



백년초 이야기 I



제주특별자치도농업기술원
서부농업기술센터

발간사



제주특별자치도농업기술원
서부농업기술센터 소장 양 태 준

백년초라고 불리는 손바닥선인장은 제주시 한림읍의 특산물로서 민간요법으로 천식, 타박상, 관절염 등에 사용하기 시작한 것은 아주 오래전부터 였으나 과학적 연구는 1995년부터 백년초를 이용한 가공식품 개발을 시작으로 성분분석 및 재배기술 개발과 약리효능에 대한 연구를 하였고 이를 바탕으로 소비자를 대상으로 많은 홍보도 이루어 졌으나 세월이 흐르다 보니 그동안의 연구 보고서가 남아있지 않고 보고서 원안을 그대로 사용하기에는 어려운 전문적인 용어로 작성되어 생산자나 소비자들이 읽고 이해하기가 매우 어렵게 되어 있어서 이를 알기 쉽게 고치고 한데 모아서 “백년초 이야기 I”를 발간하게 되었습니다.

전문용어를 우리말로 바꾸는 과정에서 다소 어색하게 표현된 부분도 있으나 누구나 이해하기 쉽도록 만들어 졌으므로 많은 분들에게 도움이 되기를 바라며 이를 계기로 백년초 산업이 더욱 활성화되기를 기대 합니다.

2009. 12.

차 레

I. 백년초 이야기	7
II. 백년초의 성분	14
III. 백년초를 이용한 식품 가공 기술 개발	24
1. 주류의 가공 기술 개발	24
2. 생면의 제조 및 특성	35
3. 백년초 열매를 첨가한 요구르트의 제조	44
4. 수용성 다당 분리 기술 개발	50
5. 여러 종류의 식품가공 기술 개발	56
IV. 약리효능 시험 결과	76
1. 손바닥선인장의 항 당뇨 효과	77
2. 손바닥선인장 열매 및 줄기의 위염에 대한 효과	90
3. 손바닥선인장 열매와 줄기의 호흡기에 대한 작용	96
4. 손바닥선인장의 항 동맥경화 작용	105
5. 선인장 항암 효과	127
6. 변비 개선효과	130
7. 중약 대사전에서 본 선인장	133
V. 실용화 연구 결과	138
1. 손바닥선인장 재배기술 개발	138
2. 손바닥선인장박(粕) 이용 돼지사료 개발	163
3. 손바닥선인장 가공부산물 퇴비화 기술개발	185

I. 백년초 이야기

1. 백년초 이해

우리나라에서 재배되는 선인장 중에서 제주도에서 재배되는 줄기가 납작한 손바닥 모양을 여러개 붙인 것처럼 생겨 손바닥선인장이라고 불리는데 부채선인장속(*Opuntia*)이며 다른 이름으로 백년초라고 한다. 부채선인장속(*Opuntia*)에는 매우 많은 품종이 있는데 그중 하나이며 학명을 *Opuntia ficus-indica* var. *Saboten*으로 쓰고 있는 쌍떡잎식물이다.

제주도에서는 손바닥선인장 즉 백년초를 1976. 9. 9. 제주도 기념물 제 35호로 지정하였고, 북제주군에서 중앙정부에 요청하여 2001. 9. 11. 천연기념물 제 429호로 군락지(월령리 359-2 번지 외)가 지정되어 보호되고 있다.



천연기념물 제429호 군락지

가 원산이며 형태가 손바닥모양과 같아서 손바닥선인장 이라 부른다”라고 적어 놓고 있다 그러나 현재 이 마을에서 선인장을 재배하고 있는 나이 많으신 분들의 전하는 전설에 의하면 백년초는 “당동” 할아버지가 가져다 줘서 심었다라고 하고 있다 여기서 살펴볼 것은 “당동”이라는 지명이다. 이는 혹시 당나라였던 중국을

현재 제주도 한림읍 월령리 해안가 군락지 천연기념물 지정 표석에는 “쿠료시오해류(黑潮海流)를 따라 열대지방에서 이곳으로 밀려와 바닷가의 모래땅이나 바위틈에 기착한 것으로 본다 이곳의 선인장은 멕시코

왕래하던 상단에 소속되었던 이 고장 출신이 중국에서 가져오지 않았겠느냐 하고 추측해 볼 수 있다.



한림읍 월령리 선인장 마을안길

백년초는 오래전부터 제주도 한림읍 월령리 해안가에 군락을 이루고 있었고 민가에서 몇 그루씩 심어 약용으로 이용하고 있었다. 1970년대 한림읍 월령리 일주도로변에 가로조경용으로 심어지기도 했었고 이때부터 열매에 대한 수요가

발생하였다.

백년초의 재배적지는 안전하게 재배 수확하기 위해서는 해발 100m 이하 또는 해안선으로부터 2km이내가 적당할 것으로 보인다. 이는 겨울철 혹한기에 줄기 및 열매가 추위피해를 받지 않아야 하며 추위피해가 있으면 경제적인 수확량을 기대할 수 없기 때문이다.

경제적인 재배의 시작은 한림읍 월령리 농가에서 1991년 경작지 300평에 손바



바닷가에서 백년초 재배전경

닥선인장을 심은 것이 최초의 재배였고 그 이후 한림읍에서 쓰레기 매립장으로 사용하던 곳을 정리하여 선인장을 심도록 북제주군에서 지원하여 1993년 3,000평을 1995년 3,000평을 월령리 공동 재배 단지로 조성

하여 주었고, 1996년 북제주군농업기술센터에서 한림읍 금능리 산 17번지에 시험포 5ha를 조성한 바 있다.

〈표 1〉 백년초 재배 현황

연 도 별	'92	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2009
면 적(ha)	1.0	22.5	105.6	300.6	322.8	285.7	199.7	160
농 가 수(호)	-	-	252	582	622	530	391	250
생산량(M/T)	-	100	198	486	1,884.5	2,325	2,995	2,000

재배면적은 1991년까지는 면적 집계된 자료가 없으며 1992년 1ha에서 1995년 22.5ha로 확대 된 이후 1998년 322.8ha를 기점으로 1999년 285.7ha, 2000년 199.7ha로 급격히 감소하였는데 이는 1999년 백년초열매가 과잉 생산되어 가격이 폭락함에 따라 경작지에 심어있던 선인장을 중심으로 재배농가 스스로 폐원하여 면적을 조정하면서 많은 자구 노력한 결과이다.

손바닥선인장 열매의 가격은 1995년 kg당 8,000원이었으나 1999년 kg당 300원으로 하락과 전량 판매가 이루어지지 않았으나 이후 약리효능 시험결과 가능성이 우수함을 홍보 하면서 소비가 꾸준히 증가하여 2009년 1,300원/kg으로 안정세를 보이고 있다.

2. 원산지에선 어떻게 이용되나

선인장 열매는 멕시코의 도처에서 볼 수 있으며 역사적으로나 식물학적으로 중요성을 갖고 있는 식물이다. 익은 선인장 열매와 부드러운 줄기는 콜롬비아시대 이전부터 야생에서 채취하여 이용하여 왔으며 완전히 자란줄기는 동물의 사료로 이용하여 왔다. 부채선인장(*Opuntia*)속의 선인장은 중부멕시코가 기원이며 일부의 부채선인장(*Opuntia*)속 선인장은 카리브지역이 기원으로 알려져 있다. 오늘날 선인장 열매는 멕시코에서 과실작물로 인식되어 있으며 중부고원 건조지대에

서 재배하고 있다. 멕시코에서는 여러 종류의 선인장이 야생에서 아직도 발견되고 있으며 대부분의 선인장은 농부들이 밭에서 재배하고 있다. 1960년대 상업적 생산을 하기 시작하였으며 농가의 자급용 식품으로 사용되어온 대표적인 식물이다. 선인장 과수원은 과실이 크고 착색도가 좋으며 좋은 향기를 갖는 품종을 선발하여 재배하고 있다.



멕시코 도매시장에서 팔고있는 선인장 줄기(노팔)

선인장 열매는 서양배 (Prickly pear)라고 명명되었으며 여러 종류의 선인장에서 과실을 얻을 수 있다. 열매 표면의 색은 초록색에서 짙은 자주색을 띠고 있다. 과육은 부드럽고 검정색 씨가 산재하여 있는 다공성 구조를 갖고 있다. 열

매과육의 색은 녹색을 띤 열은 노란색에서 짙은 황금색이다.

선인장 열매는 멕시코, 중남미, 지중해지역 남부아프리카에서상용하고 있으며 최근 미국에서도 일부 식용되고 있다. 선인장 열매는 가을에서 봄까지 멕시코시장에서 구입할 수 있다. 손으로 눌렀을 때 약간 딱딱하고 색이 균일한 열매를 선택하는 것이 좋다. 부드러워질 때까지 상온에서 열매를 보관하여 숙성시킨다. 숙성시킨 열매를 일주일동안 냉장고에 보관한다. 일반적으로 선인장 열매는 껍질을 벗겨 씨를 제거하여 절단한 후 찬 상태로 보관 한다.

선인장 줄기는 멕시코에서 널리 보급되어 있는 것으로 타원형 잎을 패드(pad)라고도 한다. 최근 미국에서 식용으로 상용화되고 있다. 색은 열은 초록색에서 짙은 초록색을 띤다. 맛은 은은하고 약간 시큼한 초록색 콩의 향을 갖고 있다. 신선한 선인장 줄기는 연중 멕시코 시장에서 구입할 수 있으나, 봄에 생산되는 줄기는

부드럽고 즙액이 많아 품질이 제일 좋다. 주름이 없고 작고 단단하며 열은 초록색을 띠는 줄기가 좋다. 잘 싸서 일주일동안 냉장고에 보관시켜 숙성시킨다. 사용하기 전에 가시를 제거 한다. 껍질을 벗기는 기구를 사용하면 쉽고 빠르게 가시를 제거할 수 있다. 껍질을 벗긴 줄기를 길고 가늘게 자르거나 작게 잘라 부드럽게 될 때까지 물에서 끓인 후 셀러드 같은 여러 종류의 요리를 만드는데 재료로 사용한다. 길고 가느다란 모양으로 자르거나 깎두기형태로 자른 것을 노팔리토스(nopalitos)라고 하는데 통조림으로 가공되어 판매되기도 한다. 이 통조림은 피클이나 물에 침지한 것이 일반적이다. 줄기를 이용하여 당 시럽을 코팅한 것과 캔디화한 제품도 있다.

3. 백년초 연구 현황

농업기술센터에서 백년초를 지역 특산물로 발전시키기 위하여 이에 대한 연구는 1995년부터 이루어졌으며 식품관련 연구는 한국식품연구원에서, 약리효능관련 연구는 경성대학교 약학대학, 서울대학교 천연물과학연구소, 경희대학교 약학대학에서 수행하였고, 북제주군농업기술센터에서는 재배기술개발, 가시제거기 개발, 돼지사료 개발, 가공 부산물 이용 퇴비화 기술개발과 1997년도 서울대학교 천연물과학연구소가 주관 연구기관이 되어 농림기술관리센터에서 연구비 275백만원을 지원받은 공동연구를 제외한 연구계획 수립과 예산확보 및 연구용역 계약 체결 등을 수행하였으며 그동안의 연구 실적은 13개 항목으로 연구비 총액은 465백만원이며 이중 정부출연금 262백만원(56%), 지방비 148백만원(32%), 민간기업 부담금 55백만원(12%)이 투입되었다.

〈표 2〉 연구비 투자현황

합계 : 465백만원 (정부출연금 262, 군비 148, 민간업체 55)

연구기관	금 액(100만원)	연도	내용
한국식품연구원	23(군비)	1995	식품개발(10종)
한국식품연구원	7(군비)	1996	성분분석
한국식품연구원	30(군비)	1997	드링크개발
북제주군농업기술센터	15(정부출연금)	1998	가시제거기 개발
서울대학교	275 (220정부출연금) (55 민간업체)	1997~ 1999	항혈전작용 등
경성대학교			소염진통작용 등
한국식품연구원			색소의특성 등
북제주군농업기술센터			재배기술 개발
서울대학교	20(군비)	2000	호흡기 및 위염연구
경성대학교	20(군비)	2000	항동맥경화작용연구
경희대학교	20(군비)	2000	항당뇨 효과연구
경성대학교	28(군비)	2001	지표물질 구명
북제주군농업기술센터	27(정부출연금)	2002	선인장박을 이용한 돼지사료 개발

* 정부출연금 : 농림기술관리센터 연구 과제자금

군비 : 북제주군 지방비

민간업체 : 제주선인장마을 김성대 (275백만원의 20% 부담)

4. 지적재산권 확보

백년초 연구과정에서 개발된 기술 중 특허 등록된 지적재산권은 1995년 개발한 “선인장 잎으로부터 수용성 다당류를 추출하는 방법”과 “선인장 추출물을 함유하는 비누의 제조방법” 그리고 1997년 개발한 “손바닥선인장 추출물을 함유한

음료의 제조방법” 등 3개이며 실용신안 등록된 지적재산권은 1998년 개발한 “손바닥선인장 열매 가시제거장치” 1개 등 모두 4건이다.

〈표 3〉 지적재산권 등록 현황

지적재산권명칭	출원권리명	등록일	권리존속기간
특 허 권	선인장의 잎으로부터 수용성 다당류를 추출하는 방법	'98.10.28	2015. 12. 22
	선인장추출물을 함유한 비누의 제조방법	'98.11.22	2015. 12. 22
	손바닥선인장 추출물을 함유하는 음료의 제조방법	'00.8.29	2018. 3. 25
실용신안권	손바닥선인장 열매의 가시제거 장치	'00.6.23	2010. 3. 23

II. 백년초의 성분

1. 일반성분

선인장과 알로에의 일반성분은 <표 4>에 나타내었다. 선인장과 알로에의 주성분은 당류 같은 가용성 무질소물이었으며, 그 함량은 선인장 열매, 줄기, 알로에, 선인장 씨의 순으로 약 20~70%로 나타났다. 가용성 무질소물을 제외하곤 선인장 열매와 줄기의 경우 회분이 약 12~20%로 많았으며, 씨의 경우 조섬유가 54%를 차지하였다. 선인장 줄기와 알로에의 회분함량은 유사하였다. 따라서 가용성 무질소물을 제외하고는 선인장 줄기와 알로에의 성분은 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 가용성 무질소물이란 섬유를 제외하고는 전분, 당분, 고무질, 점질물, 펙틴, 색소류를 총칭하는 것으로 탄소, 수소, 산소의 3가지 성분으로 된 물질로 탄수화물을 일컫는다. 따라서 선인장을 구성하고 있는 점질성분이 알로에보다 많음을 시사하여 주는 것이고, 이러한 점질물은 선인장 줄기보다 선인장 열매에 다량 존재함을 알 수 있다.

<표 4> 동결건조 선인장과 알로에의 일반성분

(단위 : %)

구분	수분	조지방	조단백	회분	조섬유	가용성 무질소물
선인장 열매	9.30	1.35	4.24	12.12	3.79	69.20
선인장 줄기	5.94	1.20	8.52	20.05	6.27	58.02
선인장 씨	5.94	9.81	6.96	2.13	54.50	20.66
알로에	11.64	1.60	7.53	21.98	7.80	49.45

2. 무기질

선인장과 알로에의 무기질 조성은 <표 5>에 나타내었다. 총무기질 함량은 선인

장 보다 알로에가 높았으며, 무기질 조성은 알로에와 선인장 줄기와는 큰 차이가 없었다. 선인장 부위 중 줄기가 열매보다 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 등이 약 2배 많았으며, 셀레늄(Se)은 검출되지 않았다.

〈표 5〉 동결건조 선인장과 알로에의 무기질 조성

(단위 : mg/100g)

구 분	선인장			알로에
	열매	줄기	씨	
칼슘 Ca	2086.9	4391.2	448.0	4420.3
마그네슘 Mg	800.6	1984.8	204.1	633.8
나트륨 Na	539.7	985.4	39.0	752.2
칼리 K	2608.7	1932.1	154.9	4420.3
철 Fe	12.9	11.3	1.5	1138.8
망간 Mn	2.2	1.4	1.5	15.6
구리 Cu	0.6	0.6	0.5	0.7
인산 P	99.6	93.0	247.3	305.8
합계I	6151.2	9400.8	1096.8	11687.5

식물체중 칼슘(Ca)함량을 보면 감 36mg, 온주밀감(mandarin)14mg, 다래 32mg, 생대추 6~7mg, 딸기 13~20mg, 머루 5~8mg 존재하므로 선인장 열매와 줄기는 일반 과실류보다 칼슘(Ca) 함량이 높다고 할 수 있다. 수산식품 중 멸치의 칼슘(Ca)함량이 196~1,860mg인 것에 비하면 선인장 칼슘함량은 멸치에 비해 높은 편이다.

3. 유리 아미노산

선인장과 알로에의 유리아미노산 조성은 〈표 6〉에 나타내었다. 유리 아미노산의 함량은 선인장보다 알로에가 높았으며, 선인장의 경우 씨, 열매, 줄기 순으로

〈표 6〉 동결건조 선인장과 알로에의 유리 아미노산 함량

(단위 : mg/100g)

아미노산	선인장(%)			알로에 (%)
	종자	줄기	열매	
아스파르트산 Asp	7.3(13.6)	72.0(7.3)	49.2(6.2)	29.2(2.5)
글루타민산 Glu	12.7(23.6)	53.3(5.4)	75.2(9.4)	51.9(4.4)
세린 Ser	1.6(3.0)	49.1(5.0)	34.0(4.4)	504.0(42.8)
글리신 Gly	2.7(5.0)	396.3(40.3)	68.8(8.6)	291.0(24.7)
히스티딘 His	1.3(2.4)	14.1(5.0)	24.7(3.1)	16.0(1.4)
아르기닌 Arg	5.0(9.3)	179.9(18.3)	100.2(12.5)	26.5(2.2)
트레오닌 Thr	0.9(1.7)	19.6(2.0)	7.4(0.9)	42.5(3.6)
알라닌 Ala	2.8(5.2)	24.4(2.5)	13.2(1.7)	64.8(5.5)
프롤린 Pro	5.2(9.7)	48.6(4.9)	129.0(16.1)	23.3(2.0)
티로신 Tyr	3.3(6.1)	16.4(1.7)	203.6(25.4)	15.8(1.3)
발린 Val	1.7(3.1)	32.4(3.3)	19.7(2.5)	32.8(2.8)
메티오닌 Met	1.6(3.0)	8.8(0.9)	5.8(0.7)	10.1(0.9)
시스테인 Cys	1.0(1.9)	2.5(0.3)	3.2(0.4)	5.6(0.5)
이소루신 Ile	1.0(1.9)	15.0(1.5)	18.6(2.3)	12.3(1.0)
류신 Leu	2.3(4.3)	16.7(1.7)	8.0(1.0)	12.7(1.1)
페닐알라닌 Phe	2.5(4.7)	18.3(1.9)	25.7(3.2)	27.0(2.3)
리신 Lys	0.8(1.5)	14.5(1.5)	12.3(1.5)	12.2(1.0)
합계	53.7(100)	981.9(100)	798.6(100)	1177.7(100)

함량이 높았다. 유리 아미노산의 함량 면에서 보면 씨의 경우 글루타민산(glutamic acid)가 23.4%로 가장 많았고, 줄기의 경우 글리신(glycine)과 아르기닌(arginine)이 각각 40.3과 18.3%를 차지하였다. 열매의 경우 티로신(tyrosine), 프롤린(proline)과 아르기닌(arginine)이 주요 아미노산 이었는데 각각 25.4, 16.1과 12.5%를 차지하였다. 알로에의 경우 serine과 glycine이 주

요 유리아미노산으로 43.7과 25.2%를 차지하였다. 따라서 유리 아미노산의 조성은 알로에와 선인장과는 다르다고 할 수 있다.

4. 총 아미노산

선인장과 알로에의 총 아미노산 조성은 <표 7>에 나타내었다. 총 아미노산은 단백질 같은 아미노산을 포함하고 있는 세포 구성성분의 단백질 조성을 나타낸다고 할 수 있다. 구성하고 있는 아미노산의 함량은 선인장의 씨와 줄기가 알로에

<표 7> 동결건조 선인장과 알로에의 총아미노산 (단위 : mg/100g)

아미노산	선 인 장(%)			알로에 (%)
	종자	줄기	열매	
아스파르트산 Asp	411.7(7.8)	453.7(8.4)	258.4(8.6)	729.5(19.2)
글루타민산 Glu	1103.2(20.9)	1543.1(28.5)	605.7(20.2)	848.5(22.3)
세린 Ser	168.3(3.2)	219.8(4.0)	118.7(3.9)	199.1(5.2)
글리신 Gly	423.7(8.0)	245.0(4.5)	128.1(4.2)	247.8(6.5)
히스티딘 His	214.8(4.1)	188.5(3.5)	150.8(5.0)	143.7(3.8)
아르기닌 Arg	811.5(15.4)	361.7(6.7)	306.0(10.2)	169.7(4.5)
트레오닌 Thr	162.4(3.1)	199.3(3.7)	97.7(3.3)	123.4(3.2)
알라닌 Ala	146.3(2.8)	163.3(3.0)	93.6(3.1)	73.8(1.9)
프롤린 Pro	285.7(5.4)	294.2(5.4)	242.2(8.0)	156.0(4.1)
티로신 Tyr	255.0(4.8)	228.1(4.2)	314.0(10.5)	159.0(4.2)
발린 Val	233.2(4.4)	264.0(4.9)	104.8(3.5)	164.9(4.3)
메티오닌 Met	7.5(0.1)	24.0(0.4)	5.4(0.2)	86.7(2.4)
시스테인 Cys	78.5(1.5)	55.3(1.0)	57.6(1.8)	51.7(1.5)
이소루신 Ile	228.9(4.3)	249.1(4.6)	131.1(4.8)	148.6(3.9)
류신 Leu	321.9(6.1)	373.5(6.9)	121.2(4.0)	207.6(5.4)
페닐알라닌 Phe	269.1(5.1)	276.8(5.1)	153.8(5.1)	154.7(4.0)
리신 Lys	159.1(3.0)	281.2(5.2)	108.2(3.6)	134.3(3.5)
합계1	5280.8(100)	5420.6(100)	2997.3(100)	3799.0(100)

보다 높으나, 선인장 열매보다 알로에가 높았으며, 선인장의 경우 씨, 열매, 줄기 순으로 함량이 높았다. 총 아미노산의 구성 면에서 보면, 씨의 경우 글루타민산(glutamic acid)와 아르기닌(arginine)이 18.5와 13.6%를 차지하여 주요 구성 아미노산으로 나타났으며, 열매의 경우 유리아미노산인 경우 티로신(tyrosine), 프롤린(proline)과 아르기닌(arginine)이 많았으나, 구성아미노산인 경우 글루타민산(glutamic acid)가 주요아미노산으로 약 16.3%를 차지하여 유리아미노산과 구성아미노산과는 달랐다. 줄기의 경우 유리아미노산인 경우 글리신(glycine)과 아르기닌(arginine)이었으나, 구성아미노산인 경우 열매처럼 글루타민산(glutamic acid)가 주요아미노산으로 약 25%를 차지하였다. 알로에의 경우 주요 유리아미노산은 세린(serine)과 글리신(glycine)이었으나, 구성아미노산 중 주요아미노산은 아스파르트산(aspartic acid)과 글루타민산(glutamic acid)였다. 따라서 유리아미노산과 구성아미노산의 주요아미노산은 다르게 나타났으며, 이들 조성은 알로에와 선인장과는 다르다고 할 수 있다.

5. 선인장과 알로에의 비타민 C 함량

선인장과 알로에의 비타민 C 함량은 <표 8>에 나타내었다. 선인장은 줄기보다 열매가 비타민 C 함량이 약 2.3배 높게 나타났으나, 씨의 경우 비타민 C가 검출되지 않았다. 또한 알로에보다 선인장 열매의 비타민 C 함량은 약 5배 높게 나타났으며, 줄기의 경우 약 2.1배 높았다. 따라서 씨를 포함한 선인장의 전체 비타민 C 함량은 약 78.6mg로 알로에에 비해 약 2.4배 많았다. 그러나 비타민 A는 선인

<표 8> 선인장과 알로에의 비타민 C 함량

(단위 : mg/100g)

선인장			알로에
씨	줄기	열매	
-	71.2	163.8	33.2

장과 알로에에서 검출되지 않았다.

6. 선인장과 알로에의 총 페놀과 플라보노이드함량

추출조건에 따른 선인장과 알로에의 총 페놀과 플라보노이드 함량은 <표 9>에 나타내었다. 동결건조한 선인장 씨 분말에 50% 메칠알콜(MeOH)를 가하여 80℃ 수욕상에서 1시간 환류 냉각하면서 추출하였다. 한편, 선인장 줄기와 열매는 동

<표 9> 추출조건에 따른 선인장과 알로에의 총페놀함량

구 분	건 조 중 량	추 출 조 건			수 율 (%)	총 페놀 함량 (mg/g)
		용매	온도(℃)	시간(hr)		
선인장씨	5	50% MeOH	80	1	3.08	1,473
줄기	2	50% MeOH	80	1	38.37	1,686
		80% MeOH	80	1	32.15	1,821
		80% MeOH	실온	48	34.65	1,858
열매	2	50% MeOH	80	1	41.80	3,494
		80% MeOH	80	1	50.00	4,420
		80% MeOH	실온	48	80.95	4,976
알로에	2	50% MeOH	80	1	76.50	1,889
		80% MeOH	80	1	69.20	1,882
		80% MeOH	실온	48	57.00	2,001

* MeOH : 메칠알콜

실온 : 실내온도

〈표 10〉 추출조건에 따른 선인장과 알로에의 총 플라보노이드함량

구 분	건조 중량	추출 조건			수율 (%)	총 플라보노이드 함량 (mg/g)
		용매	온도(℃)	시간(hr)		
선인장씨	5	50% MeOH	80	1	3.08	0.240
줄기	2	50% MeOH	80	1	38.37	0.810
		80% MeOH	80	1	32.15	1.110
		80% MeOH	실온	48	34.65	1.290
열매	2	50% MeOH	80	1	41.80	0.870
		80% MeOH	80	1	50.00	1.470
		80% MeOH	실온	48	80.95	1.590
알로에	2	50% MeOH	80	1	76.50	1.843
		80% MeOH	80	1	69.20	1.823
		80% MeOH	실온	48	57.00	1.574

* MeOH : 메칠알콜

결건조 분말에 각각 50%, 80% 메칠알콜(MeOH) 250ml를 가하고 80℃ 수욕상에서 1시간 환류 냉각하면서 추출한 것과 또한 같은 시료에 80% 메칠알콜(MeOH)을 가하고 실온에서 2일간 방치하여 냉침 추출하여 시료로 사용한 경우 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 차이가 있었으며, 80% 메칠알콜(MeOH)을 가하고 실온에서 2일간 방치하여 냉침 추출한 것이 가장 높게 나타났다.

알로에 동결건조 분말을 위와 같은 조건으로 추출하였을 때도 같은 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 시료와 추출방법에 따라 총 페놀함량과 총 플라보노이드

함량이 다르다는 것을 나타내었다. 총 페놀함량의 경우 선인장 열매가 알로에 보다 약 2배 높았으며, 선인장 줄기는 알로에와 함량이 유사하였다. 한편 선인장 각 부위 및 알로에의 총 플라보노이드 함량은 알로에가 선인장 각 부위보다 높았다.

식품에서 유래되는 플라보노이드는 플라보놀(flavonol), 케르세틴(querceetin), 캄페롤(kaempferol), 미리세틴(myricetin) 등이 대표적으로 이들 물질들은 항 돌연변이와 항암효과가 있다고 보고되어 있다. 또한 이들 물질의 섭취와 인간의 암발생과는 밀접한 관계가 있다는 보고가 있다.

이들이 보고한 국내산 식물성 식품 중 총 페놀함량을 보면 멥쌀이 0.17%, 참쌀이 0.18%, 수수 0.98%, 울뮤 0.19%, 보리쌀 0.23%, 녹두 0.35%, 붉은 팥 0.40%, 검정콩 0.26%, 참깨 0.27%, 들깨 0.83%, 도라지 0.15%, 시금치 0.72%, 표고버섯 0.21%, 느타리버섯 0.40%, 쇠뜨기 0.54%이며 조사한 45가지 식품 중 함량이 높은 것을 보면 칩뿌리가 2.01%, 해바라기 씨 2.02%, 호두 2.06%, 쭉 1.11%, 생강 1.67%, 모과 4.55%, 감잎 5.76%, 밤 속껍질 5.76%이었으나 대부분이 1%이하였다. 그러나 선인장의 총 페놀함량은 씨의 경우 1.47%, 줄기 1.86~1.85%, 열매 3.4~4.9%로 상당히 많은 양의 페놀성 물질을 함유하고 있었다.

7. 선인장과 알로에의 유리당 함량

선인장과 알로에의 유리당 조성은 <표 11>에 나타내었다. 선인장 씨의 경우 주요 유리당은 설탕(sucrose)로 전체 유리당의 83.2%를 차지하였으며, 만노스(mannose)는 검출되지 않았다. 줄기의 경우 주요 유리당은 과당(fructose), 설탕(sucrose), 포도당(glucose)로 전체의 40.8%와 25.7%를 차지하였으며, 점질다당류의 구성분인 만노스는 약 180mg로 전체 유리당의 1.7%를 차지하였다. 열매의 경우 주요 유리당은 설탕, 과당, 포도당으로 각각 68.7, 18.0, 12.8%를 차지하였으며, 점질다당류의 구성분인 만노스(mannose)는 약 208mg로 전체 유리

당의 0.5%를 차지하였다. 그러나 만노스(mannose)의 구성비는 줄기보다 열매가 낮으나 절대적 함량은 열매가 높아 점질 다당 성분은 열매가 많을 것으로 추정되었다. 알로에의 경우 주요 유리당은 과당, 포도당으로 각각 53.5, 45.6%를 차지하였으나. 선인장 각 부위의 주요 당으로 나타난 설탕은 알로에에는 미량 존재하였다. 또한 점질다당류의 구성분인 만노스(mannose)는 약 133mg로 전체 유리당의 0.2%를 차지하나, 선인장 줄기와 열매보다는 절대적 함량이 적었으며, 선인장 열매보다는 훨씬 적었다. 따라서 선인장에는 알로에보다 점질 다당이 다량 존재하는 것으로 추정할 수 있다.

〈표 11〉 선인장과 알로에의 유리당 함량

(단위 : mg/100g)

구 분	선 인 장(%)			알로에 (%)
	종자	줄기	열매	
Fructose	71.9(11.4)	4327.6(40.8)	7359.0(18.0)	35489.5(53.5)
Glucose	33.4(5.3)	2722.7(25.7)	5243.1(12.8)	30201.5(45.6)
Sucrose	522.9(83.2)	3364.7(31.8)	28101.1(68.7)	460.5(0.7)
Mannose	-	180.4(1.7)	208.2(0.5)	133.1(0.2)
합계	628.2(100)	10595.4(100)	40911.4(100)	66284.6(100)

* Fructose : 과당, Glucose : 포도당

Sucrose : 설탕, Mannose : 만노스(점질다당류의 구성성분)

8. 선인장과 알로에의 식이 섬유 함량

식이섬유란 인간의 소화관에서 분비되는 효소에 의해 소화되지 않는 식물성 다당류와 리그닌(lignin)의 합계 치라고 정의되어 왔으나, 최근에는 동물성 급원의 난소화성 다당류까지 포함시키고 있다. 즉 식이섬유에는 셀룰로스(cellulose), 헤

미셀룰로스(hemicellulose), 리그닌(lignin), 펙틴(pectin), 검(gums), 뮤실레지(점액질 mucilages) 등의 식물성분과 아울러 키틴(chitin), 키토산(chitosan), 콘드로이틴(chondroitin), 설페이트(sulfate)와 같은 동물성분까지 포함된다.

선인장과 알로에의 식이 섬유 함량은 <표 12>에 나타내었다. 선인장의 식이 섬유 함량은 알로에 보다 높았으며, 선인장 열매, 줄기, 씨의 순서로 함량가가 높았다. 따라서 식이 섬유는 알로에보다 선인장에 다량 존재한다고 할 수 있다.

<표 12> 선인장과 알로에의 식이 섬유 함량

(단위 : %)

선 인 장			알로에
씨	줄기	열매	
49.7	33.2	32.5	31.0

우리가 상용하는 곡류의 식이 섬유 함량은 1.19~10.35%이며, 식품으로 상용하지 않는 쌀겨, 밀기울의 식이 섬유 함량은 21.7~32.0% 존재하며, 도정도가 높을수록 섬유질 함량이 크게 감소한다고 한다. 신선채소류의 식이 섬유 함량은 0.99~7.42%, 과일류의 식이 섬유 함량은 0.19~2.91%, 종실의 식이 섬유 함량은 4.27~10.83%, 버섯류의 식이 섬유 함량은 1.62~3.94%, 해조류의 식이 섬유 함량이 28.7~38.19%로 다른 곡류, 채소류, 과일류, 종실류, 버섯류보다 높은 편이다. 그러나 선인장의 식이 섬유 함량은 해조류와 유사하나 일반 과실, 야채류, 견과류 보다 월등히 많다고 할 수 있다.

Ⅲ. 백년초를 이용한 식품 가공 기술개발

1. 주류의 가공 기술 개발

가. 실험 재료

주류제조에 필요한 선인장열매와 줄기는 제주도 한림읍 월령리에서 생산된 것을 공급받았으며, 와인제조에 사용한 선인장열매분말은 동결건조분말을 사용하였다. 선인장 열매와 줄기 중에서 외상이 없는 것을 선별하여 다용도 착즙기로 착즙한 후 개별 포장하여 냉동고에 보관하면서 필요시 원료로 사용하였다. 침출주 제조에 사용한 주정은 대한주정판매주식회사에서 구입하였으며, 알코올 함량은 95%였다. 침출주 희석과 양조에 사용한 담금수는 생수를 사용하였다.

나. 침출주 제조

주정은 활성탄을 사용하여 탈취한 후 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 및 90%로 희석하여 선인장열매와 줄기를 각각 5%가 되도록 첨가하고 6주간 암소에서 침출시킨 다음 각 침출액의 알코올 농도가 20%가 되도록 희석하여 다시 7주간 암소에서 저장하여 침출주를 제조하였다. 각 침출주는 9명의 관능검사요원에 의하여 기호도를 측정하여 최적 침출 알코올 농도를 조사한 후, 선인장열매에 함유된 적색색소의 퇴색을 방지하기 위하여 아스코르빈산(ascorbic acid)를 0.15% 가하였으며, 기호도를 증가시키기 위하여 백설탕과 구연산을 첨가하였다.

다. 알코올 함량, pH, 산도측정

각 주류제조 중 알콜 함량은 비중측정법에 의해 측정하였다. 즉, 시료 100ml을 정확히 취하여 냉각관을 통과한 증류액이 70ml가 될 때까지 증류한 후 증류수를 가하여 100ml가 되도록 하였다. 이 증류액을 잘 혼합하여 온도를 측정하고 주정계를 사용하여 알코올 함량을 측정하였다. 시료의 알코올 함량은 주정온도보정

표에 의거하여 15℃에서의 알코올 함량으로 환산하여 나타내었다. pH와 산도는 국세청기술연구소 주류분석규정에 의하여 측정하였다.

