, 618nm 및 584nm 부근에서 강한 흡수대를 나타내어 chlorophyll a 및 chlorophyll b와 거의 일치하는 것으로 나타났다.

ODS HPLC colum으로 분리한 실험결과, Fig. 28에서 보는 바와 같이 Sample 3에는 chlorophyll a가 면적비로 18%, chlorophyll b가 6% 가량 함유되어 있으며 약 5% 가량의 β-carotene을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 산취는 chlorophyll은 함유하고 있으나 그 함유량이 통상적인 식물에 비해 적기 때문에 엷은 황색 계통의 녹색을 띄는 것으로 판단된다.

Sample 4의 HPLC 크로마토그램은 Fig. 29와 같으며 Sample 3과는 달리 chlorophyll a가 전체 면적비 36%, chlorophyll b가 14% 가량을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 또한 β-carotene은 9% 가량이 함유되어 있었다. Sample 3과 Sample 4의 chlorophyll 및 β-carotene 외의 분리된 물질은 본 실험에서는 확인되지 않았지만 비극성 용매에 강한 용해도를 보이는 점을 고려하고 McGhie 등에 따르면 antheraxanthin, lutene 등의 물질이 가능성이 높은 것으로 판단되며 특히 Sample 3의 경우 황색 계통의 색을 나타내는 zeaxanthin, lutein 등의 carotenoid류로 생각된다.

TLC로 색소를 분리한 결과 Fig. 30 및 Fig. 31에서 같이 Sample 3 및 Sample 4에서 chlorophyll a, chlorophyll b 및 β-carotene과 일치하는 band를 확인할 수 있었으나 용매 전개 상단부와 함께 이동하는 소량의 황색 물질에 대해서는 확인이 어려웠다.

결론적으로 Sample 3의 녹색을 띤 엷은 황색은 chlorophyll a, chlorophyll b에

의한 녹색과 β-carotene에 의한 것으로 판단되며, Sample 4의 짙은 녹색은 chlorophyll a와 chlorophyll b에 의한 것으로 확인되었다.

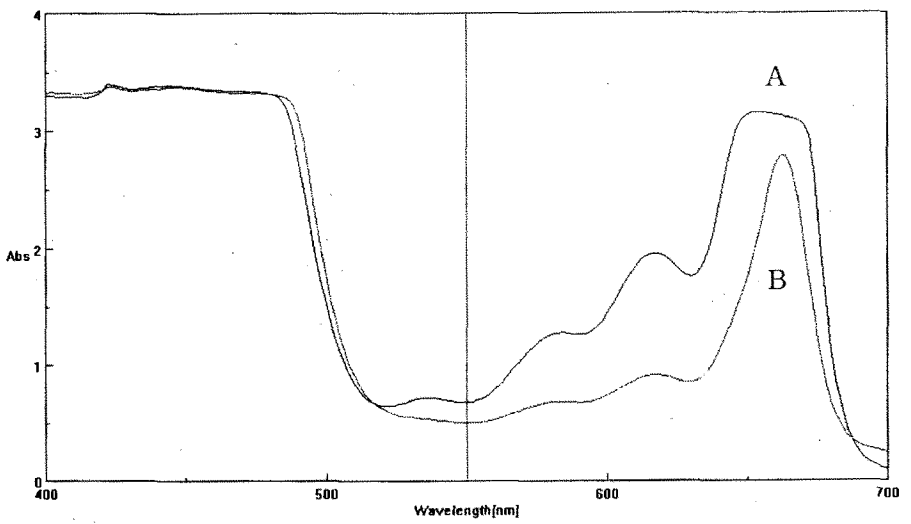


Fig. 27. Absorption spectra of freshly extracted grafting cactus.
A : *Sanchwi*, B : *Sojeong*

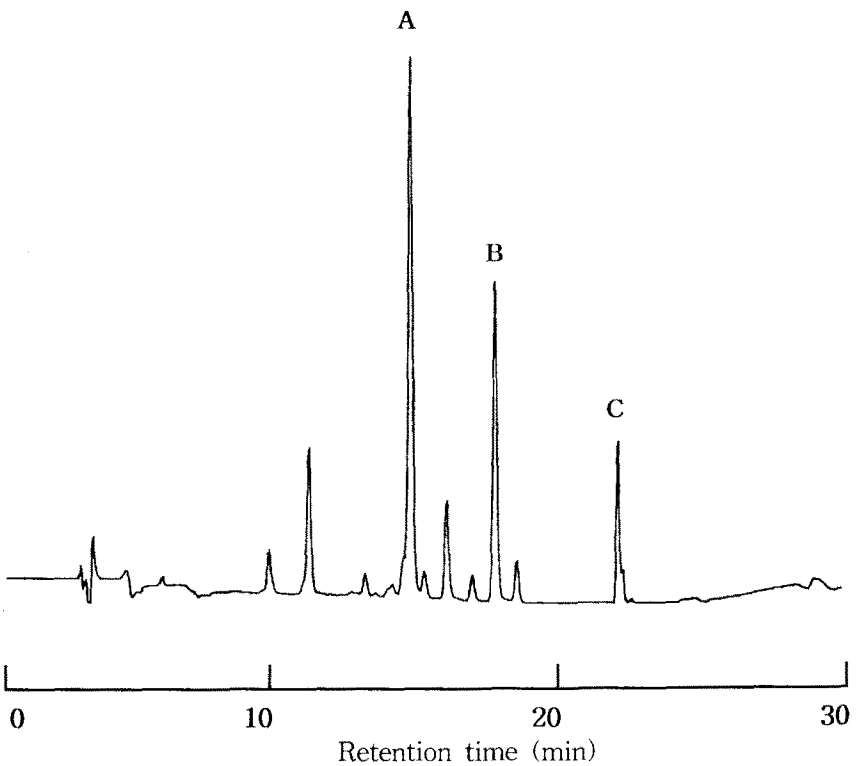


Fig. 28. HPLC separation of chlorophylls and carotenoid from *Sanchwi*.

A : Chlorophyll a

B : Chlorophyll b

C : β-carotene

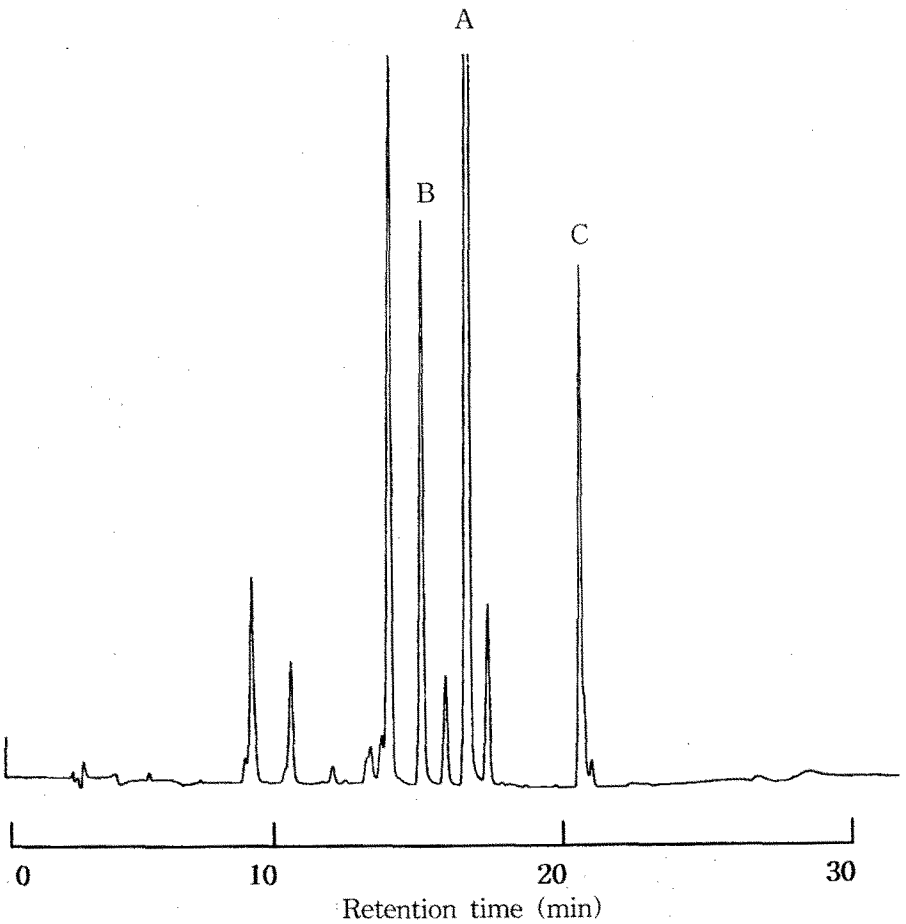


Fig. 29. HPLC separation of chlorophylls and carotenoid from *Sojeong*

A : chlorophyll a

B : chlorophyll b

C : β-carotene

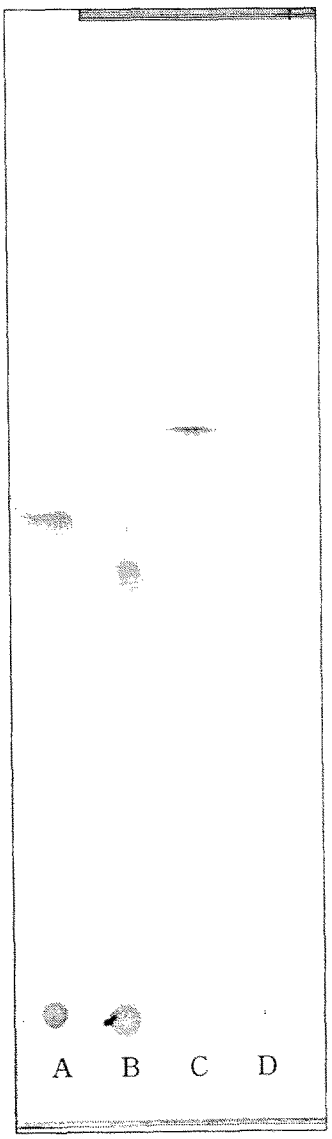


Fig. 30. TLC chromatogram of isolated chlorophylls and β-carotene.
A : chlorophyll a, B : chlorophyll b
C : β-carotene, D : *Sanchwi*

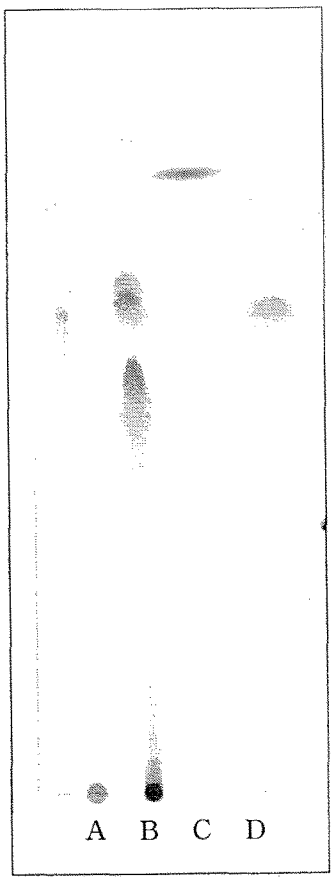


Fig. 31. TLC chromatogram of isolated chlorophylls and β-carotene.
A : chlorophyll a, B : chlorophyll b,
C : β-carotene, D : *Sojeong*

제 4 절 전처리 조건에 따른 변형 및 변색 억제 시험

1. 접목선인장의 동결건조에 의한 색소 안정화 설정시험

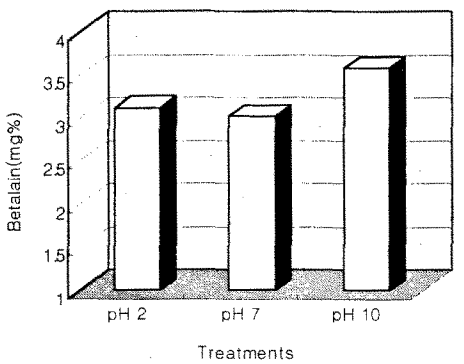
가. pH에 의한 영향

전해산화수와 에탄올로서 pH 2, 7, 10으로 조절하여 동결건조중 접목선인장의 색소에 미치는 영향을 분석한 결과는 Fig. 32 및 33과 같다. Fig. 32는 적색 비모란의 색소인 betalain 함량을 측정한 값으로서 pH 7에서 색소함량이 가장 낮았으며 pH 10에서 3.58 ㎎%로서 동결건조후의 함유량이 가장 많은 것으로 나타났다. Fig. 33에서는 핑크색 비모란에서 붉은 색소의 함량을 조사한 것으로서 적색 비모란과 동일하게 pH 10에서 2.98 ㎎%로 betalain 색소 함량이 가장 안정한 것으로 나타났다.

이와 같은 색소 안정화에 관한 연구는 선인장(*Opuntica Ficus-indica*) 열매의 적색 색소 중 하나인 betanin은 빛과 열에 의해 쉽게 파괴되는 특성을 가지므로 정 등은 안정성을 향상시키기 위한 시험을 한 결과, pH 4와 5에서와 0.15M의 과당 첨가시 색소의 안정화 현상을 나타내었고 100, 500ppm의 ascorbic acid는 항산화 효과를 보여 색소의 안정성을 상승시켰다. 그리고 신 등은 손바닥선인장 열매에서 betanin 색소의 안정성을 향상시키기 위해 가열시, pH에 따른 변화와 당알콜, 페놀 화합물, 아미노산 및 비타민 C 유도체를 첨가하여 색소 안정성을 조사한 결과, pH 4.2와 5.2에서 cycstein과 ascorbic acid를 첨가하였을 때 효과가 가장 좋았으며, cystein과 ascorbic acid를 병용하여 사용하였을 때 단독으로 사용한 것보다 효과가 있었다. 또한, 당알콜과 페놀화합물 및 cystein을 제외한 아미노산은 색소안정성에 효과가 없었으며, 손바닥선인장 열매의 색소 재생(regeneration)은 pH 4.2와 5.2에서 가장 크게 나타났다고 보고한 바 있다.

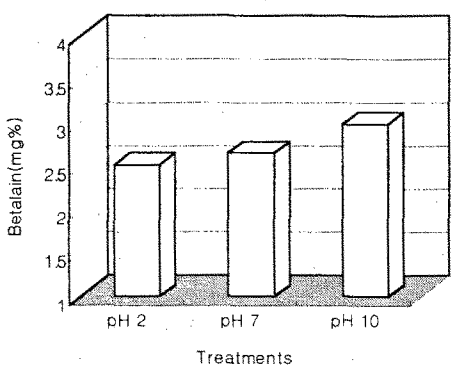
한편, 일반적으로 정제된 색소의 안정성에 대한 보고에 있어 anthocyanin의 경우 pH 1.0정도의 산성용액에서 안정한 flavylium caution이 형성되며 pH 6.0~

8.0에서의 알칼리 수용액 상태에서는 pH에 의한 anthocyanin의 구조적 변화에 기인하여 변색을 일으킨다고 알려져 있으나 신선한 접목선인장을 전혀 파괴하지 않은 상태에서의 실험결과에서는 앞서 설명한 내용과는 다소 다른 결과를 보여주었다.



Initial: 3.78 mg%

Fig. 32. Effect of pH on betalain pigment of red *Bimoran*.