라. 제조결과

(1) 침출주의 제조

(가) 침출 주정농도

주정취를 제거하기 위하여 주정에 활성탄을 0.1%(w/v) 가하고 5시간 동안 교반하여 2일 정치시킨 후 여과하였다. 탈취 주정을 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 및 90%로 희석하여 1ℓ 당 50g의 선인장 열매와 줄기를 각각 가하고 6주 동안 침출시킨 후 이를 알코올 농도가 20%가 되도록 희석하여 점도를 측정하고 점성과 향에 대하여 관능검사를 실시하였다. 선인장 열매와 줄기의 점도는 <표 13>에 나타난 바와 같이 침출시 주정농도가 낮을수록 점도가 증가하였으며, 열매보다는 줄기 침출주의 점도가 다소 높은 경향이였다. 각 침출주의 점성과 향에 관한 관능

<표 13> 손바닥선인장 추출 알콜 농도별 점도

추출알콜농도(%)	점도	
	열매	줄기
90	1.44	1.56
80	1.67	1.67
70	1.78	1.89
60	2.01	2.11
50	2.33	2.44
40	3.02	3.44
30	3.67	4.33
20	4.22	4.89

조사 결과 <표 14>, 선인장 열매는 60~90% 주정으로 침출하였을 때의 점성이 좋은 기호도를 보였으며, 줄기는 50~90% 주정으로 침출하였을 때 좋은 기호도를 보였다. 그러나 침출주의 향에 대한 기호도는 선인장열매와 줄기가 각각 80% 주정으로 침출하였을 때 3.5와 3.4의 가장 높은 기호도를 나타내었다.

<표 14> 손바닥선인장 추출 알콜 농도별 점도 및 향에 대한 기호도

추출알콜농도(%)	점도		향	
	열매	줄기	열매	줄기
90	3.3	3.4	3.0	3.1
80	3.4	3.4	3.5	3.4
70	3.4	3.4	3.2	2.8
60	3.3	3.4	2.8	2.7
50	2.9	3.3	2.8	2.3
40	2.3	2.3	2.7	2.1
30	2.2	1.7	2.7	2.1
20	2.0	1.1	2.6	1.9

(나) 선인장열매 침출액의 적색색소 안전성

주정농도 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 및 90%에서 선인장 열매의 적색색소의 안정성을 조사하기 위하여 각 주정희석액 1℃에 선인장 열매 50g의 비율로 첨가하여 40℃, 200rpm에서 가속실험을 실시한 결과 선인장 열매의 적색색소는 초기 1시간 정도에 최대 흡광도가 1.4 정도를 나타낸 후 시간이 경과함에 따라 급격히 퇴색하였으며, 주정의 농도가 높을수록 퇴색속도가 빨라지는 경향을 보였다. 선인장 열매의 적색색소의 안정성을 증가시키기 위하여 아스코르빈산(Ascorbic

acid) 0.15%를 가하고 동일한 방법으로 적색색소의 안정성을 실험한 결과 각 주정농도에서 적색색소의 퇴색속도가 현저히 감소하였다. 각 침출액의 적색색소의 흡광도가 0.7에 도달하는 시간을 겔보기 반감시간으로 하고 이를 측정하여 <표 15>에 나타내었다. 각 침출액의 적색색소의 겔보기 반감시간은 90% 주정침출액이 아스코르빈산(Ascorbic acid)를 첨가하지 않았을 때 156분에서 첨가시는 1,570분으로 10배 이상 증가하였으며, 80% 주정 침출액은 187분에서 1,540분으로 8배 정도 증가하였고 주정농도가 감소할수록 반감기의 증가가 감소하는 경향으로 나타나 20% 주정 침출액은 602분에서 2,120분으로 반감기가 3.5배 증가하였다.

<표 15> 손바닥선인장 추출 알콜농도와 아스코르빈산 함량별 적색색소 반감시간 (40℃, 200 rpm.)

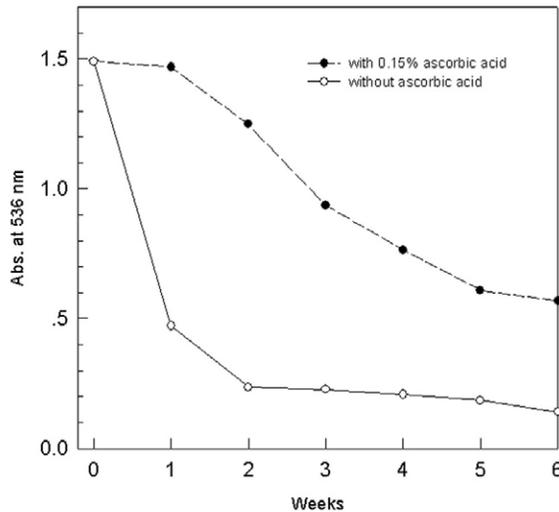
(분)

추출알콜농도(%)	아스코르빈산(Ascorbic acid) 함량	
	0%	0.15%
90	156분	1,570
80	187	1,540
70	202	1,680
60	222	1,820
50	279	1,910
40	382	1,930
30	523	1,940
20	602	2,120

(다) 선인장 열매와 줄기 침출주 제조

앞의 실험결과에 의하여 선인장 열매와 줄기의 침출에 필요한 주정농도를 80%로 정하고 선인장 열매와 줄기 침출주를 제조하였다. 현행 주세법에서는 침출주의 경우, 침출 기간을 포함하여 저장기간을 90일 이상으로 규정하고 있다. 따라

서 본 연구에서는 80% 주정에 선인장열매와 줄기를 각각 가하고 6주 동안 침출한 후 이를 주정농도가 20%가 되도록 희석한 후 다시 7주간 저장하여 침출주 제조에 필요한 기간을 총 13주로 결정하였다. 선인장열매의 침출기간 동안 적색색소의 퇴색정도를 흡광도를 측정하여 [그림 1]에 나타내었다. 아스코르빈산(Ascorbic acid)를 첨가하지 않은 침출액은 초기 흡광도 1.49에서 1주만에 0.47로 급격히 감소한 후 6주 후에는 0.14를 나타내었으며, 아스코르빈산(Ascorbic acid) 0.15%를 첨가한 침출액은 비교적 완만한 흡광도 감소를 보여 1주 시 1.47, 2주 시 1.248 및 6주 후에는 0.568이었다

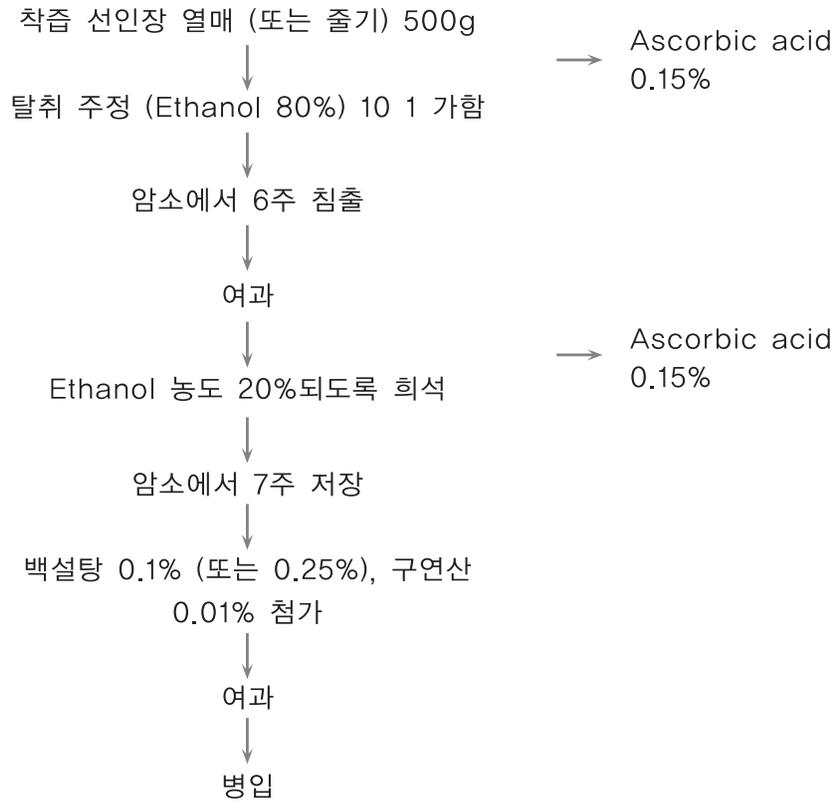


[그림 1] 백년초 열매의 침출기간 동안 흡광도

(라) 선인장 열매와 줄기 침출주의 기호도 개선

선인장 열매와 줄기 침출주의 기호도를 개선할 목적으로 각 침출주에 백설탕 0, 0.1, 0.25, 0.5 및 1.0%와 구연산 0, 0.01, 0.025, 0.05 및 0.10%의 조합으로 침출주를 제조하고 숙련된 관능검사요원 3인으로 이들의 기호도를 등급으로 매기도록 하여 그 결과 선인장 열매와 줄기 침출주 모두 가장 높은 기호도를 보인 시료는 백설탕 0.1 또는 0.25%와 구연산 0.01%를 첨가한 경우였다.

다음은 선인장 열매와 줄기 침출주제조 공정을 나타낸 것이다.



A. 아스코르빈산 첨가 선인장 열매 침출주
B. 아스코르빈산 무첨가 선인장 줄기 침출주



- A. 0.15% 아스코르빈산 첨가 선인장 열매 침출주
- B. 0.15%아스코르빈산 첨가 선인장 줄기 침출주

(2) 선인장 열매 분말을 이용한 와인발효 제조

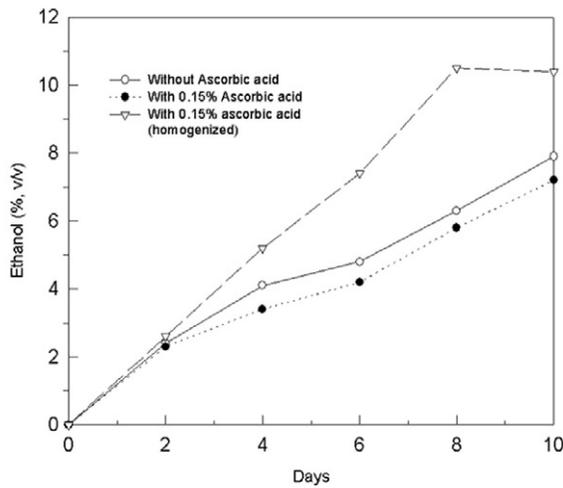
(가) 와인 제조

선인장열매의 동결건조 분말을 25% 설탕용액에 0.5% 첨가하고 고려대학교 보건대학 식품영양과에 보존중인 효모균주(*Saccharomyces ellipsoideus*)를 맥아 배지(YM배지)에 2일 배양한 것을 효모(starter)로 사용하여 설탕용액에 대하여 2% 접종하여 제조하였다. 선인장열매에 함유된 적색색소의 퇴색을 방지하기 위하여 아스코르빈산(Ascorbic acid)를 0.15% 가하였다.

(나) 선인장 와인 제조결과

선인장 와인은 선인장 열매의 동결건조 분말을 25% 설탕용액에 0.5% 첨가하고 맥아배지(YM배지)에서 2일 배양한 효모균주(*Saccharomyces ellipsoideus*)를 효모(starter)로 사용하여 제조하였다. 선인장와인 발효 중 알코올 생산을 [그림 2]에 나타내었다. 선인장 열매 분말을 균질화 하지 않은 두 종류의 와인은 발효 10일 후 알코올은 아스코르빈산(Ascorbic acid)를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우에 각각 7.9%와 7.2%의 낮은 함량을 보였다. 이 두 종류의 경우 발효

중에 생성된 탄산가스(CO₂)가 점질물을 발효조 상층으로 밀어 올리는 현상이 관찰되었는데, 이 점질물이 탄산가스(CO₂)의 방출을 막고 효모의 생육에 필요한 산소의 유입을 막아 발효가 지연되는 것으로 생각되었다. 따라서 선인장 열매의 동결건조 분말을 담금수에 10% 농도가 되도록 용해시킨 후, 이를 균질화 하여 점질물을 파쇄한 다음 설탕용액에 선인장분말의 농도가 0.5%가 되도록 첨가하여 발효시킨 결과, 발효 8일만에 10.5%의 알코올이 생성되었다.

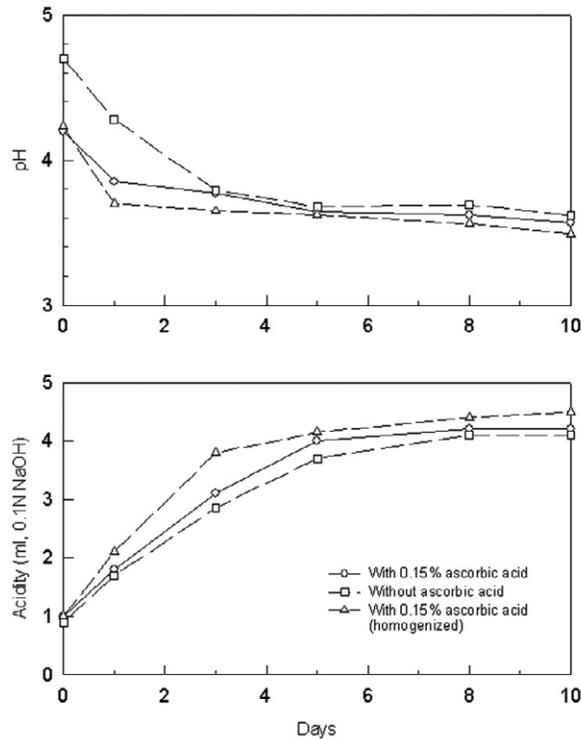


[그림 2] 백년초 와인 발효중 알코올의 변화

1) 선인장 와인 발효중의 pH와 산도변화

선인장 와인 발효중의 pH와 산도변화를 [그림 3]에 나타내었다. 아스코르빈산(Ascorbic acid)를 첨가하지 않은 발효액의 초기 pH는 4.7이었으며, 발효 3일에 3.79로 감소한 후 이후 큰 변화 없이 발효 10일에 3.62를 보였다. 아스코르빈산(Ascorbic acid)를 첨가한 경우, 발효액은 초기 pH 4.2 정도에서 발효 1일에 점질물을 제거하지 않은 발효액과 제거한 발효액이 각각 pH 3.85와 pH 3.7로 감소하였으며, 이후 완만히 감소하여 10일 발효 후 각각 pH 3.57과 pH 3.49였다. 산도의 경우 pH가 감소함에 따라 산도가 증가하여 10일 발효후 점질물을 제거한 경우에는 4.5ml, 점질물을 제거하지 않은 경우에는 아스코르빈산(Ascorbic

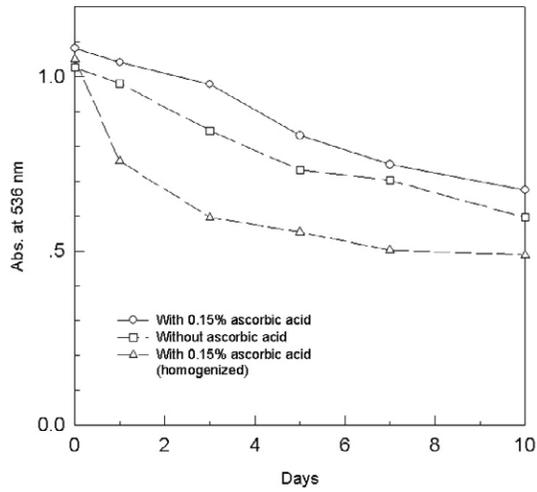
acid) 첨가구는 4.2ml, 비첨가구는 4.1ml로 큰 차이가 없었다.



[그림 3] 백년초 와인 발효중 pH와 산도의 변화

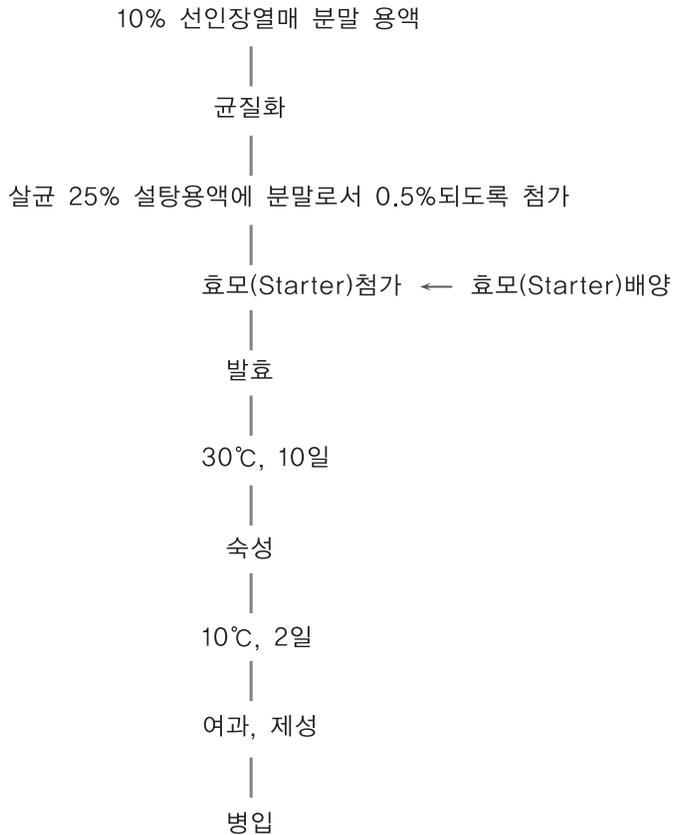
2) 선인장 열매 분말을 이용한 와인발효 중 적색색소 안정성

선인장 열매 와인 발효 중 점질물을 제거하지 않은 발효액의 색소는 [그림 4] 처럼 아스코르빈산(Ascorbic acid)첨가구가 비첨가구보다 다소 안정성이 높아 발효 10일에 각각의 흡광도가 0.674와 0.596을 보였으나 퇴색하는 경향에는 큰 차이가 없었다. 균질기를 사용하여 점질물을 제거한 경우에는 발효 초기의 흡광도 1.05 정도에서 발효 1일에 0.757, 3일에 0.596으로 감소하였으며 이후에는 비교적 완만히 감소하여 10일 발효 후에 0.488을 보였다. 이상의 결과, 점질물을 제거하면 색소안정성이 다소 저하되지만 알코올 생산을 위해서는 점질물을 제거하는 것이 유리하므로 점질물을 제거하는 것이 바람직하며, 색소안정성에 대한 계속된 연구가 필요하다고 생각된다.



[그림 4] 백년초 와인 발효중 색소의 변화

다음은 선인장 열매 분말을 이용한 와인제조 공정을 나타낸 것이다.





- A. 0.15% 비타민C(Ascorbic acid) 첨가
- B. 비타민C(Ascorbic acid) 무첨가



- A. 손바닥선인장열매 0.5%와 비타민C 0.15% 첨가
- B. 손바닥선인장열매 0.3% 비타민C 0.15% 첨가
- C. 손바닥선인장열매 0.2% 비타민C 0.15% 첨가

2. 생면의 제조 및 특성

가. 재료 및 방법

(1) 실험 재료

손바닥선인장 열매와 줄기는 동결 건조하여 시료로 사용하였다. 제면용 중력분 밀가루(백설표, 제일제당주식회사)와 소금(샘표)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 동결 건조하여 사용한 손바닥선인장의 열매와 줄기의 수분함량은 9.3과 5.9%였으며, 조단백은 4.2와 8.5%, 조지방은 1.4와 1.2%, 조섬유는 12.1과 20.1% 였다.

(2) 선인장 첨가에 따른 밀가루의 아밀로그램

손바닥선인장의 열매와 줄기는 수분 함량을 고려하여 국수 제조용 밀가루에 각각 3, 6 및 9% 첨가한 후 호화(糊化)양상을 측정하였다. 각 시료를 10% 농도(건량기준)로 물에 잘 풀리도록(懸濁液) 하고 35℃부터 95℃까지 분당 1.5℃의 속도로 가열하고 95℃에서 15분간 유지한 다음 분당 1.5℃의 속도로 50℃까지 냉각하였다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도, 최고점도, 최고점도에 도달하는 시간, 95℃에서 15분 후의 점도 및 최종 점도를 구하였다.

(3) 생면의 제조

수분함량을 고려한 손바닥선인장의 열매와 줄기를 국수 제조용 밀가루에 3, 6 및 9% 첨가하였다. 손바닥선인장을 첨가한 시료 200g에 물(30%)과 소금(2%)을 첨가하여 5분간 반죽한 다음 3시간동안 실온에 방치한 후, 5~6단계의 롤러를 통과시켜 약 2.5mm 두께의 면대를 형성한 후, 국수제조기로 최종 2.0×2.0mm 굵기의 생면을 제조하였다.

(4) 생면의 조리시험

생면 50g을 500ml의 끓는 증류수에 넣고 5분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 1분간 냉각시킨 후 2분간 방치하여 생면의 중량을 계산하였다. 생면의 부피는 생

면의 중량을 측정된 직후 500ml의 증류수를 채운 1l 용 메스실린더에 담근 후 증가 부피를 구하였다. 조리손실은 생면을 조리하고 남은 조리액을 미리 함량을 구한 500ml 비커에 담아 건조시켜 함량을 측정하였다.

(5) 생면의 색도 측정

조리 전, 후 생면의 색도는 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값을 측정하였다.

(6) 생면의 조직감 측정

조리한 생면의 조직감은 5분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 1분간 냉각시킨 후 2분간 방치하여 물을 뺀 후 3개의 면가닥을 시험대에 나란히 올려놓은 다음 측정 도구를 사용하여 측정하였다. 각 시료의 조직감은 6회 측정하여 평균값을 구하였다.

(7) 관능검사

조리한 국수의 관능검사는 18명의 훈련된 관능검사 요원을 대상으로 조리 직후 9점 소비자 기호 척도법으로 평가하였다. 밀가루에 선인장 열매와 줄기를 3, 6 및 9% 첨가하여 만든 선인장 국수를 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 항목에 대하여 1(매우 나쁨)에서 9(매우 좋음)까지의 점수를 사용하여 평가하였다.

(8) 저장 중 세균수의 변화

제조 직후 생면 20g을 폴리에치렌 필름(두께 0.1mm)에 넣어 합기(含氣)포장하여 4℃와 20℃의 인큐베이터에 저장하였다. 생면의 세균 수는 한천 배지를 이용하여 30℃에서 48시간 배양한 다음 집락(集落)의 수를 시료 g당 세균 수(CFU/g)로 표시하였다.

나. 결과

(1) 손바닥선인장을 첨가한 밀가루의 아밀로그램

손바닥선인장을 첨가한 밀가루의 아밀로그램에 의한 호화(糊化)양상을 <표 16>

에 나타내었다. 손바닥선인장 열매를 3, 6, 9% 첨가한 첨가구의 호화개시온도는 대조구의 62.0℃보다 낮은 60.5℃, 58.6℃, 57.9℃였다. 또한 줄기를 3, 6, 9% 첨가한 첨가구의 호화개시온도는 59.4℃, 57.4℃, 57.5℃로 대조구보다 낮은 온도를 보였다. 따라서 선인장의 열매와 줄기를 첨가한 밀가루는 대조구의 호화개시온도보다 낮아져 호화가 낮은 온도에서 진행됨을 알 수 있었다. 최고점도에 있어서는 열매를 3% 첨가한 경우 368 B.U.로 대조구 423 B.U.보다 낮았으나, 6%와 9% 첨가하였을 때 대조구보다 높은 510 B.U와 590 B.U를 나타내었고, 줄기를 3, 6, 9% 첨가한 경우에도 각각 583 B.U., 600 B.U., 635 B.U.를 나타내어 손바닥선인장 열매와 줄기를 첨가함에 따라 전반적으로 최고점도가 증가하였다. 최종점도는 대조구가 798 B.U.로 가장 높은 점도를 나타냈으며, 손바닥선인장 첨가농도가 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으나, 열매 첨가구보다 줄기 첨가구의 최종 점도가 크게 나타났다.

〈표 16〉 손바닥선인장을 첨가한 밀가루의 성분 특성

구 분	호화개시온도 (℃)	최고점도 (B.U.)	Time at peak(min)	15min height (B.U.)	최종점도 (B.U.)
대조구	62.0	423	37	353	798
열매					
3%	60.5	368	36	213	545
6%	58.6	510	35.8	240	513
9%	57.9	590	35.5	270	500
줄기					
3%	59.4	583	36.8	378	715
6%	57.4	600	36.9	300	620
9%	57.5	635	36.6	250	545

* Time at peak : 최고점도 도달시간

15min height : 95℃에서 15분 후의 점도

(2) 생면의 조리 특성

손바닥선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 만든 생면의 조리 특성은 <표 17>과 같았다. 생면 50g을 5분간 조리 후 측정한 생면의 조리 후 중량은 대조구의 98.4g에서 손바닥선인장 열매 3, 6, 9% 첨가 시 94.7, 94.0, 91.2g으로 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 손바닥선인장의 줄기를 3, 6, 9% 첨가 시 97.9, 96.9, 95.6g으로 감소하였다. 따라서 조리 후 중량은 손바닥선인장을 첨가할수록 감소하는 경향을 보였으나 중량 감소량은 줄기 첨가구 보다 열매 첨가구가 크게 나타났다.

<표 17> 손바닥선인장을 첨가한 생면의 조리특성

구 분	조리후 중량(g)	조리후 부피(ml)	조리중 손실(g)
대조구	98.4	90.0	2.58
열매			
3%	94.7	86.4	3.04
6%	94.0	86.3	3.16
9%	91.2	83.5	3.65
줄기			
3%	97.9	90.0	2.47
6%	96.9	88.5	2.98
9%	95.6	88.3	3.20

조리 후 생면의 부피는 손바닥선인장의 줄기 첨가량에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 조리 전에 비해 약 8% 감소하였다. 열매의 경우 3과 6%첨가구는 각각 86.4와 86.3ml로 유사하였으나 9% 첨가 시 대조구 90.0ml에 비해 83.5ml로 급

격히 감소하였으며, 조리 전에 비해 7.8~8.8% 감소하였다. 따라서 손바닥선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 만든 생면은 조리할 때에 부피가 감소함을 알 수 있었으며, 줄기와 열매의 차이는 크지 않았다.

조리 중 고형분 손실량은 손바닥선인장의 열매와 줄기를 많이 첨가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 줄기보다 열매를 첨가하여 만든 생면이 고형분 손실량이 많았다. 따라서 손바닥선인장을 첨가하여 만든 생면의 조리 특성에서 손바닥선인장의 첨가 농도가 증가할수록 조리 후 국수의 중량과 부피는 감소하며, 조리 중 고형분 손실량은 증가하였다.

(3) 조리 전·후 색의 변화

손바닥선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 만든 생면의 조리 전·후 색의 변화를 <표 18>에 나타내었다. 밝기를 나타내는 조리 전 생면의 L(明度) 값은 손바닥선인장 열매와 줄기의 첨가농도가 증가할수록 감소하였다. 조리 후에는 줄기를 첨가할 경우 조리전보다 더욱 감소하였으나, 열매를 첨가할 경우 조리 후에 L 값이 오히려 증가하는 반대의 경향을 보였다. 적색을 나타내는 a(赤色度) 값은 열매의 첨가농도가 증가하여도 큰 차이를 보이지 않았으나, 줄기의 첨가 농도가 증가할수록 감소하였다. 그리고 a 값은 조리 후에 첨가농도에 따라 큰 차이는 없으나 전반적으로 감소하였다. 이것은 조리시 고형분 손실량이 줄기보다 열매가 많았다는 결과에 비추어 열매를 첨가하여 만든 생면에서 색소(betalein) 성분들이 유출되기 때문에 L 값이 조리 후에 증가하고 a 값이 감소하는 것으로 판단되었다. 황색을 나타내는 b(黃色度) 값은 열매를 첨가한 생면의 경우 첨가 농도가 증가함에 따라 급격히 감소하였으나 줄기의 첨가농도가 증가함에 따라 큰 차이는 없었다. 그러나 조리 후에는 b 값은 열매의 경우 조리전보다 증가하였으며, 줄기의 경우 감소하였다.

〈표 18〉 손바닥선인장을 첨가한 생면의 조리 전 후 색의변화

구 분	색도(Color)					
	명도(L value)		적색도(a value)		황색도(b value)	
	조리전	조리후	조리전	조리후	조리전	조리후
대조구	73.8	67.4	0.78	-0.5	14.5	11.4
열매						
3%	39.4	41.1	22.4	13.5	-8.0	0.4
6%	34.6	36.5	22.8	17.9	-6.9	0.4
9%	32.3	34.6	21.1	15.7	-3.1	0.2
줄기						
3%	65.5	58.6	-2.7	-1.6	16.3	14.0
6%	60.9	54.7	-3.3	-1.7	17.2	14.7
9%	58.7	51.8	-3.9	-1.7	17.4	14.5

(4) 조리 후 조직감의 변화

손바닥선인장 열매와 줄기를 첨가하여 제조한 생면의 조리 후 조직감은 〈표 19〉와 같았다. 견고성, 껌성, 씹힘성은 줄기를 첨가한 생면보다 열매를 첨가한 생면이 컸으나 대조구보다 작았으며, 응집성과 부착성은 줄기와 열매 첨가구 모두 유사하였다. 조리한 국수의 견고성(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 껌성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness), 부착성(Adhesiveness)은 열매와 줄기의 첨가농도를 증가할수록 점차 감소하였으며, 대조구에 비하여 모두 감소하여 조직감이 나빠지는 경향을 보였다.

〈표 19〉 손바닥선인장을 첨가한 생면의 조리후 조직감

구 분	조리후 중량(g)	조리후 부피(ml)	조리중 손실(g)
대조구	98.4	90.0	2.58
열매			
3%	94.7	86.4	3.04
6%	94.0	86.3	3.16
9%	91.2	83.5	3.65
줄기			
3%	97.9	90.0	2.47
6%	96.9	88.5	2.98
9%	95.6	88.3	3.20

(5) 관능적 특성

손바닥선인장 열매를 첨가하여 조리한 면에 대한 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 항목에 대하여 실시한 관능검사 결과를 〈표 20〉에 나타내었다. 손바닥 선인장 열매를 첨가하여 조리한 면의 외관은 대조구에 비해 좋지 않았으나 6% 첨가구의 6.56 값과 대조구의 7.19 값 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 맛, 조직감, 종합 기호도는 대조구, 3%와 6% 첨가구와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 손바닥선인장 열매를 첨가하여 생면을 제조 시 외관을 제외하고 맛, 조직감, 종합적 기호도면에서 6%까지 첨가할 수 있을 것으로 나타났다. 한편 손바닥선인장 줄기를 첨가하여 조리한 면에 대한 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 항목에 대하여 실시한 관능검사 결과는 〈표 21〉에 나타내었다. 손바닥선인장의 줄기를 3% 첨가하여 조리한 면의 외관, 맛, 조직감, 종합적 기호도면에서 대조구와 유의차가 없었다. 이에 비해 6%와 9% 첨가구의 경우 전반적으로

대조구보다 좋지 않게 나타났다. 따라서 손바닥선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 생면을 제조시 열매는 6%, 줄기는 3%까지 첨가할 수 있을 것으로 나타났다.

〈표 20〉 손바닥선인장 열매 첨가 생면의 관능적 특성

구 분	외관	맛	조직감	기호도
대조구	7.19	7.36	7.36	7.31
3%	4.56	7.14	7.00	6.31
6%	6.56	7.00	7.00	7.06
9%	5.00	4.00	4.64	4.25

* 측정범위 : 1-매우 나쁨, 9-매우 좋음

〈표 21〉 손바닥선인장 줄기 첨가 생면의 관능적 특성

구 분	외관	맛	조직감	기호도
대조구	7.09	6.80	7.00	7.00
3%	6.46	7.13	7.50	7.82
6%	6.82	6.07	5.75	6.18
9%	4.64	3.73	3.17	3.09

* 측정범위 : 1-매우 나쁨, 9-매우 좋음

(6) 세균수의 변화

손바닥선인장 열매를 첨가하여 제조한 생면의 초기 세균수는 3%, 6%, 9% 첨가구가 9.7×10^2 , 1.1×10^3 , 2.3×10^3 CFU/g으로 대조구의 1.7×10^3 /g와 크게 차이가 나지 않았다. 20℃에 저장할 경우 대조구의 세균수는 3일째에 3.2×10^7 /g으로 급속히 증가하였으나 3% 첨가구의 세균수는 7일째 2.0×10^6 /g으로

증가하였고, 6%와 9% 첨가구의 세균수는 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 4℃에 저장하였을 경우, 대조구의 세균수가 13일째에 $2.0 \times 10^6/g$ 으로 증가하였으나, 3%, 6%, 9% 첨가구의 세균수는 거의 증가하지 않아 손바닥선인장 열매를 첨가하면 세균수가 증가를 억제할 수 있을 것으로 판단되었다.

한편 손바닥선인장 줄기를 3%, 6%, 9% 농도로 첨가하여 제조한 생면의 초기 세균수는 7.4×10^3 , 9.4×10^3 , $1.8 \times 10^4/g$ 으로 대조구의 $1.7 \times 10^3/g$ 보다 높은 수치를 보였다. 이러한 현상은 손바닥선인장 줄기에 함유된 세균에서 유래한 것으로 판단되었다. 20℃에 저장할 경우, 3일째에 대조구의 세균수는 $1.0 \times 10^7/g$ 으로 급속히 증가하였으나, 3%, 6%, 9% 첨가구는 5일째 $5.5 \times 10^6/g$, $4.2 \times 10^6/g$, $3.9 \times 10^5/g$ 으로 증가하여 대조구보다 세균수가 상당한 적었다. 4℃에서 저장한 경우, 대조구가 15일째에 $2.5 \times 10^6/g$ 으로 증가하였으나, 3%, 6% 첨가구는 초기 세균수에서 약간 증가하였고 9% 첨가구는 거의 증가하지 않았다. 따라서 손바닥선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 생면을 제조시 세균수의 증가를 억제할 수 있었다.

다. 결 론

(1) 생면의 품질 특성

- 가) 손바닥선인장 열매와 줄기의 첨가농도가 증가함에 따라 아밀로그래프상의 호화개시온도와 최종점도는 감소하였고, 최고점도는 증가하였음
- 나) 생면의 조리 후 중량과 부피는 선인장 열매와 줄기를 첨가함에 따라 감소하였고, 조리손실은 증가하였음
- 다) 조리면의 관능검사결과, 선인장 열매는 6%, 줄기는 3% 첨가시에 가장 좋은 품질로 평가 되었음

(2) 저장 특성

생면의 저장 기간동안 세균수는 선인장 열매와 줄기를 첨가함에 따라 현저히

감소하여 손바닥선인장을 첨가함에 따라 저장기간이 연장될 것으로 판단되었음

3. 백년초 열매를 첨가한 요구르트의 제조

가. 재료 및 방법

사용균주는 혼합균주(*Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium logum*과 *Lactobacillus acidophilus*)를 사용하였다. 우유와 탈지분유는 유명 회사에서 생산된 것을 대리점에서 구입하여 사용하였으며, 동결건조한 손바닥선인장 열매 분말을 사용하였다.

(1) 요구르트의 제조

원유, 탈지분유, 선인장 분말(200mesh)과 물을 고형분 함량이 15%되도록 혼합하여 2분 동안 균질화한 후 85℃에서 30분간 살균하였다. 살균된 기질을 40℃로 방냉한 다음 혼합젖산균주를 0.2% 접종하여 40℃의 항온기에서 발효시켰다. 손바닥선인장 분말의 첨가량은 예비실험 결과 1%이상 첨가하였을 때 커드(curd, 치즈의 원료가 되는 단백질 덩어리)의 분리 현상이 일어났기 때문에 0.1, 0.3, 0.5, 0.7%를 첨가하여 제조하였다.