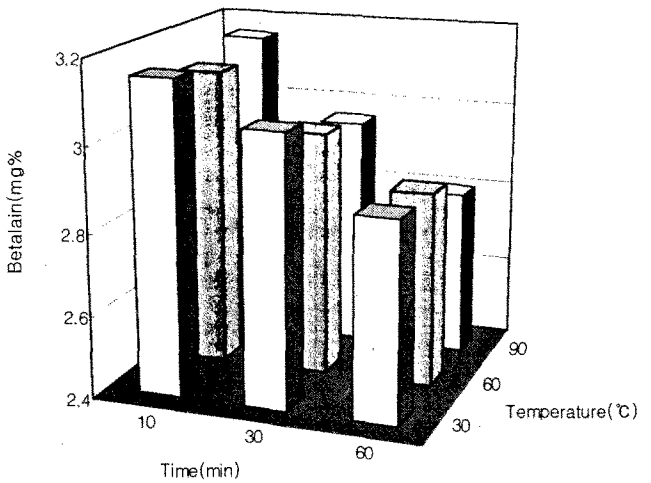
Initial: 3.05 mg%

Fig. 33. Effect of pH on betalain pigment of pink *Bimoran*.

나. 가열온도에 의한 영향

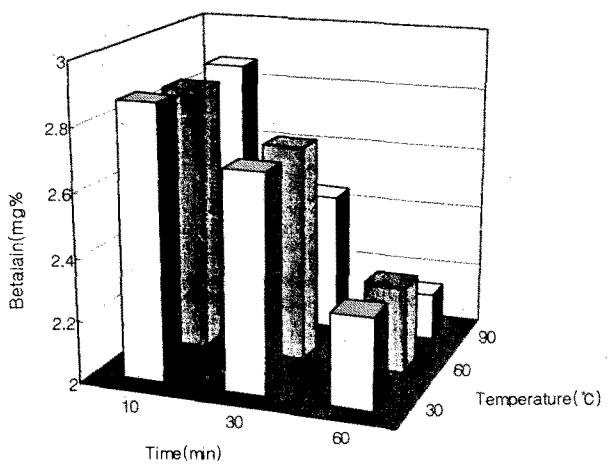
30, 60 및 90℃의 온도에서 10, 30, 60분 동안 접목선인장을 침지 가열하여 전처리한 결과는 Fig. 34 및 35와 같다. 일반적으로 온도보다는 가열시간이 색소의 보유량에 큰 영향을 주었는데 모든 온도에서 가열시간이 길어질수록 색소의 감소량이 증가함을 볼 수 있었다. 적색 비모란에서 betalain 함량을 조사한 결과에서는 90℃에서 10분간 처리한 시료에서 3.15 ㎎%으로 가장 높은 수치를 나타내었고, 90℃에서 60분간 가열했을 경우에는 2.80 ㎎%로 가장 낮은 수치를 보여주었다. 핑크색 시료에서도 적색 시료와 거의 유사하게 가열온도에 따른 차이보다는 가열시간에 다른 차이가 더 크게 작용함을 알 수 있었다. 90℃에서 10분간 처리한 시료와 30℃에서 10분간 처리한 시료에서 2.87 ㎎%로 나타내었고 60℃에서 10분간 가열처리시 2.85 ㎎%로 가열처리에 따른 차이는 매우 미미하게 나타남을 보여 주었다. 90℃에서 60분간 가열하여 동결건조 처리한 경우에 2.15 ㎎%로 가장 낮은 값을 보여주었다.

이러한 결과는 Attoe 등이 red beet에서 분리한 betanine이 공기와 접촉한 환경에서는 질소에 접촉한 환경에서 보다 색소의 분해가 빠르게 진행된다고 보고한 바와같이 가공 공정상에서 가열처리와 공기와의 접촉은 betalain 색소의 산화를 가속시키는 요인이 될 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 김 등이 보고한 열처리 온도에 따른 betanin 색소의 산화에 대한 항산화 효과는 온도가 높을수록 크며, 처리시간이 경과할수록 항산화 효과가 감소되는 것과 일치하였다.



Initial: 3.26 mg%

Fig. 34. Effect of heating temperature and time on betalain pigment of red *Bimoran*.



Initial: 3.05 mg%

Fig. 35. Effect of heating temperature and time on betalain pigment of pink *Bimoran*.

다. 산 및 알칼리성 첨가물에 의한 영향

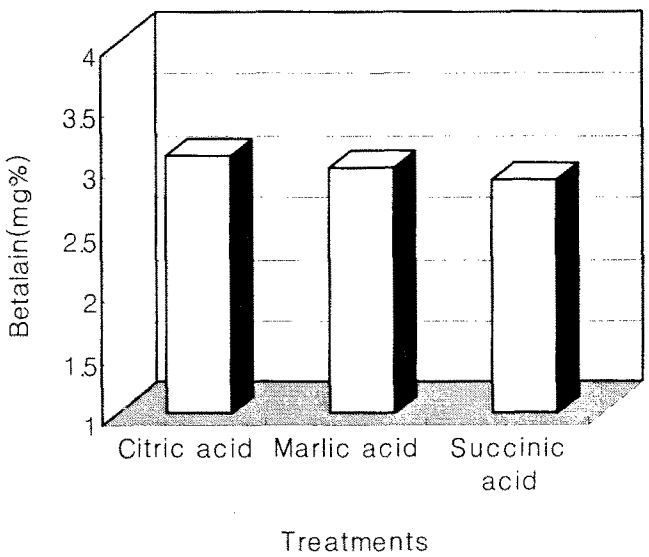
Table 18에서 보는 바와같이 동결건조 처리후 ethanol 처리구에서 red 비모란은 초기치의 95% 수준, 핑크색 비모란도 초기치의 95% 수준으로 색소 안정화가 가장 우수하게 나타났으며 그 다음이 glycerin 50%, barodon 5% 및 formalin 10% 처리구에서 초기치의 90% 이상의 수준으로 신선한 접목선인장과 유사한 정도의 색소함량을 보여주었는바, 첨가물에 있어 특정한 산 및 알칼리를 구분하여 색소 안정화에 우수하다고 판단할 수 있는 결과는 나타나지 않았다. 한편, 과일주스의 영양 강화제 또는 산화방지제로써 이용되는 ascorbic acid가 적색 계통의 anthocyanin 색소 파괴에 중요한 인자로써 작용한다는 것은 Beattie와 Pederson 등에 의해 제시된 바 있으며, 나 등이 보고한 Comet radish의 anthocyanin 색소도 ascorbic acid 함량이 증가할수록 색소의 잔존율은 감소한 것과 일치한 결과를 보여 주었다.

Table 18. Effect of alkaline and acidic additives on betalain pigment of *Bimoran*

	Treatments	Pigment contents(mg%)	
		Red	Pink
Control	Fresh	3.78±0.25	3.33±0.15
	Untreated	2.78±0.33	2.64±0.11
Alkaline additives	Posphates salt 1% (pH 12.5)	2.39±0.25	1.98±0.18
	Barodon 5% (pH 11.97)	3.39±0.41	3.12±0.28
	NaOCl 0.5% (pH 11.59)	2.74±0.24	2.88±0.15
	Ethyl alcohol (pH 8.38)	3.58±0.17	3.18±0.37
Acidic additives	Glycerin 50%(pH 6.2)	3.42±0.15	3.10±0.09
	Formalin 10% (pH 5.68)	3.26±0.20	3.14±0.28
	Alum 0.5% (pH 3.65)	2.78±0.26	3.05±0.36
	DF-100 0.5% (pH 3.45)	3.45±0.21	3.00±0.07
	Benzoic acid 5% (pH 2.37)	3.16±0.33	3.06±0.10
	Ascorbic acid 1% (pH 2.27)	2.66±0.43	2.96±0.14

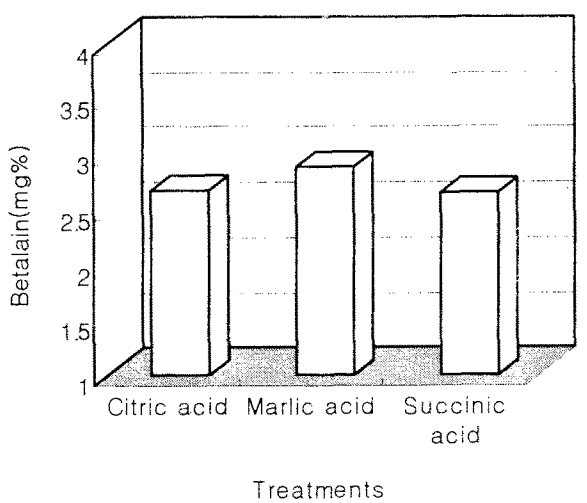
라. 유기산에 의한 영향

유기산은 향료증강, 보존성효과 증강, pH의 조절, 갈변방지, 절단된 과일과 야채류의 변색방지 등에 이용되어지고 있는 것으로 본 실험에서는 다양한 유기산중에서도 citric acid, malic acid, succinic acid 등의 유기산처리를 통해 이들의 영향을 조사하였다. Fig. 36 및 37에서 보는 바와같이 1% citric acid, malic acid, succinic acid의 동결건조 처리후 전처리 효과를 나타내었는데 적색 비모란에서는 citric acid에 의해 3.08 mg%의 betalain 함량을 보임으로써 색소 안정화가 가장 우수하게 나타났으며 succinic acid가 2.88 mg%로 손실율이 가장 큰 것으로 측정되었다. 그리고 핑크색 비모란의 경우는 malic acid가 2.87 mg%를 나타냄으로써 가장 좋은 효과를 보여 주었다.



Initial: 3.12 mg%

Fig. 36. Effect of organic acid on betalain pigment of red *Bimoran*.



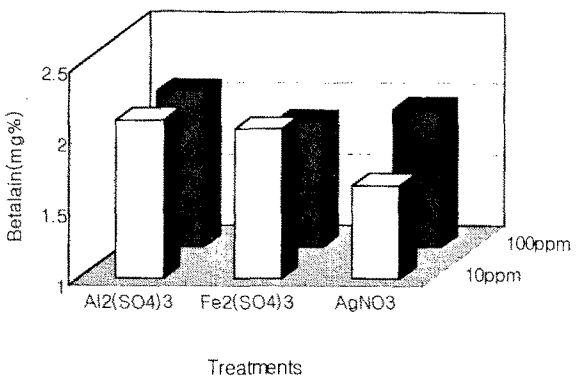
Initial : 3.05 mg%

Fig. 37. Effect of organic acid on betalain pigment of pink *Bimoran*.

마. 금속이온에 의한 영향

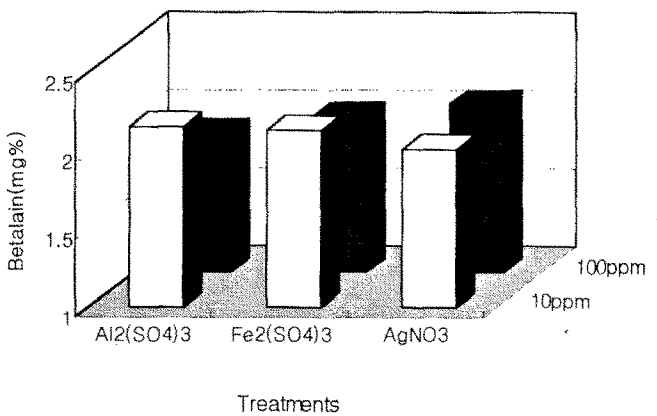
금속이온이 접목선인장 betalain 색소의 안정성에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Fig. 38 및 39와 같다. 즉, $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $AgNO_3$의 금속이온으로 10, 100ppm의 금속이온용액을 조제하여 적색 및 핑크색의 비모란을 침지 처리한 후 동결 건조하였다. Fig. 38 및 39의 결과에서 보는바와 같이 이온용액의 농도에 따른 유의성은 보이지 않으며 적색 시료에 있어 10 ppm의 $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$가 각각 2.15 및 2.13 ㎎%으로 색소의 손실이 가장 적게 나타났으며, 100 ppm의 $Al_2(SO_4)_3$는 1.89 ㎎%로 가장 손실이 크게 나타났다. 동결건조한 핑크색 시료에 있어서는 10 ppm 처리구의 경우 $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $AgNO_3$의 순서대로 각각 2.10, 2.04, 1.65 ㎎%로 나타났으며 100ppm 처리구에서는 $Al_2(SO_4)_3$ 가 2.09mg%로 색소 손실율이 가장 적은 것으로 나타났다.

이와같은 결과는 Starr와 Francis의 연구에 의하면 금속은 많은 천연 anthocyanin의 복합체를 형성하게 되고, Al^{3+}이온은 pH 2.7에서 색소 보호작용을 나타낸다고 보고한 것과 일치하였으나 일반적으로 0-dihydroxy group이 없는 pelagonin은 metal complex에 의한 intramolecular copigmentation을 형성할 수 없어 다른 0-dihydroxy group이 있는 anthocyanin에 비하여 안정성이 저하된다는 Abe 등의 연구와 일치된다고 판단되며, 또한 실제로 본 실험에서는 Al^{3+}, Fe^{2+}, Ag^{3+}이온에 의한 색소 잔존효과는 그다지 기대할 수 없는 것으로 여겨졌다.



Initial: 2.54mg%

Fig. 38. Effect of metal ions on betalain pigment of red *Bimoran*.



Initial: 2.65 mg%

Fig. 39. Effect of metal ions on betalain pigment of pink *Bimoran*.

2. 접목선인장의 다양한 전처리 조건별 변형 및 변색율 조사

가. 동결건조에 의한 수분함량의 변화

신선한 상태의 접목선인장꽃의 수분함량은 전반적으로 94.25~96.33% 수준으로 다량의 수분이 함유되어있는 식물이며 적색을 띠는 선인장의 수분함량이 다소 높았으나 그다지 큰 차이를 보이지는 않았다. 동결건조 이후 접목선인장꽃의 수분함량은 Table 19와 같이 3.85~8.26% 수준으로 급격하게 수분이 감소되었으며 glycerin 50% 처리구를 제외하고는 약 4% 수준의 수분함량을 보여주었다. 점성이 높은 glycerin 처리구는 접목선인장꽃 표면이 코팅됨으로써 수분이 건조되는 것을 저해시킨 것으로 보인다.

Table 19. Changes in moisture contents of freeze-dried grafting cactus after various treatments

Treatments		Moisture contents(%)			
		Red *Bimoran*	Pink *Bimoran*	*Sanchwi*	*Sojeong*
Fresh		96.33±0.25	95.61±0.12	94.87±0.54	94.25±0.26
Untreated		4.54±0.55	4.16±0.43	3.85±0.26	4.05±0.43
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	4.92±0.36	4.12±0.22	4.16±0.45	4.22±0.68
	pH 7	4.66±0.28	4.33±0.15	4.06±0.41	4.26±0.51
	pH 10	4.75±0.69	4.36±0.53	4.44±0.27	4.68±0.33
Barodon 5%		4.65±0.14	4.40±0.48	4.12±0.36	4.37±0.15
NaOCl 0.5%		4.34±0.51	4.37±0.41	4.00±0.25	4.29±0.12
Benzoic acid 5%		4.97±0.70	4.87±0.83	4.39±0.64	4.37±0.50
Glycerin 50%		8.26±0.65	6.25±0.39	7.36±0.58	7.00±0.36
DF-100 0.5%		5.12±0.63	4.96±0.36	4.72±0.34	4.69±0.64
Alum 0.5%		4.89±0.46	4.67±0.54	4.20±0.21	4.00±0.28
Formalin 10%		4.66±0.50	4.76±0.58	4.47±0.63	4.16±0.22
Ethyl alcohol		4.18±0.29	4.29±0.54	3.98±0.55	4.04±0.23
90℃-1 min blanching		5.05±0.43	4.95±0.61	4.65±0.48	4.59±0.65
60℃-3 min blanching		4.70±0.20	4.38±0.48	4.24±0.37	4.55±0.69

나. 동결건조에 의한 다양한 전처리 조건별 변형률 측정

접목선인장의 동결건조 과정을 통해 원형을 어느 정도 유지하고 있는지를 알아보고 전처리가 형태, 색상유지에 어느 정도의 효과를 얻을 수 있는지에 대해 컬러 영상처리 장치를 이용하여 분석을 한 결과를 Table 20, 21, 22 및 23에 나타내었다. 접목선인장에서 영상장치로 측정된 항목은 면적과 세로와 가로의 비로서 나타낸 종횡비, 최대 직경, 굴곡을 둘러싸는 둘레, 그리고 전체적인 굴곡의 완만함을 나타내는 원형도로서 분석하였다.