(2) pH와 적정산도

젖산균의 산 생성을 조사하기 위해 시료 10g을 취하여 증류수 40ml 가한 후 pH는 pH 미터로 측정하였고, 적정산도는 0.1 N 수산화나트륨(NaOH)로 pH 8.1까지 적정하여 젖산으로 환산하였다.

(3) 생균수의 측정

적정농도로 희석한 시료 1ml를 한천배지를 이용하여 37℃에서 48시간 배양 후 나타난 황색 집락(集落, colony)수를 측정 비교하였다.

(4) 점도 측정

발효중인 요구르트의 점도는 측정기구를 사용하여 측정하였다. 측정은 측정온

도인 9℃로 냉각시킨 요구르트를 1,000rpm에서 1분 후 경입자(輕粒子, Tau(Pa))를 측정하였다.

(5) 관능검사

손바닥선인장 열매를 첨가한 요구르트의 관능검사는 색, 향, 맛, 점도, 종합적 기호도에 대하여 각 항목별로 매우 나쁨 1점, 매우 좋음 9점으로 다단계 평가하여 관능검사요원은 15명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 7일간 7회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 당 첨가량의 설정을 위해서는 손바닥선인장 열매를 0.3% 첨가하여 6시간 발효한 요구르트에 설탕 9, 12, 15, 18%를 첨가하여 같은 방법으로 관능검사를 실시하였다.

나. 실험결과

(1) pH와 적정산도의 변화

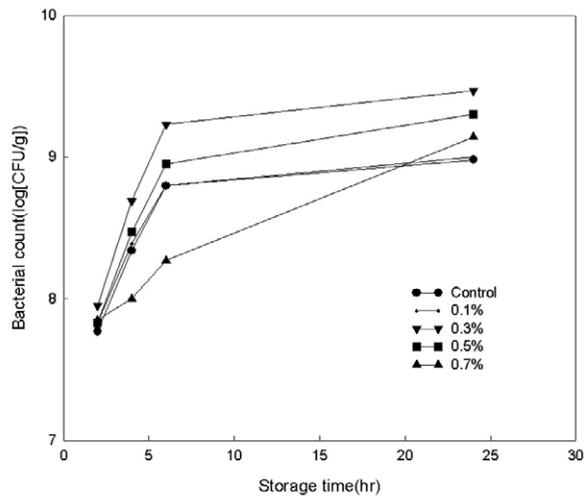
고형분 함량이 15% 되도록 손바닥선인장의 열매분말을 0.1, 0.3, 0.5, 0.7% 첨가하여 40℃에서 발효시키면서 제조한 요구르트의 pH와 적정산도의 경시적인 변화를 <표 22>에 나타내었다. pH 변화는 유산균 접종후 24시간까지 감소하였으며, 손바닥선인장 열매 분말 첨가군이 대조구에 비하여 약간 높았으나 큰 차이는 없었다. 한편 적정산도는 손바닥선인장 열매 분말 첨가군이 대조구에 비하여 낮았으며, 이 원인은 손바닥선인장 열매에 존재하는 유기산의 영향으로 판단되었다.

(2) 발효 중 생균수의 변화

손바닥선인장의 열매분말을 첨가하여 40℃에서 24시간 발효시키면서 제조한 요구르트 생균수의 경시적인 변화는 [그림 5]에 나타내었다. 생균수는 유산균 접종 후 6시간까지 급격한 증가를 보이다가 그 이후 완만한 증가를 보였다. 그러나 손바닥선인장 열매 분말 첨가군 중 0.1%와 0.7% 첨가군을 제외하고는 0.3%와 0.5% 첨가군이 발효초기 생균수의 증가가 빨랐고, 24시간 발효 후에도 대조구에

〈표 22〉 손바닥선인장 열매 첨가수준 및 발효시간별 pH 및 산도의 변화

발효 시간 (hrs)	pH					적정산도(%)				
	대조구	0.1%	0.3%	0.5%	0.7%	대조구	0.1%	0.3%	0.5%	0.7%
0	5.33	5.36	5.43	5.43	5.47	0.581	0.576	0.531	0.513	0.491
2	4.94	4.94	4.97	4.99	5.04	0.759	0.758	0.745	0.736	0.734
4	4.50	4.50	4.52	4.52	4.56	1.008	0.995	0.981	0.972	0.959
6	4.30	4.31	4.33	4.35	4.36	1.098	1.121	1.130	1.143	1.161
12	4.02	4.01	4.00	3.99	3.99	1.308	1.314	1.420	1.422	1.435
24	3.91	3.90	3.89	3.89	3.88	1.608	1.611	1.671	1.713	1.800



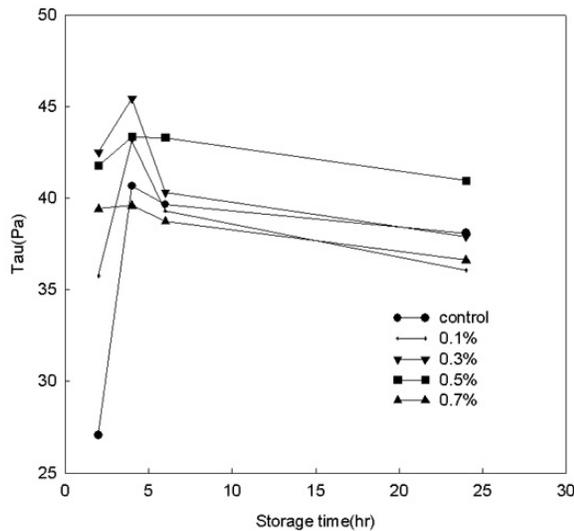
[그림 5] 백년초 요구르트 제조중 생균수의 변화

비하여 높은 생균수를 보였다. 커드(curd, 치즈의원료가 되는 단백질 덩어리)모양 요구르트의 성분규격에는 젖산균수는 1.0×10^8 CFU/ml 이상이어야 하는데 본

연구결과 발효 4시간 이후에는 모든 처리구에서 규정 젖산균수에 비하여 많은 젖산균수를 나타내었다. 손바닥선인장 열매분말 첨가량에 따른 생균수의 변화에 있어서는 0.3% 첨가하여 6시간 배양했을 때 1.7×10^9 CFU/ml로 가장 많았으며, 0.3%에서 0.7%로 첨가량이 증가함에 따라 감소하여 발효 중 생균수의 면에서 0.3%가 적당하였다.

(3) 발효 중 점도의 변화

발효 중 요구르트의 점도 변화는 [그림 6]에 나타내었다. 손바닥선인장 열매 분말 첨가량이 발효초기인 6시간까지 점도가 증가하였으나 그 이후 감소하는 경향을 보였다. 이러한 원인은 뒤에 언급한 관능검사 결과에서 발효 2시간까지는 커드(curd, 치즈의원료가 되는 단백질 덩어리)형성이 잘 안 되어 우유에 가까운 상태로 있기 때문이며, 손바닥선인장 열매 분말 첨가농도에 따른 점도의 변화는 첨가농도 0.5%까지 점도가 증가하였으나, 0.7%에서는 점도가 감소하였다. 그러나 첨가농도에 따른 점도의 뚜렷한 차이는 없었다.



[그림 6] 요구르트 제조중 점도의 변화

(4) 관능적 특성

손바닥선인장 열매를 농도별로 첨가하여 6시간 발효시킨 요구르트의 색, 향, 맛, 점도, 종합적 기호도에 대하여 각 항목별로 매우 나쁨 1점, 매우 좋음 9점으로 평가한 관능검사 결과는 <표 23>에 나타내었다. 대조구에 비하여 손바닥선인장 열매를 0.3%까지 첨가하여 제조한 요구르트의 관능적 특성이 우수하게 나타났으나, 0.5%이상 첨가하였을 경우 대조구보다 기호도가 감소하였다. 관능검사의 결과에 비추어 손바닥선인장의 적정 첨가량은 0.3%였다.

<표 23> 손바닥선인장 첨가수준별 6시간 발효시킨 요구르트의 특성

첨가수준	0.0%	0.1%	0.3%	0.5%	0.7%
색	6.500	6.125	7.625	5.812	4.875
향	5.125	5.875	5.875	5.000	4.625
맛	4.812	5.687	6.375	5.437	5.312
점도	6.312	6.437	5.875	5.062	4.687
종합기호도	5.875	6.062	6.625	5.500	4.250

* 매우나쁨 1점, 매우 좋음 9점

손바닥선인장 열매를 농도별로 첨가 시 0.3% 첨가의 관능검사가 우수하게 나타나 손바닥선인장 첨가량을 0.3%로 고정하여 발효시간에 따른 관능검사를 실시하였다. <표 24>에서 색, 향, 맛, 종합적 기호도에서 6시간 발효군이 우수하였으나 4시간 발효군과 큰 차이가 없었다. 2시간 발효군은 제품상으로 점도가 형성되지 못해 거의 우유에 가까운 상태로 우유 비린내가 강하였으며, 12시간과 24시간 발효 시 신맛이 강하게 나타났으며, 색에 있어서도 6시간 발효한 것에 비하여 손바닥선인장 열매의 고유색상이 아닌 탁한 색을 나타내었으며, 이러한 경향은 12

〈표 24〉 손바닥선인장 열매 0.3% 첨가 요구르트의 발효시간별 특성

발효시간(hr)	2	4	6	12	24
색	4.875	5.875	7.000	5.775	4.500
향	4.812	5.937	6.125	5.737	5.562
맛	3.625	5.312	5.750	5.212	2.188
점도	3.125	5.875	7.125	5.575	5.625
종합기호도	3.563	5.937	6.812	5.737	3.375

* 매우나쁨 1점, 매우 좋음 9점

〈표 25〉 손바닥선인장 열매 0.3% 첨가하여 6시간 발효한 요구르트의 당 농도별 특성

당농도(%)	색	향	맛	점도	종합적기호도
9	6.21	5.10	4.37	5.21	4.26
12	6.84	5.79	6.42	6.05	6.00
15	6.63	6.11	6.95	6.11	6.90
18	6.63	6.11	6.95	5.58	6.79

* 매우나쁨 1점, 매우 좋음 9점

시간보다 24시간 발효시킨 것에서 두드러지게 나타났다.

관능검사가 우수하게 나타난 손바닥선인장 열매를 0.3% 첨가하여 6시간 발효한 요구르트에 당농도를 9, 12, 15, 18% 첨가하여 당 첨가량에 따른 관능검사 결과는 〈표 25〉에 나타내었다. 당 첨가량에 따른 시료간의 유의적 차이가 거의 없었으며, 종합적 기호도에서 15% 당 첨가군이 가장 높은 점수를 보였으나, 12,

18%와 큰 차이는 없었다. 따라서 손바닥선인장 열매를 첨가하여 요구르트 제조 시 12~18%의 당첨가가 적당하다고 판단되었으며, 시판 농후 발효유의 당도가 16.2~22.2°Brix보다 낮은 15%정도의 당첨가가 가장 좋을 듯 하였다.

4. 수용성 다당 분리 기술 개발

가. 실험재료

선인장 잎의 가시를 제거 후 수세하고 1cm두께로 세절하였다. 이를 60℃에서 열풍 건조하고 분쇄기로 분말화 하여 40 메시로 걸러지는 분말을 선별하였다.

나. 실험방법

(1) 열수추출 조건

환류 냉각 추출 장치를 이용하여 가수량(加水量)과 추출 시간별로 선인장 잎 분말에서 수용성 다당의 추출수율을 조사하였다. 각 조건에서 얻어진 추출액은 원심 분리하여(Beckman, 10,000 x g, 20분, rotor : JA-10) 상등액을 모았다. 상등액에 에탄올을 가해 30분간 자극(stirring)하였다. 이때 침전되는 것을 모아 60℃에서 건조하여 수용성 다당으로 하였다.

(2) 에탄올 함량에 따른 수용성 다당 회수율의 비교

열수 추출 상등액에 대해 에탄올 함량을 50~90%로 조절하여 수용성 다당 회수율을 비교하였다.

(3) 수용성 다당중 회분, 칼슘 및 인 함량 분석

(가) 조회분 : 일정량의 수용성 다당을 550℃에서 6시간 회화 후 잔존하는 무기물을 회분으로 하였다.

(나) 칼슘, 인

-(1)에서 얻은 회분에 0.5N 질산을 가하고 천천히 끓인 후 방냉하여 100ml 정

용(定容) 플라스크로 옮겨 증류수로 표선을 채운다음 여과하여 분석기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) 로 칼슘과 인을 정량 분석하였다.

(4) 수용성다당 추출수율

추출에 사용한 분말 시료의 무게에 대한 회수한 수용성 다당의 백분율로 나타내었다.

다. 수용성다당 추출

(1) 열수 추출 조건

(가) 가수량에 따른 추출 수율

선인장 잎 분말에 10~60배의 물을 가하고 최종 부피를 300ml로 고정시킨 후 100℃에서 1시간동안 열수 추출을 실시하였다. 그 결과 수용성 다당 추출 수율은 다음과 같다.

〈표 26〉 가수량에 따른 수용성 다당 추출수율

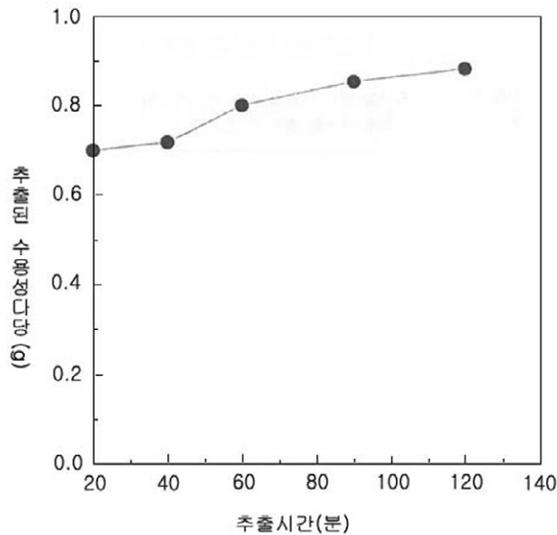
가수량(배)	추출수율(%)
10	20.01
20	25.8
30	28.9
40	29.73
50	32.5

결과에 의하면 가수량이 증가할 수록 수용성 다당 추출율은 증가하는 경향을 보여 가수량이 50배일 때 100℃에서 1시간 동안의 추출 수율이 가장 많은 것으로 나타났다.

(나) 추출 시간에 따른 추출 수율의 비교

분말 100g에 30배의 증류수를 가하고 100℃에서 2시간 동안 열수 추출을 하면서 추출시간별로 추출액을 100ml씩 취하였다. 이것을 원심분리 하여 모은 상등액 70ml에 에탄올 280ml을 가해 분리되는 수용성 다당의 양을 측정하였다.

[그림 7]의 결과에 의하면 추출시간이 경과함에 따라 전체적으로 수용성 다당 추출율은 증가하는 경향을 보였다.



[그림 7] 추출시간에 따른 수용성 다당의 추출량 변화

(2) 에탄올 함량에 따른 수용성 다당 회수율의 비교

분말 67g에 30배의 증류수 2000g을 가하여 100℃에서 40분간 열수 추출을 행하고 원심분리 하여 상등액을 얻었다. 이 상등액 100ml에 에탄올을 가해 최종 에탄올 농도가 50~90%가 되도록 조정된 후 수용성 다당의 회수량을 비교하였다.

에탄올 함량이 증가 할수록 추출 수용액 상에서 분리되는 수용성 다당의 양이 증가하는 현상을 나타내었다. 이는 에탄올이 첨가되면서 수용성 다당내에 수화되었던 물 분자와의 수소 결합은 약해지고 대신 수용성 다당 분자내 자신들과의 결합력이 커져 서로 응집하면서 침전되는 것으로 보인다.

〈표 27〉 추출 상등액 100ml에 대한 수용성 다당 회수량

에탄올 함량(%)	수용성 다당 회수량(g)
50	0.77
60	0.82
70	0.94
80	1.04
90	1.21

(3) 수용성 다당 중 조회분, 칼슘 및 인 함량분석

(가) 조회분의 정량

결과 (2)의 50~90%의 에탄올 첨가에 따라 얻은 각각의 수용성 다당 1.3g을 취해 조회분을 정량하였다.

〈표 28〉 수용성 다당(1.3g) 중 조회분의 함량

수용성 다당의 종류	조회분(%)
P - 50	76
P - 60	72.73
P - 70	70.85
P - 80	69.82
P - 90	69.92

* P-50 : 50% 에탄올 첨가로 회수한 수용성 다당

위 결과로부터 조회분이 수용성 다당 중 약 70%이상을 차지한다는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과에서 에탄올 분율이 낮을수록 즉 물의 분율이 높은 조건에서 분리된 수용성 다당 일수록 조회분의 함량이 높은 현상을 관찰할 수 있었다. 이것은 조회분을 구성하는 무기물들이 에탄올보다는 극성이 더 높은 물에 친화력이 좋다는 것을 의미한다고 추측된다.

(나) 칼슘과 인의 정량

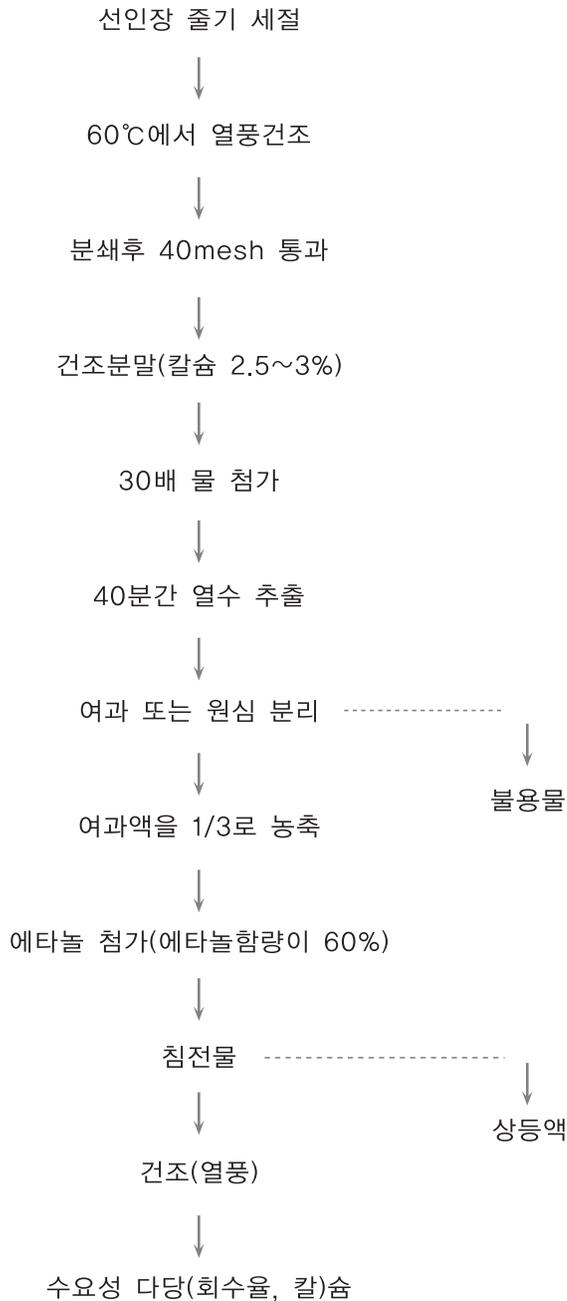
선인장 잎의 회분은 약 24%의 탄산칼슘을 함유한다고 보고 되어 있어 풍부한 칼슘원으로 이용될 수 있다. 본 실험에서는 수용성 다당 분리 시 함께 분리되는 칼슘과 인의 함량을 조사하고자 수용성 다당 1.3g을 회화한 후 분석기(ICP-AES)로 칼슘과 인의 정량분석을 실시하였다.

〈표 29〉 수용성 다당(1.3g) 중 칼슘과 인의 함량

수용성 다당의 종류	칼슘 함유량(%)	인 함유량(%)
P - 50	7.04	0.09
P - 60	9.05	0.11
P - 70	8.5	0.14
P - 80	7.74	0.16
P - 90	7.32	0.17

에탄올 함량 60%에서 분리한 수용성 다당 중에 칼슘이 9.05%로 가장 높은 함유량을 보였다. 인의 함량은 5종류의 수용성 다당 들 간에 큰 차이를 보이지 않았으나 에탄올 분율이 높아지면서 증가하는 경향을 보였다. 다음은 수용성 다당 추출공정을 나타내고 있다.

수용성 다당 추출 과정



* 수용성 다당 회수율 : 30~35%

* 칼슘 함량 : 9%

5. 여러 종류의 식품 가공 기술 개발

가. 선인장 잼 제조

(1) 잼 형성의 기본 조건 검토

잼 형성의 기본 조건을 알아보기 위하여 과즙을 제외하고 설탕, 산, 펙틴만을 넣어 잼을 만들고 이를 토대로 희석과즙 잼과 원액과즙 잼을 제조하였다. 잼의 기본 제조방법은 다음과 같으며 조건에 따라 펙틴과 설탕, 구연산의 양을 조정하였다.

(가) 선인장 과즙액(희석 과즙액 또는 원액 과즙액)을 용기에 넣고 75~80℃에 이를 때까지 가열한다. 가열 원을 조절하여 잼이 완성될 때까지 이 온도를 유지 시킨다.

(나) 펙틴과 설탕 일부를 섞은 혼합 분말을 가하고 잘 녹도록 충분히 교반하여 겔 형성이 이루어지게 한다.

(다) 설탕 나머지를 가하고 충분히 교반하면서 서서히 줄여 충분한 겔을 형성시킨다.

(라) 잼의 당도가 62~65°Brix에 이르면 가열을 중지하고 줄이기를 끝낸다.

(마) 구연산을 가하여 겔을 고정시킨다.

(바) 살균한 160ml 유리병에 잼을 병입한 후 하루 동안 실온에 방치하여 숙성시킨다.

(2) 선인장 잼 제조 과육액 분리조건의 검토

선인장 과실은 매우 견고하고 두꺼운 과피가 과육과 씨를 싸고 있는 형태로 각 부분은 무게 비율로서 과피가 약 60.5%, 과육이 약 27%, 씨가 약 12.5%를 차지하고 있다. 따라서 과육액을 분리하는 동시에 과피와 씨를 함께 제거할 수 있는 방법이 효율적인 과육액 분리 방법이라 생각된다.

과육액을 분리하기 위한 조건으로 과실을 걸음망에 싸서 압착기로 눌러 과육액을 모으는 방법과 초평한 과실을 착즙기에 통과시켜 과육액을 모으는 방법을 사

용하였다. 두 조건에 의한 과육액 회수율의 결과는 다음과 같다.

〈표 30〉 선인장 과실로부터 과육액의 회수율

압착기로 착즙		착즙기로 착즙
초핑한 시료	초핑하지 않은 시료	초핑한 시료
25%	1차 압착 후 : 37%	1차 착즙 후 : 57%
	2차* 압착 후 : 44%	2차* 착즙 후 : 71%

* 1차 착즙 후의 착즙박을 모아 재 착즙한 것임

(가) 압착기로 착즙한 조건

압착기로 압착한 조건의 실험 결과 원료 과실의 초핑 유무에 따라 과육액의 최종 회수율이 44%와 25%로 크게 차이나 초핑한 시료가 과육액 분리에 효과적이라는 것을 알 수 있다.

초핑하지 않은 시료의 경우 과실의 내피에 단단히 결합된 과육이 분리되기 어려운점과 과육 자체의 겔이 그대로 유지된 상태에서 걸음망의 수많은 작은 구멍을 막는 결과를 초래하여 초핑한 시료에 비해 회수율이 떨어진다고 판단된다.

(나) 착즙기로 착즙한 조건

초핑한 시료를 소형 스크류 타입의 착즙기를 사용하여 착즙한 결과 최종 71%의 회수율을 보였다. 이것은 단순히 압착기로 압착한 결과보다 월등히 높은 회수율을 보인 것인데 이것은 착즙기 내부에 장착된 칼날이 시료를 세절함과 동시에 스크류가 원추형 체망 밖으로 과육액을 밀어냄으로써 높은 회수율을 보이는 것으로 판단된다.

(3) 희석과즙 및 원액과즙 잼의 제조

(가) 잼 형성의 기본조건 검토

본 실험에 사용하는 펙틴(RS 150)의 적정 첨가량을 알아보기 위해 아래의 조성대로 펙틴 첨가량에 대한 잼의 성상을 시중제품과 비교하였다. 이때 완성제품의 pH는 3.45 내외로 최종 당도는 63°Brix로 고정시켰다.

〈표 31〉 잼 형성의 기본조건 검토를 위한 배합 조성

(단위 : g)

물	펙틴	설탕	구연산(50%)
60	0.5, 0.7, 0.9	54	0.6

〈표 32〉 펙틴 첨가에 따른 잼의 성상 비교

펙틴량(g)	성상
0.5	적당
0.7	시중 제품에 비해 견고
0.9	시중 제품에 비해 견고

본 실험의 결과 구연산 첨가량이 0.6g일 때 잼이 만들어지기 위해 0.5g 내외의 펙틴이 필요함을 알 수 있었다.

(나) 희석과즙 잼의 제조

실험 (1)의 결과를 토대로 희석과즙을 원료로 0.5g 내외의 펙틴 첨가량에서 구연산 첨가량을 달리하여 잼 제조 조건을 조사하였다. 배합 조성 및 잼의 성상은 다음과 같다.

〈표 33〉 배합 조성

(단위 : g)

선인장 희석과즙 (원액 : 물 = 1 : 4)	펙틴	설탕	구연산(50%)
60	0.4, 0.5, 0.6	54	0.6, 0.8, 1.0

〈표 34〉 펙틴과 구연산 첨가량에 대한 희석과즙 잼의 성상비교

구연산	펙틴		
	0.4	0.5	0.6
0.6	젤이 형성되지 않음	젤이 형성되나 강도가 약함	젤이 형성되고 강도가 강함
0.8	젤이 형성되지 않음	젤이 형성되며 강도가 적당	젤이 형성되고 강도가 강함
1.0	젤이 형성되나 강도가 약함	젤이 형성되며 강도가 적당	젤이 형성되고 강도가 강함

펙틴 0.4g, 구연산 0.6g, 0.8g을 첨가한 조건에서는 젤이 형성되지 않았고 펙틴/구연산이 0.4g/1.0g, 0.5g/0.6g인 조건에서는 강도가 약한 젤이 0.6g/0.6~1.0g의 조건에서는 강한 강도의 젤이 형성되었다. 희석과즙 잼에 적당한 젤은 펙틴 첨가량이 0.5g이고 구연산 첨가량이 0.8~1.0g인 조건이 적당한 것으로 나타났다.

(다) 원액과즙 잼의 제조

1) 원액과즙 잼의 제조 및 기호도 평가

희석과즙 잼의 배합조성을 참고로 다음과 같은 조성에서 잼을 만들고 잼의 떠짐성과 빵에의 발림성을 중심으로 기호도 평가를 실시하였으며 결과는 〈표 35〉와 같다.

〈표 35〉 원액과즙 잼 제조를 위한 배합 조성

(단위 : g)

선인장 원액	펙틴	설탕	구연산(50%)
60	0.3, 0.4, 0.5	54	1.0

〈표 36〉 펙틴 첨가량에 따른 원액 과즙 잼의 기호도 평가

펙틴 첨가량(g)	기호도(%)
0.3	6
0.4	47
0.5	47

피검자 중의 94%가 펙틴이 0.4~0.5g 첨가된 잼이 잘 떠지고 잘 발라지므로 기호도가 좋다고 평가하였고 펙틴 첨가량이 0.3g인 잼은 잘 발라지기는 하나 적당한 겔이 형성되지 않아 스푼으로 떼었을 때 늘어지는 성질로 기호에 적합하지 않은 것으로 평가되었다. 따라서 원액 과즙 잼 제조에서 펙틴/구연산의 양은 0.4~0.5g/10g이 적당함을 알 수 있었다.

2) 과당을 함유한 원액과즙 잼의 제조와 기호도 평가

과당의 양을 아래와 같이 조정하여 잼의 단맛 정도를 평가하였으며 결과는 〈표 36〉과 같다.

〈표 37〉 배합 조성

(단위 : g)

원액과즙	펙 틴	설탕/과당	구연산(50%)
60	0.4	A : 54/0 B : 48.6/5.4 C : 37.8/16.2 D : 27/27	1.0

피검자의 각 15.3%가 과당이 함유되지 않거나 10% 함유된 잼의 단맛이 적당하다고 응답하였다. 또한 피검자의 38.5%가 과당 함유 30%인 잼의 단맛이 적당하다고 하여 가장 높은 기호도를 보였고 30.8%가 과당 함유 10%의 잼이 적당하다고 하였다.

〈표 38〉 과당 함유에 따른 원액 과즙 잼의 단맛 기호도 평가

조 건	기호도(%)
A	15.3
B	15.3
C	38.5
D	30.8

이상의 선인장잼 관련 실험내용을 요약해 보면 다음과 같다.

1. 선인장 열매에서 과육액을 분리하기 위한 조건을 검토하였다. 초핑한 시료를 착즙기로 최종 2차 착즙한 후의 착즙률은 약 71%로 압착기로 착즙했을 때 보다 높은 착즙률을 보였다.

2. 희석 과즙 잼 제조를 위한 배합 조성은 다음과 같다. (단위 : g)

희석 과즙액(원과즙 : 물 = 1 : 4)	60
펙 틴	0.5
설 탕	54
구연산(50%)	0.8~1.0
최종당도	62~65° Brix

3. 원액 과즙 잼 제조를 위한 배합 조성은 다음과 같다. (단위 : g)

원과즙액	60
펙 틴	0.4 ~ 0.5
설 탕	54
구연산(50%)	1.0
최종당도	62~65° Brix

4. 과당 함유 원액 과즙 잼 제조를 위한 배합 조성은 다음과 같다. (단위 : g)

원과즙액	60
펙틴	0.4
설탕	37.8
과당	16.2
구연산(50%)	1.0
최종당도	62~65°Brix

나. 선인장 젤리 제조

(1) 한천젤리(Agar Jelly) 배합조건 및 제조과정

- (가) 한천분말 10g을 수돗물 200ml에 녹여 끓는 점까지 가열한다.
- (나) 여기에 백설탕 300g과 물엿(glucose syrup 42 DE) 150g을 넣고 최종 76°Brix가 되도록 한다.
- (다) 76°Brix가 되면 80℃로 냉각시키고 향(포도향) 1ml, 50% 구연산 5ml, 선인장 열매 농축과즙(55~60°Brix) 10ml를 첨가한 후 굳힌다.
- (라) 때때로 50℃에서 2~3시간 열풍건조 하기도 한다.

(2) 젤라틴젤리 배합조건 및 제조과정

(가) 재료

- @ 펙틴
- @ 물엿 (맥아당 78% 이상의 것)
- @ 젤라틴 (270B (부름))

(나) 재료배합

- a. 설탕(35g)+펙틴(10g)+솔비톨(40g, 보습제)을 비닐팩에 넣고 혼합한다.(Dry mixing)

- b. 물엿 345g에 설탕 35g을 섞어 물증탕에서 설탕을 녹인다.
- c. 젤라틴 67g에 수돗물 134ml를 넣고 증탕 하에서 팽윤시킨다.
- d. 50% 구연산,
- e. 전분(옥수수전분)

(다) 제조과정

- 1) a에 물 150ml를 섞고 80~90℃에서 2~3분 끓여 당류 및 펙틴을 녹인다.
- 2) (1)에 b를 서서히 섞어 116℃까지 끓인 후 100~110℃로 식힌 후 c를 섞어 78° Brix가 되게 한다.
- 3) 여기에 향(포도향) 4.5ml, 선인장 열매 농축과즙 30ml(55~60° Brix)를 섞는다.
- 4) 선인장 열매 농축과즙을 골고루 섞고 여기에 50% 구연산 20ml를 첨가한 후 90℃를 유지하면서 성형기에서 성형한다. 이 상태에서 수분 40% 이하의 상온에서 48시간 동안 건조하게 된다.

다. 캔디(Hard candy) 제조

(1) 재 료

- (가) 물엿(맥아당 함량이 50%이상의 것)
- (나) 향료
- (다) 분말산미료(구연산, 사과산, 주석산)

(2) 제조방법

- (가) 물엿 250g에 설탕 250g을 혼합하여 수돗물 84ml의 물을 혼합한 후 1~2%의 수분함량이 되도록 145~150℃에서 졸인다.
- (나) 125~130℃로 냉각시킨 후 향료 1ml, 선인장열매 농축과즙 10ml, 산미료 5g을 첨가한 후 성형기에서 성형한다.

라. 선인장 국수 제조

선인장 잎으로부터 선인장국수를 제조하기 위해 선인장잎을 깨끗이 세척하고 가시를 제거한 후 냉동시킨 후 초퍼로 냉동상태에서 분쇄하였다.

냉동 후 분쇄를 하게 되면 분쇄효율도 높아지고 분쇄시간도 단축된다.

이와 같이 분쇄된 선인장을 분쇄기로 분쇄하여 미세한 입자로 만든 후 착즙하여 착즙액을 국수 반죽시 물대신 첨가하여 국수를 제조하였다.

* 배합비 : 밀가루 7kg+글루텐 250g+선인장착즙액 2.5kg+소금 150g

* 제조공정 : 원료배합 및 반죽 → 성형 → 생면 → 건조 → 건면



절단 후 포장

마. 선인장 빵 제조

선인장 빵 역시 선인장 잎을 이용하였으며 국수 제조 시 사용하였던 방법과 동일한 과정을 거쳐 선인장착즙액을 제조하여 빵 반죽 과정 중 첨가되는 물대신 선인장 착즙액과 물을 1:1로 혼합한 액을 첨가하여 빵을 제조하였으며 식빵과 보리빵을 제조하였고 배합 조건은 다음과 같다.

(1) 식빵 배합 비

강력분 1kg+설탕 80g+버터 또는 마아가린 40g+분유 30g+소금 20g+이스트 40g+선인장 착즙액 500g

(2) 보리빵 배합 비

강력분 650g+설탕 60g+보리분말 250g+분유 30g+버터 또는 마아가린 40g+소금 20g+이스트 40g+선인장 착즙액 500g

(3) 제빵공정

고속으로 7~8분 반죽한 후 습도 30%, 온도 25~30℃에서 40분간 발효시킨다. 2차 발효는 10분간 상온에서 방치하며 다시 25~30℃에서 20분간 3차 발효를 거친 후 180℃의 오븐에서 30분간 가온하여 식빵 및 보리빵의 최종제품을 제조하였다.

바. 선인장 음료

(1) 실험재료

선인장열매를 선별한 후 물로 깨끗이 수세하고 초퍼(1/4inch 다공 plate)를 통과시킨 후 비닐팩에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 실험방법

(가) 추출조건 설정

선인장음료 및 차 제조 시 최적 추출시간을 설정하기 위해 추출시간 및 가수량에 따른 추출효율을 조사하였다. 추출과정은 초퍼로 분쇄한 선인장열매를 2L 둥근 플라스크에 넣고 일정시간마다 당도를 측정하는 방법을 사용하였다.

이상의 방법으로 최적 추출시간을 설정한 후 선인장과 물의 비(최적 가수량)를 설정하기 위해 끓는 온도에서 20분 추출한 후 착즙기로 착즙하여 당도, 추출액량 및 고형분 회수율 등을 측정하였다.

(나) 선인장 음료 제조

선인장음료는 첫째 점질물이 존재하는 음료 및 점질특성을 없앤 음료로 나누어 제조하였다. 다시 점질물을 없앤 음료 중 청징 음료 및 비 청징 음료로 나누어 총 3종의 선인장 음료를 제조하였다.

1) 선인장 음료

선인장음료는 점질음료, 비점질 음료, 청징 음료등 3종의 음료를 제조하였다.

음료제조 시 가장 중요하고 첫번째 공정이라 할 수 있는 착즙공정은 선인장 열매를 그대로 착즙할 경우, 초퍼로 1차 마쇄 후 착즙할 경우, 초퍼로 1차 마쇄 후 추출과정을 거쳐 착즙할 경우를 비교한 결과 초퍼로 1차마쇄 후 추출과정을 거쳐 착즙한 경우가 앞의 2가지 방법에 비하여 추출률 뿐만 아니라 이취제거 효과도 뛰어난 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 추출과정을 거쳐 착즙하는 방법으로 착즙공정을 설정하기위해 가수량에 따른 당도변화, 착즙물의 변화, 추출물의 고형분 함량의 변화 등의 기초실험을 하였으며 최적추출시간은 15~20분이 적당한 것으로 나타났다.

가) 점질음료

선인장음료의 적정농도(가수량)를 선정하기 위해 가수량을 선인장에 대하여 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5로 하여 20분간 추출 및 착즙한 후 착즙액에 구연산 0.1%, 백설탕 10%를 가한 후 15명의 관능평가요원에 의하여 관능검사를 한 결과 <표 39>에서와 같이 가수량이 4배(1:4)가 가장 좋은 적정농도로 나타났다.

이것으로부터 최적 가수량은 선인장에 대하여 점질음료의 경우 4배의 물을 가하는 것이 최적비로 나타났으며 산미료, 첨가물(Vit C), 감미료 등의 첨가량을 조사하여 다음과 같은 제조공정을 설정하였다.

<표 39> 가수량 변화에 따른 선인장음료의 기호도 평가

조 건 (선인장 : 물)	기호도 (%)
1 : 1	0
1 : 2	10
1 : 3	15
1 : 4	60
1 : 5	15

* 점질음료

나) 비 점질 음료 및 청징 음료

비 점질 선인장음료는 선인장 착즙액에 존재하는 점질성을 제거한 음료로서 믹서 또는 균질기를 이용하면 쉽게 점질특성을 없앨 수 있다. 한편 청징 음료의 경우에는 효소(펙티네이즈)를 처리함으로써 청징 음료의 착즙액을 제조하였다. 본 연구에서는 믹서를 이용하여 30초~1분간 물리적 힘을 가하여 적당한 음료원료를 제조할 수 있었으며 청징화는 0.1% 효소를 55℃에서 30분간 처리하여 부유물을 제거하였다. 점질음료에서와 같이 비 점질음료 및 청징 음료의 적정가수량을 설정하기 위해 관능평가를 실시하여 <표 40>과 같은 결과를 얻었다.

<표 40> 가수량 변화에 따른 선인장음료의 기호도 평가

조 건 (선인장 : 물)	기호도 (%)
1 : 1	0
1 : 2	13
1 : 3	50
1 : 4	20
1 : 5	17

* 비 점질음료

이것으로부터 최적 가수량은 선인장에 대하여 비 점질음료 및 청징 음료의 경우 3배의 물을 가하는 것이 최적비로 나타났으며 산미료, 첨가물(Vit C), 감미료 등의 첨가량을 조사하여 다음과 같은 제조공정을 설정하였다.

선인장음료 제조과정

초퍼로 세절된 원료(1,000kg)



물(4,000kg) 첨가



추출(boiling, 10~15min)



착즙



착즙액



여과



여과액(1~1.2brix, 4,334kg)



배합(5,000kg)



살균

* 배합비

아스코르빈산 0.1%, 구연산 0.04%, 구연산나트륨 0.01%, 고과당 14%, 올리고당 1%

사. 선인장차

선인장차는 앞의 추출조건에서 설정된 최적조건에서 추출한 선인장 추출액을

55~60°Brix까지 진공농축 한 후 포도당과 배합하여 성형, 건조 등의 과정을 거쳐 제조하였다.

선인장 농축액 및 분말차 제조과정

초퍼로 세절된 선인장 열매(1,000kg)



H₂O물(1,000kg)



추 출(boiling, 10~15분)



착즙



착즙액



분쇄(mixer), 1분



여과



여과액(3.8~4°Brix, 1330kg)



진공농축(55°C)



농축액(55°Brix, 95kg)



포도당(538kg)농축액 제품



배합



과립형성



건조(60°C, 30~40분)



과립차(580kg)



백년초 차 시제품

아. 선인장 타블렛 제품의 제조

선인장 타블렛 제품 제조를 위한 내용물의 배합을 여러 가지로 하여 관능 검사한 결과 <표 41>과 같은 배합비가 가장 좋은 것으로 나타났다. 즉, 부형제인 건조된 맥주 효모분은 80.0%로 그 함량이 가장 많았고, 선인장 동결건조 분말과 포도당의 함량은 각각 10.0%일 때가 가장 적합했다. 맥주 효모의 함량이 60.0% 이상이 되면 효모식품으로서의 기능이 있을 뿐 아니라 타정 시 완성된 타블렛의 물성에서도 영향을 미쳐 더 단단하게 해주는 역할을 하는 것으로 나타났다. 또한 포도당은 흡습성이 높기 때문에 다른 재료와의 결합력을 높여 증류수의 첨가 없이도 정제기에서 타블렛 제품을 얻을 수 있었다.

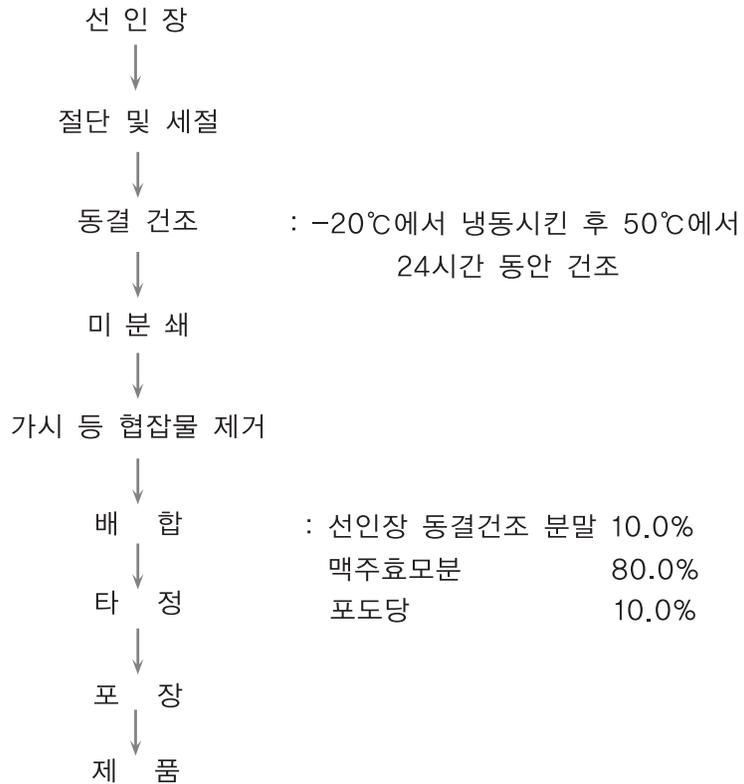
<표 41> 선인장 타블렛 제품의 제조 배합비

재 료	내용물의 중량
선인장 동결건조 분말	10.0g(10.0%)
맥주 효모분	80.0(80.0)
포도당	10.0(10.0)
합 계	100.0(100.0)

위의 배합비로 얻어진 선인장 타블렛 제품의 색은 진한 베이지 색을 띠었고 맥주 효모의 냄새가 났지만 먹기에 거부감이 느껴지지 않았으며 표면도 매끄럽고 단단해서 외관상 문제가 전혀 없었다. 또한 성형이 쉽게 이루어져 정제기에서 타블렛 제품이 빠져나올 때 무리가 없었으며 혼합재료의 수분함량(6.86%)이 적절하여 완성된 제품의 모양이 그대로 유지되었다.

위의 결과들을 종합하여 선인장 타블렛 제품의 제조 공정을 제시하면 다음과 같다.

손바닥선인장 분말을 이용한 타블렛 제조 공정도



자. 솔비톨을 이용한 손바닥선인장 분말 과립 제조

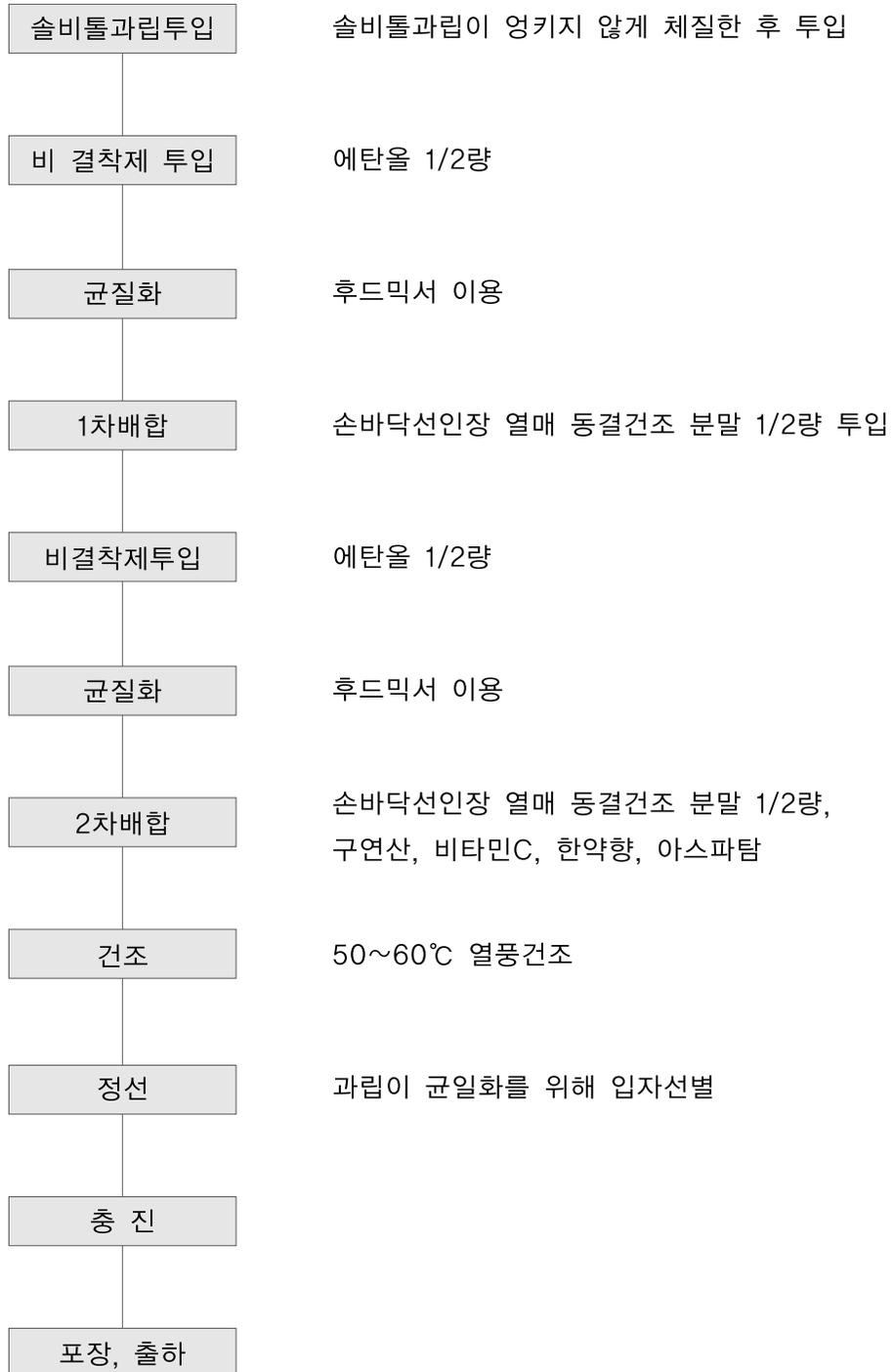
솔비톨은 포도당에 수소를 첨가하여 얻어지는 당으로 설탕의 약 50~% 정도의

단맛을 갖고 있으며 솔비톨은 혈당으로 전환되지 않기 때문에 당뇨병환자를 위한 감미료, 식이 감미료로 사용되고 있다. 일반적으로 과립에 사용하는 당은 포도당과 유당이며 포도당과 유당을 이용한 과립은 당뇨병 환자들이 섭취할 수 없는 단점이 있어 이를 개선하고자 솔비톨에 손바닥선인장을 부착시켜 과립을 형성시키는 제조방법을 개발하고자 하였다. 과립의 제조는 20~60메쉬의 솔비톨 분말에 에틸알콜 총 소요량의 60%를 첨가하여 잘 섞은 다음 손바닥선인장 열매 분말을 50%를 첨가하여 잘 섞고 남아있는 에틸알콜 40%와 손바닥선인장 열매 분말 50%와 구연산, 비타민 C, 한약향, 아스파탐을 첨가하여 솔비톨 분말에 잘 흡착시켜 건조기용 용기에 담아 50~80℃의 열풍건조기로 건조시켜 과립화하였다.

〈표 42〉 성분배합비

성분명	첨가량(kg)
솔비톨 과립	20.0
손바닥선인장 열매 분말	8.0
에틸알콜	4.0
구연산	0.25
비타민C	0.6
한약향	0.8
아스파탐	0.15
계	33.8

제 조 공 정 도



차. 동결건조 분말 제조

손바닥선인장을 이용한 가공식품의 다양화와 맛, 향, 색의 변화가 가장적은 동결건조 조건을 개발하였다.

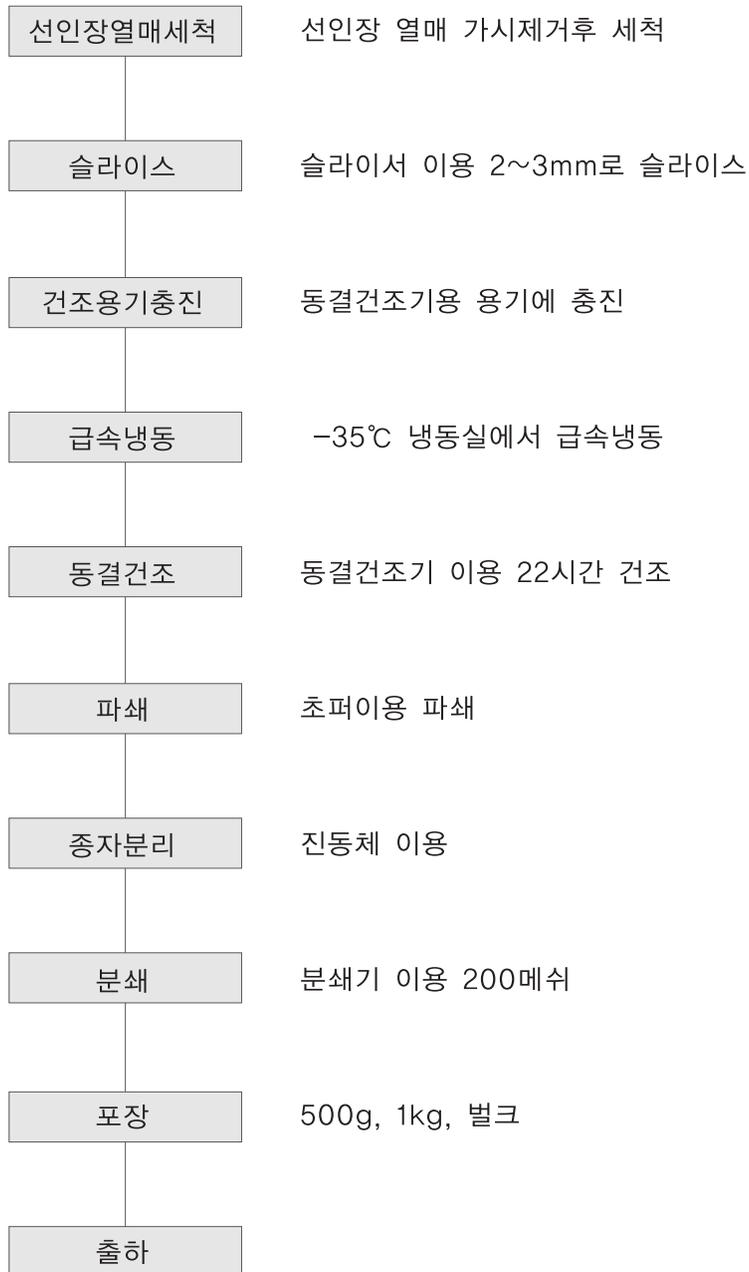
손바닥선인장 열매는 수확 후 가시제거기를 이용하여 가시를 제거한 다음 초퍼로 파쇄하거나 슬라이서로 얇게 썬 후 동결건조기용 채반에 채우고, 줄기인 경우 수확 후 구근류 세척기로 가시제거를 겸하여 세척한 후 슬라이서로 얇게 썬 후 동결건조기용 채반에 채운 다음 -35℃의 급냉실에서 동결시킨 후 동결건조기의 가열판 온도를 40~80℃까지 단계적으로 조절하면서 22.5시간 동안 건조할 수 있도록 하였다.

동결 건조된 건조품은 열매의 경우 초퍼로 거칠게 분쇄한 후 진동채로 과육과 종자를 분리하여 종자는 버리고 과육부분만을, 줄기는 초퍼로 거칠게 분쇄한 후 분쇄기를 이용하여 180~200메쉬로 분말을 제조하였다.

〈표 43〉 손바닥선인장 동결건조 프로그램

구분	1단계	2	3	4	5	6	7	8
시간	0.5시간	0.5	0.5	0.5	0.5	16	2	2
온도	40℃	50	60	70	82	82	70	60

제 조 공 정 도



IV. 약리효능 시험 결과

손바닥선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *Saboten*)은 선인장과(Cactaceae)에 속하는 열대성 식물로 우리나라의 제주도에 자생하고 있는 귀화 식물이다. 원식물(*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill)은 중미가 원산지로 열대지역 유래의 다년초로서 현재는 중남미에서 널리 재배되고 있다.

손바닥선인장의 열매와 줄기는 식용으로 사용되며 열매와 줄기를 공복에 갈아 마시면 변비치료, 이뇨효과 장운동의 활성화 및 식욕증진의 효능이 있고 줄기는 피부질환, 류마치스 및 화상치료에 효과가 있다는 것이 구전되고 있다. 중국의 한 방에서 손바닥선인장과 동속식물인 선인장(*Opuntia dillenii* Haw. 또는 *O. monacatha* Haw)의 줄기와 뿌리에 관하여 기행혈활(氣行血活), 청열해독(淸熱解毒)의 효능이 있어 심장 및 위의 통증해소, 인후통, 치질, 창상, 화상, 뱀에 의한 교상 등의 치료에 사용하고 선상자(선인장의 열매)는 비장을 보하여 위를 건강하게 하고 원기가 없어 오랜 기간 설사하는데 사용한다고 기술되고 있다. 멕시코에서는 당뇨병 치료에 사용한다고 한다.

현재까지 손바닥선인장의 연구는 선인장 추출물이 바이러스 복제를 억제한다고 보고되었으며, 당뇨병 유도물질(Streptozotocin) 등으로 고혈당을 유발시킨 실험동물에서 혈당치를 낮추고, 당뇨병 환자를 대상으로 한 실험에서는 혈당 및 콜레스테롤 수치를 감소시키며 혈액 내 저밀도지단백질 함량을 낮추는 효과가 있다는 등의 약리작용에 관한 연구가 외국에서 보고되었다. 또한 가공식품의 소재로 활용하기 위해 선인장 열매의 아미노산, 유기산, 휘발성성분, 손바닥선인장의 가공 등의 다양한 연구가 진행되었다. 한편, 국내에서는 선인장 열매의 적색색소의 열안정성에 미치는 항산화제의 효과에 대한 연구, 손바닥선인장 열매의 후라보노이드 성분 등이 보고되었다. 그러나 민간요법으로 위의 통증해소에 사용되었

던 손바닥선인장의 항궤양효과에 관한 연구는 에탄올로 유발된 위점막 손상에 대한 억제작용, pH, 위점액량, 전혈점도 조사 등의 부분적인 연구가 진행되었을 뿐 아직 미비한 실정이다.

1999년 사망원인 통계연보에 따르면 지난 '90년 당뇨병으로 인한 사망이 사인 원인 순위 중 8위였으며, '99년에는 당뇨병 사망률이 크게 증가하여 3위의 사인으로 밝혀졌다. 또한 통계청이 밝힌 2000년 사망원인 통계에 따르면 내분비, 영양 및 대사질환 사망자수의 68.1%를 차지하였다. 이와 같이 당뇨병 및 당뇨병의 동반 질환에 의한 사망률은 계속 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 손바닥선인장의 줄기 및 열매를 경구투여하면서 당뇨병 유도 모델동물에서 혈당저하(당뇨병 증상 개선)효과가 있는지를 조사 하였고, 손바닥선인장 열매 및 줄기의 건조물이 많은 점액질이 함유되어 있고 민간요법으로 위장질환에 쓰이는 사실에 근거하여 실험적 항위염 연구를 실시하여 항위염효과를 과학적으로 입증하고, 손바닥선인장이 민간요법으로 알러지 및 천식의 치료 목적으로 쓰였음에도 불구하고 이에 대한 연구는 없는 실정이므로, 손바닥선인장 줄기와 열매에 대한 알러지와 호흡기에 대한 약리작용 및 심혈관 질환의 예방효과에 대하여 구명을 하였다.

1. 손바닥선인장의 항 당뇨 효과

가. 실험재료 및 방법

(1) 실험재료

손바닥선인장의 줄기 및 열매는 제주도에서 생산된 것을 동결건조 분말로 제조하여 이용하였다.

(2) 실험방법

(가) 손바닥선인장 분말의 제조

수확한 열매는 가시제거기와 세척기를 이용하여 깨끗하게 세척하고, 줄기는 구

근류 세척기로 가시제거를 겸하여 세척한 후 얇게 썰어 동결건조기용 용기에 담은 후 -40°C 냉동고에서 완전히 급속 냉동 후 동결건조기를 이용하여 24시간 정도 건조하고 열매 건조품은 종자를 분리하고 줄기건조품은 그대로 거칠게 분쇄한 후 200메쉬로 분말을 만들어서 냉장 보관하면서 시료로 사용하였다.

(나) 손바닥선인장의 물 세척 분획의 제조

손바닥선인장의 추출 및 검액의 조제는 손바닥선인장 동결건조 분말 0.5kg에 증류수 3000ml를 가하여 37°C 의 수욕상에서 2시간 동안 균질하게 혼합하여 추출한 후 원심분리하여 상등액과 침전으로 분리하고 침전에 대해 반복하여 추출 세척하여 따뜻한 때에 감압 여과한 다음, 동결 건조하여 침전분획(물세척 분획물)과 상등액 분획을 얻어 필요시 실험에 사용하였다.

(다) 실험동물

본 실험에서 사용한 실험동물은 체중 $250 \pm 50\text{g}$ 의 수컷흰쥐와 체중 $25 \pm 5\text{g}$ 의 수컷생쥐를 사용하고, 제2형 당뇨병 모델인 당뇨병 유도 생쥐(db/db mouse)는 체중이 $20 \pm 3\text{g}$ 의 6주령의 것을 암수 각 8마리씩 모두 24마리를 미국으로부터 분양받아 실험에 사용하였다. 사료는 삼양유지(주)의 소 동물용 고형사료를 사용하고, 물은 정제수를 사용하여 충분히 공급하면서 실험실 환경에서 2주간 순응시킨 후 사용하였다. 특별히 명시하지 않는 한 실험은 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 55%의 항온, 항습 장치가 되어 있는 실험실내에서 실시하였다. 실험검체의 사료는 사료를 분말화한 다음 검체와 섞어 고형 사료로 만들어 실험동물에 투여하였다.

나. 실험결과

(1) 손바닥선인장이 생쥐의 혈당에 미치는 효과

(가) 당부하 정상생쥐에 대한 손바닥선인장의 혈당저하 효과

정상 생쥐 1군에 5마리로 하여 실험 전 16시간동안 절식시킨 뒤 혈당을 측정하

고 이어서 맥아당(麥芽糖 maltose, 물엿)과 자당(蔗糖 sucrose, 설탕) 2g/kg과 손바닥선인장의 줄기 또는 열매를 동시에 투여하고 30분 후 혈당을 측정하였고 전분(澱粉 starch)을 투여한 경우 투여 후 1시간 후에 혈당을 측정한 결과는 <표 44>이다.

맥아당의 경우 정상생쥐에 맥아당(麥芽糖 maltose)만을 투여한 경우 보다 열매 또는 줄기 분말을 투여한 경우 혈당치를 저하시켰다. 손바닥선인장의 열매를 투여한 경우가 줄기를 투여한 경우보다 혈당강하 효과가 우수하였다. 자당(蔗糖 Sucrose)을 투여하고 손바닥선인장을 투여한 경우에는 열매나 줄기를 투여한 군이 자당(Sucrose)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 저하시켰으며, 손바닥선인장 열매가 줄기보다 혈당치를 더 강하게 저하시켰다. 전분(Starch)을 투여하고 손바닥선인장 열매와 줄기를 함께 투여한 군이 전분(Starch)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 저하시켰으며, 열매분말을 투여한 경우가 줄기분말을 투여한 경우보다 혈당치를 더 저하시켰다.

<표 44> 당부하 정상생쥐에 대한 손바닥선인장의 혈당저하 효과

처리군	투여량 (g/kg)	혈당농도 (mg/dl)		
		맥아당(maltose)	자당(sucrose)	전분(starch)
대조군		243.25	33.80	22.50
선인장열매	0.5	187.75		
	1.0	163.00	16.00	16.50
선인장줄기	0.5	229.25		
	1.0	171.75	23.75	18.25
당뇨병치료제	0.0025	102.54		
	0.050	82.50	11.50	13.00

* 당뇨병치료제 : acarbose

(나) 당부하 정상생쥐에 물세척 손바닥선인장 분획물의 혈당저하 효과

정상 생쥐에 맥아당(maltose), 자당(sucrose)과 전분(starch)을 투여한 후 손바닥선인장의 줄기 또는 열매를 물로 세척하여 얻은 침전분획물을 투여하여 혈당강하효과를 측정한 결과는 <표 45>이다.

<표 45> 당부하 정상생쥐에 물세척 손바닥선인장의 혈당저하 효과

처리군	투여량 (g/kg)	혈당농도 (mg/dl)		
		맥아당(maltose)	자당(sucrose)	전분(starch)
대조군		112.50	72.00	15.00
선인장열매	0.5	119.25		
	1.0	99.00	38.00	13.00
선인장줄기	0.5	87.40		
	1.0	79.50	52.00	7.00
당뇨병치료제	0.025	58.22		
	0.05	41.75	8.60	1.00

* 당뇨병치료제 : acarbose

정상 생쥐에 맥아당(maltose)를 부하시키고 물세척 손바닥선인장 분획물을 투여한 경우에는 손바닥선인장의 열매와 줄기 분획물 모두 혈당치를 맥아당(maltose)만을 투여군과 비교하여 혈당치를 저하시켰으며, 줄기분획물이 열매 분획물 보다 혈당치를 더 저하시켰다. 자당(Sucrose)을 부하시킨 경우에는 열매 분획물과 줄기 분획물 모두 혈당치를 저하시켰으며 줄기 분획물 보다 열매 분획물이 혈당 강하 효과가 더 우수하였다. 전분(Starch)을 부하시킨 경우에도 열매 분획물과 줄기 분획물 모두 혈당치를 저하시켰으며 줄기분획물이 열매 분획물 보다 혈당치를 더 유의적으로 저하시켰다.

(2) 당뇨병 유도물질(Alloxan)로 유도한 당뇨병모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당강하 효과

(가) 당뇨병 유도물질(Alloxan)에 의한 당뇨병 생쥐 유도 실험

당뇨병 유도물질(Alloxan) 70mg/kg을 주사용 증류수에 녹여 생쥐의 꼬리 정맥에 주사한 다음, 2일 후에 혈당을 측정하여 혈당농도가 200~450mg/dl의 범위 내에 들어가는 생쥐를 선별하여 16시간 동안 절식시킨 다음 실험에 사용하였다.

(나) 공복 시 혈당의 측정

1주 간격으로 측정 전 16시간 동안 식수만 공급하며 절식시킨 뒤, 혈당을 측정하였다.

1) 당 부하 당뇨병 유도물질(Alloxan) 유도 당뇨병 모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당저하 효과

당뇨병 유도물질(Alloxan)로 유도한 당뇨병 모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당 저하 효과를 조사한 결과는 <표 46>이다. 손바닥선인장의 열매 분말을 투여한

<표 46> 당 부하 당뇨병 유도물질(alloxan) 유도 당뇨병 모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당저하 효과

처리군	투여량 (g/kg)	혈당농도 (mg/dl)		
		맥아당(maltose)	자당(sucrose)	전분(starch)
대조군		289.00	170.50	130.75
선인장열매	0.5	362.00		
	1.0	276.67	121.75	45.25
선인장줄기	0.5	321.50		
	1.0	310.33	215.00	54.67
당뇨병치료제	0.025	128.60		
	0.05	76.75	29.00	7.75

* 당뇨병치료제 : acarbose

경우에 혈당치는 맥아당(maltose)만을 투여한 군에 비해 저하되었으며, 줄기 분말을 함께 투여한 경우는 거의 효과가 없었다. 자당(Sucrose)을 부하시켰을 경우에는 열매 분말을 같이 투여한 경우에 혈당치를 저하시켰으나, 줄기 분말을 함께 투여한 경우는 효과가 없었다. 전분(Starch)을 부하시킨 경우에는 손바닥선인장의 열매 분말과 줄기 분말 모두 혈당치를 저하시켰으며, 열매가 줄기보다 혈당치 저하 효과가 더 우수하였다.

2) 당부하 당뇨병 유도물질(Alloxan) 유도 당뇨병 모델 생쥐에서 물세척 손바닥선인장 분획물의 혈당저하 효과

당뇨병 유도물질(Alloxan)로 유도한 당뇨병 모델 생쥐에서 손바닥선인장을 물로 세척하여 얻은 분획물이 혈당에 미치는 효과를 조사한 결과는 <표 47>이다. 손바닥선인장의 열매 분획물을 투여한 경우에 혈당치를 맥아당(maltose)만을 투여한 군에 비해 저하시켰으며, 줄기 분말을 함께 투여한 경우는 거의 효과가 없었다. 자당(Sucrose)을 부하시켰을 경우에는 열매 분획물과 줄기 분획물 모두 혈당치를 저하시켰으며 열매 분획물이 줄기 분획물 보다 효과가 우수하였다. 전분

<표 47> 당부하 당뇨병 유도물질(Alloxan) 유도 당뇨병 모델생쥐에서 물세척 손바닥 선인장 분획물의 혈당저하 효과

처리군	투여량 (g/kg)	혈당농도 (mg/dl)		
		맥아당(maltose)	자당(sucrose)	전분(starch)
대조군		244.50	201.00	85.00
선인장열매	0.5	224.66		
	1.0	223.66	131.33	67.25
선인장줄기	0.5	277.00		
	1.0	246.66	162.16	96.00
당뇨병치료제	0.025	135.72		
	0.05	129.67	42.25	11.75

* 당뇨병치료제 : acarbose

(Starch)을 부하시킨 경우에는 손바닥선인장의 열매 분획물은 혈당치를 저하시켰으나 줄기 분획물은 혈당치 저하효과가 없었다.

(3) 당뇨병 유도물질(Streptozotocin) 유도 당뇨병 모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당 강하 효과

(가) 당 부하 당뇨병 유도물질(Streptozotocin) 유도 당뇨병모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당저하효과

당뇨병 유도물질(Streptozotocin)으로 유도한 당뇨병 모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당 강하 효과를 조사한 결과는 <표 48>이다. 손바닥선인장의 열매와 줄기 모두 맥아당(麥芽糖 maltose)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 저하시켰으며, 줄기 분말을 투여한 경우가 열매보다 효과가 더 우수했다. 자당(蔗糖 Sucrose)를 부하시켰을 경우에는 열매 및 줄기 모두 자당(蔗糖 Sucrose) 만을 투여한 군에 비해 혈당치를 크게 저하시켰으며, 줄기 분말을 투여한 경우와 열매 분말을 투여한 경우 모두 효과가 비슷하였다. 전분(澱粉 Starch)을 부하시킨 경우에는 열매 및 줄기 모두 전분(澱粉 Starch)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 저하시켰다.

<표 48> 당부하 당뇨병 유도물질(Streptozotocin) 유도 당뇨병모델 생쥐에서 손바닥선인장의 혈당저하 효과

처리	투여량 (g/kg)	혈 당 (mg/dl)		
		맥아당(maltose)	자당(sucrose)	전분(starch)
대조군		53.00	109.00	36.67
선인장열매	1	39.75	49.33	23.67
선인장줄기	1	18.33	54.33	27.33
당뇨병약	0.05	47.00	31.00	1.00

* 당뇨병치료제 : acarbose

(나) 당 부하 당뇨병 유도물질(streptozotocin) 유도 당뇨병 모델 생쥐에 물 세척 손바닥선인장 분획물의 혈당저하효과

당뇨병 유도물질(Streptozotocin)로 유도한 당뇨병 모델 생쥐에 손바닥선인장의 물세척 분획물이 혈당에 미치는 효과를 조사한 결과는 <표 49>이다. 손바닥선인장의 열매 분획물 및 줄기 분획물 모두 맥아당(麥芽糖 maltose)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 크게 저하시켰으며, 열매 분획물을 함께 투여한 경우가 줄기 분획물 보다 효과가 더 우수했다. 자당(蔗糖 Sucrose)를 부하시켰을 경우에도 열매 분획물 및 줄기 분획물 모두 자당(蔗糖 Sucrose)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 저하시켰으나 유의성은 없었다. 전분(澱粉 Starch)를 부하시킨 경우에는 줄기 분획물을 투여한 경우가 전분(澱粉 Starch)만을 투여한 군에 비해 혈당치를 크게 저하시켰으며, 열매 분획물의 경우에는 효과가 없었다.

<표 49> 당뇨병 유도물질(Streptozotocin) 유도 당뇨병 모델생쥐에 물 세척 손바닥 선인장 분획물의 혈당저하효과

처 리	혈당농도(mg/dl)		
	맥아당(maltose)	자당(sucrose)	전분(starch)
대조군	153.33	61.75	57.33
선인장열매	46.33	51.50	75.00
선인장줄기	85.00	59.50	31.67
당뇨병치료제	49.33	8.00	30.67

* 당뇨병치료제 : acarbose

(4) 당뇨병 유발 생쥐(db/db)에서 손바닥선인장의 항 당뇨 효과

(가) 체중에 미치는 효과

정상식이를 투여한 정상군과 당뇨대조군, 당뇨병치료제(Acarbose) 첨가식이 투여군, 손바닥선인장 줄기첨가식이 투여군, 손바닥선인장 열매식이 투여군에 각각의 식이를 5주간 투여하면서 체중 변화를 살펴본 결과는 <표 50>이다. 정상군과 비교하여 당뇨대조군의 체중은 5주후에 약 1.5배로 증가하였다. 대조약물로 사용한 당뇨병치료제(Acarbose)는 체중에 영향을 미치지 못했으나, 당뇨병 발현군에 각각의 식이를 투여한 군 중에서는 손바닥선인장의 줄기와 열매를 투여한 군이 유의적으로 투여 하지 않은 군에 비해 체중증가가 억제되었다. 그러나, 손바닥선인장의 줄기와 열매를 투여한 군 사이에는 유의차가 없었다.