4가지 색상의 접목선인장 중에서 노란색을 띄는 산취는 동결건조 과정 중에서 가장 변형이 크다는 것을 볼 수 있었는데, 이는 산취는 유일하게 구형(求刑)이 아닌 오목볼록한 불규칙적인 형태를 이루고 있는 원인이 가장 크다고 할 수 있다. 변형률이 가장 적은 결과를 보인 것은 적색 비모란이며, 그 밖의 구형을 지닌 처리구에서는 전반적으로 동결건조 이후에도 원형과 거의 흡사하게 유지되었음을 볼 수 있었다. 그리고 다양한 전처리구 중에서는 glycerin, ethanol, barodon, alum 처리구가 좋은 효과를 보였으며, pH 처리구에서는 pH 10에서 가장 변형율이 낮은 것으로 나타났다.

한편, Table 24는 형태가 불규칙한 노란색의 산취를 제외한 구형(求刑)의 적색, 핑크색, 초록색 시료의 변형률 데이터를 전체적으로 통합하여 접목선인장꽃의 area, aspect, maximum diameter, perimeter의 항목에서 처리구간의 유의성을 알아본 결과이다.

Area를 측정한 결과에 있어서 60℃에서 30분간 blanching한 시료의 면적감소율이 7.82%로 유의적($p<0.05$)으로 큰 차이를 보였으며 DF-100으로 처리한 시료에서는 6.50%로서 면적감소율이 가장 적어 원형유지에 가장 효과가 있는 것으로 나타났고, 그 이외에 alum, ethanol, pH 8에서 전처리된 시료에서도 면적감소율이 비교적 적게 나타났다. 종횡비를 나타내는 aspect의 경우에도 90℃와 60℃에서 blanching한 시료의 변형률이 큰 것으로 측정이 되었고, pH 7 및 DF-100에서 전처리한 시료에서의 종횡비의 변형이 적은 것으로 조사되었다. Diameter(max)와 perimeter의 측정치에서는 분산분석의 결과 0.05%의 유의 수

준에서는 유의성이 없는 것으로 분석이 되었으나 측정된 평균치로서 비교하였을 때 diameter(max)는 ethanol 처리구에서, perimeter는 DF-100 처리구에서 변형률이 가장 적었다는 것을 볼 수 있었다. 따라서 다양한 전처리에 의해 동결건조한 접목선인장꽃의 변형률을 측정해 본 결과로 미루어 볼 때, pH 10 처리구, DF-100 및 ethanol 처리구에서 타 처리구에 비하여 비교적 변형율이 양호하게 나타났으나 이들 처리구에 대하여 향후 더 낮은 변형율 개선을 위한 연구가 지속되어야 할 것으로 판단되었다.

Table 20. Change rates in shape of freeze-dried red *Bimoran* after various treatments

Treatments		Change ratio(%)				
		Area	Aspect	Diameter (Max.)	Perimeter	Roundness
Untreated		6.90	1.40	3.84	6.69	18.44
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	6.65	0.92	3.25	6.66	16.26
	pH 7	6.87	0.72	2.69	6.47	15.54
	pH 10	5.90	1.24	4.12	6.00	16.29
Barodon 5%		7.42	1.46	3.94	7.05	15.17
NaOCl 0.5%		6.60	0.93	3.37	6.21	19.20
Benzoic acid 5%		6.25	1.25	2.84	5.89	18.11
Glycerin 50%		6.25	1.42	2.69	5.67	17.67
DF-100 0.5%		5.54	0.88	2.72	4.90	15.48
Alum 0.5%		6.55	0.94	3.67	5.44	18.07
Formalin 10%		7.42	1.52	4.11	7.54	17.24
Ethyl alcohol		5.23	1.05	2.88	5.10	16.66
90℃-10 min blanching		7.88	1.83	3.53	7.55	19.25
60℃-30 min blanching		8.26	1.65	3.96	7.72	18.21

Table 21. Change rates in shape of freeze-dried pink *Bimoran* after various treatments

Treatments		Change ratio(%)				
		Area	Aspect	Diameter (Max.)	Perimeter	Roundness
Untreated		7.87	1.77	5.54	7.24	12.49
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	7.80	1.65	5.67	6.97	13.54
	pH 7	7.76	1.25	5.05	6.96	9.66
	pH 10	7.05	1.43	5.41	6.17	9.47
Barodon 5%		7.50	1.60	5.97	7.16	14.52
NaOCl 0.5%		7.12	1.40	5.55	6.5	11.12
Benzoic acid 5%		7.00	1.78	4.38	6.00	10.49
Glycerin 50%		7.27	1.20	4.96	7.14	11.98
DF-100 0.5%		6.87	1.26	5.20	6.09	12.60
Alum 0.5%		6.60	1.34	5.00	6.27	14.54
Formalin 10%		7.25	1.36	4.87	7.26	13.26
Ethyl alcohol		7.12	1.20	4.33	7.05	12.00
90℃-10min blanching		7.85	1.46	5.72	7.49	12.96
60℃-30min blanching		8.00	1.64	5.64	7.65	12.54

Table 22. Change rates in shape of freeze-dried *Sanchwi* after various treatments

Treatments		Change ratio(%)			
		Area	Aspect	Diameter (Max.)	Perimeter
Untreated		8.65	2.47	6.66	8.04
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	8.40	2.15	5.00	8.00
	pH 7	8.72	2.06	4.96	8.37
	pH 10	8.11	2.94	5.74	7.24
Barodon 5%		7.70	2.37	7.07	6.59
NaOCl 0.5%		7.45	1.98	6.49	6.41
Benzoic acid 5%		7.67	1.85	6.13	6.78
Glycerin 50%		7.20	1.71	5.25	6.40
DF-100 0.5%		7.47	2.44	5.18	7.05
Alum 0.5%		8.42	1.88	6.48	8.15
Formalin 10%		8.00	2.54	5.27	7.77
Ethyl alcohol		8.23	2.20	5.91	7.74
90℃-10min blanching		8.88	2.40	7.76	8.76
60℃-30min blanching		9.19	2.94	7.04	9.70

Table 23. Change rates in shape of freeze-dried *Sojeong* after various treatments

Treatments		Change ratio(%)				
		Area	Aspect	Diameter (Max.)	Perimeter	Roundness
Untreated		7.26	0.94	3.27	3.29	9.27
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	7.42	0.77	4.26	3.41	8.24
	pH 7	7.25	0.65	4.03	3.54	7.96
	pH 10	7.08	0.75	2.07	3.05	9.98
Barodon 5%		6.42	0.46	3.18	2.96	8.74
NaOCl 0.5%		7.71	1.14	2.68	4.14	8.47
Benzoic acid 5%		7.64	0.96	4.15	4.00	8.25
Glycerin 50%		7.50	0.87	3.42	3.75	7.74
DF-100 0.5%		7.09	0.64	3.00	3.16	7.42
Alum 0.5%		6.84	1.09	2.96	3.22	6.94
Formalin 10%		6.67	0.72	3.12	3.00	8.25
Ethyl alcohol		7.23	0.93	2.84	3.37	7.00
90℃-10min blanching		7.24	1.12	3.69	3.56	7.26
60℃-30min blanching		7.20	1.09	3.51	3.76	7.87

Table 24. Change rates in shape of freeze-dried grafting cactus after various treatments

Treatments		Change ratio(%)				
		Area	Aspect	Diameter (Max.)	Perimeter	Roundness
Untreated		7.3433^{abc}	1.3700^{ab}	4.2167^{a}	5.7400^{a}	13.400^{a}
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	7.2900^{abcd}	1.1133^{abc}	4.3933^{a}	5.6800^{a}	12.680^{a}
	pH 7	7.2933^{abcd}	0.8733^{c}	3.9233^{a}	5.6567^{a}	11.053^{a}
	pH 10	6.6767^{cd}	1.1400^{abc}	3.8667^{a}	5.0733^{a}	11.913^{a}
Barodon 5%		7.1133^{abcd}	1.1733^{abc}	4.3633^{a}	5.7233^{a}	12.810^{a}
NaOCl 0.5%		7.1433^{abcd}	1.2900^{abc}	3.8667^{a}	5.6167^{a}	12.930^{a}
Benzoic acid 5%		6.9633^{bcd}	1.3300^{abc}	3.7900^{a}	5.2967^{a}	12.283^{a}
Glycerin 50%		7.0067^{abcd}	1.1633^{abc}	3.6900^{a}	5.4367^{a}	12.463^{a}
DF-100 0.5%		6.500^{d}	0.9267^{bc}	3.6400^{a}	4.7167^{a}	11.833^{a}
Alum 0.5%		6.6633^{cd}	1.1233^{abc}	3.8767^{a}	4.9767^{a}	13.183^{a}
Formalin 10%		7.1133^{abcd}	1.2000^{abc}	4.0333^{a}	5.9333^{a}	12.917^{a}
Ethyl alcohol		6.5267^{cd}	1.0600^{abc}	3.3500^{a}	5.1733^{a}	11.887^{a}
90℃-10min blanching		7.6567^{ab}	1.4700^{a}	4.3133^{a}	6.2000^{a}	13.517^{a}
60℃-30min blanching		7.8200^{a}	1.4600^{a}	4.3700^{a}	6.3767^{a}	12.873^{a}

다. 동결건조에 의한 다양한 전처리 조건별 변색율 측정

다양한 전처리를 한 접목선인장을 대상으로 적색 및 핑크색 비모란에서는 betalain, 산취에서는 carotenoid, 소정에서는 chlorophyll에 대하여 동결건조 전후의 색소함량 변화율을 분석한 결과, 산취의 carotenoid색소는 변형률이 가장 크게 나타났던 결과와는 달리 동결건조동안의 색소함량의 변화는 거의 없었으며 전처리를 가하지 않는 시료와도 그다지 차이를 보이지 않았다. 전반적으로 ethanol 처리구에서 동결건조에 따른 색소 안정성이 가장 양호하게 나타났으며, 동결건조 전의 시료와 거의 유사한 수준의 색소함량을 보여주었는바, 이에 대한 연구는 더 계속해볼 필요성이 있다고 여겨졌다. 그밖에도 glycerin 처리구와 pH를 달리 처리구에서는 변형율의 결과와는 관계없이 pH 8 처리구에서 동결건조 처리후의 색소함유량이 타 처리구에 비하여 비교적 우수한 결과를 보여 주었다 (Table 25).

Table 25. Change in pigment contents of grafting cactus freeze-dried after various treatments

Treatments		Pigment contents(mg%)			
		Red *Bimoran*	Pink *Bimoran*	*Sanchwi*	*Sojeong*
Fresh		3.78±0.25	3.33±0.15	2.75±0.42	45.65±1.42
Untreated		2.78±0.33	2.64±0.11	2.49±0.28	40.21±1.35
Electrolyzed oxidizing water	pH 2	3.29±0.20	2.87±0.17	2.46±0.69	39.66±1.68
	pH 7	2.91±0.19	2.74±0.24	2.39±0.55	39.82±1.25
	pH 10	3.47±0.16	3.05±0.12	2.52±0.40	41.10±2.29
Barodon 5%		3.39±0.41	3.12±0.28	2.51±0.18	40.02±2.28
NaOCl 0.5%		2.74±0.24	2.88±0.15	2.47±0.66	38.80±1.81
Benzoic acid 5%		3.16±0.33	3.06±0.10	2.60±0.74	42.35±1.69
Glycerin 50%		3.42±0.15	3.10±0.09	2.40±0.48	42.20±1.50
Alum 0.5%		2.78±0.26	3.05±0.36	2.50±0.66	41.77±2.89
Formalin 10%		3.26±0.20	3.14±0.28	2.56±0.87	42.85±1.24
Ethyl alcohol		3.58±0.17	3.18±0.37	2.69±0.27	43.68±2.20
90℃-10min blanching		3.15±0.27	2.95±0.35	2.40±0.63	38.90±3.56
60℃-30min blanching		2.98±0.19	2.57±0.23	2.48±0.41	40.86±2.37

제 5 절 동결건조 처리한 접목선인장 시제품 제작

접목선인장은 선인장의 대목에 돌연변이 시킨 머리(꽃)를 접목시킨 것으로, 국내 화훼류 수출의 50% 수준 이상을 차지하고 있다. 이와같은 접목선인장은 대목은 썩어도 머리(꽃)부분은 선명한 색상과 시들지 않은 상태로 존재하지만 지금까지 해외 수출의 경우 일정 규격을 벗어난 등외품, 일부 변색되거나 대목이 부패한 것 등은 수작업으로 선별하여 폐기 처분하므로 너무 큰 손실을 초래하고 있는 실정이다. 일반적으로 접목선인장 해외 수출 재배 농가에서는 수출 및 판매시 불량품은 15% 이상 발생하여 년간 100만 불(수출단가: 250원~550원/본) 이상의 손실을 초래하고 있다.

따라서 본 연구는 수출용 접목선인장의 불량품 및 폐기용 화훼류의 처리 문제 등 관상용 화훼류로 장기간 보존할 수 없는 문제점을 해결하기 위한 일환으로 변형 및 변색을 최소화한 건조처리 조건을 개발하여 접목선인장의 부가가치를 향상시킨 다양한 상품을 개발하여 지역 및 국가 기념품으로 내외 방문객에게 판매 또는 선물로 할 계획이다.

1. 재작 방법

가. 전처리 및 제조 방법

건조시험에 사용한 시료는 구경이 4~14cm 수준의 red, pink, yellow 및 green 등의 접목선인장을 선정하여 대목을 제거한 것을 사용하여 90℃에서 1분간 blanching한 후 통풍이 잘 되는 장소에서 자연 건조시킨다. 이를 70% ethyl alcohol, 30% acetic acid 또는 L-ascorbic acid 등의 변색 억제 및 색소 고정 제조액에 1~5 시간(보통 3 시간 이내) 침지 처리한 다음, 다시 30 분에서 1 시간 정도 자연 건조시킨다. 이와 같이 전처리한 다음 deep freezer를 이용하여 -45℃ 이상에서 24시간 이상 동안 동결시킨 후 동결건조기(T.D 5070 RR,

Il-shin Lab, Co., Korea)를 사용하여 시료 크기에 따라 48~72시간 동안 건조하였다. 동결건조 처리한 접목선인장을 액상 파라핀(60~70℃ 수준으로 가열 처리)에 침지 또는 분사(1~2회, 기포 발생 주의)한 후 24 시간 동안 자연 건조시킨 다음, 열경화성수지(불포화 폴리에스터, 일명: 호마이카) 등의 투명한 재질로 coating처리한다.

나. Coating 처리 방법

본 연구에서는 선인장의 크기에 따른 적정 코팅액 처리량을 예측하기 위하여 선인장의 크기별로 건조 후 코팅실험을 수행하였다. 실험은 적정 건조처리 전후의 중량과 코팅 후 코팅액의 소요량을 조사하였다. 같은 종류의 선인장의 경우 일정한 밀도를 나타내고 있어 선인장의 크기는 무게와 밀접한 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 또한 코팅과정의 코팅액 소요량은 코팅전후의 시료 무게 차이로 분석하였다.

실험결과, 선인장 시료는 건조과정에서 중량감소율이 95.47±0.95%로 일정하게 나타났다. 시료의 초기 중량과 코팅액 소요량의 관계를 분석하여 다음과 같은 예측방정식을 구하였다.

$$Y = 0.16X - 0.83 \quad (R^2=0.85)$$

여기서 Y : 코팅액 소요량

X : 초기시료중량 × 중량감소율

Fig. 35는 위의 예측방정식을 이용하여 코팅액 소요량의 예측치와 측정치를 나타낸 것으로 일차 함수적인 경향을 나타내고 있으며 결정계수는 0.85를 나타내고 있다.

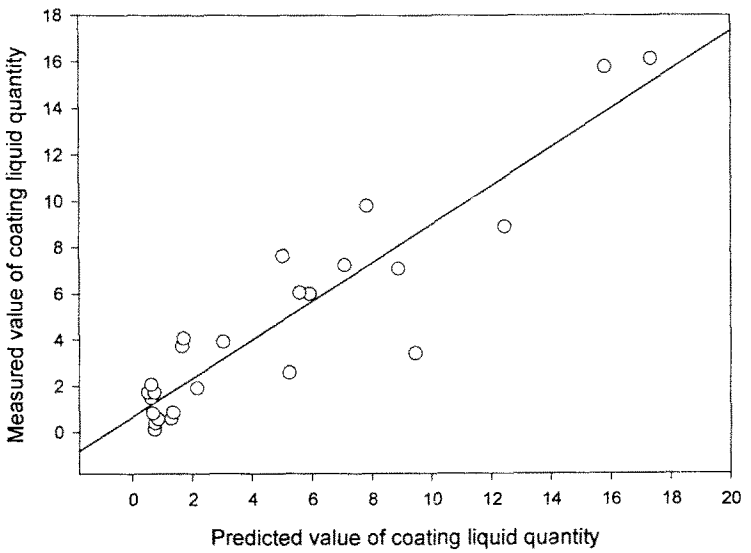


Fig. 35. Relationship between measured and predicted coating liquid quantity.

Table 23. Changes in weight of freeze dried grafting cactus after coating treatment

No.	Initial weight(g)	After freeze drying		After coating treatment	
		Weight(g)	Decreasing rate(%)	Weight(g)	Increasing rate(%)
1	110.96	5.45	95.09	22.78	317.98
2	108.63	3.78	96.52	19.58	417.98
3	63.72	2.85	95.52	15.29	436.49
4	51.83	2.86	94.48	11.74	310.49
5	69.58	3.03	9.64	10.85	258.09
6	52.90	2.93	94.46	10.01	241.64
7	55.42	2.64	95.24	7.67	190.53
8	45.04	2.42	94.63	8.00	230.58
9	44.66	2.31	94.83	8.23	256.28
10	33.17	1.68	94.94	16.72	895.24
11	27.91	1.23	95.59	10.68	768.29
12	29.76	1.45	95.13	14.32	887.59
13	18.09	0.86	95.25	3.02	251.16
14	16.85	0.23	98.63	0.97	321.74
15	9.23	0.35	96.21	1.19	240.00
16	11.16	0.45	95.97	1.80	300.00
17	15.23	0.60	96.06	1.23	105.00
18	16.84	0.55	96.73	1.07	94.55
19	18.98	0.78	95.89	1.41	80.77
20	29.89	1.29	95.68	2.94	127.91
21	31.08	1.65	94.69	4.66	182.42
22	32.13	1.38	95.70	3.08	123.19
23	6.23	0.31	95.02	1.04	235.48
24	8.06	0.42	94.79	1.17	178.57
25	9.38	0.53	94.35	1.81	241.51
Average ±SD			95.47±0.95		251.83±90.51

다. 제조 공정도

대목 절단 : 꽃 부위와 대목을 분리(칼날로 수작업)
↓
선　　별 : 색상(적색 등 5종) 및 크기(대, 중, 소) 분류
↓
이물 및 협잡물 분리 : 육안(수작업)
↓
브 랜 칭 : 90℃, 1 min 정도
↓
건　　조 : 자연 건조

↓←----------침지액 제조 : 70% Ethanol, 30% Acetic acid,
5% L-ascorbic acid 등
침　　지 : 제조된 침지액에 3 hr. 정도
↓
건　　조 : Tray, 자연건조 1 hr. 정도
↓
동　　결 : -50℃ 동결고에서 24 hr.
↓
동결건조 : 동결건조기에서 직경 9cm는 약 48 hr,
직경 14cm 60~72 hr 정도
↓←----------액상 파라핀 제조(가열 80~90℃ 수준)

Coating : 액체 파라핀에 침지 또는 분사(1~2회, 기포 발생 주의)
↓
건　　조 : Tray, 자연건조 24 hr.
↓
Casing : 열경화성 수지(불포화 폴리에스테르, 투명한 재질): 외주처리
↓
내포장 : 파손 및 이물 방지(스폰지 재질) - 수작업
↓
외포장 : 상자 포장 - 수작업

Fig. 36. A trial product of dried grafting cactus.

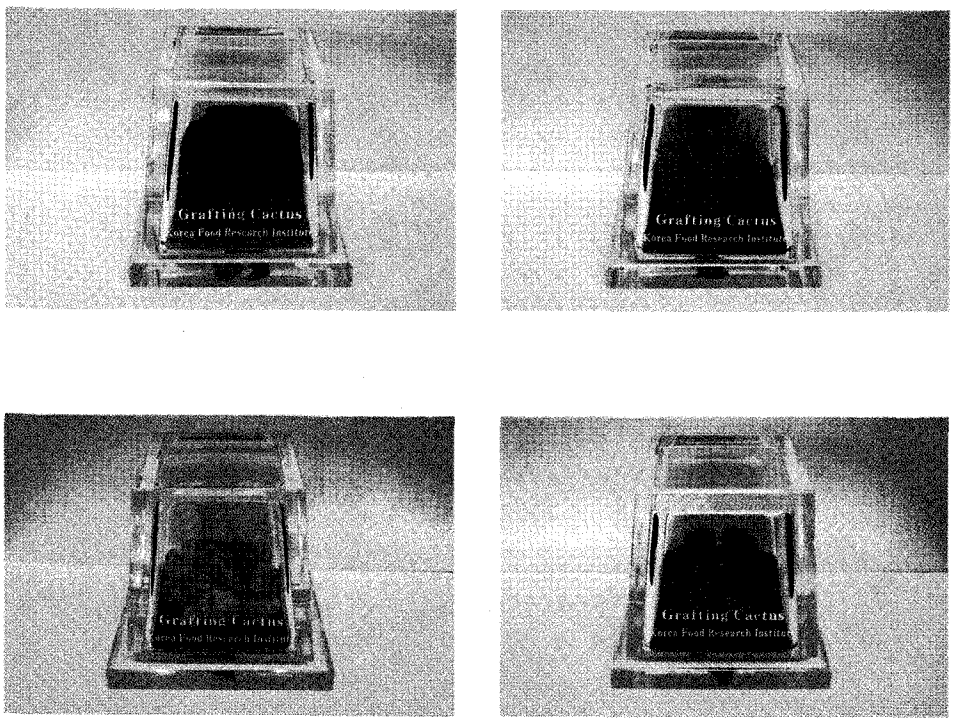
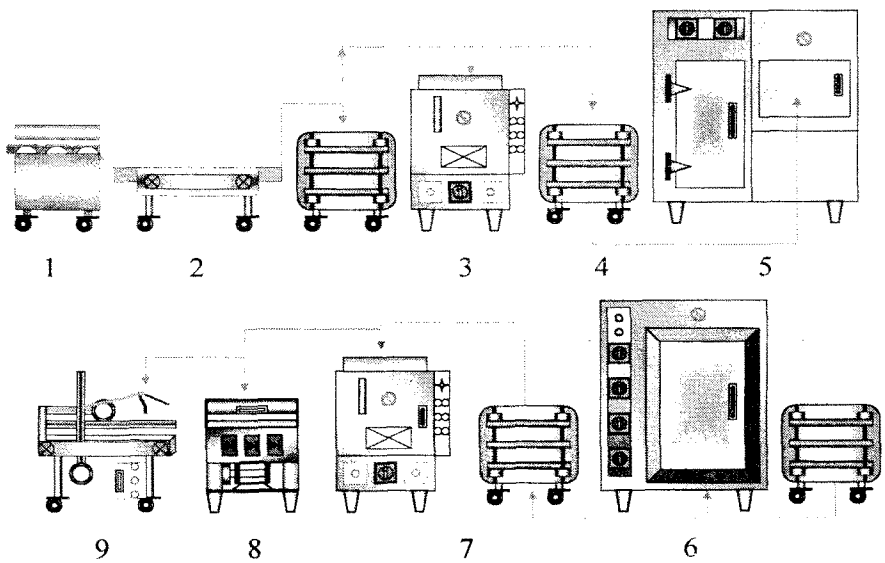


Fig. 36. A trial product of dried grafting cactus.

2. 경제성 분석

가. 설비 계획 및 분석 방법

그림 37은 관상용 접목선인장의 제조공정도를 나타낸 것으로, 상용 접목선인장의 제조공정은 대목절단, 선별, 침지, 건조, 동결, coating, 건조, casing, 외포장의 공정으로 계획하였다.



공 정	처 리 조 건
1. 대목절단	꽃 부위와 대목을 분리
2. 선 별	색상 및 크기 선별
3. 침 지	침지액에 1~3hr
4. 건 조	자연건조 1hr
5. 동 결	온도 -50℃, 24hr
6. 동결건조	40~60hr 동결건조
7. Coating	액체 파라핀 코팅 후 자연건조 24hr
8. Casing	열경화성 수지(호마이카) 포장
9. 포 장	내·외포장

그림 37. 관상용 건조 접목선인장의 제조공정도

그리고, 관상용 접목선인장 공장은 하루 80kg의 비상품 접목선인장을 한달에 25일씩 가동하여 1.6톤의 건조처리한 관상용 접목선인장을 생산하는 것을 기본으로 하여 분석하였다. 원료 접목선인장 소요량은 관상용 접목선인장 1 M/T생산시 원료 접목선인장 10,000kg이 소요되며, 수율은 10%를 적용하였다. 작업인원은 1일 8시간 기준으로 7명을 연인원으로 인건비를 산출하였다.

제조공정은 수작업과 기계작업을 병행하여 절단 및 선별 공정은 접목선인장 포장업체의 기존 인력을 활용하여 수작업으로 계획하였으며, 가공공정 후 casing 공정은 전문적인 기술과 고가의 장비가 필요한 공정이기 때문에 원가절감 차원에서 임가공을 하는 것으로 계획하여 외주가공비로 처리하였다. 경제성 분석에 사용된 공정별 설비계획은 표 24와 같으며, 단위기계 설비는 공정간의 작업흐름을 고려하여 선정하였다.

표 24. 관상용 접목선인장 공정별 설비계획

공 정	설 비 명	규 격	수 량	추정가격(원)
대목절단	작업대	1800×900	2	800,000
선 별	작업대	900×900	2	2,000,000
침 지	침지조	Ø1500×1830	1	5,130,000
건 조	Tray	800×800×150	5	500,000
동 결	동결고	1200×1800×1500	2	40,000,000
동결건조	동결건조기	1800×1500×2000	2	60,000,000
Coating	코팅작업대	850×8500×3000	1	2,000,000
Cashing	외주			
포 장	내·외포장기	1060×2400×1290 970×1520	1	20,000,000

나. 사업 타당성 평가를 위한 경제성 분석

1) 초기 설비투자

비상품 접목선인장을 이용한 관상용 건조 접목선인장 제조공장은 300평의 부지에 건평 150평 규모의 공장을 짓는다는 가정하에 필요 시설투자비를 산정하는 것으로 하였다. 이상의 가정하에 소요되는 초기 시설투자비는 표 25와 같다.

표 25. 관상용 접목 선인장 가공공장의 시설자금 투자내역

항목	수량	평균단가(천원)	금액(천원)
1. 착공이전비용			5,000
2. 토지구입 및 토목공사비			65,000
토지구입비	300평	200	60,000
토목공사 및 녹지조성			5,000
3. 건설공사비			375,000
주건물 건설비	150평	2,500	375,000
4. 기계설비비			144,930
동결고			40,000
동결건조기			60,000
내외포장기			20,000
침지조			5,130
작업대			6,800
기타설비			13,000
계			589,930

착공이전비용은 공장건설 착공이전에 소요되는 제비용으로 설계와 창업에 따

른 소요비용을 말한다. 따라서 착공이전비용은 5,000천원 정도를 계상하였으며, 토지구입 및 토목공사비는 공장설립에 따른 300평의 부지매입에 60,000천원, 녹지조성을 포함한 토목공사비로는 5,000천원을 계상하였으며 가공공장 건설공사비로는 건물 150평 규모의 건설공사비로 375,000천원이 소요되는 것으로 나타났다.

기계설비비로는 시료를 일시적으로 냉동 보관하는 동결고 40,000천원, 동결건조기 기계설비비 60,000천원, 내외포장기 20,000천원과 배관공사 등 기타설비비 13,000천원 등 총 144,930천원이 소요되는 것으로 나타났다. 따라서 시설투자비는 착공이전비용 5,000천원, 토지구입 및 토목공사비용 65,000천원, 건설공사비 375,000천원, 기계설비비 144,930천원 등 총 589,930천원이 소요될 것으로 예상된다.

그러나 위의 예상금액은 본 과제에 참여하고 있는 업체의 주소지역 인근에 공장을 설립한다는 가정하에 토지구입비 등을 산정했기 때문에 공장부지 위치에 따라 시설투자비 차이가 많이 발생할 수 있다는 것을 감안해야 할 것이다.

공장을 운영하기 위해서는 시설재의 구매를 위한 시설자금외에 매기마다 재료비, 직접노무비 등 공장가동에 필요한 운영자금이 있어야 한다.

운영자금은 매기마다 공장의 운영에 필요한 변동비용으로서 가동율 혹은 생산규모에 따라 운영자금 소요액은 달라지는데 본 분석에서는 운영자금의 재원은 일반은행에서 시중의 대출금리 연 5%에 융자받는 것으로 가정하였다.

2) 제조원가 분석

가) 제조원가

(1) 재료비

관상용 건조 접목선인장 제조공장은 하루 80kg의 비상품 접목선인장을 1일 8시간 작업을 하여 생산하는 것으로 가정하였다. 이같은 가정하에서 관상용 접목선인장 생산에 소요되는 주재료의 양 및 비용은 표 26과 같다.

원료 접목선인장 소요량은 관상용 건조 접목선인장 1M/T생산시 비상품 선인장 10,000kg이 소요되며, 수율은 10%를 적용하였다. 관상용 접목선인장 1.6M/T 생산시 소요되는 원료 비상품 선인장의 양은 1,600kg이 소요되며 kg당 가격이 95원이면 접목선인장 구매자금은 1,520천원에 이르게 된다. 그런데 관상용 접목선인장에 사용되는 원료인 비상품 선인장은 현재 시장에서 거래되는 것이 아니라 땅에 파묻고 있어 시장가격이 존재하지 않는다. 따라서 여기에 사용된 비상품 선인장꽃 가격은 환경부에서 생활폐기물 처리에 지출되는 예산과 1년간 발생하는 생활폐기물을 이용하여 산출된 금액을 기회비용의 개념을 활용하여 적용한 것이다.

표 26. 관상용 접목선인장 가공사업 재료비 산정내역(연간)

구 분	재료명	소요량(kg, 개)	단가(원)	구입액(천원)
원료비	선인장	16000	95	1,520
	침지액(1)	512	12,000	6,144
	침지액(2)	512	5,000	2,560
	파라핀	86.4	3,000	259.2
	소 계			10,483.2
포장 재료비	스폰지	160,000	100	16,000
	박스	160,000	150	24,000
	소 계			40,000
계				50,483.2

본 연구에서 생산된 관상용 접목선인장의 포장은 주로 수출용으로 유통되는 것을 고려하여 건조 코팅 처리된 10g의 접목선인장을 열경화성 수지로 처리하여 낱개로 박스포장을 하는 것을 가정하였다. 접목선인장을 상품화하는데 있어서 가장 중요하고 기술이 요구되는 casing 처리는 임가공을 하는 것으로 계획하고 있기 때문에 업체에서 포장과 관련된 일은 casing 처리한 것을 파손되거나 이물질이 들어가는 것을 방지하기 위한 스폰지를 이용한 내포장 및 상자에

낱개로 담는 외포장이 전부이다.