<표 50> 처리군별 체중의 변화

처리군	체중변화 (g)				
	개시시	1주	2주	4주	5주
정상군	21.0	21.5	29.0	27.3	29.5
대조군	32.0	32.5	37.0	40.5	46.8
선인장열매	32.5	34.0	38.5	39.5	42.3
선인장줄기	29.0	30.0	36.0	39.0	44.5
당뇨병치료제	32.0	33.0	39.0	42.75	48.5

* 선인장열매 : 열매 1% 첨가

(나) 혈당량에 미치는 영향

당뇨병 발현 군에 정상식이투여군, 당뇨병 약(Acarbose) 첨가 식이 투여군, 손바닥선인장 줄기첨가 식이투여군, 손바닥선인장 열매식이 투여 군에 각각의 식이를 5주간 투여하면서 혈당량을 측정 한 결과는 <표 51>이다. 정상군의 경우 혈

당이 최초 혈당보다는 약간 증가 하였으나 1, 2, 4, 5주에 걸쳐 큰 변화가 없었다. 그러나, 당뇨대조군은 정상군에 비해 혈당이 급격히 상승하였으며, 그 증가폭도 일정하지 않았다. 당뇨 유발군 간의 각각의 식이가 혈당에 미치는 결과를 비교한 결과 당뇨대조군과 손바닥선인장의 열매를 투여한 군은 시간경과에 따라 혈당농도가 증가 하였으나, 당뇨병치료제(Acarbose)를 투여한 군은 감소하였고, 손바닥선인장의 줄기를 투여한 군은 혈당농도를 이상적인 수준으로 유지하였다.

〈표 51〉 처리군별 혈당의 변화

처리군	혈당농도 (mg/dl)				
	개시시	1주	2주	4주	5주
정상군	47.5	75.0	64.0	71.5	80.0
대조군	94.5	161.5	205.0	258.0	199.5
선인장열매	134.5	68.5	244.5	358.0	230.5
선인장줄기	138.0	65.0	199.0	178.0	138.0
당뇨병치료제	221.0	123.5	188.0	171.0	74.5

* 선인장열매 : 열매 1% 첨가

선인장줄기 : 줄기 1% 첨가

당뇨병치료제 : acarbose 0.1% 투여

다. 고 찰

당뇨병 환자의 소장내 당 분해효소(α -glucosidase)들은 정상인에 비해 활성이 높아져 있기 때문에, 음식물의 열량을 생산하는 가장 주된 영양소인 탄수화물의 섭취 시 식후 혈당이 큰 폭으로 상승하기 마련이다. 따라서, 당뇨병 환자들에게 매우 치명적인 것이 합병증의 발병이 용이해지기 때문에, 환자들에게는 특히 흡수가 빠른 단당류가 많이 포함된 음식을 피하는 것이 권고되고 있다. 특히 제 2형

당뇨병환자에게 있어서 혈당을 정상 수준으로 지속시킬 수 있다면, 이미 심각하게 발전한 합병증의 경우를 다시 개선시키는 것은 불가능하겠지만, 아직 발병전이라면 그 발병을 예방할 수 있다. 또, 초기의 합병증이 진행되는 것을 늦출 수 있게 된다. 당뇨병 환자들에게 있어서 가장 큰 고통 가운데 하나인 식사량의 조절 문제와 관련해서도 체내에 흡수된 다당류를 분해하여 열량을 만드는데 가장 큰 역할을 하는 소장 내 당 분해효소(α -glucosidase)들의 분해 활성을 억제함으로써 식후의 혈당치를 낮춰 주어 정상적인 식사가 가능하면서도 혈당치의 상승을 억제할 수 있다. 그러한 혈당치의 상승을 억제해주는 물질로서 당 분해효소억제제(α -glucosidase inhibitor)에 대한 관심이 높아지고 있다. 이 분야에 대한 최근의 연구 동향은 천연물에서 그 기원을 찾고자 하는 경향을 많이 띠고 있다. 따라서 본 연구에서도 우리나라의 제주도에서 생산되는 손바닥선인장에 대해 효과를 측정하였다. 시험관실험(器內實驗 In vitro)에서 당 분해효소(α -glucosidase)에 대하여 높은 억제 활성을 측정한 결과 강하지는 않지만 저해활성을 보였다. 손바닥선인장의 줄기의 당 분해효소(α -glucosidase) 활성을 50%저해하는 농도는 10mg/ml이었으나, 열매의 경우는 8mg/ml이었다. 또한 물로 세척하여 얻은 분획물은 열매와 줄기 모두 우수한 당 분해효소(α -glucosidase) 저해효과를 나타냈으며 각각 6.5mg/ml과 10mg/ml이었다. 다이어트효과와 관련된 지방분해효소에 대해서는 저해효과가 없었다.

소장의 분획별 중량이 정상군에 비해서 당뇨병 유도물질(streptozotocin 또는 alloxan)으로 당뇨를 유발시켰을 때, 더 낮은 이유는 아마 당뇨 유발 시 동반되기 마련인 여러 가지 위 장관장애와 낮은 당의 흡수율 때문에 전체적인 소장의 중량이 정상군에 비해 줄어드는 것으로 추정되며, 단백질량이 함께 낮아지는 것도 같은 이유로 생각된다. 반면에 단백질량은 줄었지만, 효소 활성은 오히려 크게 증가한 것으로 보아 전체적인 당 분해효소(α -glucosidase)의 활성이 상당히 증가한 것을 짐작할 수 있었다.

동물실험(體內實驗 In vivo)의 혈당 상승 억제력에 대한 실험에서 맥아당(maltose)와 자당(sucrose)를 부하시킨 경우에 손바닥선인장 줄기의 혈당 상승 억제 효과는 짐작할 수 있었던 점이었지만, 시험관실험(in vitro)에서 전분분해 효소(α -amylase)에 대하여 거의 저해 효과가 없었던 점으로 미루어 동물실험(in vivo)에서의 혈당 상승 억제 효과가 있던 것은 또 다른 기전이 있는 것으로 생각할 수 있다. 당뇨병 모델(db/db) 생쥐의 경우, 손바닥선인장의 줄기의 혈당상승 억제효과가 당뇨병치료제(Aacarbose) 투여군에 못지않는 좋은 효과를 보였다. 그러나 손바닥선인장의 열매의 경우는 효과가 거의 없는 것으로 나타났다. 시험관실험(In vitro)과 당뇨병 유도물질(streptozotocin)에서도 손바닥선인장의 줄기가 우수한 혈당저하효과를 나타냈다. 그러나, 다른 당뇨병 유도물질(alloxan) 모델 동물에서에서는 손바닥선인장의 줄기보다는 열매가 혈당저하효과가 우수한 것으로 나타났다. 손바닥선인장의 항 당뇨효과는 열매와 줄기가 다른 기전에 의해 효과를 나타내는 것으로 생각된다. 따라서, 제 2형의 당뇨병에는 손바닥선인장의 줄기가 효과가 우수할 것으로 생각된다. 손바닥선인장의 열매는 당뇨모델(db/db) 생쥐에서 효과가 없는 것과 제 1형 당뇨병모델 동물에 가까운 당뇨병 유도물질(alloxan) 모델동물에서 효과를 나타낸 것은 손바닥선인장의 새로운 기전에 의해 혈당상승을 억제하는 것으로 생각되며 제 1형 당뇨병에도 효과적일 수 있음을 시사하고 있다. 또한 손바닥선인장의 줄기는 뇨당과 뇨중 단백질이 감소한 것으로 보아 당뇨병의 주요 합병증의 하나인 신장병(nephropathy)의 개선에 양호한 효과가 있을 것으로 추정되며, 혈중 혈당조절 호르몬(insulin) 및 혈당 상승 호르몬(glucagon)의 수치를 감소시킨 것으로 볼 때, 제2형 당뇨병의 전형적 당뇨 유발 생쥐(db/db mouse)의 특징인 높은 혈당조절 호르몬 저항성(insulin resistance)을 감소시킨 것으로 볼 수 있다.

이와 같이 손바닥선인장의 줄기는 여러 가지 실험 모델에서의 실험결과를 종합해 볼 때, 당분해효소(α -glucosidase)에 대한 저해 작용과 당 흡수기전을 저해하

여 고혈당증을 예방하여 당뇨병의 여러 합병증들을 예방하는데 효과가 있을 수 있으며, 그 외 고혈당으로 인한 고지질혈증 등 여러 대사 장애에도 유효할 것으로 추정할 수 있다.

라. 결론

당뇨병은 인슐린 의존형(제 1형)과 인슐린 비의존형(제 2형)의 두가지로 나뉘어 진다. 의존형 당뇨병은 혈당조절 호르몬을 생성하는 췌장 베타세포의 자가 면역적 파괴에서 오는 만성형 질환이며, 비의존형 당뇨병은 혈당조절 호르몬 작용의 약화(인슐린 저항성, insulin resistance)가 주된 대사 장애이다. 당뇨 환자에게는 미세혈관 유래 및 거대 혈관 유래형의 여러 가지 합병증이 있으며 그 발생 기전으로는 고혈당증이 신경 말단, 신장, 망막 등에 구조적 변형을 가져와 합병증을 일으키게 한다는 것이 주로 알려져 있다.

본 연구에서도 시험관 및 동물 실험을 통해 건강식품으로 사용되는 손바닥선인장의 줄기 및 열매의 항당뇨효과를 시험관실험(in vitro) 당분해효소(α -glucosidase)의 저해활성, 당뇨병 유도 물질(alloxan)로 유도한 당뇨병 모델 동물, 다른 당뇨병 유도물질(streptozotocin)으로 유도한 당뇨병 모델 동물과 유전적인 당뇨병 모델 동(db/db) 을 이용하여 효능을 실험하였다.

손바닥선인장의 줄기는 시험관내에서 여러 당 흡수 억제제(α -glucosidase)에 대하여 저해 활성을 보였고, 동물실험에서도 정상 생쥐 및 당뇨병 유도물질(streptozotocin)으로 유도한 당뇨모델 생쥐에 맥아당(maltose), 자당(sucrose) 및 전분(starch)을 부하하였을 때, 혈당 상승을 용량 의존적으로 유의하게 억제하였다. 이 손바닥선인장의 줄기 분말을 물로 세척하여 얻은 분획물은 처리전과 비교하여 시험관실험(in vitro)에서 당분해효소(α -glucosidase)저해활성이 높았으며 혈당상승억제효과도 우수하였다. 손바닥선인장의 열매는 시험관내에서 여러 당 분해효소(α -glucosidase)에 대하여 저해 활성이 줄기보다 더 강한 저해 활

성을 보였고, 동물실험에서도 정상 생쥐 및 당뇨병 유도물질(alloxan 또는 streptozotocin)으로 유도한 당뇨모델 생쥐에 맥아당(maltose), 자당(sucrose) 및 전분(starch)을 부하하였을 때, 혈당 상승을 용량 의존적으로 유의하게 억제하였다. 이 손바닥선인장의 열매 분말을 물로 세척하여 얻은 분획물은 처리전과 비교하여 시험관실험 (in vitro) 당분해효소(α -glucosidase)저해활성이 높았으며 맥아당(maltose) 부하 시 혈당상승 억제효과도 우수하였으나, 전분(starch)에 대한 상승억제효과는 거의 없었다.

유전적 당뇨 유발 생쥐(db/db mice)에 대하여 손바닥선인장의 줄기와 열매를 장기간 투여하면서 체중 증가, 사료 및 식수 섭취량 등을 조사한 결과 여러 대사 기능을 호전시켰으며, 특히 손바닥선인장의 줄기는 열매보다 우수한 효과를 보였다. 그 외의 당뇨병과 관련된 혈당 조절 호르몬(인슐린), 혈당 상승 호르몬(글루카곤) 등도 양호한 효과를 보였다.

종합적으로 손바닥선인장은 부분적으로 당분해효소(α -glucosidase)에 대하여 경쟁적 억제제 작용과 또 다른 기전에 의해 식후 혈당치를 감소시켜 고혈당증에서 원인되는 당뇨병의 각종 합병증 및 기타 다른 질환들의 예방적 치료제로서 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 손바닥선인장 열매 및 줄기의 위염에 대한 효과

가. 실험재료

손바닥선인장의 줄기 및 열매는 제주도에서 생산된 것을 동결건조 분말로 제조하여 이용하였다.

나. 실험동물

체중 150~250g의 수컷 흰쥐를 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 2주간 사육하여 적응시킨 뒤 실

험에 사용하였으며, 동물실 내의 명암은 12시간씩으로 자동조절 시켰고, 고형사료(삼양사료) 및 물은 충분히 공급하였다.

다. 방법 및 결과

(1) 묽은 알콜(HCl-ethanol) 위손상에 대한효과

체중 약 200g 전후의 수컷 흰쥐를 24시간 절식시킨 뒤 묽은 알콜(60% EtOH)에 150mM HCl 함유) 1ml을 경구투여 하고 절식 절수 하에서 1시간 방치 후 과량의 마취제(ether)로 치사시켜 위를 적출하였다. 적출한 위를 2% 포르말린 수용액으로 10분간 침적하여 위 내외를 가볍게 고정한 다음 대만부(大灣部)를 절개하여 선위부(腺胃部)에 발생한 손상의 길이(mm)를 측정하여 손상지수로 하였다. 손바닥선인장 열매 및 줄기는 각각 200, 600mg/kg의 양으로 묽은 알콜(HCl-ethanol)을 투여하기 30분 전에 경구투여 하였다.

손바닥선인장 열매 및 줄기를 각각 200, 600mg/kg 흰쥐에 경구 투여하여 묽은 알콜(HCl-ethanol) 위손상에 대한 항위염작용을 실험한 결과를 <표 52>에

<표 52> 손바닥선인장 열매 및 줄기분말의 묽은 알콜 (HCl-ethanol) 위 손상에 대한 효과

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	손상지수 (mm ²)	억제율 (%)
대조군	-	9	98.2	-
선인장열매	200	8	65.2	33.7
	600	8	27.7	71.8
선인장줄기	200	8	37.4	62.0
	600	7	37.6	61.7
제산제	50	8	6.1	78.5

* 제산제 : Ranitidine

나타내었다. 대조군의 손상지수가 98.2인데 반하여 손바닥선인장 열매 600mg/kg 투여 시 손상지수 27.7로 71.8%의 유의성 있는 위손상 억제효과를 보였고, 줄기 200, 600mg/kg 투여 시에는 37.4, 37.6으로 각각 62%, 61.7%의 억제 효과를 보여주었다. 손바닥선인장 열매 200mg/kg 투여 시에도 유의성은 나타나지 않았지만 손상지수 65.2로 33.7%의 위손상 억제효과를 보였다.

(2) 묽은 아스피린(HCl-aspirin)위손상에 대한 효과

체중 약 200g 전후의 수컷 흰쥐를 24시간 절식시킨 뒤 흰쥐에 묽은 아스피린액(aspirin 200mg/kg을 150mM HCl에 현탁시킨액) 1ml을 경구투여 하고 절식절수하에서 1시간 방치 후 마취제(ether)로 치사시켜 위를 적출하였다. 적출한 위를 2% 포르말린 수용액으로 고정한 다음 대만부(大灣部)를 절개하여 선위부(腺胃部)에 발생한 손상의 길이(mm)를 측정하여 산출하였다. 손바닥선인장은 묽은 아스피린(HCl-aspirin)을 투여하기 30분 전에 경구투여 하였다.

손바닥선인장 열매 및 줄기를 각각 200, 600mg/kg 흰쥐에 경구 투여하여 묽은

<표 53> 손바닥선인장 열매 및 줄기분말 투여가 묽은 아스피린(HCl-aspirin)위손상에 대한 효과

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	손상지수 (mm ²)	억제율 (%)
대조군	-	10	21.2	-
선인장열매	200	8	18.9	10.7
	600	8	5.0	76.6
선인장줄기	200	8	12.8	39.5
	600	8	8.9	58
제산제	50	7	6.1	71.1

* 제산제 : Ranitidine

아스피린(HCl-aspirin) 위 손상에 대한 방어 작용 실험을 실시한 결과를 <표 53>에 나타내었다. 대조군의 손상지수가 21.2인데 반하여 열매 및 줄기를 각각 600mg/kg 투여 시 5.0, 8.9로 각각 76.6%, 58.0%의 유의성 있는 위 손상 억제 효과를 보여주었다. 열매 및 줄기를 각각 200mg/kg 투여시에도 유의성은 나타나지 않았지만 손상지수 18.9, 12.8로 10.7%, 39.5%의 억제효과를 보였다.

(3) 소염진통제(Indomethacin)위 손상에 대한 효과

체중 약 200g 전후의 수컷 흰쥐를 24시간 절식시킨 후 0.5% 유화안정제(CMC)에 균질하게 혼합한 소염진통제(indomethacin) 35mg/kg을 피하주사하고 7시간 후에 동물을 마취제로 희생시킨 다음 위를 적출하였다. 적출한 위를 2% 포르말린 수용액으로 고정한 다음 대만부(大灣部)를 절개하여 선위부(腺胃部)에 발생한 손상의 길이(mm)를 측정하여 산출하였다. 손바닥선인장은 소염진통제(indomethacin) 투여하기 30분 전에 경구투여 하였다.

소염진통제(indomethacin)에 의한 위손상 유발 실험결과는 <표 54>에 나타내었다. 대조군의 손상지수가 39인데 반하여 손바닥선인장 열매 200,

<표 54> 손바닥선인장 열매 및 줄기분말 투여가 소염 진통제(indomethacin)위 손상에 대한 효과

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	손상지수 (mm ²)	억제율 (%)
대조군	-	8	39.0	-
선인장열매	200	8	21.8	44.1
	600	8	15.6	60.0
선인장줄기	200	8	13.8	64.5
	600	8	16.6	57.5
제산제	50	7	6.1	84.6

* 제산제 : Ranitidine

600mg/kg을 투여한 경우 21.8, 15.6으로 각각 44.1%, 60%의 1회 복용량 농도 의존적(dose-dependent)으로 억제효과를 보였으며, 손바닥선인장 줄기 200, 600mg/kg 투여 시 손상지수 13.8, 16.6으로 각각 64.5%, 57.5%의 억제를 나타냈다. 소염진통제(indomethacin)에 의한 위 손상유발 실험의 경우 손바닥선인장을 투여한 모든 실험 군에서 유의적인 수준의 위 손상 억제효과를 나타내었으며 특히 줄기 200mg/kg 투여 시 64.5%의 높은 억제효과가 관찰되었다.

(4) 기초위액 분비에 대한 실험

체중 약 220g의 수컷 흰쥐를 24시간 절식시킨 뒤 마취제로 마취한 후 개복하고 유문부(幽門部)를 결찰한 즉시 검체를 십이지장내로 주입하고 봉합한 후 4시간 후에 마취제로 치사시켜 위를 적출하고 저류된 위액을 채취하였다. 채취한 위액은 3000rpm에서 10분간 원심분리한 후 위액량(ml), pH, 산도(μeq/ml) 및 총산분비량(μeq/ml/4h)를 측정하였다. 산도 및 총산분비량은 하제(下劑 phenolphthalein) 지시약을 사용하여 0.05N 수산화나트륨(NaOH) 수용액으로 적정하여 구하였다.

<표 55> 손바닥선인장 열매 및 줄기분말투여가 위액분 비에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	위액분비량 (ml)	pH	산도 (μeq/ml)	총산분비량 (μeq/ml/4hrs)
대조군	-	7	4.86	1.2	116.1	589.6
선인장열매	200	7	3.21	1.4	106.4	325.0
	600	7	3.51	1.4	110.0	399.3
선인장줄기	200	8	5.19	1.3	110.3	576.3
	600	7	4.47	1.3	106.1	523.6
제산제	50	8	1.91	5.7	90.0*	198.9

* 제산제 : Ranitidine

손바닥선인장 열매와 줄기를 흰쥐에 경구투여하여 기초위액분비에 대한 영향을 실험한 결과는 <표 55>에 나타내었다. 열매 및 줄기 각각 200, 600mg/kg 경구 투여 시 위액분비량, pH, 산도 그리고 총산분비량에서 대조군과 유의성 있는 차이는 보이지 않았다.

라. 결 론

본 연구는 손바닥선인장의 열매 및 줄기가 묽은 알콜(HCl-ethanol), 묽은 아스피린(HCl-aspirin), 소염진통제(indomethacin) 유발 위손상 모델에서의 억제효과와 흰쥐의 위액분비에 미치는 영향에 관하여 검토하였다.

본 연구에서 작용한 실험모델에 있어서 묽은 알콜(HCl-ethanol) 위손상 실험은 공격인자인 유리 염산의 투여에 의한 것으로 손바닥선인장의 열매 및 줄기에서 유의성 있는 방어효과가 있었으며 이는 공격인자인 염산에 대해 점액의 분비 증가나 방어 인자의 존재를 추측할 수 있다. 소염진통제(indomethacin)과 묽은 아스피린(HCl-aspirin)에 의한 위손상 실험을 실시하여 손바닥선인장의 생리활성물질(prostaglandin)의 작용에 관한 영향을 검토한 결과, 손바닥선인장 열매 및 줄기 200, 600mg/kg을 경구 투여한 경우, 소염진통제(indomethacin) 위손상 유발에서는 모든 실험 군에서 유의적 수준의 억제 효과를 보였고, 묽은 아스피린(HCl-aspirin) 위손상 모델에서는 열매 및 줄기 600mg/kg을 투여한 경우 유의적 수준의 억제효과를 보였으며 200mg/kg 투여시에도 유의성은 나타나지 않았지만 억제효과를 보였다. 이 실험결과로 손바닥선인장 열매 및 줄기가 소염진통제(indomethacin)에 의한 위장의 심한 운동성을 억제하며 생리활성물질(prostaglandin) 합성 억제를 길항하는 것으로 추측할 수 있다.

손바닥선인장 열매 및 줄기 두 물질은 묽은 알콜(HCl-ethanol), 묽은 아스피린(HCl-aspirin), 소염진통제(indomethacin) 유발 등의 위염모델에 효과가 있었으므로 항위염작용이 있는 것으로 확인되었다.

3. 손바닥선인장 열매와 줄기의 호흡기에 대한 작용

가. 실험재료

손바닥선인장(*Opuntia ficus-indica* var. saboten)의 열매분말 및 줄기분말은 열매와 줄기를 각각 동결건조한 다음 분말로 하여 200메시체로 얻은 고운 분말로 열매분말에는 씨와 열매껍질, 가시가 포함되어 있지 않으며, 줄기분말도 가시가 포함되어 있지 않다. 검체는 링거액 또는 식염수에 균질하게 혼합하여 사용하였다. 사용한 시약은 대한약전품 및 분석용 1급 시약을 사용하였다.

나. 실험동물

체중 350~400g의 기니피그(Guinea-pig), 체중 1.2~1.5kg의 토끼, 체중 25~30g의 수컷 생쥐는 서울대학교 천연물과학연구소로부터 분양받아 2주일 이상 적응시킨 후 실험에 사용하였고, 사육 시에는 삼양유지의 고품사료 및 정제수를 자유로이 섭취하도록 하였다. 동물실 내(22~25℃)의 명암은 12시간씩으로 자동 조절시켰다.

다. 실험방법

(1) 전신성 과민(anaphylaxis)반응

화합물(Compound 48/80)에 의한 전신성 과민(anaphylaxis)반응은 비만세포의 탈 과립제로 화합물(compound 48/80) 8mg/kg을 생쥐복강 내에 투여하고 검체는 화합물(compound 48/80) 복강주사 60분 전에 각 용량을 복강 및 경구로 투여하였다. 치사율은 과민(anaphylaxis)를 유발시킨 후 60분 동안 관찰하여 결정하였다. 대조약물로는 국소용 항혈압강하제(levocavastine) 또는 천식약(cromolyn)을 사용하였다.

(2) 토끼의 호흡량 변화 측정

체중 2kg 내외의 수컷 토끼에 1g/kg의 마취용액(urethane-saline)을 피하 주사하여 마취시킨 후, 근육을 절개하여 기관을 노출시킨 다음, T자형 튜브를 꽂아 한쪽에서는 공기가 들어오고, 다른 한쪽으로는 호흡운동 촬영기(Pneumographic Spirometer ADInstrument, Australia)를 연결하여 호흡이 측정되도록 하였다. 30분 정도 기본 호흡량을 측정한 후, 귀 정맥으로 각 용량의 손바닥선인장 열매와 줄기분말 현탁액(顯濁液)을 투여하였고 그 변화를 각 40분씩 측정하였다. 대조약물로는 카페인(caffeine, 강심, 흥분제)을 사용하였다.

(3) 기니피그의 적출 회장에 대한 작용

기니피그를 방혈치사 시킨 후 회장을 적출하여 장기 용액기(organ bath 32°C Locke-Ringer액, 95% O₂, 5% CO₂ 혼합가스)에 넣어뜨려 놓은 후, 0.5g의 휴식 장력을 가하였다. 약 1시간 안정화 시킨 후 혈압강하제(Histamine)유발 수축 반응에 대한 영향시험과 조영제(BaCl₂) 유발 수축반응에 대한 영향을 관찰하는 시험을 실시하였다.

(4) 기니피그의 적출 기관지에 대한 작용

기니피그를 방혈 치사시킨 후 기관을 적출하여 장기 용액기(organ bath 37°C Locke-Ringer 액, 95% O₂, 5% CO₂ 혼합가스)에 넣어뜨려 놓은 후, 0.3g의 휴식 장력을 가하였다. 약 1시간 안정화 시킨 후 혈압강하제(Histamine)유발 수축 반응에 대한 영향, 부교감신경자극제물(Carbachol) 수축에 대한 이완작용 및 부교감신경 자극제(carbachol) 수축에 대한 교감신경억제제(propranolol)의 이완작용에 영향을 미치는 시험을 실시하였다.

라. 결과 및 고찰

(1) 전신성 과민(anaphylaxis)반응

탈 과립제인 화합물(Compound 48/80)으로 유도한 전신성 과민(anaphylaxis) 반응에 대한 손바닥선인장의 효과를 <표 56>과 <표 57>에 나타내었다. 시료 경구 투여 시는 대조약물인 국소용 항혈압강하제(levocabastine) 0.015mg/kg의 농도에서 치사율이 50%였던 반면에 손바닥선인장 열매, 줄기는 125 및 250mg/kg의 농도에서 모두 치사율이 높아서 억제율 인정할 수 없었다<표 56>.

<표 56> 화합물(compound 48/80)로 유도한 전신성 과민 증에 대한 손바닥선인장의 효과

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	치사율(%)	억제율(%)
대조군	-	10	100	0
선인장열매	125	10	70	30
	250	10	100	0
선인장줄기	125	10	80	20
	250	10	80	20
Levocabastine	0,0015	10	80	20
	0,015	10	50	50

* 항혈압강하제 : Levocabastine

그러나 시료 복강 투여 시에는 대조군(생리식염수만을 투여)은 90%의 치사율을 보인 반면, 손바닥선인장 열매 125, 250mg/kg에서 90 및 70%의 억제율을 나타내었고, 손바닥선인장 줄기는 250mg/kg의 용량에서 70%의 억제율을 <표 57>에 나타내었다.

〈표 57〉 화합물(compound 48/80)로 유도한 전신성 과민 증에 대한 손바닥선인장의 효과

처리군	투여량 (mg/kg, i.p.)	개체수	치사율(%)	억제율(%)
대조군	-	10	90	10
선인장열매	125	10	10	90
	250	10	30	70
선인장줄기	125	10	60	40
	250	10	30	70
기관지확장제	200	10	90	10

* 기관지확장제 : Cromolyn

(2) 토끼의 호흡량 변화 측정

손바닥선인장이 토끼에서 호흡에 미치는 영향을 〈표 58〉에 나타내었다. 10mg/kg의 용량에서는 호흡량의 차이가 나타나지 않았으며, 100 및 300mg/kg의 용량 투여 시에는 각 22%의 호흡량 증가가 관찰되었다.

〈표 58〉 토끼의 호흡량에 대한 손바닥선인장의 영향

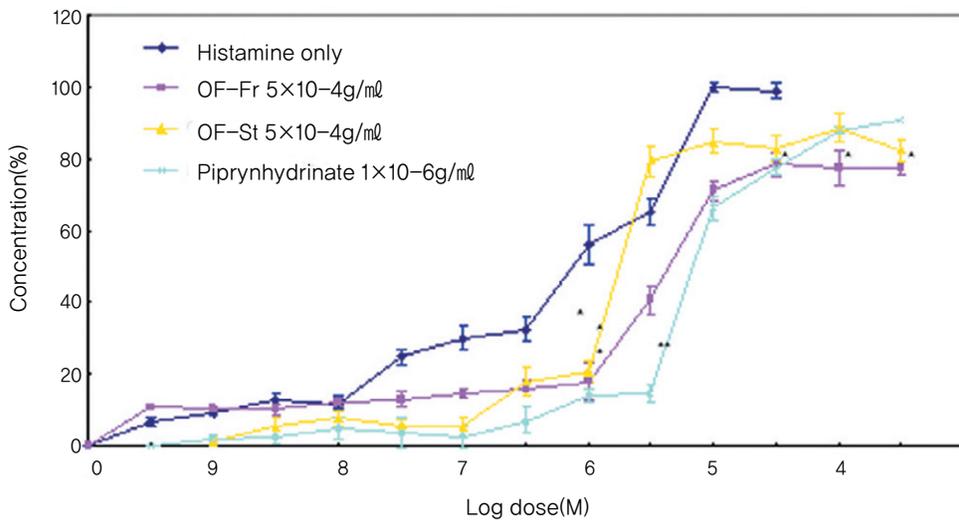
	% 호흡량 before administration	투여량(mg/kg)		
		10	100	300
선인장줄기	100	102.1	108.5	98.7
선인장열매	100	99.9	122.3	142.5
Caffeine	100	122.8	-	-

* Caffeine : 감심, 흥분제

(3) 기니피그의 적출 회장에 대한 작용

(가) 혈압강하제(Histamine) 유발 수축반응에 대한 영향

손바닥선인장의 기니피그의 적출회장에서 혈압강하제(Histamine) 유발 수축 반응에 대한 작용의 결과를 [그림 8]에 나타내었다. 손바닥선인장 줄기의 경우 혈압강하제(Histamine) 저농도($1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-6} \text{g/ml}$)에서 억제효과를 보였으며, 손바닥선인장 열매의 경우 각 농도에서 대조약물인 항혈압강하제(항히스타민제, pipyrynhydrinate)와 유사한 억제효과를 보여주었다.



[그림 8] 기니피그 회장에 혈압강하제(histamine) 유발 수축반응에 대한 손바닥선인장의 영향

(4) 조영제(BaCl₂)유발 수축반응에 대한 영향

기니피그 적출회장에서 조영제(BaCl₂)로 유도한 수축의 길항작용에 대한 결과를 <표 59>에 나타내었다. 손바닥선인장 열매, 줄기 모두 각 $1 \times 10^{-3} \text{g/ml}$ 농도에서 유의성 있는 이완작용을 보였다.

〈표 59〉 기니피그 회장에 조영제(BaCl₂) 유발 수축반응에 대한 손바닥선인장의 영향 (n=4)

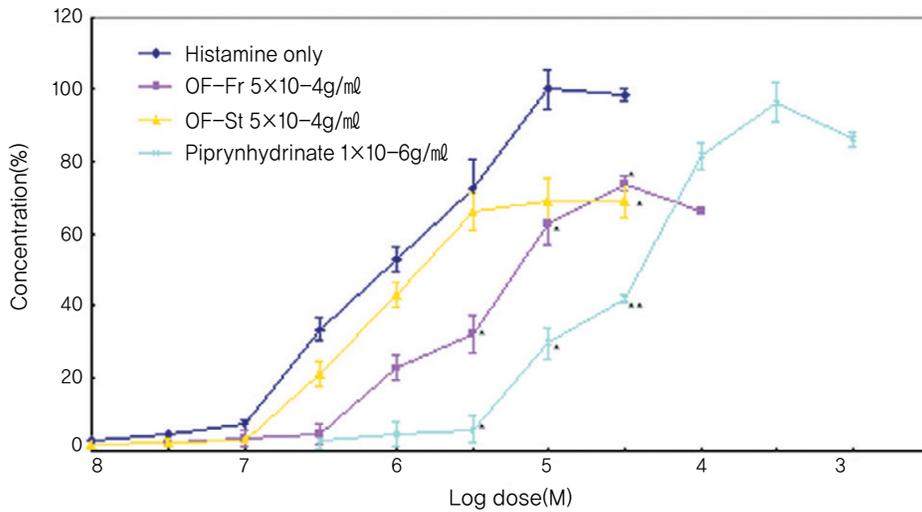
처리군	처리제 농도 (g/ml organ bath)	이완율(%)
선인장열매	1×10^{-4}	5.4
	5×10^{-4}	17.1
	1×10^{-3}	17.3
선인장줄기	1×10^{-4}	5.2
	5×10^{-4}	20.6
	1×10^{-3}	23.9
항고혈압제제	1×10^{-6}	7.7
	5×10^{-6}	33.4
	1×10^{-5}	69.6

* 항고혈압제제(혈관확장제, Papaverine)

(5) 기니피그의 적출 기관지에 대한 작용

(가) 혈압강하제(Histamine)유발 수축반응에 대한 영향

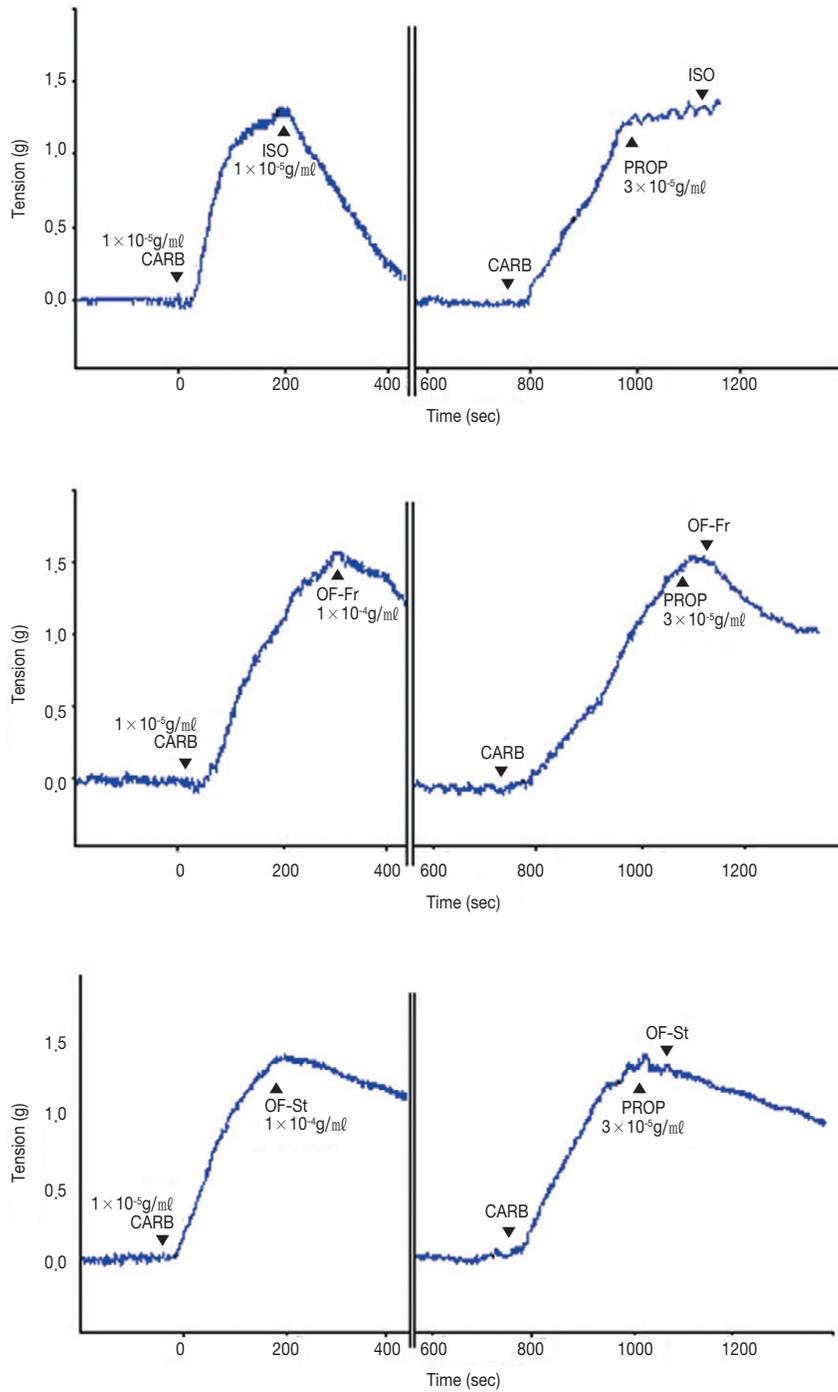
손바닥선인장의 기니피그의 적출 기관지에서 혈압강하제(Histamine) 유도 수축반응의 억제작용에 대한 결과를 [그림 9]에 나타내었다. 손바닥선인장 열매 및 줄기 모두 혈압강하제(Histamine) 고농도(1×10^{-5} g/ml)에서 약간의 억제효과를 보였다.