이상의 포장에 투입되는 포장재료비는 표 26과 같다. 단위포장에 소요되는 스폰지는 접목 선인장꽃 10g을 생산하는데 1개씩 소요되므로 1.6M/T 생산에는 연간 160,000개가 필요하며, 소요되는 비용은 16,000천원이고 이것을 낱개로 상자에 포장할 경우 비용은 24,000천원이 소요될 것으로 예상된다.

(2) 직접노무비

연간 1.6M/T의 관상용 접목선인장 제조공장의 가동에 필요한 인원은 상근직으로는 공장장 1명과 기사 1명을 가정하였으며, 일용직은 1개월 평균 7명을 고용하는 것으로 가정하였다. 한편 인건비의 부담을 줄이기 위하여 기술직의 경우 공장을 가동하는 업무와 판매활동을 위한 차량운행에도 참여하도록 하여 가공공장 업무 50%, 판매활동업무 50%로 가정하여 인건비를 산출하였다.

보수수준은 기본급 기준 공장장에게 월 3,000천원, 기사 1명에게 월 1,000천원, 일용직 월 500천원이 각각 지불되는 것으로 가정하였으며, 여기에 상근직인 공장장과 기사에게는 1년에 월 기본급 400%의 수당과 1개월분의 임금에 해당하는 퇴직충당금이 소요되는 것으로 가정하였다. 이 같은 가정하에 소요되는 직접노무비는 표 27과 같이 연간 111.333천원이 소요되는 것으로 나타났다.

공장장 1인에게 1년간 지급되는 비용은 기본급이 월 3,000천원씩 36,000천원, 기본급의 400%에 해당하는 상여금 12,000천원과 상여금을 포함한 월평균 임금총액에 해당하는 퇴직급여충당금 4,000천원 등 총 52,000천원에 이를 것으로 예상된다.

기사 1인에게 1년간 지급되는 비용은 기본급이 월 1,000천원씩 12,000천원에, 기본급의 400%에 해당하는 상여금 4,000천원과 상여금을 포함한 월평균 임금총액에 해당하는 퇴직급여충당금 1,333천원 등 총 17,333천원에 이를 것으로 예상된다.

일용직은 평균 7명 정도가 필요한 것으로 가정하였으며, 이들에게는 1인당 월 500천원씩 모두 42,000천원이 지불되는 것으로 나타났다.

표 27. 직접노무비 지급내역

(단위 : 명, 천원)

구 분	인원	기 본 급		상여금	퇴 직 급 여 충당금	연간소요액
		(월)	(연)			
공장장	1	3,000	36,000	12,000	4,000	52,000
기술직	1	1,000	12,000	4,000	1,333	17,333
임시직	7	3,500	42,000	-	-	42,000
계	9	7,500	90,000	16,000	5,333	111,333

주 : 1) 기술직의 경우 가공공장과 판매를 각각 50% 담당한다고 가정하여 산출.
2) 연간소요액은 기본급에 상여금, 퇴직급여충당금을 가산하여 산출.
3) 상여금은 상근직원에게 월 기본급의 400%지급을 가정.
4) 퇴직급여충당금은 기본급에 상여금을 더한 월평균 임금액임.

(3) 가공경비

가공공장을 가동하기 위해서는 재료비와 직접노무비 이외에 공장에서 근무하는 노무자의 복리후생을 위한 지출을 비롯 여비, 통신비, 전기료 등 다양한 가공경비의 지출이 필요로 된다. 이와 같은 가공경비의 지출내역은 표 28과 같다. 복리후생비는 급식비, 직원단합대회비 등 직원의 복리후생증진을 위해 소요된 경비를 말하며 본 분석에서는 근무일 1일당 1인에 대한 급식비는 3,500원, 급식비 이외의 복리후생비는 3,000원이 소요되는 것으로 가정하여 한달에 25일씩 12개월 근무하는 것으로 가정하였다. 이와 같이 계산하여 소요되는 복리후생비는 8,400천원에 이른다.

여비는 매월 150천원이 소요되는 것으로 가정하여 연간 1,800천원이 소요되며, 통신비는 8인이 1인당 월 10천원 정도 이용하는 것으로 가정하여 연간 960천원이, 또한 소모품비는 월 5만원씩 소요되는 것으로 가정하여 연 600천원이 각각 소요되는 것으로 나타났다.

표 28. 관상용 접목 선인장꽃 가공사업 제조경비 내역

(단위 : 천원)

항 목	지 출 액	비 고
1. 복리후생비	15,600	
급식비	(8,400)	8인 x 3,500원 x 25일 x 12월
기 타	(7,200)	8인 x 3,000원 x 25일 x 12월
2. 여 비	1,800	150,000원 x 12월
3. 통신비	960	8인 x 10,000원 x 12월
4. 소모품비	600	50,000원 x 12월
5. 수선비	725	기계설비의 0.5%
6. 전기료	1,260	
20kW 기본요금: 88천원/월	(1,056)	산업용(갑)의 선택1의 고압A
사용요금: 17천원/월	(204)	요금 적용
7. 감가상각비	20,030	
8. 교육훈련비(5만원/월)	600	50,000원 x 12월
9. 외주가공비	120,000	10,000천원 x 12월
10. 보험료	1,560	유형설비의 0.3%
11. 기 타	42,324	제조경비의 20.6%
계	205,459	

교육훈련비는 월 50천원씩 소요되는 것으로 가정하여 연 600천원이, 수선비는 기계설비투자액의 0.5%를 가정하여 725천원이 소요되는 것으로 계상하였다.

전기료는 기본요금과 사용요금으로 구분되는데, 기본요금은 kW당 기본요금이 4,490원이므로 계약전력 20kW에 대한 월 기본요금이 88,000천원이며, 연간 금액은 부가가치세를 포함하여1,260천원에 달한다. 한편 사용요금은 1일 8시간 이용을 가정하여 20kW를 12개월 사용하는 것으로 하였으며, 사용요금 단가는 산업용(갑)의 선택1의 고압A의 요금인 52.5원을 적용하였다. 이와 같이 가정하였을 때 월 25일 사용에 따른 사용요금은 17천원씩 소요되고 연간 1,260천원에 이른다.

실제 지불되지는 않지만 설비의 가치하락분을 반영하는 감가상각비는 연간 10,362천원으로 나타났으며, 이에 대한 세부내역은 표 29와 같다.

감가상각 방법에는 상각기간동안 매년 동일한 금액만큼 상각시키는 정액법과 상각기간동안 매년 동일한 비율로 상각시키는 정율법이 있다. 정률법에 의할 경우에는 상각초기에는 많은 금액이 상각되고 후기로 갈수록 상각액이 감소하게 되며, 이방법으로 상각하게 되면 상각기간동안 투입재 및 산출재의 가격이 같고 같은 양의 상품을 생산한다고 하더라도 상각기간동안 제조원가가 모두 상각액만큼 틀리게 되는 단점이 있다. 따라서 본 분석에서는 정액법을 이용하여 감가상각을 하였다.

투자한 설비류에 대한 상각연한은 건물 및 기계설비, 차량, 부대설비 등 품목에 따라 다양하다. 일반적으로 상각연한은 차량 7년, 일반기계류 11년, 건물 40년이 적용되며 본 분석에서도 이에 따라 정액법으로 감가상각비를 계산하였다.

공장가동과 관련하여 지불해야할 보험료는 공장시설에 대한 화재보험료로서 건물과 기계설비가액의 0.03%인 1,560천원을 계상하였으며, 마지막으로 기타제조경비는 관상용 접목 선인장꽃 제조업체가 포함될 업종인 「식료품임가공 및 기타식료품제조업」부문의 제조경비중 기타제조경비가 차지하는 비중인 20.6%를 적용하였다. 이같은 비율을 적용한 결과 기타제조비용은 42,324천원에 달하는 것으로 계산되었다.

표 29. 가공사업 감가상각비 상세 내역(제조경비)

(단위 : 원)

설 비 명	취 득 액	처 분 액	상각연한	연감가상각액
I. 건 물 가공공장	375,000,000 375,000,000	37,500,000 37,500,000	40 년	8,437,500
II. 기 계 설 비				
동결건조기	60,000,000	6,000,000	11 년	4,909,091
내외포장기	20,000,000	2,000,000	11 년	1,636,364
침지조	5,130,000	513,000	11 년	419.727
동결고	40,000,000	4,000,000	11 년	3,272,727
작업대(대목절단)	800,000	80,000	11 년	65,455
작업대(선별)	2,000,000	200,000	11 년	163,636
작업대(코팅)	2,000,000	200,000	11 년	163,636
보일러 및 부대설비	8,000,000	800,000	11 년	654,545
공장내부 배관공사	5,000,000	500,000	11 년	409,091
계				11,857,909

주 : 처분액은 법인세법에 의거 일괄 10%를 적용

나) 판매 및 일반관리비

판매 및 일반관리비는 생산된 제품의 판매를 위한 제 경비와 사무실 운영을 위한 일반관리비를 일컫는다 그 내역은 표 30과 같다.

이중 판매 및 일반관리부문에 종사하는 종업원에 대한 임금지급액인 간접노무비를 살펴보면 표 31과 같다. 판매 및 일반관리부문에 종사할 인원은 차량을 운전하면서 판매업무를 담당할 운전기사 1명이다. 이들에게 지급하게될 인건비는 판매직원은 기본급 기준 월 1,000천원으로 가정하여 연간 간접노무비로 17,333천원이 지급되는 것으로 계상하였다.

판매 및 일반관리비중 복리후생비는 급식비, 직원단합대회비 등 판매 및 일반관리부문에 종사하는 직원의 복리후생증진을 위해 소요된 경비를 말하며 근무일 1일당 1인에 대한 급식비는 5,000원, 급식비 이외의 복리후생비는 3,000원이

소요되는 것으로 가정하여 한 달에 25일씩 12개월 근무하는 것으로 가정하였다. 이같이 계산하여 소요되는 복리후생비는 1,200천원에 이른다.

표 30. 가공사업 판매 및 일반관리비 내역

(단위 : 천원)

항 목	지 출 액	비 고
1. 간접노무비	17,333	표 31 참조
기본급	(12,000)	
상여금	(4,000)	
퇴직급여충당금	(1,333)	
2. 복리후생비	1,200	
급식비	(750)	0.5인 x 5,000원 x 25일 x 12월
기 타	(450)	0.5인 x 3,000원 x 25일 x 12월
3. 여 비	1,200	100,000원 x 12월
4. 통신비	180	0.5인 x 30,000원 x 12월
5. 소모품비	240	20,000원 x 12월
6. 수선비	35	간접설비의 0.5%
7. 수도광열비	120	10,000원 x 12월
8. 차량유지비	2,400	200,000원 x 12월
9. 감가상각비	894	
10. 교육훈련비	600	50,000원 x 12월
11. 광고선전비	5,333	일반관리비의 15.55%
12. 보험료	850	차량 : 850천원
13. 판매촉진비	1,715	일반관리비의 5.0%%
14. 제세공과금	463	일반관리비의 1.35%
15. 기 타	7,0644	일반관리비의 20.6%
판매 및 일반관리비 계	39,627	

여비는 판매 및 일반관리부문에 종사하는 직원의 경우 판매 촉진활동을 위하여 매월 100천원이 소요되는 것으로 가정하여 연간 1,200천원이 소요되며, 통신비는 0.5인이 월 30천원 정도 이용하는 것으로 가정하여 연간 180천원이, 또한 소

모품비는 월 2만원씩 소요되는 것으로 가정하여 연 240천원이 각각 소요되는 것으로 나타났다. 보험료는 차량보험료 850천원을 계상하였다.

수도광열비는 월 10천원 정도 소요되는 것으로 가정하여 연간 120천원을 계상하였으며, 차량유지비는 월 200천원 정도 소요되는 것으로 가정하여 연간 2,400천원을 계상하였으며, 교육훈련비는 월 50천원씩 소요되는 것으로 가정하여 연 600천원을 계상하였다. 수선비는 차량에 대한 투자액의 0.5%를 가정하여 35천원이 소요되는 것으로 계상하였다.

감가상각비는 차량에 대해서 7년의 상각기간을 적용하였으며 이같이 계상된 감가상각액은 연간 894천원에 이르는 것으로 나타났다.

표 31. 가공사업 간접노무비 지급내역

(단위 : 명, 천원)

구 분	인원	기 본 급		상여금	퇴 직 급 여 충당금	연간소요액
		(월)	(연)			
판매 및 운전담당 직원	1	1,000	12,000	4,000	1,333	17,333

주 : 1) 연간소요액은 기본급에 상여금, 퇴직급여충당금을 가산하여 산출.
2) 상여금은 월 기본급의 400%지급을 가정.
3) 퇴직급여충당금은 기본급에 상여금을 더한 월평균임금액과 같음.

관상용 접목 선인장꽃 가공공장이 소규모의 생산규모이기 때문에 광고선전비를 계상하는 것이 불필요할 수 있지만 제품에 대한 소비자의 인식이 낮기 때문에 시장규모를 확충하기 위해서는 필요하다고 판단을 했으며 또한 팜플렛 등을 통한 판촉활동을 위하여 판매촉진비를 신설하였으며 제세공과금, 기타비용은 생산된 제품을 판매하기 위한 마켓팅 전략을 어떻게 수행하느냐에 따라 크게 차이가 나게 된다. 그러나 본 분석에서는 이들 항목의 비용 산정시 한국은행에서 발간한 「기업경영분석」의 '식료품 임가공업 및 기타식품제조업'부문의 제세공과

금, 기타비용 각 항목이 전체 판매 및 일반관리비에서 차지하는 비중을 각각 참고하여 해당항목의 비용을 계산하였다. 이 같은 방법으로 계산하면 광고선전비는 5,333천원, 판매촉진비는 1,714천원, 제세공과금은 462천원, 기타비용은 7,0644천원이 소요되는 것으로 나타났다.

다) 출고가의 산정

공장에서 출하된 제품의 가격은 제조원가와 판매 및 일반관리비, 적정이윤, 각종세금으로 이루어져 있다. 즉 시장에서 결정된 가격에 제조원가와 판매 및 일반관리비, 각종세금을 제하면 적정이윤이 산출된다.

사업성 분석을 위해서는 수익의 규모가 결정되어야 하고, 수익의 규모를 결정하기 위해서는 출고가격 즉 적정이윤이 결정되어야 한다. 따라서 본 분석에서는 제조원가에 판매 및 일반관리비를 더한 금액의 10%를 이윤으로 계산하고 제조원가에 판매 및 일반관리비와 이렇게 계산된 이윤을 더하여 세전 공장출고가를 산정하며, 여기에 부가가치세 10%를 가산하여 최종출고가를 산정하였다.

이상과 같은 방법으로 계산한 제조원가 명세서 및 출고가는 표 32와 같다. 제조원가는 앞서 살펴본 것처럼 주재료비 10,483천원, 포장재료비 40,000천원, 직접노무비 94,000천원, 가공경비 204,908천원 등 모두 349,391천원에 이른다. 이윤이 제조원가에 판매 및 일반관리비를 더한 금액의 10%라고 가정하면 이윤은 38,888천원에 이른다. 제조원가, 판매 및 일반관리비, 이윤을 더한 세전출고가는 427,761천원이며, 여기에 부가가치세 10%를 더한 최종출고가는 470,537천원으로 나타났다.

kg당 제조원가는 218,369.4원으로 나타났으며, 판매 및 일반관리비는 24,676.59원으로 나타나 이 두항목 합의 10%인 이윤은 24,304.6원이 되며, 세전출고가는 267,350.59원, 부가가치세를 포함한 세후출고가는 294,085.64원으로 나타났다.