[그림 9] 기니피그의 혈압강하제(histamine)유발 기관지 수축에 대한 손바닥선인장의 영향 (n=4)

(나) 부교감신경 자극제(Carbachol) 수축에 대한 이완작용 및 교감신경억제제(propranolol)의 이완작용의 영향

손바닥선인장의 적출 기관지 이완작용에 대한 교감신경억제제(propranolol)의 길항여부의 실험결과를 [그림 10]에 나타내었다. 부교감신경 자극제(Carbachol)로 유도한 기관근 수축에 대하여 손바닥선인장 열매와 줄기 및 대조약물인 교감신경자극제(이완, 혈관확장, isoproterenol) 모두 현저한 이완작용을 보였다. 이에 비해 부교감신경 자극제(Carbachol) 수축 후, β -작용약인 교감신경자극제(이완, 혈관확장, isoproterenol)는 β -차단제인 교감신경억제물질(propranolol)을 전처리한 경우에 완전히 길항되는 반면, 손바닥선인장 열매와 줄기의 경우 교감신경억제물질(propranolol)의 전처리와는 상관없이 이완작용을 나타냈다. 손바닥선인장 열매와 줄기가 부교감신경 자극제(Carbachol) 수축을 길항하는 것은 β -작용과는 관계없음을 알 수 있었다.



[그림 10] 부교감신경 자극제 수축에 대한 이완작용 및 교감 신경억제제의 이완작용에 대한 손바닥선인장의 영향

마. 결론

본 연구는 손바닥선인장의 열매 및 줄기가 생쥐의 전신성 과민증(anaphylaxis), 토끼의 호흡량 및 기니피그의 적출 회장, 기관 평활근에 대한 영향에 관하여 검토하였다.

천식은 일반적으로 기관지의 구조적 특성으로 인하여 일시적으로 기류가 막혀 재채기, 숨막힘, 호흡의 감소 등이 나타나는 것을 의미하는데, 지금까지 알려진 바로 이러한 천식의 유발원인은 항원에 대한 과민성(hypersensitivity)과 관련되어 있거나, 만성적인 기관 장애, 운동 및 기온의 변화와 같은 외부 환경과 관련되어 있다.

항 알러지 작용의 일부를 보기 위하여 생쥐에서 화합물(compound 48/80)으로 유도한 전신성 과민증(anaphylaxis)에 대한 손바닥선인장의 억제효과를 본바, 경구로 투여한 경우에는 억제 효과를 인정할 수 없었다. 다만 복강으로 투여한 경우에는 높은 억제율을 보였다. 따라서 항 알러지 작용에 관하여 만성적 작용을 추구할 필요가 있다고 생각된다.

호흡에 대한 직접적인 영향을 보기 위하여, 손바닥선인장이 토끼의 호흡량에 미치는 영향을 알아보았는데, 열매의 경우 100, 300mg/kg의 정맥 투여 시에 약간의 호흡량 증가를 나타내었으나 줄기는 호흡량에 변화가 인정되지 아니하였다. 혈압강하제(histamine) 억제 효과가 있는지 보기 위해 기니피그의 적출 회장 및 적출 기관지 평활근에 대한 직접적인 영향을 보았는데, 열매의 경우 혈압강하제(histamine) 및 부교감신경 자극제(carbachol)로 유도한 수축을 억제하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 손바닥선인장 열매 및 줄기가 기니피그의 적출 회장에서 조영제(BaCl₂)로 유도한 수축을 길항하였는데, 이는 약하지만 항고혈압제(혈관확장제, papaverine)과 유사한 작용을 보였다.

보통 천식 증상의 완화를 위하여 기관지 이완제를 이용하는데, 이러한 약들은 대부분 기관지에 있는 β_2 수용체 효능제 들이다. 때문에 손바닥선인장이 나타내

는 기관지 이완 효과가 β_2 수용체 효능효과인지 보기 위하여 β_1 및 β_2 수용체 길항제인 교감신경억제제(propranolol)에 의해 길항되는지 살펴본 실험에서는 효과가 나타나지 않았던 것으로 미루어 보아 β 수용체 효능제 효과는 아니라고 사료된다.

결론적으로 급성 알러지 증상인 과민증(anaphylaxis)에 대한 억제 작용이 없고, 호흡량에서 약간의 증가가 보였으나, 정맥을 통하여 고농도에서 효과가 나타났으므로 직접적인 기관지 이완에 의한 것으로 단정할 수는 없다. 또한 히스타민 억제작용이 있으며, 부교감신경 자극제(carbachol)에 의한 수축의 길항도 나타났으나 기니피그 적출회장에서 조영제(BaCl_2)수축을 억제하는 것으로 보아 혈압강하제(histamine) 억제작용은 β_2 수용체 특이적인 작용으로 생각할 수 없다. 또 손바닥선인장의 기니피그 기관근의 이완 작용은 β_1 및 β_2 길항약인 교감신경억제제(propranolol)에 의하여 길항되지 아니하였으므로 β_2 작용에 기인한다고 인정할 수 없었다. 그러나 비만세포에서 탈과립 과정에 대한 억제 말고도 천식에 영향을 주는 요소들 즉, 항원과 면역원(IgE)의 결합, 면역원(IgE)과 비만세포의 결합, 혹은 만성적인 염증작용, 모세혈관 투과성 등을 억제할 수 있는 가능성에 대한 연구는 아직 실시되지 않았으므로 향후, 이에 대한 작용의 규명이 필요하다고 생각된다.

4. 손바닥선인장의 항 동맥경화 작용

가. 실험동물

체중 150g내외의 실험용 흰쥐를 동물사에서 일정한 조건(온도: $24 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도: 55~60%, 명암: 12시간)으로 1주일 이상 적응시킨 후 본 실험에 사용하였다. 시약은 시판 특급 또는 1급을 사용하였다.

나. 시료 및 투여

손바닥선인장 줄기 및 열매는 동결건조 분말을 사용하였다. 시료의 투여는 식이성고지혈증 동물 및 알콜 섭취 군에 마지막 주 7일 동안 손바닥선인장 열매 및 줄기를 소량의 유기황화합물(DMSO)에 용해하여 생리식염수로 투여용량으로 희석하여 경구투여주사기(needle zonde)를 사용하여 하루에 한번씩 경구투여 하였다.

다. 실험방법

(1) 고지혈증의 유발

(가) 식이성 고지혈증

식이성 고지혈증 유도는 1%의 콜레스테롤과 0.5% 지방산유화제(Na-cholic acid)을 함유한 사료로 4주간 사육하였다.

(나) 알콜성 고지혈증

알콜성 고지혈증의 유발은 과학적으로 구명된 방법에 따라 25% 알콜 용액을 물 대신 자유롭게 6주간 섭취시켰으며, 대조군은 동일 열량의 자당(sucrose)용액을 섭취시켰다.

라. 실험결과

(1) 손바닥선인장 열매 및 줄기가 식이성 고지혈증에 미치는 영향

(가) 체중에 미치는 영향

식이성 고지혈증을 유도한 실험동물에서 손바닥선인장 줄기 및 열매를 투여하고 체중의 변동에 미치는 영향을 관찰한 결과는 <표 60>이다. 고지방식이의 투여로서 정상군 보다 체중이 증가하였으나 손바닥선인장 줄기 및 열매를 용량별로 7

일간 처리한 결과 손바닥선인장 열매 및 줄기 100, 250, 500mg/kg의 처리로 체중이 개선되었다.

〈표 60〉 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 체중변화에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	체중(g)
정상군			130.8
대조군			184.2
선인장열매	100	7	170.9
	250	7	147.2
	500	7	149.8
선인장줄기	100	7	173.2
	250	7	163.6
	500	7	158.7

(나) 출혈시간(Bleeding time)에 미치는 영향

〈표 61〉 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가출혈시간에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	체중(g)
정상군			268.4
대조군			113.2
열매	100	7	137.2
	250	7	164.9
	500	7	193.7
선인장줄기	100	7	124.9
	250	7	142.4
	500	7	187.2

식이성 고지혈증을 유도한 흰쥐의 출혈시간에 대한 손바닥선인장 줄기 및 열매의 처리에 미치는 영향을 <표 61>에 나타내었다. 식이성 고지혈증군의 출혈시간은 113.2초로 정상군의 268.4초에 비해 약 2배 정도 감소되었으며, 손바닥선인장 열매 및 줄기 투여군에서는 유의적으로 출혈시간이 연장되었다.

(다) 혈액중의 변동

1) 지질함량에 미치는 영향

식이성 고지혈증을 유도한 흰쥐의 경우 손바닥선인장 줄기 및 열매의 처리가 혈청 중 중성지방, 인지질 및 총지질량의 함량변화에 미치는 영향을 관찰한 결과는 <표 62>이다. 혈청 중 중성지방의 함량 및 총지질의 함량이 정상 군에 비하여 현저히 증가되었으나 손바닥선인장의 투여로서 감소되는 경향을 보였으며, 한편 인지질의 함량은 함량의 차이는 보였으나 통계적으로 유의성은 없었으며 지방분해효소의 활성에도 별다른 영향이 없었다.

<표 62> 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 지질함량에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	중성지방	인지질	총지질	지방분해효소 (Unit*)
			(mg/dl)			
정상군			64.3	130.9	162.6	0.93
대조군			97.0	128.5	365.8	0.98
선인장열매	100	7	90.6	131.4	342.3	0.95
	250	7	85.7	129.2	307.6	1.00
	500	7	82.3	121.4	278.6	0.99
선인장줄기	100	7	93.4	121.4	351.6	1.02
	250	7	86.3	120.5	327.6	1.08
	500	7	88.7	119.7	318.4	0.99

* 중성지방 : Triglyceride, 인지질 : Phospholipid
 총지질 : Totallipid, 지방분해효소 : lipase

2) 콜레스테롤함량과 동맥경화지수에 미치는 영향

식이성 고지혈증 유발 시 혈청 중 총콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도콜레스테롤 및 동맥경화지수에 미치는 손바닥선인장 줄기 및 열매의 영향에 관한 결과는 <표 63>이다.

<표 63> 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 콜레스테롤 및 동맥경화지수에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여 기간	T-C	HPL-C	LDL-C	동맥경화 지수
			(mg/dl)			
정상군			67.4	30.7	24.8	1.20
대조군			240.7	18.2	205.1	12.20
선인장열매	100	7	222.2	19.3	184.8	10.50
	250	7	191.7	22.7	151.9	7.57
	500	7	174.6	26.4	131.7	5.61
선인장줄기	100	7	236.8	18.8	199.3	11.60
	250	7	220.2	19.6	183.4	10.23
	500	7	190.6	21.7	151.2	7.78

* T-C (총 콜레스테롤) : Total cholesterol

LDL-C(저밀도지단백콜레스테롤) : Low density lipoprotein cholesterol

HDL-C(고밀도지단백콜레스테롤) : High density lipoprotein cholesterol

동맥경화지수 = (T-C-HDL-C)/HDL-C

식이성 고지혈증 유도 시 총콜레스테롤의 함량에서 정상군에 비하여 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로 정상군의 수준에는 미치지 못하지만 고지혈증 유도군에 비해 감소하였다. 혈청 고밀도콜레스테롤 함량에서는 식이성 고지혈증의 유도로 정상군보다 약 37% 정도 감소되던 것이 손바닥선인장 추출물 처리에서는 고지혈증 유도군과 비교할 때 증가하는 경향을 나타내었으며,

저밀도 콜레스테롤의 함량은 식이성고지혈증의 유도로 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장의 투여로 감소되었다. 한편 동맥경화지수도 식이성 고지혈증의 유도로 정상군에 비해 약 10배 정도 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물의 처리로 감소하였다.

3) 지질과산화(Lipid peroxide)함량 및 생성계에 미치는 영향

식이성 고지혈증을 유도하고서 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물을 처리하였을 때 혈중 지질과산화함량, 활성산소종(水酸基, hydroxy radical) 및 항산화효소(SOD)의 활성을 관찰한 결과는 <표 64>이다. 정상군에 비하여 식이성고지혈증을 유도함으로써 혈중 지질과산화 및 활성산소종(水酸基, hydroxy radical)의 생성은 현저히 증가되었고 항산화효소의 활성은 감소되었으나 손바닥선인장 줄기 및 열매를 1주일간 투여함으로써 혈중의 지질과산화의 함량 및 활성산소종(水

<표 64> 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 과산화 지질 함량 및 생성계에 미치는 영향

처리	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	지질과산화	활성산소종	SOD
			nmole/ml	nmole/ml	unit/mg
정상			23.2	2.48	3.17
대조구			43.7	6.27	1.98
줄기	100	7	40.9	5.86	2.01
	250	7	39.7	5.54	2.17
	500	7	34.8	5.47	2.23
열매	100	7	38.2	5.72	2.10
	250	7	33.7	5.11	2.25
	500	7	30.8	4.67	2.82

* 지질과산화 : lipid peroxide, 항산화효소 : superoxide dismutase(SOD)

활성산소종(水酸基) : hydroxy radical

酸基, hydroxy radical)의 활성이 감소되었으며, 항산화효소(SOD) 활성은 증가되었다.

4) 혈장응고시간(Plasma clotting time)에 미치는 영향

식이성 고지혈증 유도 후 손바닥선인장 줄기 및 열매를 처리하였을 때 혈장 응고시간에 미치는 영향에 관한 성적이 <표 65>이다. 고지혈증 대조군이 106.7 ± 31.90 초로 정상군의 237.3 ± 30.20 초에 비해 약 45%정도 감소하던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 혈장 응고시간이 증가되었다.

<표 65> 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 혈장 응고 시간에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	응고시간 (초)
정상군			237.3
대조군			106.7
선인장열매	100	7	123.9
	250	7	163.2
	500	7	184.9
선인장줄기	100	7	118.9
	250	7	124.8
	500	7	150.3

(라) 조직인자(Tissue factor)의 활성에 미치는 영향

식이성 고지혈증 유도 흰쥐에 손바닥선인장 줄기 및 열매를 처리하였을 때 뇌와 폐의 조직인자(tissue factor)활성에 미치는 결과를 <표 66>에 나타내었다. 식이성 고지혈증의 유도로서 대조군의 뇌 및 폐에서의 조직인자(tissue factor)의 활성이 약 2배 정도 증가되었으나 손바닥선인장 줄기 및 열매의 용량별 투여로서 조직인자의 활성이 다소 감소되는 경향을 보였다.

〈표 66〉 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 뇌 및 폐의 조직인자(Tissue factor)에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	개체수	뇌	폐
			(unit/ml)	
정상군			3.17	8.47
대조군			6.27	19.20
선인장열매	100	7	5.83	18.40
	250	7	5.76	17.40
	500	7	5.48	16.90
선인장줄기	100	7	5.75	18.60
	250	7	5.87	17.40
	500	7	5.90	17.00

(마) 간장 중의 변동

1) 간장 중 지질함량에 미치는 영향

식이성 고지혈증을 유도한 흰쥐에 손바닥선인장 줄기 및 열매를 7일간 투여하고서 간장 중 총지질, 총콜레스테롤, 중성지방의 함량 변화에 미치는 영향을 관찰한 성적이 〈표 67〉이다. 간장 중 총지질 및 총콜레스테롤의 함량은 정상군에 비해 식이성 고지혈증을 유도한 대조군의 경우 각각 약 2.5배 및 3.5배 정도 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 감소되었다. 한편 간조직 중 중성지방의 함량은 고지방식이의 투여로 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로 감소하는 효과를 관찰할 수 없었다.

〈표 67〉 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 간장 중 지질함량에 미치는 영향

처리	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	총지질	총콜레스테롤	중성지방
			mg/g		
정상			16.2	9.47	3.78
대조구			44.7	35.4	9.70
줄기	100	7	48.6	33.6	9.42
	250	7	40.7	30.7	9.36
	500	7	41.4	29.4	9.28
열매	100	7	45.7	30.9	9.45
	250	7	38.7	27.8	9.12
	500	7	35.7	23.6	9.28

* 총지질 : Total lipid, 총콜레스테롤 : Total Cholesterol

중성지방 : Triglyceride

2) 환원효소(3-Hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase)활성에 미치는 영향

식이성 고지혈증을 유도한 흰쥐에서 콜레스테롤의 생합성에 관여하는 환원효소(HMG-CoA reductase)의 활성화에 대한 손바닥선인장 줄기 및 열매의 추출물에 미치는 영향을 관찰한 성적이 〈표 68〉이다.

식이성 고지혈증 유도군이나 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여군에서 환원효소의 활성을 유의적으로 관찰할 수 없었다.

〈표 68〉 고지혈증 유도 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 환원효소(HMG-CoA reductase)활성에 미치는 영향

처리	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	환원효소 활성
정상			264.9
대조구			232.6
줄기	100	7	239.1
	250	7	250.7
	500	7	261.2
열매	100	7	248.7
	250	7	252.8
	500	7	260.3

* 환원효소(HMG-CoA reductase)

: 3-Hydroxy-3 -methylglutaryl(HMG) CoA reductase

(2) 손바닥선인장 열매 및 줄기가 알콜성 고지혈증에 미치는 영향

(가) 체중에 미치는 영향

25% 알콜을 6주간 실험동물에 섭취하게 하고서 손바닥선인장 열매 및 줄기를 마지막 1주간 투여하고 체중의 변동에 미치는 영향을 관찰한 결과가 〈표 69〉이다. 알콜의 투여로서 정상군보다 체중이 현저히 억제되던 것이 손바닥선인장 열매 및 줄기를 용량별로 7일간 처리한 결과 손바닥선인장 열매 및 줄기 100, 250, 500mg/kg의 투여로 체중이 대조군 보다 증가하는 경향을 보였다.

〈표 69〉 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 체중변화에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	체중 (g)
정상군			154.6
대조군			73.9
선인장열매	100	7	91.7
	250	7	95.2
	500	7	110.9
선인장줄기	100	7	85.3
	250	7	90.7
	500	7	92.6

(나) 출혈시간(Bleeding time)에 미치는 영향

〈표 70〉 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 출혈시간에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	출혈시간 (초)
정상군			258.6
대조군			97.6
선인장열매	100	7	148.8
	250	7	172.3
	500	7	183.2
선인장줄기	100	7	107.7
	250	7	123.2
	500	7	157.8

아급성 알콜 중독을 유도한 흰쥐의 출혈시간에 손바닥선인장 열매 및 줄기의 처리가 미치는 영향을 <표 70>에 나타내었다. 알콜의 섭취로서 대조군의 출혈시간은 97.6초로 정상군의 258.6초에 비해 현저히 억제되던 것이 손바닥선인장 열매 및 줄기 투여군에서는 유의적으로 출혈시간이 연장되었다.

(다) 혈액 중의 변동

1) 알콜 농도에 미치는 영향

알콜 중독을 유도한 흰쥐의 혈중 알콜 농도에 손바닥선인장 열매 및 줄기의 처리가 미치는 영향을 <표 71>에 나타내었다. 알콜의 섭취로서 대조군의 알콜의 농도가 $140.8 \pm 5.36\text{mg}$ 이었으나 손바닥선인장 열매 및 줄기 투여군에서는 유의적으로 혈중 알콜의 농도가 감소되었다.

<표 71> 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 혈중 알콜 농도에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	혈중 알콜농도 (mg/dl)
대조군			140.8
선인장열매	100	7	113.6
	250	7	103.4
	500	7	86.7
선인장줄기	100	7	123.4
	250	7	110.9
	500	7	109.2

2) 지질함량에 미치는 영향

알콜을 급여하고 손바닥선인장 열매 및 줄기의 처리가 혈청 중 중성지방, 인지질 및 총지질량의 함량변화에 미치는 영향을 관찰한 결과는 <표 72>이다. 대조군의 경우 혈청 중 중성지방의 함량 및 총지질의 함량이 정상군과 비교하여 현저히 증가되었으나 손바닥선인장의 투여로서 감소되는 경향을 보였다. 한편 인지질의 함량은 함량의 차이는 보였으나 통계적으로 유의성은 없었으며 지방분해효소의 활성은 알콜의 투여로서 억제되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 정상군에는 미치지 않았으나 증가되었다.

<표 72> 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 혈청 중 지질함량에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	중성지방	인지질	총지질	지방분해 효소 (unit)
			(mg/dl)			
정상군			64.9	128.4	156.7	1.01
대조군			186.7	132.7	306.3	0.63
선인장열매	100	7	170.2	130.4	285.8	0.71
	250	7	162.8	123.7	264.5	0.80
	500	7	150.3	121.6	248.6	0.81
선인장줄기	100	7	179.3	122.5	297.5	0.65
	250	7	163.2	130.6	266.0	0.70
	500	7	160.1	124.2	264.3	0.73

* 중성지방 : Triglyceide, 인지질 : Phospholipid

총지질 : Total lipid, 지방분해효소 : lipase

3) 콜레스테롤 함량과 동맥경화지수에 미치는 영향

알콜을 섭취하게 하고서 혈청 중 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤 및 동맥경화지수에 미치는 손바닥선인장 열매 및 줄기의 영향에 관한 결과는 <표 73>이다.

<표 73> 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 콜레스테롤 함량 및 동맥경화 지수에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	T-C	HPL-C	LDL-C	동맥경화 지 수
			(mg/dl)			
정상군			62.8	29.9	19.97	1.10
대조군			119.6	21.6	60.69	4.55
선인장열매	100	7	115.6	22.8	59.77	4.07
	250	7	101.8	25.3	43.90	3.02
	500	7	98.2	26.7	41.45	2.68
선인장줄기	100	7	118.2	19.8	62.53	4.97
	250	7	102.8	22.5	48.66	6.58
	500	7	103.5	24.6	46.88	3.20

* T-C (총 콜레스테롤) : Total cholesterol

LDL-C(저밀도지단백콜레스테롤) : Low density lipoprotein cholesterol

HDL-C(고밀도지단백콜레스테롤) : High density lipoprotein cholesterol

동맥경화지수 = (T-C-HDL-C)/HDL-C

알콜 중독 시 대조군의 총콜레스테롤의 함량은 정상군과 비교하여 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장 열매 및 줄기의 처리로 정상군의 수준에는 미치지 못하지만 고지혈증 유도한 대조군과 비교하여 감소하였다. 혈청 고밀도 지단백콜레스

테롤 함량에서는 알콜의 섭취로서 대조군이 정상군보다 감소되던 것이 손바닥선인장 추출물 처리에서는 고지혈증 유도한 대조군과 비교할 때 증가하는 경향을 나타내었으며, 저밀도지단백콜레스테롤의 함량은 알콜의 섭취로서 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장의 투여로 감소되었다. 한편 동맥경화지수도 식이성 고지혈증의 유도로 정상 군에 비해 약 4배 정도 증가되던 것이 손바닥선인장 열매 및 줄기 추출물의 처리로 감소하였다.

4) 지질과산화(Lipid peroxide) 함량 및 생성계에 미치는 영향

알콜을 6주간 섭취시키고서 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물을 처리하였을 때 혈중 지질과산화의 함량, 활성산소종(水酸基, hydroxy radical) 및 항산화효소의 활성을 관찰한 성적이 <표 74>이다. 정상군과 비교하여 식이성고지혈증을 유도함으로써 혈중 지질과산화 및 활성산소종(水酸基, hydroxy radical)의 생성

<표 74> 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 과산화 지질 등에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	지질과산화	활성산소종	SOD
			nmole/ml	nmole/ml	unit/mg
정상군			26.3	2.53	3.20
대조군			51.7	7.24	2.17
선인장열매	100	7	45.9	6.92	2.29
	250	7	43.6	6.70	2.45
	500	7	38.7	6.27	2.69
선인장줄기	100	7	48.8	7.13	2.15
	250	7	45.2	6.86	2.31
	500	7	44.2	6.77	2.38

* 지질과산화 : Lipid peroxide, 활성산소종(水酸基) Hydroxy radical
항산화효소 : Superoxide dismutase(SOD)

은 현저히 증가되었고 항산화효소의 활성은 감소되었으나 손바닥선인장 줄기 및 열매를 1주일간 투여함으로써 혈중의 지질과산화의 함량 및 활성산소종(水酸基, hydroxy radical)의 활성이 감소되었으며, 항산화효소의 활성은 증가되었다.

5) 혈장응고시간(Plasma clotting time)에 미치는 영향

알콜을 투여하고서 손바닥선인장 줄기 및 열매를 처리하였을 때 혈장응고시간에 미치는 영향에 관한 성적이 <표 75>이다. 알콜의 섭취로서 대조군과 비교하여 정상군의 혈장응고시간은 감소하였으나 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 응고시간이 증가되었다.

<표 75> 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 혈장응고 시간에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	응고시간 (초)
정상군			283.2
대조군			178.8
선인장열매	100	7	180.3
	250	7	194.3
	500	7	210.6
선인장줄기	100	7	174.4
	250	7	189.3
	500	7	195.7

(라) 조직인자(Tissue factor)의 활성에 미치는 영향

알콜을 6주간 섭취시킨 흰쥐에 손바닥선인장 줄기 및 열매를 처리하였을 때 뇌와 폐의 조직인자(tissue factor)활성에 미치는 결과를 <표 76>에 나타내었다.

알콜의 섭취로서 정상군의 뇌 및 폐에서의 조직인자(tissue factor)의 활성이 약 3배 정도 증가되었으나 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 알콜 투여 시와 활성의 차이는 있으나 통계적으로 유의성은 없었다.

〈표 76〉 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 뇌 및 폐 조직인자(Tissue factor)의 활성에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	뇌	폐
			(unit/ml)	
정상군			3.24	8.28
대조군			8.17	21.4
선인장열매	100	7	7.92	20.6
	250	7	7.88	19.1
	500	7	7.72	17.4
선인장줄기	100	7	8.00	19.5
	250	7	7.93	19.3
	500	7	7.86	19.6

(마) 간장 중의 변동

1) 간장 중 지질 함량에 미치는 영향

알콜을 섭취한 흰쥐에 손바닥선인장 줄기 및 열매를 7일간 투여하여 간장 중 총지질, 총콜레스테롤, 중성지방의 함량 변화에 미치는 영향을 관찰한 결과는 〈표 77〉이다. 간장 중 총지질 및 총콜레스테롤의 함량은 정상군에 비해 식이성 고지혈증의 유도로서 각각 약 3배 정도 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 감소되었다. 또한 간조직 중 중성지방의 함량도 알콜의 섭취로서 약 4배 정도 증가되

었으며 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로 현저히 감소되었다.

〈표 77〉 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 간장 중 지질 함량에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	총지질	총콜레스테롤	중성지방
			mg/g		
정상군			13.9	10.1	3.86
대조군			42.0	28.7	14.17
선인장열매	100	7	40.2	26.9	13.30
	250	7	36.1	25.8	10.26
	500	7	31.0	22.7	8.77
선인장줄기	100	7	41.3	27.5	13.86
	250	7	39.5	26.4	13.13
	500	7	37.2	26.0	11.24

* 총지질 : Total lipid, 총콜레스테롤 : Total Cholesterol
중성지방 : triglyceride

2) 환원효소(3-Hydroxy-3-methylglutarylCoA reductase) 활성에 미치는 영향

알콜을 섭취시키고서 흰쥐에서 콜레스테롤의 생합성에 관여하는 환원효소(HMG-CoA reductase)의 활성에 미치는 손바닥선인장 줄기 및 열매의 추출물에 미치는 영향을 관찰한 성적이 〈표 78〉이다.

알콜을 섭취함으로써 정상군에 비하여 다소 감소하는 경향을 보였으며 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 알콜 섭취 시 감소되는 활성이 다소 증가되었으

나 통계적인 유의성은 없었다.

〈표 78〉 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 환원효소(HMG-CoA reductase) 활성에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	환원효소 (μ W nmols/mg)
정상군			267.8
대조군			243.5
선인장열매	100	7	237.8
	250	7	259.0
	500	7	258.7
선인장줄기	100	7	240.3
	250	7	239.6
	500	7	241.4

* 환원효소 : HMG CoA reductetase

3) 알콜해독효소(Alcohol dehydrogenase)활성에 미치는 영향

알콜을 섭취시키고서 흰쥐의 간장에서 알콜을 분해하여 아세트알데히드 (acetaldehyde)로 전환하는 효소인 알콜 탈수소효소 활성에 미치는 손바닥선인장 줄기 및 열매의 영향을 관찰한 성적이 〈표 79〉이다.

알콜을 섭취함으로써 정상군에 비하여 다소 감소하는 경향을 보였으며 손바닥 선인장 줄기 및 열매의 투여로서 알콜 섭취 시 증가되는 활성이 손바닥선인장의 투여로 증가되었으나 통계적인 유의성은 없었다.

〈표 79〉 알콜성 고지혈증 흰쥐에서 손바닥선인장 투여가 알콜해독계효소활성에 미치는 영향

처리군	투여량 (mg/kg)	투여기간 (일)	ADH (w nmols/mg)
정상군			10.53
대조군			14.98
선인장열매	100	7	13.97
	250	7	15.11
	500	7	15.00
선인장줄기	100	7	14.07
	250	7	13.95
	500	7	14.17

* ADH(Alcohol dehydrogenase) : 알콜해독계효소

마. 결론

고지방식이 및 아급성 알콜을 6주간 섭취하게 하고서 손바닥선인장 줄기 및 열매를 100, 250, 500mg/kg을 1주일간 경구투여한 후 체중의 변화를 비교하여 본 결과 고지방식이를 섭취한 군은 정상식이의 투여군 보다 체중이 증가하였으며 알콜의 투여군에서는 체중이 감소하였다. 이에 손바닥선인장 줄기 및 열매를 투여함으로써 체중이 조절되고 있었다.

식이성 및 알콜성 고지혈증의 유발로 대조군에 비해 현저히 감소된 출혈시간은 고지혈증으로 유도된 조직인자(tissue factor)의 활성화에 기인한 것으로 생각되어지며 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물의 처리로 다소 연장된 출혈시간은 조직인자(tissue factor)의 활성화 조절과 관련된 것으로 생각되어진다. 따라서 손바닥

선인장 줄기 및 열매의 투여가 실험실적으로 고지혈증을 유도할 경우 지질과산화 지질의 생성을 효과적으로 억제할 수 있다는 사실은 지질과산화의 생성 및 제거 효소를 조절함으로써 나타나는 결과 및 혈중의 지질 성분의 변동에 의하여 나타나는 것이 아닌가 생각된다.

혈청 중 중성지방(triglyceride) 및 총콜레스테롤의 함량에서도 고지방식이 및 알콜로 유도한 군에서 정상군에 비해 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로 정상군에 유사하게 감소되었다. 한편 중성지질을 분해하여 유리지방산과 글리세롤로 분해시키는 지방분해효소(lipase)의 활성은 고지방식이의 투여에서는 별다른 영향이 없었으나, 알콜을 섭취하게 함으로써 현저히 억제되었으며 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여는 지방분해효소(lipase)의 활성에는 영향을 주지 못하였다. 이러한 결과로 보아 손바닥선인장 줄기 및 열매는 지질의 분해과정에는 관여하지 않는 것으로 생각된다.

식이 및 알콜로 고지혈증을 유도하여 혈 중 지방단백질(lipoprotein)의 변동 및 동맥경화지수를 검토한 결과 저밀도지단백콜레스테롤의 혈 중 함량 및 동맥경화지수가 현저히 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로 감소하였으며, 고밀도 콜레스테롤의 함량은 감소되던 것이 정상군의 수준으로 증가되었다.

식이성 및 알콜성 고지혈증을 유발 시킨 후 손바닥선인장 줄기 및 열매를 처리한 식이성 및 알콜성 고지혈증 흰쥐의 혈 중 활성산소종(水酸基, hydroxy radical)의 생성과 항산화효소(superoxide dismutase SOD)의 활성을 측정한 결과 고지혈증의 유발로서 활성산소종(hydroxy radical)의 생성은 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물의 투여로 감소되었으며 생체 이물질로 인하여 생성된 활성산소종(superoxide anion)을 물(H_2O_2)로 전환시키는 효소로서 생체 내 해독 체계중의 하나인 항산화효소의 활성은 오히려 감소하던 것이 증가되었다. 한편, 간장 및 혈 중 지질과산화의 함량도 식이성 및 알콜성 고지혈증 유도로서 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물의 투여로서 감소되었다.

조직인자(Tissue factor)는 혈관내피세포에 주로 존재하는 지방단백질로서 정상적인 상태에서는 세포외막과 혈장 내에 소량 존재하다가 감염이나 다른 병적인 상태에서 세포외막의 조직인자(Tissue factor)가 증가되고, 이때 조직인자(Tissue factor)가 혈액에 노출되면 단계적인 혈액응고반응이 시작되어 혈액이 응고되는데 이 혈액응고 촉진작용은 혈관 손상시의 지혈반응에는 필수적이지만 심근경색, 암, 그 외 기타 혈액응고에 의한 질병의 발생시에 그 혈액응고를 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 식이성 및 알콜성 고지혈증의 유발로 조직인자(Tissue factor)의 활성이 현저히 증가하였으나 손바닥선인장 줄기 및 열매 추출물의 투여로 조절되었다.

간조직 중의 총지질, 총콜레스테롤 및 중성지질의 함량을 측정한 결과 각 실험군에서 증가되던 것이 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로서 감소되었다. 이러한 결과는 혈 중의 지질성분의 변동과 유사한 것으로 본 실험에서 혈 중의 지질성분 변동은 간장에서의 지질성분의 변동에 의하여 나타나는 결과로 사료된다.