단위포장당 제조원가는 2,183.69원으로 나타났으며, 판매 및 일반관리비는 246.77원으로 나타나 이 두항목 합의 10%인 이윤은 243.05원이 되며, 세전출고가는 2,673.51원, 부가가치세를 포함한 세후출고가는 2,940.86원으로 나타났다.

표 32. 제조원가 및 출고가 명세서

(단위 : 원)

항 목	품 목	총 소 요 액	kg당 소요액	개당 소요액
주재료비	선인장꽃	1,520,000	950	9.5
	침지액(1)	6,144,000	3,840	38.4
	침지액(2)	2,560,000	1,600	16.0
	파라핀	259,200	162	1.62
포장재료비	스폰지	16,000,000	10,000	100
	상자(1개들이)	24,000,000	15,000	150
직접노무비	임 금	78,000,000	48,750	487.5
	상여.수당	12,000,000	7,500	75
	퇴직적립금	4,000,000	2,500	25
가공경비	복리후생비	15,600,000	9,750	97.5
	여 비	1,800,000	1,125	11.25
	통 신 비	576,000	360	3.6
	소 모 품 비	600,000	375	3.75
	수 선 비	724,650	452.91	4.53
	전 기 료	756,000	472.5	4.73
	감가상각비	20,295,409	12,684.63	126.85
	교육훈련비	600,000	375	3.75
	외주가공비	120,000,000	75,000	750
	보 험 료	1,559,790	974.87	9.75
	기 타	42,395,991	26,497.49	264.97
제 조 원 가		349,391,040	218,369.40	**2,183.69**

(표 32. 계속)

항 목	품 목	총 소 요 액	kg당 소요액	개당 소요액
판매 및	간접노무비	12,000,000	7,500	75
일반관리비	상여.수당	4,000,000	2,500	25
	퇴직적립금	1,333,333	833.33	8.33
	복리후생비	1,200,000	750	7.5
	여 비	1,200,000	750	7.5
	통 신 비	180,000	112.5	1.13
	소 모 품 비	144,000	90	0.9
	수 선 비	34,750	21.72	0.22
	감가상각비	893,571	558.48	5.58
	수도.광열비	72,000	45	0.45
	보 험 료	850,000	531.25	5.31
	차량유지비	2,400,000	1,500	15
	교육훈련비	600,000	375	3.75
	광고선전비	5,332,693	3,332.93	33.33
	판매촉진비	1,714,692	1,071.68	10.72
	제세공과금	462,967	289.35	2.89
	기 타	7,064,532	4,415.33	44.15
판매 및 일반관리비 계		39,482,539	24,676,59	246.77
이윤(제조원가,일반관리비 10%)		38,887,358	24,304.6	243.05
세전출고가		427,760,938	267,350.59	2,673.51
부가가치세(세전출고가의 10%)		42,776,094	26,735.06	267.35
세후출고가		470,537,032	294,085.64	**2,940.86**

3) 손익계산서

사업의 선택, 사업의 실행여부, 사업의 효율성, 그리고 사업으로부터 발생하는 비용과 수익을 결정하기 위해서는 회계분석이 선행되어야 하는데 여기에서는 손익계산서를 이용하여 사업의 효율성을 결정하기로 하겠다.

회계년도의 수입과 비용을 요약한 재무보고서로서 회계년도의 경영실적을 나타내고 있는 손익계산서는 크게 수입항목과 비용항목 그리고 수입항목에서 각각의 비용항목을 제외한 수익(이윤)항목으로 구성되어 있다.

수입항목에는 제품판매에 따른 제품 판매수익과 생산과정에서 발생한 부산물의 처리에서 발생하는 부산물 판매수익이 있다. 부산물 판매에 따른 부수익을 거둘 수 있지만 부산물의 활용방도가 없을 경우 오히려 비용을 들여 처분하여야 한다. 그러나 본 분석에서는 부산물의 가치가 영(零)이라 가정하고 부산물 수익을 제외하였다.

비용은 크게 영업비용과 영업외비용으로 구분되며, 영업비용에는 분석대상기간 동안 판매된 제품의 생산에 직접적으로 소요되는 재료비, 노무비, 경비 등 당기에 지출된 현금경상비와 동제품의 판매를 위한 판촉비, 사무실 운영비 등 판매 및 일반관리가 있으며, 여기에 더하여 생산과정에서 생산시설의 마모에 대한 가치 하락분을 계상해 주는 감가상각비가 있다.

이윤은 제품판매로부터 얻어진 수입에서 제품생산에 소요된 재화와 용역에 대한 비용을 제외한 나머지로서 손익계산서를 작성하는 최종 목적은 비용대비 수익이 얼마나 되는지 여부와 최종적으로는 이윤의 규모가 어떻게 되는지를 분석하는데 있다.

그러나 본 분석에서 살펴보려는 것은 실제 발생한 자료를 토대로 한 손익계산서가 아니라 앞으로 발생하게될 예상비용과 예상수입의 흐름을 통하여 손익의 여부를 분석하는 것이기 때문에 손익계산서상의 비용과 수익은 일정한 가정하에서 예상할 수밖에 없고 이 같은 가정이 변하게 되면 손익의 결과가 달라질 수 있다.

한편, 본 분석에서 이윤의 결정에 가장 중요한 요인이라고 생각되는 것은 출고가격이다. 출고가격은 출고자가 임의로 결정하기보다는 시장에서 수요와 공급에 의하여 결정되어야 한다. 만일 출고가격이 임의로 결정된 경우 그 가격이 시장에서 결정될 가격보다 높다면 계획된 물량을 모두 판매할 수 없게 되고 반대로 시장 가격보다 낮게 책정되면 계획된 물량을 모두 판매할 수는 있겠지만 수익율이 낮아지게 된다. 따라서 올바른 분석을 위해서는 소비자 조사를 통하여 적정 출고가격을 산출하고 이 가격에 기초하여 수익성 분석을 실시해야 하는데 본 분석에서는 공장을 100% 가동한다고 가정하고 제품의 출하가격이 제조원가와 일반관리비에 10%의 이윤을 더하여 결정된다고 가정하여 계산을 하였다.

또한, 본 분석에서 대상기간은 주요 기계의 감가상각 기간인 11년으로 하였다. 즉 초기 년도에 공장을 건설하고, 다음해부터 제품생산을 시작하여 11년 동안 공장을 가동하는 경우를 상정하고 분석하였다. 한편, 분석대상기간이 장기간이기 때문에 이 기간동안에 제품의 출고가격을 비롯한 재료비, 노무비 등의 제가격이 변할 것이라는 사실은 쉽게 알 수 있다. 그러나 본 분석에서 제 가격은 2003년 현재를 기준으로 불변이라 가정하였으며 기간의 경과에 따른 가격상승 또는 하락은 없다고 가정하였다. 이상과 같은 가정 하에서 관상용 접목선인장 가공공장 운영에 따른 경상이익은 표 33과 같다.

제품의 출하가격이 제조원가와 일반관리비에 10%의 이윤을 더하여 결정된다고 가정하면 제품의 판매수입은 427,761천원이 된다. 반면, 제조원가중 감가상각액을 제외한 현금경상비는 349,341천원에 이르며 판매 및 일반관리비중 감가상각액을 제외한 비용은 39,483천원에 달하여 감가상각전 경상이윤은 60,076천원이 되며 그 중에서 감가상각적립액인 비현금경상비 21,189천원을 제외하면 경상이윤은 38,887천원에 달한다.

표 33. 관상용 건조 접목선인장 가공사업의 손익계산서

(단위 : 천원)

항 목	연 간 손 익
1. 수익	427,761
2. 현금 경상비	349,391
주재료비	10,483
포장재료비	40,000
노무비	94,000
복리후생비	15,600
여비	1,800
통신비	576
소모품비	600
수선비	725
전기료	756
교육훈련비	600
방지시설비	120,000
보험료	1,560
기 타	42,396
3. 판매 및 일반관리비	39,483
노무비	17,333
복리후생비	1,200
여비	1,200
통신비	180
소모품비	144
수선비	35
수도.광열비	72
보험료	850
차량유지비	2,400
교육훈련비	600
광고선전비	5,333
판매촉진비	1,715
제세공과금	463
기 타	7,065
4. 감가상각전 경상이윤	60,076
5. 감가상각비	21,189
6. 경상이윤	38,887

4) 수익성분석

사업을 실제로 수행할 것인가의 여부를 결정하기 위해서는 사업으로 발생될 수 있는 모든 수익과 비용을 파악하여 분석하여 한다.

수익과 비용 분석시 직면하는 문제점은 거의 모든 사업이 1년 내에 끝나기보다는 수년 내지 수 십년간 지속되기 때문에 사업 기간 중 다른 시점에서 발생하는 수익과 비용을 평가해야 한다는 점이다. 이러한 문제점을 해결하고 실제로 사업성의 평가에 있어서 유용하게 쓰이는 지표로는 순현재가치(Net Present Value)와 내부수익율(Internal Rate of Return), 수익-비용율 (Benefit-cost Ratio) 등이 있다.

가) 순현재가치(Net Present Value)

사업을 영위하기 위해서는 일정한 설비를 갖추고 운영하는데 필요한 시설비, 운영비가 소요된다. 반면 사업의 운영주체는 이 같은 비용을 지불한 대가로 수익이라는 반대급부를 얻게 된다. 이 때 수익이 비용보다 크거나 같을 때만 사업은 타당성을 갖게 될 것이다. 만일 수익이 비용보다 작다면 사업을 하지 않은 것이 오히려 경제적이다. 그러나 사업기간이 여러 기간에 걸쳐있고 비용의 발생시점과 수익의 발생시점이 서로 상이한 경우 단순히 수익의 합계와 비용의 합계를 비교하는 것만으로는 올바른 수익과 비용의 비교가 이루어 질 수 없고 바람직한 사업의 타당성 검토도 이루어 질 수 없다. 그 이유는 이자율이 0%인 경우를 제외하고는 동일한 규모의 금액일지라고 서로 다른 기간에는 서로 다른 가치를 갖게 되기 때문이다. 따라서 서로 다른 기간에 발생한 비용과 수익을 평가하기 위해서는 서로 다른 기간에 발생한 비용이나 수익을 동일한 기준으로 비교할 수 있도록 조정해야 하는데 이와 같은 조정의 한 방법이 각각의 시점에서 발생하거나 발생하리라 예상되는 비용과 수익을 현재가치(Present Value)로 바꾼 후 비용의 합계와 수익의 합계를 비교하는 순현재가치(Net Present Value)다.

현재가치는 어느 시점에서 발생한 비용이나 수익의 크기가 현시점의 가치로 얼마나 되는지를 나타내는 것으로서 그 비용이나 수익을 사회적으로 통용되는 이자율로 할인한 금액을 말한다. 이때 사용하는 이자율은 앞서 이자율의 결정에서 살펴본 바와 같다. 또한 순현재가치는 단순히 각기 다른 시점에 발생한 수익과 비용을 할인율을 적용 현재가치로 전환하여 사업기간 중에 발생한 현금의 흐름을 평가한 것이다.

순현재가치 평가에 따라 실제로 사업을 시행할 것인가를 결정하는 기준은 사업의 순현재가치가 영(零)일 경우로서 사업이 타당성을 가지려면 순현재가치가 영(零)이상이어야 한다. 영보다 작다면 사업의 운영으로 인하여 발생하는 수익의 현재가치가 사업의 운영을 위해 투자된 비용의 현재가치보다 작다는 것으로서 이 경우 은행에 저금하거나 다른 사업에 투자하는 것이 더 경제적임을 의미하기 때문이다.

본 분석에서 순현재가치는 263,512천원으로서 영(零)보다 크기 때문에 관상용 접목 선인장 가공사업은 수익성이 있는 것으로 나타났다. 즉 분석 대상기간인 11년 동안 각기의 수익에서 비용을 제한 순수익을 할인한 현재가치의 흐름의 합계가 263,512천원이다.

한편, 각각 시점의 가치로 얼마만큼의 순수익을 올려야 할인된 가치의 합계가 일정액이 될 것인가를 나타내는 것이 자본회수비용(Capital Recovery Cost)이다. 본 분석에서 순현재가치의 자본회수비용(Capital Recovery Cost)은 19,314천원으로 나타났다. 즉 순현재가치 263,512천원을 낳기 위해서는 매기마다 19,314천원의 순수익을 올려야 되는 것이고 관상용 접목 선인장 가공공장의 운영에 따른 수익을 사업기간동안에 균등배분하면 해마다 19,314천원의 순수익을 올리는 사업과 같다라는 의미이다.

나) 내부수익율(Internal Rate of Return)

사업성을 평가하는 지table에는 순현재가치 이외에 내부수익율이 있다. 순수익의 흐름을 이용하여 사업의 현재가치를 평가하는 방법인 내부수익율은 순

수익의 현재가치를 영(零)으로 만드는 할인율을 말한다. 이때 사업성의 여부는 이렇게 구해진 내부수익율이 사회적 이자율과 어떠한 관계에 있느냐에 의하여 결정된다. 즉, 내부수익율이 사회적 이자율보다 높거나 같으면 사업성이 있는 것이고 그렇지 않을 경우 사업에 투자하기 보다 예금 등을 통하여 사회적 이자율을 수익으로 얻는 것이 보다 수익율이 높기 때문에 사업에 투자하는 것은 수익성이 없게 된다.

환언하면 순현재가치에서는 사업기간동안에 발생한 비용과 수익의 흐름 즉 순수익의 흐름을 사전에 정해진 이자율로 할인했을 때 크기가 어떻게 되는가를 보아 사업성을 결정하였으나 내부수익율에서는 순수익의 흐름을 영으로 만드는 이자율을 사후적으로 찾아 이 이자율을 사전에 정해진 이자율과 비교하여 사업성 여부를 판단한다.

사업이 투자 및 경상비 등을 회수하고 손익을 맞추려한다면 내부수익율은 사용된 자본에 대하여 지불할 수 있는 최대의 이자율을 나타낸다. 즉, 사업기간동안 매 회계년도에 발생시키는 수익률이라 할 수 있다. 내부수익율에 의한 사업타당성의 평가 기준은 이자 수익율보다 높아야 한다는 것이다.

만약 내부수익율이 시중 이자율보다 낮으면 사업에 소요되는 자본을 사업에 투자하는 대신 은행에 저금을 하거나 다른 사업에 투자하는 것이 더욱 경제적일 것이다. 본 분석에서 내부수익율 9.2%는 사회적 평균이자율이라고 할 수 있는 은행의 대출이자율 5%보다 높아 100%의 공장가동과 생산된 제품의 100%판매라는 가정이 충족된다면 사업타당성은 있다고 볼 수 있다.