콜레스테롤의 생합성시 콜레스테롤 생합성 조절효소(HMG-CoA)를 단백질 조절 전구체(Isoprenoids의 전구체, mevalonate)로 전환시키는데 관여하는 환원효소(HMG-CoA Reductase)의 활성은 식이성과 알콜의 투여에서는 별다른 영향이 없었다. 이로 볼 때 손바닥선인장 줄기 및 열매는 콜레스테롤의 생합성에는 관여하지 않는 것으로 본 실험에서 관찰할 수 있었다.

한편 알콜성 고지혈증 유도 흰쥐에서 혈 중 알콜의 농도를 측정한 결과 알콜의 투여로서 현저히 증가되던 알콜의 농도증가가 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여로 현저히 감소되었으나 알콜 해독계 효소(alcohol dehydrogenase)의 활성에는 별다른 영향이 없었다. 이로 볼 때 알콜성 고지혈증을 개선하는 효과는 손바닥선인장 줄기 및 열매의 투여가 알콜의 흡수를 지연시켜 알콜성 고지혈증을 개선시키는 것으로 생각된다. 상기의 실험 즉 식이성 및 알콜성 고지혈증에 미치는 고지혈증의 개선효과를 손바닥선인장 줄기 및 열매를 비교하여 볼 때 줄기보다는 열

매의 투여에서 고지혈증개선 효과가 현저함을 알 수 있었다.

이상의 실험결과를 종합하여 볼 때 손바닥선인장 줄기 및 열매가 실험실적 고지혈증의 개선 효과는 체내 지질의 합성 및 분해에 관여하는 것이 아니라 지질의 생체 내 흡수 및 배설에 관여하여 나타나는 결과인 것으로 사료된다.

5. 선인장의 항암효과

가. 추출

동결건조한 선인장 열매와 줄기 각 10g에 200ml의 증류수를 넣고, 80℃에서 2시간 환류 냉각시키면서 추출한 후 에틸에테르(ethyl ether), 에틸아세테이트(ethyl acetate), 부타놀(butanol)순으로 추출하고, 나머지 물층을 여과한 후 잔사로 구분하였으며, 얻어진 각각의 분획을 감압농축한 후 10mg/ml 유기황화합물(DMSO)에 녹이거나 현탁하여 배양된 암세포에 투여하여 항암활성을 측정하였다.

나. 항암활성 측정

항암활성을 측정하기 위해 위암세포로는 SNU-1를, 대장암 세포로는 SNU-C4, 일반 암세포로는 P-388, L-1210과 Sarcoma 180을, 간암세포로는 HepG2를 사용하였다.

세포배양에 알맞게 조성된 세포 배양 배지를 사용하여, 혼합기체(5% CO₂/95% O₂)를 공급하면서 일정습도를 유지하는 37℃ 배양기에서 배양하였다. 여기에 선인장 줄기(G1-5)와 열매(R1-5)의 추출물을 넣고, 과학적으로 구명된 방법으로(MTT법) 항암활성을 측정하였다.

세포생존율(cell viability %)=(실험 흡광도/control 흡광도)×100

세포생존율(cell viability)가 50%되는 농도를 IC₅₀으로 하여 표시하였다.

다. 선인장 줄기와 열매에서 추출한 분획물의 암세포에 대한 항암활성

동결건조한 선인장 열매와 줄기를 80℃에서 열수추출한 후 에틸에테르(ethyl ether), 에틸아세테이트(ethyl acetate), 부타놀(butanol)순으로 분획하고, 나머지 물층을 여과한 후 잔사로 구분하여 과학적으로 구명된 방법(MTT법)으로 항암활성을 측정한 결과는 <표 80>에 나타내었다.

선인장의 열매를 유기용매 분획 즉, 에틸에테르 분획, 에틸아세테이트 분획, 부타놀 분획, 물 분획, 기타 잔사에 대하여 암세포의 항암활성을 측정한 결과를 보면 위암 세포인 SNU-1 세포에 효과가 우수했으며 그 외 일반암세포 L-1210에 우수한 결과를 나타낸 반면에 고형암에 해당되는 SNU-C4 세포와 같은 부착형 암세포와 간암세포인 HepG2에 대해선 효과가 거의 없어 전이암 같은 부유형 암세포에 효과가 있는 것으로 생각된다. 그러나, 정상세포인 MA-104 세포에 대해서도 세포독성을 나타내고 있어 많은 양의 섭취는 오히려 강한 독성이 나타날 것으로 생각되었다.

선인장의 줄기에 대해서도 열매에서와 같이 유기용매 분획 즉, 에틸에테르 분획, 에틸아세테이트 분획, 부타놀 분획, 물 분획, 기타 잔사에 대하여 암세포에 대하여 항암활성을 측정한 결과를 보면 위암세포인 SNU-1 세포에 효과가 우수했으며 더욱이 열매에서의 효과보다 우수했다. 그 외 일반암세포인 L-1210에 대해서도 열매보다 우수한 결과를 나타낸 반면에 고형암에 해당되는 SNU-C4 세포와 같은 부착형 암세포에 대해선 효과가 상대적으로 낮았다. 그러나 정상세포인 MA-104 세포에 대해서도 세포독성을 나타내고 있어 열매처럼 많은 양의 섭취하면 강한 독성이 나타날 수도 있을 것으로 생각되었다.

선인장의 열매와 줄기에 대하여 암세포에 대한 세포독성을 측정한 결과 줄기와 열매 모두 항암세포에 대한 세포독성이 있는 것으로 판단되며, 대체로 부착형 암세포보다는 부유형 암세포에 항암활성이 우수했다. 선인장의 유기용매 분획물 중에서는 에틸에테르 분획, 에틸아세테이트 분획물에서 항암효과가 우수한 것으로

보아 암세포에 대한 항암활성이 있는 화합물의 특징은 극성화합물로 사료되며 폴리 다당체와 같은 화합물은 아닌 것으로 생각되었다. 선인장에는 점액성을 가진 폴리 다당체가 많이 함유되어 있는 점을 감안한다면, 선인장 중에 들어있는 폴리 다당체와 함께 항암활성을 측정한다면 우수한 실험동물 즉, 생체 내에서의 항암 활성이 기대된다.

〈표 80〉 선인장 줄기와 열매에서 추출한 각 용매 분획물의 암세포에 대한 세포 독성 조사

IC ₅₀ (mg/ml)						
	SNU-1	L-1210	P-388	SNU-C4	HepG2	MA-104
G1*	0.09	0.1	0.1	2	1.8	1.5
G2	0.08	0.08	0.1	2.5	2.5	1.5
G3	0.02	0.15	1	1.2	1.2	1.5
G4	>1	>1	>1	>1	>1	>1
G5	>2.5	>2.5	>2.5	>2.5	>2.5	>2.5
R1**	0.1	0.25	0.25	>2.5	>2.5	1.5
R2	0.1	0.2	0.25	2.5	2.5	1.5
R3	0.2	0.2	1	1.5	2	1.5
R4	>1	>1	>1	>1	>1	>1
R5	>2.5	>2.5	>2.5	>2.5	>2.5	>2.5

주 : * 줄기, ** 열매

SNU-1 : 위암세포, L-1210 : 일반암세포, P-388 : 일반암세포

SNU-C4 : 대장암세포, HepG2 : 간암세포, MA-140 : 정상세포

IC₅₀ : 세포생존율이 50%가 되는 농도

6. 변비개선효과

가. 실험재료

동결건조한 손바닥선인장 열매 분말을 캡슐제조기에 세로로 세운 빈 캡슐 위에 쏟아부어 충전하였으며 각 캡슐내 분말의 충전량은 빈캡슐 무게를 뺀 무게로 하였으며 10개 평균값으로 하였다.

나. 변비개선효과 조사

변비가 있는 성인남여를 무작위로 16명을 선발하여 실험패널로 하였으며 변비개선효과를 보기 위한 대상자로는 1명을 제외하고 대부분의 여성이었고, 변비를 느낀 지는 2년에서 10년 이상이었다. 여성을 주로 선발한 이유는 변비가 여성에게 흔한 증상이었기 때문이었다. 2차에 걸쳐 변비 효과를 조사 하였다 즉 1차 조사에서는 10일간 손바닥선인장 열매분말 353mg씩 들어 있는 캡슐을 식후 3알씩 복용시켜 2~3일 마다 변비효과를 살펴보았다. 1차 조사 후 복용량을 감소시켰을 때 효과를 보기 위해 1차 조사 후 10일 후에 1주일간 480mg씩 들어 있는 캡슐을 식후 1알씩 복용시켜 2~3일 마다 변비효과를 살펴보았다.

다. 변비개선효과를 위한 1차 조사

1차 조사에서 <표 81>에 나타낸 것처럼 손바닥선인장 열매를 복용 시 대상자 약 82%에서 변비 증상이 개선되거나 약간 개선되었다고 하였으며, 배에 가스가 생성되는 것 같다고 응답한 사람이 31%를 차지하여 가스가 생기는 증상이 있었다. 이외에 소변량이 많아짐, 더부룩하던 속이 좋아짐, 0.5~1kg 체중 감량이 된다는 사람도 각각 1명씩 있었다. 그러나 가스가 생성한다는 응답자 약 31%를 차지하므로 복용량을 줄였을 때 변비개선과 가스 생성 억제 효과를 조사할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

〈표 81〉 손바닥선인장열매 분말의 변비개선효과(1,000mg/일)

대상자	나이(대)	화장실가는 횟수	변비를 느낀지?	손바닥선인장 분말 섭취후 느낌
1	30	3/주	-2년	약간 개선, 배에 가스가 참
2	20	5/주	-5년	-
3*	30	2/주	-10년	소변량이 많아짐
4	30	3/주	10년+	-
5	30	2/주	-5년	약간 개선, 배에 가스가 참
6	20	3/주	-10년	약간 개선, 배에 가스 참
7	30	1-2/주	10년+	약간 개선, 더부룩하던 속이 좋아짐
8*	30	4/달	10년+	약간 개선
9	20	2/주	-2년	개선, 배에 가스가 참
10	30	1-2/주	-10년	개선, 0.5-1kg 체중 감량
11	20	3/주	-5년	개선
12	50	3-4/주	-10년	개선
13	20	2-3/주	10년+	약간 개선
14	30(남)	3/주	-5년	약간 개선
15	20	2/주	-5년	효과가 있음
16	20	3/주	-2년	약간 개선(똥은 변), 가스 참

* 변비 증상이 심한 패널

라. 변비개선효과를 위한 2차 조사

1차 조사에서 손바닥선인장 열매를 복용 시 대상자 약 82%에서 변비 증상이 개선되었다고 하였으나, 배에 가스가 생성되는 것 같다고 응답한 사람이 31%를 차지하여 복용량을 줄였을 때 변비개선과 가스 생성 억제 효과를 조사하고자 복용량을 1차 조사에서 보다 1/2수준인 480mg을 섭취토록 하여 증상을 조사한 결

과는 <표 82>에 나타내었다. 복용량을 줄였을 때 응답자 대부분은 변비 증상이 개선되었고, 약 25% 정도가 가스 생성의 증상이 남아 있었으나 가스 생성 정도가 감소함을 알 수 있었다. 1차와 2차의 조사에서 변비개선을 하기 위해서 손바닥선인장의 한번 복용량은 480mg 정도, 일일 복용량으로는 1440mg 정도가 적합한 것으로 판단되었다.

<표 82> 손바닥선인장 열매분말의 변비개선효과(480mg/일)

대상자	나이 (대)	화장실 가는횟수	섭취량 감소 시 변비효과	손바닥선인장 분말 섭취후 느낌
1	30	3/주	변화없음	변비증상 개선, 아랫배에 가스참
2*	30	2/주	변화없음	변비증상 개선
3	30	3/주	변화없음	변비증상 개선
4	30	2/주	약간 감소	변비증상 개선, 아랫배에 가스참
5	20	3/주	약간 감소	변비증상 개선, 아랫배에 가스참
6*	30	1-2/주	약간 감소	변비증상 개선, 더부룩한 느낌 다소 해소
7*	30	4/달	변화없음	변비증상 개선,
8	20	2/주	변화없음	변비증상 개선, 체중감소, 똥은 변
9*	30	1-2/주	후반기에 약간감소	변비증상 개선
10	20	3/주	변화없음	변비증상 개선
11	50	3-4/주	변화없음	변비증상 개선, 소화가 잘됨
12	20	2-3/주	변화없음	변비증상 개선
13	30(남)	3/주	변화없음	변비증상 개선
14	20	2/주	변화없음	변비증상 개선
15	20	3/주	효과증진 (설사해소)	변비증상 개선

* 변비 증상이 심한 패널

7. 중약 대사전에서 본 선인장

(인용문헌 : 중약 대사전 仙人掌)

가. 기원 : 선인장과 식물로 선인장의 뿌리와 줄기

나. 원식물 : *Opuntia dillenii* Haw

관목(관목)이며 키는 1~3m, 줄기아래 부분은 나무성질이 있고 모양은 원추형에 가깝다. 윗부분은 육질이 두껍고 평편하며 녹색으로 마디가 있다. 각 마디는 계란형이나 원형이며 길이는 15~30cm로 윤기가 나고 다수의 혹 모양이 산발적으로 성장하며 각 한개의 작은 측위에는 황갈색의 부드러운 털이 치밀하고 뾰족한 가시도 존재한다.

잎의 육질은 세밀하며 개칭형이고 꼭대기 부분은 자색, 밑바닥은 녹색, 꽃은 황색이다. 야생 또는 재배되며 분포지역은 운남, 사천, 귀주, 광둥, 광서, 복건이고 꽃, 열매, 육질줄기의 즙, 엑기스는 약용 및 특수목적에 사용된다.

다. 재배

- (1) 기후, 토양 : 비교적 더운 환경을 좋아하고 온난하고 햇볕을 좋아하고 건조한 곳, 바람을 피해서 재배해야 하며 토양은 모래땅을 비교적 좋아한다.
- (2) 증식 : 봄, 여름에 꺾꽂이 번식법이며 꽃줄기 마디의 꼭대기를 아래를 잘라서 바람이 잘 통하는 곳에 잘린 부분이 바깥을 향하게 한다. 2~3일 후면 자른면을 건조시킨 후 땅에 묻는다.
- (3) 관리 : 꼭대기 부분에 새로운 줄기가 나올 때 비료를 한번 주는 것이 좋다.

라. 성분

줄기의 즙에는

- (1) 3개의 테르펜(Terpenes, 녹색채소, 콩과에 많이 들어있는 영양소) 화합물이 함유되었음

- (2) 사과산
- (3) 호박산
- (4) 회분 중에는 다량의 칼슘이 함유되 있음 (선인장을 태워서 재를 만든 경우)

마. 맛

- (1) 쓰고 차가운 성질
- (2) 쓰고 뚱으며 성질이 차고 독이 없다.
- (3) 신맛과 차가운 성질
- (4) 차가운 성질과 신맛

바. 효능

기의 흐름과 혈액순환을 좋게 하고 열을 식히고 독을 풀어준다.

심장과 위의 통증치료, 비장비대 등으로 인한 뱃속의 덩어리가 있을 때 이질, 치질, 기침, 인후통, 폐농양, 화농성 유선염, 물집이 있는 부스럼, 불에 데인 화상, 뱀에 물렸을 때 효과가 있다.

- (1) 비장비대의 초기치료, 치질
- (2) 통증, 종기, 악성종기의 치료
- (3) 자양강장제로 위를 튼튼하게 한다. 또 비장을 보호해 주고 진해작용과 신경안정, 심장, 위의 통증 뱀에 물렸을 때, 유방이 종기치료
- (4) 해열진정제, 인후통, 물집이 생기는 부스럼 및 화상, 정신실증, 심하지 않은 급성경기
- (5) 소염해독작용, 화농된 것을 배출시키고 새살을 나게 하며 종기부스럼 치료, 기침
- (6) 외피를 흐물흐물하게 찌어서 화상을 입었을 때 바르며 급성 유선염, 발에 못이 생겼을 때, 물에 끓여서 복용하면 이질도 치료됨

- (7) 종기의 소염작용과 통증을 멈추게 한다. 한편 기의 흐름과 혈액순환이 잘 됨 새살을 생성시키고 습기를 제거하고 열을 내리게 함
- (8) 어혈(울혈)을 제거하고 장독을 풀고 위를 튼튼하게 하며 통증을 멈추고 자양, 보양하는 기능이 있다. 근육의 활동을 원활하게 하며, 상처에 지혈작용이 있음. 치질로 하혈이 있을 때, 폐농양, 위통, 타박상
- (9) 설사를 멈추게 하고 장염과 설사치료

사. 용법 및 용량

내복 : 끓여서 탕약으로(1~2량) 먹기도 하며 갈아서 가루를 만들거나 술에 담가 먹기도 한다.

외용 : 흐물흐물하게 해서 바르거나 가루를 내서 조제하여 바른다.

* 금기 : 즙이 눈에 들어가면 실명될 수 있다. 몸이 허하거나 냉한 사람은 복용을 금하고 철그릇(쇠그릇)에서 사용하지 말것

아. 처방

- (1) 위통이 오래된 환자를 치료한다. 선인장뿌리 1~2량을 돼지 위와 섞어 볶아 먹는다.
- (2) 위통치료 : 선인장을 갈아서 가루를 만들어 매번 1돈씩 끓인 물에 먹는다. 혹은 선인장 1량을 잘게 썰어서 소고기 2량과 볶아서 먹는다.
- (3) 비장비대증 복통 : 신선한 선인장 3량을 껍질의 가시를 제거하고 잘게 썰어서 고기와 푹 삶아서 먹는다. 선인장 으깬것을 감주와 같이 볶아서 환부에 거둬 바른다.
- (4) 급성 세균성설사 : 신선한 선인장 1~2량을 물에 끓여 복용한다.
- (5) 치질로 인한 출혈 : 선인장과 감초를 술에 담궜다 복용한다.
- (6) 기관지천식 : 선인장줄기의 껍데기와 가시를 벗기고 꿀에 찍어 적당량을

먹는다. 매일 손바닥의 1/2만큼 복용하여 증상이 없어지면 즉시 멈춘다.

- (7) 가슴이 두근거리고 수면부족일 때 : 선인장 2량을 으깨어서 즙을 내서 백설탕을 끓는 물에 풀어 타서 먹는다.
- (8) 손바닥에 물집이 잡히는 병 : 신선한 선인장전체를 적당량 으깨서 환부에 바른다.
- (9) 화농성 유선염 초기 결핵 : 빨갱게 부어오른 통증 선인장을 뜨겁게 태워서 그것을 문지른다.
- (10) 이하선염(볼거리), 유선염, 종기부스럼 : 선인장 싱싱한 것을 가시를 제거하고 멥글멥글하게 해서 외용으로 바른다.
- (11) 습진, 농포 : 선인장 줄기 적당량을 약한 불에 말려서 갈아 가루를 내어 외용으로 환부에 바른다.
- (12) 두부백선(기계충) : 선인장을 약한 불에 말려 가루를 내서 향유에 조제하여 바른다.
- (13) 화상 : 선인장을 칼로 외개를 잘라내고, 멥글멥글하게 해서 상처에 붙인다.
- (14) 뱀, 벌레에 물린 상처 선인장 전체를 멥개서 즙을 내서 환부에 바른다.

자. 임상보도

- (1) 동상치료 : 선인장에 가시를 제거하고 멥글멥글하게 해서 환부에 바른다. 거어즈에 사서 5일 후 떼어낸다. 1, 2 동상에는 한 번만 하면 낫는다. 3도 동상은 3일 후 1번갈아 붙이면 일주일 후면 낫는다. 그러나 진물러서 화농상태인 3도 동상에는 적용하지 못한다.
- (2) 조기급성 유선염, 이하선염 : 선인장 2덩어리를 가시를 떼어내고 멥글멥글하게 해서 95% 주정 520ml와 곱고루 섞어 외용액으로 바른다. 매일 2번 100여 차례를 하면 치료된다. 선인장을 즙을 내서 밀가루 적당량에 섞어 유선염에 바르면 효과가 좋다.

(3) 위, 십이지장 궤양 : 선인장이 지혈과 궤양상처부위의 보호 작용이 있음이 실험을 통해 증명되었다. 그래서 궤양병 출혈자에 적용되었다.

용법 : 선인장 가시를 제거하고 깨끗이 씻어 잘게 조각으로 썰어 햇볕에 말려 가루를 내서 매번 1g을 하루에 2번 복용한다.

위산의 분비가 적은 환자에게는 선인장가루 한근마다 닭의 위껍질 가루(소화불량, 구토에 쓰임) 1~2량을 복용하고→위산 분비가 편중되게 많이 분비되는 환자는 여기에다 息賦粉 2~3량을 혼합하여 복용한다.

위와 같은 방법으로 복용하면 21일이면 치료된다.

이상 관찰에서 8예가 약을 복용한 후 복통, 위산이 안 나오거나, 흑변등의 증상이 없어지거나 호전되었으며 7가지 예에서는 바륨 죽을 마시고 X-ray촬영을 재 검사했을 때 좋지 않았던 곳이 개선되어 많이 좋아졌다.

V. 실용화 연구 결과

1. 손바닥선인장 재배기술 개발

가. 생육특성

제주도 북제주군 한림읍 금능리 산 17번지에서 1998년 4월부터 2000년 12월 까지 2년 6개월에 걸쳐 손바닥선인장의 생육특성을 조사한 결과 눈(芽)은 1년에 모두 3차례에 걸쳐 발아하였으며, 줄기의 발아는 가시자리가 3mm정도 돌출되어 확연하게 발아되고 있다고 구분될 수 있는 것이 40%정도 되는 시기를 발아기로 조사하였는데, 그 중 1차 발아는 5월 19~25일로 해에 따라 약간의 차이를 보였으며 이는 겨울철 기온이 발아에 영향을 미친 것으로 보인다. 발아되는 눈의 형태는 모양이 동그란 구형은 꽃봉오리로, 납적한 편원형은 줄기로 성장되었다. 2차 발아는 6월 29일부터 7월 3일까지, 3차발아는 8월 18일부터 23일까지였다.



백년초 새싹

개화는 최초 2~3개체가 꽃잎이 전개되는 시기를 개화시로 보았는데 그 시기가 6월 8일부터 12일까지였고, 그리고 꽃이 80% 이상 낙화되었을 때를 종화기로 조사하였는데 6월 29일부터 7월 3일까지였다.

열매의 숙기를 결정할 수 있는 착색 개시기는 열매의 표면이 10%정도 착색되었을 때를 착색시작 시기로 10월 27일, 그리고 착색 종료기는 열매의 표면이 90%이상 착색되었을 때로 12월 2일부터 12월 8일까지로 약 35일에 걸쳐 착색이 완료되었다.

〈표 83〉 손바닥선인장의 발아기, 개화기, 착색기

발아기			개화기		열매 착색기	
1차	2차	3차	개화시	종화기	착색시작	착색종료
5월 19~25	6월 29~ 7월 3	8월 18~23	6월 8~12	6월 29~ 7월 3	10월 27~ 11월 5	12월 2~8

또한 1998년 11월 20일 열매의 특성은 표본을 대, 중, 소 3등급으로 육안으로 구분하여 각각 100개를 선별하고, 전자저울(TP-200)을 이용하여 열매의 크기별 무게, 종자의 수, 그리고 종자의 천립중에 대한 조사를 실시한 결과 평균과중은 15g이었으며, 열매 당 종자의 숫자는 열매의 크기에 따라 큰 차이를 보였으나 평균 44개였고. 종자의 무게는 열매 당 평균 1.01g이었고 종자 1,000개의 무게는 23.05g이었다.

〈표 84〉 손바닥선인장 과일의 무게, 종자의 수

과일크기	과일평균무게 (g)	종자의수 (개/과일당)	종자무게(g)	
			무게/과일당	1,000립 중
큰과일	20.0	82.8	1.69	-
중간과일	15.0	40.0	0.95	-
작은과일	10.0	11.0	32	-
평 균	15.0	44.0	1.01	23.05

줄기와 열매에 발생된 가시(leaf spine)의 특성은 확대경(MICRO HI-VISON HR-30)과 디지털 캘리퍼(CD-15CP)를 이용하여 숫자 및 크기를 조사한 결과 잎의 변태인 가시(leaf spine)는 줄기 및 열매에 많이 발생하였는데 열매에는 평균 8개의 가시자리가 있고 매 가시자리 마다 굵기 0.01mm, 길이 2mm크기의

가시가 평균 50개 밀생되어 있었다. 줄기에는 마디마다 평균 30개의 가시자리가 있으며, 굵기 1.0mm, 길이 15~20mm의 것 1~2개와 굵기 0.1mm, 길이 2mm의 가시가 평균 50개가 밀생되어 있었다. 가시의 모양은 하나의 중심가시를 축으로 한 방사상의 모양을 나타내었다.

또한 꽃 10개의 수술과 암술의 수와 꽃잎, 꽃받침, 자방의 수를 1998년 6월 30일 조사하였는데, 손바닥선인장의 꽃은 꽃받침, 꽃잎, 수술, 암술로 이루어져 있는 양성화이고 꽃잎은 서로 떨어져 있는 이판화관이었다. 1개의 암술과는 달리 수술은 평균 280개로 구성되어 있었으며, 꽃잎은 평균 14개, 꽃받침은 평균 8개로 이루어져 있고 특별한 향기는 없었다. 씨방은 5개로 나누어져 있고 그 안에 배주(ovule)가 들어있었다.

〈표 85〉 손바닥선인장 꽃의 구성

암술	수술	꽃잎	꽃받침	씨방
1.0 개	280.0	14.0	8.0	5.0



백년초 꽃

밀원으로서 가능성이 있는지를 검토하기 위하여 1998년 6월 18일 꿀벌 5군을 입식하여 1998년 7월 4일에 채밀하고, 꿀의 성분규격은 제주도보건환경연구원에서, 꿀의 성분은 농촌진흥청 농촌생활연구소에서 분석하였다.

손바닥선인장의 꽃을 밀원으로서의 가능성을 검토하기 위하여 꿀의 성상 및 주요성분을 분석한 결과 꿀의 성분 9개 항목(식품공업협회, 1999) 중에서 수분을 제외한 회분등은 규격에 적합한 것으로 나타났다. 그러나 꿀의 수분함량이 22.1%로 높게 나타났는데 이것은 농축과정을 거치지 않아 과다하게 나타난 것으로 사료된다. 또한 꿀의 식품영양성분은 나트륨, 칼륨, 리보플라빈, 나이아신이 아카시아꿀에 비해 매우 높은 것으로 조사되었다. 본 조사에서 손바닥선인장의 꽃이 밀원으로서 가치가 높은 것으로 나타나 대량재배에 의한 채밀로 고소득을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

〈표 86〉 손바닥선인장 꽃 꿀의 성분 규격

시험항목	성분규격	손바닥선인장 꽃 꿀
성 상	-	적합
수분	< 21.0%	22.1%
회분	< 0.6%	0.07%
산도	< 40.0mg/kg	13.4mg/kg
전화당	> 65.0%	55.7%
자당	< 7.0%	16.1%
H,M,F	< 40.0mg/kg	0.5mg/kg
타르색소	불검출	불검출
인공감미료	불검출	불검출
이성화당	음성	음성

분석 : 제주도 보건환경연구원

〈표 87〉 손바닥선인장 꽃 꿀의 식품영양분석

구분	수분 (%)	단백질	탄수화물	회분	칼슘	인	나트륨	칼륨	리보플라민	나이아신	아스코르빈산
		g/100g				mg/100g					
아카시아 꽃 꿀	19.3	-	80.5	0.1	2	3	3	3	0.01	0.1	2
선인장 꽃 꿀	21.4	0.5g	78.1	0.1	2	4	19	22	0.37	0.49	4

분석 : 농촌진흥청 농촌생활연구소

나. 번식방법

(1) 삼목시기

삼목시기가 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 제주도 북제주군 한림읍 금능리 산 17번지에서 1998년 3월부터 9월까지 매월 10일 시험구를 배치하고 삼수를 균일하게 조제하여 5일간 정치(定置)한 후 삼목하였으며, 삼목시기별 주 줄기 길이, 주 줄기 마디수, 총절수 및 착과수를 1999년 7월 10일 조사하였다.

손바닥선인장의 삼목시기가 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 3월 삼목구는 다음해 7월 10일에 주 줄기 길이 64.0cm, 주 줄기 마디수 5.2개로 생육이 가장 왕성하였으며, 9월 삼목구는 주 줄기 길이 45.4cm, 주 줄기 마디수 4.3개로 주 줄기 길이와 주 줄기 마디수가 3월 삼목구보다 적은 것으로 나타났다(표 88) 9월 삼목한 경우 삼목직후 기온이 낮아져서 정상적인 생육이 되지 않은 것으로 손바닥선인장의 삼목적기는 3~5월이라고 사료되었다.

〈표 88〉 손바닥선인장 정식시기별 생육

처리	주 줄기 길이(cm)	주 줄기 마디수(개)	전체 마디수 (개/주)	전체과일수 (개/주)
3. 10.	64.0	5.2	95.1	37.5
4. 10.	61.6	5.1	96.5	33.2
5. 10.	59.9	5.1	87.9	19.6
6. 10.	49.0	4.4	40.4	0.7
7. 10.	51.7	4.7	46.4	0.9
8. 10.	49.5	5.1	58.5	7.4
9. 10.	45.4	4.3	54.3	0.3

(2) 삼수의 큐어링 기간

삼수의 큐어링(定置) 기간이 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 1998. 4. 10. 번식용 삼수를 조제한 후 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30일간 정치(定置) 기간별 감모량을 조사하였는데 묘 채취후 5일경 평균 감모율이 4% 정도 감량되었다.

〈표 89〉 정식용 묘의 채취후 정치기간별 크기별 무게의 변화

채취시 크기	정치기간별 채취묘의 크기변화(g)							
	0	3	5	10	15	20	25	30
작은것	128	126	124	116	106	101	99	98
중간것	182	176	172	157	148	142	140	138
큰것	234	230	228	211	200	192	189	186

채취시기 : 1998. 4. 10.

10개체 평균값

1998. 5. 10. 삼수조제 후 일정기간 정치시킨 묘를 정식하고 1999. 7. 10. 생육을 보면 주 줄기 길이는 삼수조제 후 5일간 정치구가 60.8cm로 가장 길었으며 3일간 정치구는 50.9cm로 가장 짧았다. 주 줄기 마디수는 30일간 정치구가 5.5개로 가장 많았으며 3일간 정치구는 4.7개로 가장 적었다.

〈표 90〉 손바닥선인장 정식전 정치기간별 생육

정치기간	주 줄기 길이(cm)	주 줄기 마디수(개)
3일	50.9	4.7
5	60.8	5.2
10	53.2	5.0
15	55.4	5.3
20	57.9	5.4
25	58.2	5.4
30	52.2	5.5

(3) 삼수의 크기

삼수의 크기가 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 제주도 북제주군 애월읍 하귀1리 북제주군농업기술센터 포장에서 삼수의 평균무게를 210, 169, 90, 35g의 크기별로 구분하여 1996년 6월 10일 삼목하여 시험구를 배치하고 삼수 크기별 발아수를 1996년 11월 10일 조사하였다.

삼수를 무게별로 선별 삼식한 후 발아수를 조사한 결과 삼수의 평균무게가 210g구는 35.2개로 가장 많았으며, 35g구는 9.4개로 가장 적었다. 삼목재배의 경우 삼수의 크기가 클수록 발아수가 많은 것으로 확인되었다.

〈표 91〉 정식시 묘의 크기별 마디수

정식시묘의크기 (g/개)	전체 마디수(개/주)
210	35.2
169	27.2
90	23.7
35	9.4

다. 재배방법

(1) 수령과 전정방법이 수량에 미치는 영향

1998년 제주도 북제주군 한림읍 월령리에서 수령이 3년생인 손바닥선인장 30주를 표본으로 선정하여 2003년까지 6년간 주당 열매수를 조사하고 재식거리를 조사하여 10a당 주수를 산출하였고 평균과중 15g을 적용하여 연차별 수량을 조사하였다.



백년초 재배 농장

수령별 주당 착과수는 3년생 40.7개, 4년생 57.1개, 5년생 89.2개, 6년생 95.1개, 7년생 102.7개, 8년생 87.3개였다. 수령이 7년생까지는 수량이 증가하였으나 8년생부터는 수량이 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 92〉 수령별 착과수 및 수량

수령	착과수(개/주)	수량((kg/10a)
3년	40.7	1,275
4	57.1	1,782
5	89.2	2,812
6	95.1	2,986
7	102.7	3,213
8	87.3	2,765

식재거리 : 180×50×50cm(2 열)

식재본수 : 2,100 주/10a, 경지이용률 : 75%.

전정방법에 따른 열매의 수량조사는 1998년부터 2001년까지 4년간 손바닥선인장 주산지 중 한곳인 제주도 북제주군 한경면 판포리 농가 포장에서 수령 7년생을 이용하여 줄기에서 마디를 솎아내는 솎음전정, 줄기의 마디를 1/2로 자르는 절단전정, 그리고 솎음전정과 절단전정 혼합구와 인위적인 방법을 가하지 않는 무전정구를 대비구로 하여 1998년 4월 15일 시험구를 설치하고 주 줄기 길이, 주당 착과수를 조사하였다.

주 줄기의 길이는 솎음전정 105.8cm, 솎음+절단전정 84.4cm, 무전정 81.0cm, 절단전정 80.2cm로 솎음전정구가 가장 길었고 절단전정이 가장 짧았다. 전정구는 전정 후 3년까지는 착과수가 증가하였으나, 4년차부터는 감소하였으며 무전정구는 다음해인 수령 8년생부터 수량이 감소하였다(표 93). 이와 같이 손바닥선인장은 수령이 경과함에 따라 수량이 감소하는 것으로 나타나 솎음전정 등과 같이 수세를 안정적으로 유지시켜 주는 관리방법의 도입이 필요하리라 생각된다.

〈표 93〉 전정방법별 연차별 착과수

전정방법	주 줄기 길이 (cm)	전정후 연차별 착과수(개/주)			
		0	1	2	3
숙음전정	105.8	63.8	130.2	147.4	106.0
절단전정	80.2	40.2	105.0	115.7	91.1
숙음전정+ 절단전정	84.4	60.0	105.0	136.3	96.6
무 전 정	81.0	124.0	83.4	77.1	63.3

정식시기 : 1998. 4. 15.

조사시기 : 1998. 11. 10., 1999. 11. 10., 2000. 11. 10., 2001. 11. 10.

(2) 재식거리와 비닐멀칭이 수량에 미치는 영향

제주도 북제주군 한림읍 금능리 산 17번지 포장에서 재식거리를 휴폭 180cm에 2줄심기 방법으로 50cm×50cm, 60cm×60cm, 70cm×70cm, 80cm×80cm로 구분하여 1996년 6월 10일 시험구를 설치한 후 재식거리별 주 줄기 길이 및 주 줄기 마디수를 1996년 11월 10일 조사하였다.

재식거리별 주 줄기 길이를 조사한 결과 휴폭 180cm에 50cm×50cm일 때 38.3cm, 60cm×60cm일 때 40.3cm, 70cm×70cm일 때 45.8cm, 80cm×80cm일 때 51.1cm로 재식간격이 넓을수록 주 줄기 길이가 긴 것으로 나타났다.

〈표 94〉 재식거리별 생육

재식거리	주 줄기 길이(cm)	주 줄기 마디수(개/주)
50cm × 50cm	38.3	3.7
60cm × 60cm	40.3	3.8
70cm × 70cm	45.8	4.7
80cm × 80cm	51.5	4.7

같은 장소에서 1999년 5월 10일 은색비닐, 투명비닐, 백색비닐, 흑색비닐 멀칭 후 삼목 및 무피복 삼목구를 난괴법 3반복으로 설치하고, 주 줄기 길이 및 주 줄기 마디수를 같은 해 11월 10일에 조사하였다.