표 34. 관상용 건조 접목선인장 가공사업의 비용수익 분석

(단위 : 천원)

항 목	초기년도	1년차	2년차	3년차	8년차
비 용 계	596,880	790,382	790,382	790,382	797,332
총고정자산 증가	596,880	-	-	-	6,950
토지 및 건물	445,000	-	-	-	-
기 계	151,880	-	-	-	6,950
운 영 비	-	388,872	388,872	388,872	388,872
재 료 비	-	50,483	50,483	50,483	50,483
노 무 비	-	94,000	94,000	94,000	94,000
제 조 경 비	-	204,907	204,907	204,907	204,907
판매.일반관리비	-	39,482	39,482	39,482	39,482
시설자금 원금상환	-	-	-	-	-
수매자금 원금상환	-	-	-	-	-
은행융자 원금상환	-	388,873	388,873	388,873	388,873
시설자금 이자상환	-	-	-	-	-
수매자금 이자상환	-	-	-	-	-
은행융자 이자상환	-	9,721	9,721	9,721	9,721
법인세	-	2,916	2,916	2,916	2,916
수 입 계	-	816,633	816,633	816,633	816,633
시설자금 정부융자	-	-	-	-	-
수매자금 정부융자	-	-	-	-	-
운영자금 은행융자	-	388,873	388,873	388,873	388,873
판매수입	-	427,760	427,760	427,760	427,760
시설잔존가치	-	-	-	-	-
순 수 익	- 596,880	26,248	26,248	26,248	19,298

○순현재가치(NPV) : 263,512천원

○내부수익률(IRR) : 9.2%

○자본회수비용(CRC) : 19,314천원

제 6 절 수출용 접목선인장의 적정 보관조건 설정시험

접목선인장은 특성상 건조한 환경에서 견디는 힘은 아주 강하나 과습 상태에서 단시간은 견디지만 장시간 두면 뿌리가 썩어 버림으로써 보관 및 관리상태에 따라 2~6개월 정도 밖에 유지하지 못하는 것으로 보고되고 있다. 이와 같이 수출용 접목선인장의 수송 및 저장시 부패로 인한 생존율(20℃ 저장: 약 63%, 정식 후 20일 기준)감소 대책과 관상용 화훼류로 장기간 보존할 수 없는 문제점을 해결하기 위한 방안으로, 기존에 관행적으로 유통되어지고 있는 박스포장 내에 신문지를 선인장 한 층마다 덮는 방법을 개선하고자 관행적 방법과 더불어 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 필름으로 이중 포장한 방법(PE 2)과 박스포장 내에서 PE필름으로 포장하여 질소가스를 내부에 주입하여 밀봉한 방법(PE 1)을 사용하여 20℃저장온도에서 10일 간격으로 생체중량의 감소와 부패율, 수분함량, 색도, 관능적 평가에 대한 변화를 조사하였다.

1. 중량 감소율 변화

먼저, 저장기간 중의 중량감소율의 분석결과는 Fig. 39와 같다. 저장기간이 증가함에 따라 대체적으로 모든 처리구에서 중량감소가 일어났으나 그 중에서도 대조구에서 중량감소율은 가장 크게 나타났으며 폴리에틸렌 필름에 질소충전을 하여 포장한 처리구(PE 1)에서는 다소 낮은 것으로 분석되었다. 저장 50일이 경과한 후 대조구는 3.67%의 감소율을 보인 반면 PE 1 처리구에서는 2.14%, PE 2 처리구에서는 2.82%의 감소율을 나타내었다. 위의 결과에서 대조구의 중량감소율이 가장 높은 이유는 필름으로 이중 포장을 한 PE 1 및 PE 2 처리구에 비해 공기와의 접촉으로 인하여 95%이상의 높은 수분함량을 가지고 있는 접목선인장꽃의 수분 증발이 빠르게 일어난 것으로 추측되며 PE 1 및 PE 2 처리구에서는 폴리에틸렌 필름으로 이중 포장되어 있어 대조구에 비하여 수분의 증발이 크게 억제된 것으로 보여진다.

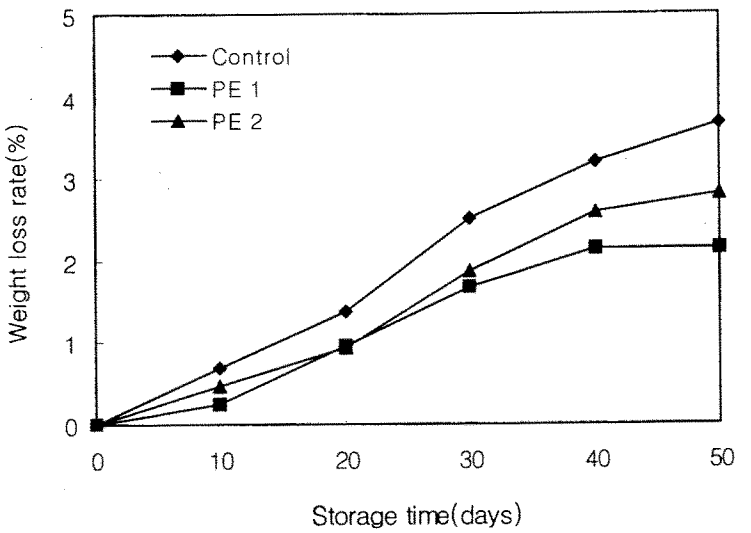


Fig. 39. Changes in weight loss rate of grafting cactus during storage at 20℃.

Control : 박스 포장내에 신문지를 선인장 한 층마다 덮는 방법 (기존 방법)

PE 1 : 대조구 처리방법과 더불어 박스포장 내에 PE필름 포장하여 질소가스 주입 처리

PE 2 : 대조구 처리방법과 더불어 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 PE필름 포장 처리

2. 수분함량의 변화

Fig. 40 및 41은 저장기간중의 수분함량의 변화를 나타낸 것으로 적색 접목 선인장꽃의 구(head)와 대목부위(stem: 구와 연결된 부위에서 5cm±1)를 나누어 측정하였다. 수분함량은 저장기간이 증가할수록 구와 대목 부위가 모두 감소되는 경향을 나타내었는데 구 부위보다는 대목 부위의 수분함량의 감소량이 더 큰 것을 알 수 있었다. 초기 수분함량은 구 및 대목 부위가 각각 96.51%, 95.32%로 구 부위의 수분함량이 다소 높게 나타났으며 저장기간이 길어질수록 구 부위의 수분함량 보다는 대목의 수분함량이 더욱 심하게 감소되는 것으로 나타났다. 일반적으로 접목선인장꽃은 수분 보유력이 뛰어난 특성으로 인하여 저장기간 50일이 경과함에도 불구하고 모두 90%이상의 수분함량을 나타내었는데 구의 경우는 외피가 약간 건조되어 보일 뿐 큰 변화는 없었으나 대목 부위는 구와 거리가 먼 부위에서부터 건조되기 시작하여 대조구의 경우 30일이 경과하면서부터 눈에 띄게 대목 부위의 건조가 나타났으며 40일이 지나면서 건조가 심하여 휘어지는 것을 발견할 수 있었다. 각 시료의 저장기간에 따른 차이를 보면 구와 대목에서 유사한 경향으로 나타났으며 그 중에서도 대조구의 수분함량이 가장 크게 감소한 것으로 나타났으며 중량 감소율의 경우와 마찬가지로 수분의 증발이 타 처리구에 비하여 쉬웠던 것으로 추측되며 PE 1 처리구의 경우는 폴리에틸렌의 필름에 다수의 핀홀을 가지고 있는 PE 2 처리구보다 수분함량의 감소가 더욱 적었던 것으로 나타났다. 저장 50일째 대목 부위의 수분함량은 대조구가 91.91%로 가장 낮았으며 PE 2, PE 1처리구 순으로 각각 92.99%, 93.52%의 결과를 보여주었다.

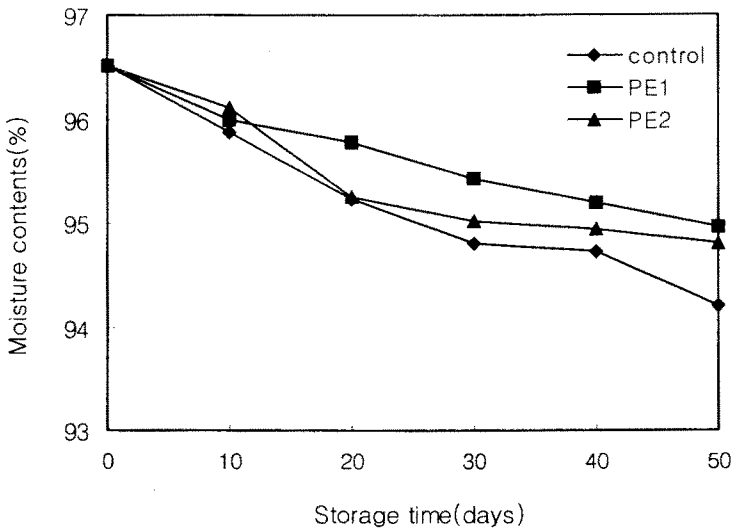


Fig. 40. Changes in moisture contents(%) of grafting cactus(head) during storage at 20℃.

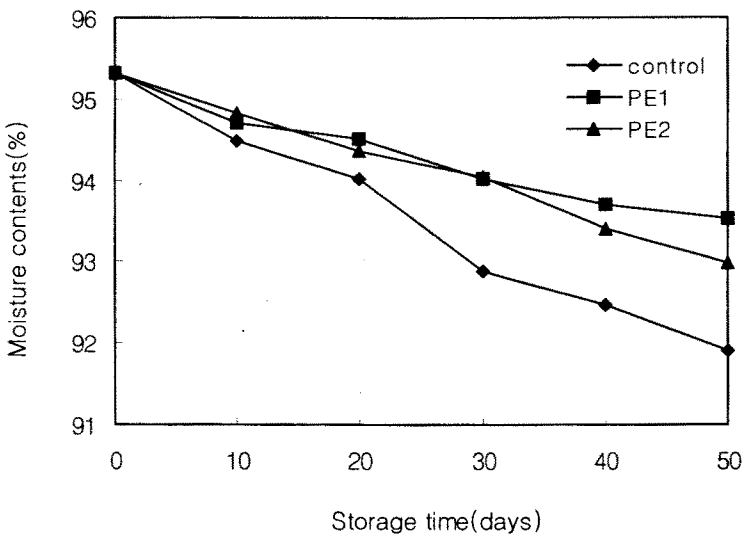


Fig. 40. Changes in moisture contents(%) of grafting cactus(stem) during storage at 20℃.

3. 색도의 변화

저장기간에 따른 색도 분석 결과는 Table 35에 나타내었다. 밝은 정도를 나타내는 L값의 경우 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 나타내어 붉은 자주빛(red purple)을 보이는 구색은 저장동안 어두운 적색에서 다소 밝은 적색으로 변화되는 것을 짐작할 수가 있다. 저장 50일째 처리구별 차이를 보면 L값은 초기치 38.34에서 대조구와 PE 1 처리구는 거의 비슷하게 39.74 및 39.73으로 나타났고, PE 2 처리구에서는 초기치보다 다소 높은 39.19의 L값을 나타내었다. 붉은색의 정도를 나타내는 a값은 L값과는 달리 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 b값은 다소 증가하는 경향을 보였다. a값은 PE 1 처리구에서 39.41로서 타 처리구에 비하여 다소 낮았으며 또한, 황색의 정도를 나타내는 b값은 대조구가 18.16으로 가장 낮고 PE 2 처리구에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 처리구간의 색차(color difference, ΔE)를 분석한 결과에서는 PE 2 처리구에서 초기시료와 가장 근접한 것으로 나타났다. 일반적으로 색차값이 최소 1.5이상은 되어야 감지할 수 있을 정도의 차이이며 3.0 이상부터 눈으로 식별이 가능한 차이를 나타낸다고 볼 때, 최장 저장기간인 50일째에도 ΔE값은 PE 1 처리구가 가장 높은 2.28이며 PE 2 처리구에서 가장 낮은 1.95의 결과로 나타나 향후 접목선인장꽃의 국내외 수출 및 유통시 저장성 증대효과를 향상시키므로써 생산농가의 소득증대에 상당히 이바지할 것으로 예측된다.

Table 35. Changes in Hunter L, a, b and △E value of grafting cactus during storage at 20℃

Treat-ments		Storage time (day)*					
		Initial	10	20	30	40	50
Control[1]	L	38.34±0.91	38.60±1.02	37.97±0.63	38.92±0.70	39.12±0.67	39.74±0.84
	a	41.07±1.80	40.55±2.10	40.51±2.32	40.43±2.37	39.37±1.85	39.52±1.22
	b	17.65±2.37	18.30±1.87	18.41±0.96	18.63±1.50	18.19±1.76	18.16±1.56
	△E	-	0.88	1.01	1.31	1.95	2.15
PE 1[2]	L	38.34±0.91	38.49±1.24	38.53±0.86	38.83±1.05	39.31±1.46	39.73±0.84
	a	41.07±1.80	40.05±1.20	40.08±2.13	39.83±1.81	39.04±1.52	39.41±0.85
	b	17.65±2.37	17.47±1.52	17.83±1.33	17.55±2.14	18.08±1.55	18.37±0.83
	△E	-	1.05	1.02	1.34	1.85	2.28
PE 2[3]	L	38.34±0.91	38.80±0.88	38.52±0.82	38.82±1.24	39.06±1.19	39.19±0.60
	a	41.07±1.80	40.49±1.71	40.44±1.68	40.71±1.79	40.41±1.03	39.44±1.37
	b	17.65±2.37	17.88±1.61	18.12±1.99	18.19±1.26	18.38±2.05	18.26±1.82
	△E	-	0.77	0.80	0.81	1.22	1.95

* Mean±standard deviation of 5 measurements.

1) 박스포장 내에 신문지를 선인장 한 층마다 덮는 방법(기존 처리방법)

2) 대조구 처리방법과 더불어 박스포장 내에 PE필름 포장하여 질소가스 주입 처리

3) 대조구 처리방법과 더불어 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 PE필름 포장

4. 관능검사

포장처리 조건별에 따른 접목선인장꽃의 외관, 건조정도, 부패정도, 전체적선호도를 알아본 관능검사의 결과는 Table 36과 같다. 외관 상태를 보면 대조구와 PE 1 처리구는 20일, PE 2 처리구는 30일을 경과하면서 저장 초기의 시료와 유의적인 차이를 나타내었다. 건조된 정도는 저장 40일이 경과하였을 때 PE 1 처리구에서는 초기 시료와의 유의성을 보일 정도였으나 대조구에서는 건조된 정도가 급격히 증가된 것으로 나타났다. 부패된 정도에서는 대조구는 건조도가 높아 부패정도는 낮았지만 PE 1 처리구에서는 습도가 상승한 관계로 저장 40일이 경과한 시점에서는 부패정도가 다소 심한 것으로 분석되었다. 전체적인 기호도 평가에서는 다수의 핀홀을 가지고 있는 0.03㎛두께의 polyethylene film으로 박스포장 내에 이중 포장이 된 처리구(PE 2)가 가장 좋은 결과를 보여주었는데 이는 film으로 수분의 증발을 차단함과 동시에 핀홀로 적절한 습도를 유지시켜 준 것에 대한 효과로 예측되어진다. 일반적인 방법대로 박스만으로 포장한 대조구는 공기접촉이 용이하므로 수분이 증발되어 다른 처리구에 비해 건조가 심하게 나타났는데 저장기간 40일이 경과되면서부터 유의적인 차이를 나타내었다. 이와 반대로 질소가스를 주입후 polyethylene film으로 포장한 PE 1 처리구에서는 수분 증발은 차단시킬 수 있는 효과는 있으나 시료 자체의 호흡으로 인해 발생되는 수분이 film내에 고이는 현상으로 인해 오히려 포장내 습도가 높아져서 부분적으로 곰팡이가 발생하여 상품성을 저해하는 요인이 되었다.

Table 36. Changes of organoleptic characteristics of grafting cactus during storage at 20℃

	Treat-ments	Storage time (day)*					
		Initial	10	20	30	40	50
Appear-ance	Control[1)]	9.0±0.0^{a}	8.7±0.4^{abc}	8.3±0.5^{bcde}	7.8±0.7^{ef}	6.8±0.7^{g}	6.2±0.8^{gh}
	PE 1[2)]	9.0±0.0^{a}	8.6±0.5^{abcd}	8.2±0.5^{bcde}	7.4±0.4^{f}	6.6±0.9^{g}	5.8±0.8^{h}
	PE 2[3)]	9.0±0.0^{a}	8.8±0.3^{ab}	8.7±0.5^{abc}	8.1±0.5^{cdef}	7.9±0.4^{def}	7.4±0.4^{f}
Dryness	Control	9.0±0.0^{a}	8.7±0.4^{abc}	8.1±0.6^{bcdef}	7.6±0.6^{fg}	6.4±0.9^{h}	5.3±1.0^{i}
	PE 1	9.0±0.0^{a}	8.9±0.2^{a}	8.5±0.4^{abcd}	8.3±0.6^{abcde}	8.0±0.4^{cdef}	7.7±0.6^{efg}
	PE 2	9.0±0.0^{a}	8.8±0.3^{a}	8.8±0.4^{ab}	8.3±0.3^{abcde}	7.8±0.5^{defg}	7.3±0.7^{g}
Spoilage	Control	9.0±0.0^{a}	9.0±0.0^{a}	8.6±0.5^{ab}	8.1±0.5^{bc}	7.0±0.8^{ef}	6.5±0.9^{fg}
	PE 1	9.0±0.0^{a}	9.0±0.0^{a}	8.1±0.4^{bc}	7.5±0.6^{cde}	6.2±0.8^{gh}	5.8±0.9^{h}
	PE 2	9.0±0.0^{a}	9.0±0.0^{a}	8.8±0.4^{ab}	8.3±0.3^{ab}	7.7±0.6^{bc}	7.2±0.7^{de}
Overall	Control	9.0±0.0^{a}	8.8±0.3^{abc}	8.6±0.5^{abc}	7.4±0.9^{ef}	6.7±0.8^{gh}	6.5±0.9^{hi}
	PE 1	9.0±0.0^{a}	8.8±0.4^{abc}	8.1±0.4^{cde}	7.3±0.7^{fg}	6.2±0.8^{ij}	5.8±0.9^{j}
	PE 2	9.0±0.0^{a}	9.0±0.2^{ab}	8.8±0.4^{abc}	8.2±0.4^{bcd}	7.7±0.6^{def}	7.2±0.7^{fgh}

* Each value represent the mean±SD of the rating by 5 judges using 9 point scale (1:extremely poor 5:medium 9:extremely good).

[a-i] Means with same superscripts in a row are not significantly different ($p < 0.05$).

1) 박스포장 내에 신문지를 선인장 한 층마다 덮는 방법(기존 처리방법)

2) 대조구 처리방법과 더불어 박스포장 내에 PE필름 포장하여 질소가스 주입 처리

3) 대조구 처리방법과 더불어 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 PE필름 포장

제 Ⅳ 장 결 론

미활용 접목선인장의 상품화 개발의 일환으로 건조처리시, 변형 및 변색을 최소화시키기 위한 최적의 처리방법을 모색하기 위하여 연구를 수행하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

○ 접목선인장의 수분함량은 적색 비모란, 산취 및 적황색의 혼합 비모란은 96%이상으로, 핑크색 및 적록색의 혼합 비모란이 92~93%인 것에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 회분, 조지방, 조단백과 조섬유는 미량 함유하였다.

○ 색소성분에 있어서는 betalain이 적색 비모란에서는 5.14±0.81 mg%, 핑크색 비모란에서는 3.05±0.53 mg%, 주황색 비모란에서 2.15±0.12 mg%, 적황색의 혼합 비모란에서 4.81±0.28 mg%를 함유하는 것으로 나타났다. Chlorophyll은 적록색의 혼합 비모란에서 25.72±1.04 mg%, 소정에서는 54.65±1.42 mg%, 그리고 β-carotene은 적색 비모란, 산취 및 적황색의 혼합 비모란에서 각각 1.58±0.10, 2.36±0.24 및 3.79±0.32 mg% 함유되어 있는 것으로 나타났다.

○ 열풍 및 microwave를 이용한 건조에서는 접목선인장 자체 수분함량을 90% 정도로 감소시키는데 약 20시간 이상이 소요되었고, 90% 수분 함유상태에서도 외형과 색상변화가 아주 심하였다. 반면에 60~72시간 동안 동결건조 처리한 접목선인장의 최종 수분함량은 4.29~8.14% 수준에서 부피변화율은 5.5~10.5% 수준으로 원형과 거의 유사한 형태를 나타내었다.

○ 적색 및 핑크색 비모란에서 추출한 시료에 있어 흡수 스펙트럼의 최대 흡수대는 530~534nm으로 betalain 계통임을 확인하였으며, 산취에서 추출한 시료의 UV/VIS 흡수 스펙트럼은 662nm, 618nm 및 580nm를 나타내었고, ODS HPLC column으로 분리한 실험결과에서는 chlorophyll a가 면적비로 18%, chlorophyll

b가 6%, 그리고 약 5% 가량의 β-carotene을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 또한 소정의 경우도 664nm, 618nm 및 584nm 부근에서 강한 흡수대를 나타내어 chlorophyll a 및 chlorophyll b와 거의 일치하는 것으로 나타났으며, TLC로 색소를 분리한 결과에서도 chlorophyll a 및 chlorophyll b로 확인되었다.

○ 다양한 이화학적 전처리에 의한 동결건조시험을 수행한 결과, 적색 비모란 등 3 종의 구형 시료에 대하여 area, aspect, maximum diameter, perimeter로 구분하여 처리구간의 유의성을 측정한 결과, 면적 및 종횡비를 나타내는 area 및 aspect는 DF-100으로 처리한 시료에서, maximum diameter는 ethanol 처리구, perimeter는 DF-100 처리구에서 변형율이 가장 적게 나타났다. 색소 안정화 시험에서는 betalain 함량을 초기치와 비교하여 본 결과, ethanol 처리구는 적색 및 핑크색 시료에서 초기치의 95% 수준으로 가장 우수하게 나타났으며, 유기산 처리구는 적색 시료는 citric acid에 의해, 핑크색 시료는 malic acid에 의해 좋은 효과를 나타내었다. 그밖에 금속이온용액의 농도에 따른 차이는 거의 나타나지 않았으나 $Al_2(SO_4)_3$처리가 $Fe_2(SO_4)_3$ 및 $AgNO_3$처리시 보다 색소 감소율이 적은 것으로 나타났으며 또한, 시료를 침지 가열 처리한 결과에서는 90℃에서 10분간 처리하였을 때 낮은 감소율을 보여주었다.

○ 수출용 접목선인장중 적색 비모란의 저장중 품질변화를 조사한 결과, 중량감소율은 폴리에틸렌 필름에 질소충전을 하여 포장한 처리구(PE1)과 박스포장 내에 세밀한 구멍이 있는 필름으로 이중 포장한 방법(PE 2)이 저장 50일이 경과 후 기존의 방법(Control)이 3.67%의 감소율을 보인 반면 PE 1 처리구에서는 2.14%, PE 2 처리구에서는 2.82%의 감소율을 나타내었다. 수분함량은 저장기간이 경과할수록 구(head) 부위의 수분함량 보다는 대목(stem)의 수분함량이 더욱 심하게 감소되는 것으로 나타났고, 저장 50일째 대목 부위의 수분함량은 대조구가 91.91%로 가장 낮았으며 PE 2 및 PE 1 처리구는 각각 92.99% 및 93.52%으로 나타났다. 색차 변화는 저장 50일째 PE 2 처리구에서 가장 낮은 1.95값을 보여 주었고 전체적인 기호도 평가에서는 PE 2 처리구가 가장 좋은 결과를 보여주었다.

참고 문헌

1. 농림부 : '96 화훼재배 현황(1997)

2. 정명일 : 비모란의 착색 및 생육에 미치는 광질과 광량의 영향, 원광대 석사 학위논문(1994)

3. 농촌진흥청 원예연구소 : 수출용 접목선인장의 상품생산 및 품질향상 연구(1998)

4. 농촌진흥청 : 수출 유망 작목의 품질향상과 생산성 증대 연구(1991)

5. 한인송 등 : 시험연구보고서. 원예시험장(1989)

6. 김영진 등 : 시험연구보고서. 원예시험장(1990)

7. Goodwin, T. W. : Chemistry and biochemistry of plant pigments. Academic Press Inc. (1976)

8. Koehler, K. H. : Photocontrol of betacyanin synthesis in Amaranthus caudatus seedling in the presence of kinetin. *Phytochemistry*, 11, 133(1971)

9. 下村 孝 : サボテン接木苗の生育に及ぼす臺木サイズおよび施肥の影響. 日園雜, 48, 316(1980)

10. Wagner, E. et al. : Betacyanin accumlation, chlorophyll content and flower initiation in chenopodium rubrum as related to endogenous rhythmicity and phytochrome action. *Canadian J. of Botany*, 48, 1(1970)

11. Beteman G. et al. : Flowering plants of the world. Croom Herm Ltd. London & sydney(1985)

12. Saenz, C. et al. : Color changes in concentrated juices of prickly pear(Oputia ficus indica) during storage at different temperatures. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 26, 417(1993)

13. Cantwell, M. et al. : Postharvest phygiology of prickly pear cactus stems. *Scientia-Horticulturae*, 50(1/2), 1(1992)

14. Rodriguez, F. A. et al. : Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus caldodes (nopalitos). *Plant Food for Human Nutrition*, 38(1), 83(1988)

15. Sawaya, W. N. et al. : Chemical charateization of prickly pear pulp, Opuntia ficus-indica, and the manufacturing of prickly pear jam. *Journal of Food Technology*, 18(2), 183(1983)

16. Berger, S. H. et al. : Cold storage of prickly pears (Opuntia ficus indica). *Invastigacion-Agricola*, 4(1), 21(1978).

17. Teles, F. F. F. : Nutrient analysis of prickly pear (opuntia ficus indica Linn.). *Dissertation-Abstracts-International*-B, 38(7), 3135 : Order no.77-29342, 169(1978)

18. Tressler, D. K. et al. : Food product formulary. Vol. 3. Fruit, vegetable and nut products. AVI-Publishing-Co.,-Inc., Westport,-Conneticut,-USA, 278 (1976)

19. Benk, E. : Tropical and subtropical fruit and fruit products. *Verbraucherdienst*-B, 18(10), 229(1973)

20. Ismail, M. et al. : Antioxidants and their effect on the stability of lettuce seed oil during storage. *Agricultural-Research-Review*, 50(5), 293(1972)

21. Espinosa, A. J. et al. : Some chemical properties and preliminary trials on preservation of fruits and juice of prickly pear (Opuntia ficus indica). *Fruits*-, 28(4), 285(1973)

22. Beteman G. et al. : Flowering plants of the world. Croom Herm Ltd. London & sydney (1985)

23. Bakker, J. et al. : Strawberry juice color-the effect of some processing variables on the stability of anthocyanins. *J. Sci Food Agric.*, 60, 471(1992)

24. Bakker, J. et al. : Strawberry juice color-the effect of sulphur dioxide and EDTA on the stability of anthcyanins. *J. Sci Food Agric.*, 60, 477(1992)

25. Gil, Maria I. et al. : Changes in strawberry anthcyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 1662(1997)

26. 정미숙, 김경희 : 선인장 붉은 열매에서 추출한 Betanine 색소의 안정성. 한국조리과학회지, 12(4), 506(1996)

27. 신경아, 이영철 외 3인 : pH에 따른 손바닥선인장 열매의 색소 안정성. 61차 한국식품과학회 학술발표회(1998)

28. 김인환, 김명희, 김홍만, 김영언 : 선인장 열매의 적색색소의 열안정성에 대한 항산화제의 효과. 한국식품과학회지, 27(6), 1013(1995)

29. A.O.A.C. : Official methods of analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C. (1995)

30. 日本食品總合研究所 : 食品品質評價のための品質特性測定法マニュアル(2), 61(1990)

31. M. Edelenbos, L. P. Christensen, and K. Grevsen, : HPLC Determination of chlorophyll and carotenoid pigments in processed green pea cultivars(*Pisum sativum* L.), *J. Agric. Food. Chem.*, 49, 4769-4774 (2001)

32. R. Reynoso, F. A. Garcia, D. Morales, and E. G. Gonzales de Mejia : Stability of betalain pigments from a *Cactacea* fruits, *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2884-2889 (1997)

33. A. Bilyk : Thin-layer chromatographic separation of beet pigments, *J. Food. Sci.*, 46, 298-299 (1997)

34. E. J. Arar : Determination of chlorophylls a and b and identification of other pigments of interest in marine and freshwater algae using high performance liquid chromatography with visible wavelength detection, Method 447.0, version 1.0, U.S. Environmental Protection Agency (1997)

35. K. Watanabe, S. Hirota, and B. Takahashi : Determination of chlorophyll and carotenoid pigments in Okra(*Abelmoschus esulentus* Moench), *Nippon*

Shokuchin Kagaku Kaishi, 43, 617-621 (1996)

36. T. K. McGhie and G. D. Ainge : Color in fruit of the genus *Actinidia*: carotenoid and chlorophyll compositions, *J. Agric. Food. Chem.*, 50, 117-121 (2002)

37. J. Kanner, S. Harel, and R. Granit : Betalains - a new class of dietary cationized antioxidant, *J. Agric. Food Chem.*, 49, 5178-5185 (2001)

38. J. H. V. Elbe, S. H. Sy, and I. Maing : Quantitative analysis of betacyanins in red table beets(Beta *vulgaris*), *J. Food Sci.*, 37, 932-934(1972)

39. M. N. Gasztonyi, H. Daood, M. T. Hájos, and P. Biacs : Comparison of red beet(Beta *vulgaris* va *conditiva*) varieties on the basis of their pigment components, *J. Sci. Food and Agric.*, 81, 932-933 (2001)

40. F. J. Francis : Anthocyanins and betalains -Composition and applications, *Cereal Food World*, 45, 208-213 (2000)

41. S. J. Schwartz, and J. H. von Elbe : Quantitative determination of individual betacyanin pigments by high-performance liquid chromatography, *J. Agric. Food Chem.*, 28, 540-543 (1980)

42. S. J. Schwartz, B. E. Hildenbrand, and J. H. von Elbe : Comparison of spectrophotometric and HPLC methods to quantify betacyanins, *J. Food Sci.*, 46, 296-297 (1981)

43. A. Pourrat, B. Lejeune, A. Grand, and H. Pourrat : Betalains assay of fermented red beet root extract by high performance liquid chromatography, 53, *J. Food. Sci.*, 294-295 (1988)

44. J. H. von Elbe, I. Maing, and C. H. Amundson : Color stability of betanin, *J. Food Sci.*, 39, 334-337 (1974)

45. J. Bakker, P. Bridle, and A. Koopman : Stawberry juice color -the effect of some processing variables on the stability of anthocyanins, *J. Sci. Food Agric.*, 60, 471-476 (1992)

46. S. Y. Ahn : Studies on the identification of the anthocyanins in plum, *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 16, 53-59 (1973)

47. H. J. Hwang, and K. R. Yoon : Carotenoid pigment of *Citrus* fruits cultivated in Korea, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 950-957 (1995)

48. T. H. Yoon, S. J. Lee, and K. S Kim : Studies on the utilization of plant pigments, Korean *J. Food Sci. Technol.*, 10, 194-202 (1978)

49. M. S. Shin, and S. Y. Ahn : Studies on identification of anthocyanins in Elderberries(*Sambucus*), *Korean J. Food Sci. Technol.*, 12, 305-312 (1980)

50. M. P. Carno, M. A. Marin : Pigment composition and color of frozen and canned kiwifruit slices, *J. Agric. Food Chem.*, 40, 2141-2146 (1992)

51. M. K. Ra : Study on the Stability of Anthocyanin Pigment in 'Comet radish', 경희대 석사학위 논문(1991)