조사한 결과 주 줄기 길이의 길이는 투명비닐>백색비닐>흑색비닐>무피복>은색비닐 순이었다. 주 줄기 마디수는 흑색비닐>투명비닐>백색비닐>은색비닐>무피복

〈표 95〉 멀칭재료별 생육

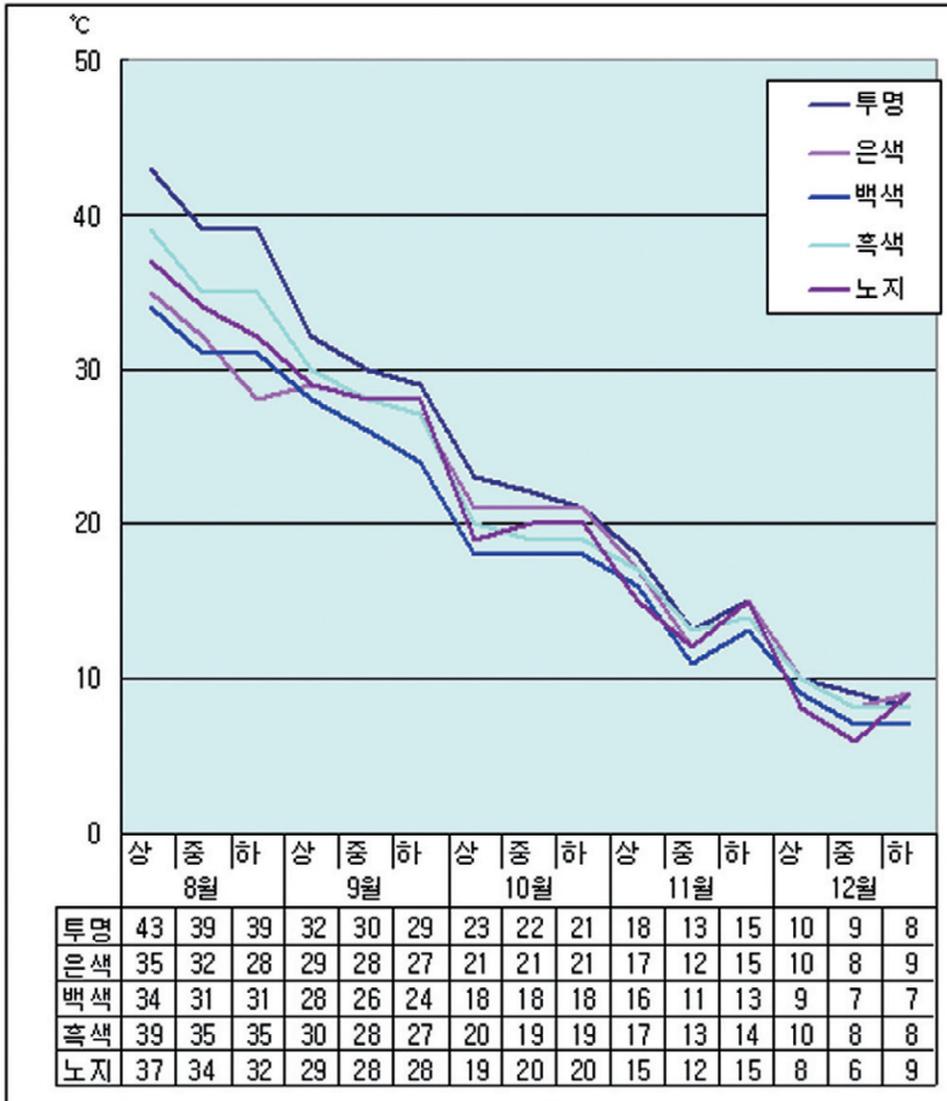
멀칭재료	주 줄기 길이(cm)	주 줄기 마디수(개/주)
투명비닐	42.1	4.6
은색비닐	31.4	3.7
백색비닐	36.6	4.4
흑색비닐	33.5	4.7
무멀칭	33.5	3.5

정식시기 : 1999. 5. 10.

조사시기 : 1999. 11. 10. 10.

순이었다<표 95>. 그러므로 생육촉진을 위해서는 지온을 높일 수 있는 투명비닐이나 흑색비닐로 피복재배하는 것이 좋을 것으로 사료되었다.

번식방법과 재식거리 시험결과를 종합하면 삼수의 무게가 90g 이상의 것을 선별하여 삼수조제 후 5일간 정치시킨 후 3~5월경 재식거리를 80cm×80cm 이상으로 하여 재배하면 생육이 좋을 것으로 사료된다.



[그림 11] 피복자재별 지온변화

(3) 질소와 석회시용이 수량에 미치는 영향

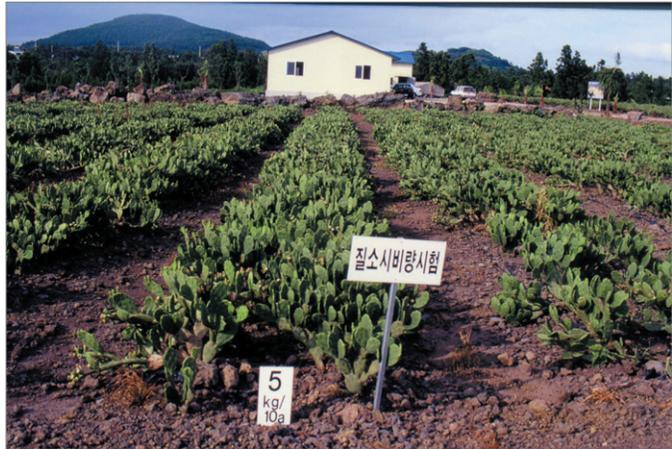
제주도 북제주군 한림읍 금능리 산 17번지 포장에서 질소 시용량을 성분량으로 10a 당 5, 10, 15kg 3수준으로 하고 시용방법은 5월 15일 1회 전량 시비, 5월 15일과 6월 15일 2회 분시, 5월 15일과 6월 15일 및 7월 15일 3회 분시 등으로 달리하여 무시용구 등 시험구를 설치하고 1999년 11월 10일 주 줄기 길이와 착과수를 조사하였다.

10kg/10a를 1회에 전량 시용구가 주 줄기 길이는 가장 길었으나 착과수는 질소 10kg/10a 2회 분시구가 가장 많았다. 질소 15kg/10a시용구는 처리간 유의차가 인정되지 않았으나 무시용구와 생육이 비슷하였다. 착과수는 무시용구보다 시용구가 많았다. 질소시용은 선인장의 생산량뿐만 아니라 줄기수를 증가시키며, 꽃눈 수를 증가시키는 것으로 알려지고 있다. 따라서 손바닥선인장을 재배할 경우 질소비료를 10kg/10a정도를 분시 하는 것이 알맞다고 사료되었다.

〈표 96〉 질소비료 시용량과 시용방법별 생육과 착과수

질소 시용량 (kg/10a)	시용방법	주 줄기 길이 (cm)	착과수 (개/주)
5	1회시용	76.8	128.8
	2회분시	77.8	207.5
	3회분시	84.4	212.5
10	1회시용	86.8	248.6
	2회분시	83.9	255.6
	3회분시	85.3	204.0
15	1회시용	79.5	101.3
	2회분시	76.6	112.9
	3회분시	70.9	161.2
무시용		76.8	70.1

또한 같은장소에서 1998년 5월 10일 석회시용수준을 고토석회(알카리분 53%, 가용성고토 15%)를 이용하여 150, 300, 450kg/10a 시용구와 무시용구 등 시험구를 설치하고 1999년 7월 10일 처리별 주 줄기 길이, 주 줄기 마디수, 총마디수, 착과수를 조사하였다.



백년초 재배시험 전경

석회시용이 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과 주 줄기 길이는 석회 300kg/10a시용구가 59.8cm로 가장 길었으며,

150kg/10a시용구는 58.1cm로 다음이었고 450kg/10a시용구는 54.7cm, 무시용구는 51.5cm로 석회를 사용하지 않았거나 다량시용한 구는 생육이 저조한 것으로 나타났다. 또한 주 줄기 마디수, 총절수, 착과수는 처리간에 약간의 차이는

〈표 97〉 석회시용수준별 생육상황

석회시용량 (kg/10a)	주 줄기길이 (cm)	주 줄기 마디수 (개/주)	총 마디수 (개/주)	착과수 (개/주)
150	58.1	5.3	74.7	21.6
300	59.8	5.4	79.2	19.2
450	54.7	5.3	61.6	10.8
무시용	51.5	5.0	51.4	9.4

식재시기 : 1998. 5. 10.

조사시기 : 1999. 7. 10.

있었으나 유의차가 없었고 무시용과는 유의차가 있었고, 석회 사용량이 증가함에 따라 토양 pH와 E.C값은 증가 하였다. 손바닥선인장은 다양한 토양조건에 적응력이 높고 척박한 사막지대의 토양 등 광범위한 토양산도에 적응하는 식물로 알려져 있으나, 수량증수를 위해서는 삼목시 150~300kg/10a정도의 석회를 사용하여 토양산도를 pH7 내외로 교정하는 것이 좋을 것으로 사료되었다.

〈표 98〉 석회사용에 의한 토양의 화학적 변화

석회사용량 (kg/10a)	pH (1:5)	유기물 (%)	유효인산 (mg/kg ⁻¹)	치환성염기(cmol/kg)			E.C (ds/m)
				K	Ca	Mg	
150	6.9	2.2	180	1.06	13.0	7.2	0.34
300	7.1	2.2	128	1.19	12.8	7.4	0.38
450	7.7	1.9	127	1.07	14.4	8.1	0.44
무시용	6.5	2.3	242	1.08	11.0	4.2	0.28

석회비료성분 : Ca 22.7%, Mg 11.8%

제4종 복비인 잘크란(N36-P5-K6), 하이그린(Mg14-Si16-Fe2), 원더그로(N10-P8-K25) 각각 1,000배액과 요소비료(N46) 0.3%액을 1998년 8월 6일부터 10일 간격으로 3회 식물체 전체에 배양식 분무기로 살포하고 주 줄기 길이 및 주 줄기 마디수를 1998년 11월 10일 조사하여 무처리구와 비교하였다.

생육을 조사 비교한 결과 하이그린(Hi-green) 1,000배액 엽면시비가 주 줄기 길이의 크기에 효과가 있는 것으로 조사되었다.

〈표 99〉 엽면시비에 의한 주 줄기길이, 주줄기 마디수

비료의 종류	주 줄기 길이 (cm)	주 줄기 마디수 (개/주)
잘크란	37.0	3.1
하이그린	42.8	3.8
원더그로	36.7	3.1
요소비료 0.3%	37.2	3.2
무처리	36.2	3.1

엽면시비시기 : 1998. 8. 6., 16., 26.

조사시기 : 1998. 11. 10.

(4) 정식방법시험

- 기간 : 1997. 5. ~ 1999. 12.
- 장소 : 한림읍 금능리 산 17
- 처리 : 눅혀심기, 뒤집어심기, 바로심기
- 정식 : '97. 5.28.
- 조사 : '98.12.10.

〈표 100〉 심는 방법별 생육

처리별	경장(cm)	주경절수(개)	총절수(개)	착과수(개)
눅혀심기	50.8	4.3	50.5	4.8
뒤집어심기	41.3	3.7	28.5	2.6
바로심기	49.3	4.1	48.1	3.0

- 선인장 묘를 눅혀서 심으면 바로 심는 것 보다 생육이 다소 양호함
- 눅혀서 심을 때는 땅에 묘가 닿는 부분이 많아서 양분흡수량이 많고 안정된 성장이 가능하다고 사료 됨

- 뒤집어 심기는 위, 아래를 뒤집어 심은 것으로 선인장 생육이 지연됨.

(5) 손바닥선인장 과일비대촉진시험

○ 기간 : '97. 7. ~ '98. 12.

○ 장소 : 한림읍 금능리 선인장 사업장

○ 시험구 배치 : 난괴법 3반복

○ 세부내용

- 시험요인 : 과일비대 시험

- 처리내용 : 후루메트 8ppm

후루메트8ppm+GA 15ppm

후루메트8ppm+GA 30ppm

후루메트15ppm

후루메트15ppm+GA 15ppm

후루메트15ppm+GA 30ppm

후루메트30ppm

후루메트30ppm+GA 15ppm

후루메트30ppm+GA 30ppm

○ '97처리결과

- 처리시기 : 1차 '97. 7. 5. 2차 7. 15. 3차 7. 25.

- 처리방법 : 어린열매에 처리

- '97년 7월에 과일비대 처리내용은 후루메트 30ppm처리구가 미약하나마 대비구에 비해 20%증수가 나타났으나 별효과는 없었음

○ '98처리결과

- 처리시기 : '98. 6. 3.

- 처리방법 : 개화직전 착과부위 분무

- '98년에는 처리 시기를 조정하여 개화 직전에 처리한 시험 결과는 수치상으로나 외관상으로 큰 효과가 없었음

〈표 101〉 후루메트 및 GA처리가 과일 생육에 미치는 영향

처리내용	과일횡경	과일종경	과일중량	지수
H 8ppm	2.68cm	4.68cm	17.2g	102.4%
H 8ppm+GA15ppm	2.71	4.60	16.9	100.6
H 8ppm+GA30ppm	2.77	4.71	20.4	121.4
H 15ppm	2.85	4.85	19.2	114.3
H 15ppm+GA15ppm	2.88	4.42	18.8	111.9
H 15ppm+GA30ppm	2.86	4.84	19.2	114.3
H 30ppm	2.87	5.13	21.6	128.6
H 30ppm+GA15ppm	2.89	4.84	20.0	119.0
H 30ppm+GA30ppm	2.47	4.74	19.2	114.3
대비구	2.64	4.48	16.8	100

〈표 102〉 후르메트 및 GA처리가 과일생육에 미치는 영향

처리내용	과일횡경	과일종경	과일중량	지수
GA15ppm	26.0cm	44.3cm	17.8g	95.7%
H 30ppm	25.6	47.0	19.1	100.7
GA15ppm+H 30ppm	26.3	49.5	20.1	108.4
대비구	26.3	50.7	18.6	100

(6) 실생번식 시험

- 파종 : 육묘상자(128공)이용 1996. 6. 26. 파종
- 처리 : 종피자극-멧돌이용 가볍게 갈아줌
알콜(소주) 및 락스에 침지
- 발아율 조사 : 1996. 8. 26

〈표 103〉 종자 채취시기 및 처리별 발아율(%)

12월 채종				6월채종	
알콜	종피자극	락스	무처리	종피자극	무처리
6.1	14.8	42.0	40.1	41.3	88.9

○ 결과요약

종자를 이용하여 새로운 개체를 얻고자 할 경우 착과된 이듬해 봄에 채취하여 활용하는 것이 발아율이 높아 효율적이라고 판단되며 그 이유는 열매가 충분히 성숙한 후라야 종자 또한 성숙해지는 것으로 보인다.

(7) 선인장 열매 저온저장 시험

- 장소 : 한림읍 금능리 선인장 사업장
- 기간 : '98.12. ~ '99. 8.
- 처리내용
 - 처리온도 : 4℃, 8℃, 12℃
 - 처리용기 : 유공비닐, 망사, 플라스틱용기, 골판지상자
- 시험구배치 : 단구제(시료 각 3kg)
- 조사 : 매월 10일, 감모량 및 부패율 조사



여러 종류의 선인장 열매



백년초 열매



백년초 열매

〈표 104〉 처리온도별 감모량 및 부패율

(kg, %)

구 분	4℃	8℃	12℃
수량(kg)	2.4	2.28	2.14
감모량(감모율)	0.6(20)	0.72(24)	0.86(29)
부패율(%)	3.1	5.2	7.3

〈표 105〉 처리용기별 감모량 및 부패율

구 분	유공비닐	망사	플라스틱용기	골판지상자
수량(kg)	2.39	2.35	2.22	2.15
감모량(감모율)	0.61(20)	0.65(22)	0.78(26)	0.85(28)
부패율(%)	4.9	5.0	5.3	5.5

〈표 106〉 월별감모량

구 분	2월	3	4	5	6	7	8
수량(kg)	2.83	2.74	2.62	2.53	2.49	2.4	2.28
감모량(kg)	0.17	0.26	0.38	0.47	0.51	0.6	0.72
감모율(%)	5.7	8.7	12.7	15.7	17	20	24

○ 결과요약

- 유의수준 1% 수준에서 처리용기별 고도의 유의성이 인정되며 (유공비닐) 망사)프라스틱용기)골판지상자)유공비닐로 열매를 저장시 감모율이 제일 낮고(20%) 골판지 상자에 저장시 감모율이 가장 높음(28%) 5개월 이상 경과시 열매가 탈색되는데 탈색된 선인장 열매를 건조 및 분말제조시에도 색깔이 변질될 가능성이 있다고 사료됨. 알맞은 저장용기를 사용하여 4~8℃에 저장하는 것이 좋을 것으로 사료됨.

(8) 선인장 후숙시험

손바닥선인장 열매에서 가장 저렴한 비용으로 색소를 추출하기 위해서는 완숙과를 이용하여야 하나 계절적인 제한요인이 있기 때문에 이를 해소하기 위하여 인위적인 후숙방법 구명이 필요함

(가) 사업개요

- 장 소 : 북제주군농업기술센터 병해충 진단실
- 기 간 : 2001. 2. 20.~3. 30.
- 시험내용 : 손바닥선인장 후숙에 필요한 적정온도 및 기간 구명
- 처리일 : 2001. 2. 19.
- 처리내용 : 항온기를 이용 25, 30, 35, 40℃로 온도를 설정하여 5일간격으로 손바닥선인장 열매의 변화정도, 색택, 점질도를 조사

〈표 107〉 처리온도별 시기별 후숙정도(%)

구 분		25℃	30℃	35℃	40℃
2월 25일	건조정도	60	65	65	70
	색택	50	50	50	50
	점질도	40	40	40	40
3. 2.	건조정도	70	70	70	75
	색택	55	60	60	60
	점질도	40	35	35	35
3. 7.	건조정도	80	75	75	80
	색택	55	65	65	65
	점질도	40	35	30	30

* 후숙정도 기준 : 자연 상태에서 5. 1.현재의 과일정도로 과육의 점질성이 거의 없어지고 물과 같은 상태를 후숙이 100% 완료된 과일로 설정하여 후숙 정도를 조사 함.

(나) 조사결과 요약

처리 후 5일 간격으로 조사한 결과 처리 15일 후에도 완속되지 않아 지금까지 열처리에 의한 방법으로는 가능하지 않았음.

라. 병해충 발생소장 조사

(1) 흰비단병(白絹病)

- 발생 장소 : 한림읍 금능리
- 분류 및 동정 : 제주도농업기술원
- 작부체계 : 마늘 + 선인장
- 기주식물 : 당근, 외류, 가지과, 십자화과등 55과 160종이상

- 병징 : 지하부에 발생하는데 발병부위는 물렁하게 썩고 표면에 흰색곰팡이가 생기며 나중에는 좁쌀과 같은 균핵이 무수히 생긴다.



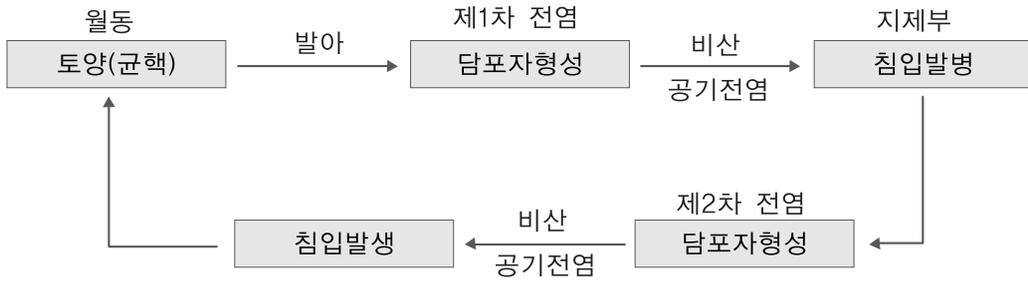
백년초에 발생한 흰비단병

- 병원균 (Corticium rolfsii Curzi)

곰팡이의 일종으로 담

포자와 균핵을 형성한다. 병원균의 생육적온은 32℃~33℃의 고온이고 약산성에서 발아율이 좋다. 균핵은 토양표면에서 2~5년간 생존한다.

- 전염경로 : 균사와 균핵의 형태로 토양에서 월동한 후 발아하여 생긴 담포자가 공중으로 비산하여 공기 전염한다.



○ 발병유인

- 온도가 30℃이상으로 고온일 때 많이 발생
- 배수가 나쁜 밭이나 배계심어 통풍이 불량할 때 발생이 많다.

○ 방제법

- 상습발생기는 화분과 작물로 3~4년간 돌려짓기한다.
- 석회를 300평당 150~200kg 사용하여 토양을 개량한다.

(2) 명주달팽이

○ 학명 : *Acusta despecta* Grey

○ 일명 : 우스카와마이마이

○ 형태

- 성장한 달팽이 크기는 약 2cm로 오른쪽으로 5단 감아져 있으며 높이는 약 2cm 정도이다.
- 껍질은 담황 내지 자갈색이며 얇고 부서지기 쉽다.
- 봄부터 발육한 달팽이는 가을에 크기가 10mm 이상된다.

○ 생활사 및 가해상태

- 봄철 따뜻해지면서 활동이 활발해지며 발육하여 교미와 산란을 한다.
- 산란은 3~5월경에 많고 알은 2mm 정도의 구형으로 토양중 1~3cm 깊이에 난괴를 형성한다.

- 산란횟수는 3~4회, 1난괴의 평균 알수는 40~50개이다.
- 알 기간은 산란장소 토양조건과 기온에 따라서 차이가 있으나 대개는 20일 전후이다.
- 부드러운 줄기 표면을 식해에 의한 1~6mm의 크고 작은 부정형의 백반이 생긴다.

○ 방제법

- 잡아 죽인다.
- 방제약제로는 기피제 및 유인제 사용가능

(3) 가루깍지벌레

○ 학명 : *Planococcus citri* (Risso)

○ 영명 : Citrus mealybug

○ 일명 : ミカンコナカイガラムシ

○ 형태

- 암컷은 길이 1~1.2mm 장타원형으로 흰솜같은 알주머니를 만든다.
- 수컷은 타원형으로 길이 3.5~4mm이며 배면은 흰가루로 덮여있고 몸의 가장자리에는 하얀 납질의 돌기가 있어서 얼핏 보기에는 쥐며느리와 같은 모양이다. 유충도 모양은 같으나 황갈색 흰가루 적다.

○ 생활사 및 가해상태

- 암컷은 백색의 납질물 안에 산란하며 대개 6월 중순, 8월 중순, 10월 상순경에 산란한다.
- 줄기표면에 기생하여 즙액을 흡수하기 때문에 수세가 약해질 수 있다.
- 발생은 1년에 3세대, 유충으로 월동하며 6월 하순~7월 상순, 8월 하순~9월 상순 10월 하순에 유충이 부화한다.
- 습지에서는 지하 3~5cm의 세근에 많이 기생하고 있으나 건조한 곳에서는 10여cm 되는 깊은 뿌리에 기생한다.

○ 방제법

- 주변의 잡초를 제거한다.
- 감귤에 발생하는 깍지벌레류에 고시된 메머드, 모스피란, 로고, 스프라사이드, 온누리, 히어로 등을 살포한다.

2. 손바닥선인장박(粕) 이용 돼지사료 개발

가. 연구개발의 필요성

제주도에서 손바닥선인장(백년초)이 많이 생산되고 있으며 손바닥선인장은 변비, 이뇨 및 장운동에 효과가 있다고 알려져 있으며 제품개발 등의 많은 연구가 이루어져 백년초 분말, 비누, 백년초 국수 등 그 제품의 종류가 다양하다.

손바닥선인장 소비는 생과로 출하하거나 엑기스와 같은 단순 가공을 통해서 판매가 되고 있으며 가공시 발생하는 부산물에 대한 소비방안 연구가 활발하지 않은 실정이다. 따라서 제주도에서 생산되는 손바닥선인장의 이용가능성 확대를 위한 사업의 일환으로 제주도 돼지 사육농가에서 이용할 수 있도록 하기 위하여 사료화 하고 이를 급여한 돼지를 백년초 돼지고기라는 브랜드화를 하고자 하여 손바닥선인장 박(粕)을 이용한 사료 개발이 필요 하였다. 개발된 사료를 돼지 사육농가에 공급하여 시범사육을 실시하고 손바닥선인장 사료를 급여한 돈육의 우수성 확보를 위하여 비교 검토가 필요하였다. 돈육의 브랜드화를 위해서는 생산농가는 생산비 절감, 품질향상과 제품의 규격화를 통한 축산물 브랜드화를 지향해 나가야 할 것이다. 일반적으로 고급육은 연도, 색, 풍미 등이 우수하며 근내지방도, 조직감, 성숙도 등이 우수한 육을 말한다. 국내 축산물 브랜드의 개념을 보면 “품질 및 위생을 강조하면서 사업주체가 명확하며, 상표등록이 되어 있는 축산물로서 경쟁자로부터 차별화하기 위하여 명칭, 지역을 이용한 차별화된 축산물”을 많이 이용한다. 우육의 경우 브랜드화된 명칭은 매우 많지만 돈육의 경우 국내 브

랜드화 되어 있는 것을 보면 국내의 한방포크, 설악 청정포크, 청정흑 포크, 죽초액 포크, 보성녹돈 등이 대표적이라 할 수 있다. 그 외에는 지역 이름 이용 및 이미지를 심어주기 위한 제품들이라 할 수 있다.

손바닥선인장 박(粕) 건조품을 사료에 혼합하여 투여할 경우 소화기계통 및 호흡기질환 치료에 사용되는 항생제 과도한 사용을 막을 수 있으며, 출하일령 단축 및 육질향상에 기여하게 된다면 축산농가 및 선인장재배 농가에 큰 도움이 될 것으로 사료되어 손바닥선인장박(粕)을 이용한 돼지사료를 개발하게 되었다.

나. 연구개발의 목표 및 범위

북제주군 지역에서 생산된 손바닥선인장 가공 부산물인 박(粕)을 사료화 하는 방안과 이를 돼지에 급여 시 육질에 미치는 영향을 평가하는 것을 그 목적 및 범위로 한정하였다.

- 선인장박을 이용한 양돈의 기능성사료 제조기술개발
- 선인장박의 사료 첨가량 구명
- 선인장박 사료가 육질 및 체중변화에 미치는 영향

다. 기술개발 수행내용

(1) 재료 및 방법

(가) 손바닥선인장박(粕) 사료 개발

손바닥선인장을 가공하는 과정에서 발생하는 부산물 즉 손바닥선인장 박(粕)을 건조 분쇄하여 사료에 첨가하는 방법을 택하였다.

손바닥선인장 열매를 열수 추출할 경우 남는 박(粕)은 용도가 없어 폐기 시 환경오염원이 될 수 있어 이를 활용하고자 하였다.

손바닥선인장 박(粕)은 열수 추출 후 남는 고형물로 종자와 과피가 주이며 사료

로서의 가치를 확인하기 위하여 건조, 분쇄, 사료성분분석을 실시하였다.

손바닥선인장 박(粕)사료 급여 돼지 품종은 랜드레이스 모돈에 요크셔를 수정하여 생산한 잡종이며 시험축 선발은 2003년 1월 1일을 전후하여 10두의 모돈이 분만한 105두의 자돈 중 젓떼기 할 때 60두를 선발하여 3개시험구로 분리 수용하였다.

손바닥선인장박(粕) 사료화를 위한 건조는 마이크로파 건조기 이용 62℃에서 24시간 건조 시켜서 사용하였다.

(나) 돼지고기 육질분석

1) 시료 확보 및 처리

손바닥선인장 사료를 급여한 돈육의 확보는 제주도내 시범농가에서 손바닥선인장사료를 처리구별(대조구, 3% 급여구 및 5% 급여구)로 구분하여 6개월 정도 사육된 돼지를 도축 및 가공작업을 한 후 부위별(등심 및 삼겹살)로 진공 포장한 상태로 운송되었다. 운송된 당일 분석을 위하여 포장을 해체하였으며 분석시료는 냉장과 냉동 시료를 구분하여 보관하면서 분석을 하였다.

2) 분석항목 및 방법

돈육의 육질평가를 위한 분석항목으로는 도체성적, 일반성분(수분, 단백질, 지방 및 회분), 특수성분(지방산, 무기질 및 콜레스테롤), 돈육의 물리적 특성(가열감량, 육색 및 지방색, 조직감), 관능적 특징(영상분석 및 관능검사)을 실시하였다.

가) 샘플 처리

원료돈육의 영상촬영을 위하여 디지털카메라(Power Shot Pro90IS, Canon, Japan)를 사용하여 부위별로 시료 처리전에 촬영을 하였다.

나) 육색

시료의 표면 색깔 측정을 하였고 (Colors difference meter)돈육은 절단이후 15분간 실온에서 발색시킨 후 색차계(Minolta chromameter 200 Minolta,

Model CR-200, Ramsey, NJ)를 사용하여 부위를 달리하여 6회를 측정하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 나타내었다. 이때 값이 $L^*=96.71$, $a^*=0.23$ 그리고 $b^*=2.76$ 이었다.

다) 등지방 두께

등지방두께는 포장을 개봉한 후 시료 처리 전 등심부위에서 3곳을 지정하여 3 반복하여 측정하였다.

라) 일반성분

수분함량은 동결건조법을 이용하였으며, 조단백질 함량, 조지방함량, 조회분 함량을 과학적으로 구명된 방법으로 측정하였다.

마) 무기질 함량 측정

무기질 함량은 ICP법(Inductively Coupled Plasma)을 이용해서 분석하였다. 이때 분석한 무기질 종류로는 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 칼리(K), 인(P), 칼슘(Ca), 철(Fe)를 측정하였다.

바) 지방산 분석

지방산 분석을 위하여 등심 및 삼겹살로부터 지방을 추출하여 과학적으로 구명된 방법으로 분석하였다.

사) 콜레스테롤 분석

콜레스테롤 측정하기 위해 시료의 지방을 1g 정도를 취하여 과학적으로 구명된 방법으로 분석하였다.

아) 가열감량

돈육을 가열 시 가열감량(cooking loss) 측정을 위하여 시료를 5cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 지퍼백에 담아 90℃항온수조에서 1시간동안 가열한 다음 방냉하여 가열 시 빠진 수분을 제거하여 시료의 무게를 측정(B)한 후 아래의 공식으로 계산하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

자) 조직감 측정

돈육의 조직감 측정은 시료를 5cm 두께로 일정하게 절단하여 가열하여 익힌 다음 4℃ 냉장고에 12시간 보관한 후 조직감 측정 직전에 근조직을 따라 시료의 두께를 3cm로 잘랐으며, 조직감 측정도구를 사용하여 측정하였다.

차) 관능검사

관능검사는 신선육과 조리육으로 구분하여 등심과 삼겹살을 대상으로 실시하였다. 관능검사는 7점 평가법을 사용하였으며 신선육의 경우 샘플크기를 5cm×5cm×2cm 크기로 자른 후 관능요원에게 유리관속에 넣어 제시하였다. 또한 조리육은 샘플의 크기를 5cm×5cm×0.2cm로 자른 후 가열하였으며, 조리된 육은 모두 2cm×1cm×0.2cm로 절단하고 관능요원에게 따뜻한 상태로 공급되었다. 조사항목으로는 신선육의 경우 육색의 강도, 육색의 기호성, 냄새의 강도, 냄새의 기호성, 종합적 기호도를 조사하였다. 조리육은 육색, 이취, 다즙성, 연도, 풍미, 종합적 기호도를 조사하였다.

라. 기술개발 결과

(1) 손바닥선인장 사료 개발

○ 손바닥선인장 박(粕) 사료 개발

손바닥선인장 박(粕) 사료 개발은 가공부산물 즉 열수추출(엑기스)가공과정에서 발생하는 찌꺼기(粕)는 대략 원료의 91%정도인데 이를 건조 분쇄하여 사용하였다.

손바닥선인장 박(粕) 건조는 마이크로파 건조기 이용 62℃에서 24시간 건조하였고 분쇄기를 이용할 경우 분쇄망의 구멍직경이 제일 큰 것이 2mm이기 때문에 분쇄물의 입자가 분쇄망 크기 이하로 분쇄되어 다량 배합시 균일하게 배합되지

않았다. 이를 개선하기 위하여 로울리밀로 눌러주어 종피가 파괴 되는데 이렇게 하면 전체적인 입자의 크기가 기존의 배합사료와 큰 차이가 나지 않아 배합시 균일하게 섞이게 되었다.

손바닥선인장 박(粕)사료 배합은 소형 사료배합기를 이용하였고 사료 100kg에 선인장박 사료 3~5%를 첨가하여 배합하였다.

손바닥선인장 박(粕) 사료 급여는 급여량은 제한하지 않았으며 1일 1회 돈방당 2개의 사료통에 먹다가 남기지 않을 만큼씩 주었다. 이는 자동 급이기를 이용하는 경우 보다 사료의 허실이 훨씬 적었다.

손바닥선인장 박(粕)의 사료화를 위해 성분을 분석하여 옥수수와 비교한 결과 조단백질은 옥수수가 7.1%인데 비해 손바닥선인장 박(粕) 사료는 6.4%로 조금 낮았고 그 외 조지방, 조섬유, 조회분, 칼슘은 손바닥선인장 박(粕)사료가 월등히 우수한 것으로 분석되어 사료 가치가 충분하다고 판단되었다.

〈표 108〉 손바닥선인장 박(粕) 사료 성분

구 분	조단백질	조지방	조섬유	조회분	칼슘
선인장박	6.4%	4.4	29.1	5.8	1.57
옥수수	7.1%	3.9	1.3	1.3	0.02

* 축산기술연구소에 의뢰 분석

○ 시험축의 선발

시험축으로 사용한 돼지는 랜드레이스 모돈에 요크셔를 수정하여 생산한 잡종으로 2003년 1월 1일을 전후하여 10두의 모돈이 분만한 105두의 자돈 중 젓떼기 할 때 60두를 선발하여 3개시험구로 분리 수용하였다.

사양조건은 자돈(20두/4.5평), 육성 및 비육돈(20두/10평)별 돈방의 크기가 다르게 하였다.

○ 배합사료에 손바닥선인장 박(粕) 분말의 첨가량 결정

배합사료에 첨가비율 결정을 위한 예비 시험을 '02. 11. 25.부터 12. 27일까지 비육돈 14두를 대상으로 실시한 결과 손바닥선인장 박(粕)사료를 3, 6, 9%로 하여 먹여본 결과 6~9% 첨가 시 사료 섭취량이 줄어들어 체중감소가 예상되었다.

* 예비시험 결과

- 시험두수 : 비육돈 14

- 시험기간 : 2002. 11. 25.~2. 27.

- 결 과 : 건강하며 체중이 12% 증가됨

(손바닥선인장 박(粕)사료 급여돼지 도체중 86.4kg 배합사료 급여돼지 77.2kg)

○ 손바닥선인장 박(粕) 사료 급여 시험 시 첨가량은 3%, 5%, 대조구로 하여 이유 후부터 다음 사양력에 준하여 출하 시까지 급여 하였고 출하 시 체위 측정 결과 조금 차이가 있었다.

〈표 109〉 돼지 체위측정 결과

구 분	3% 첨가구	5%첨가구	대조구
체고	73cm	75	72
체장	107	110	107
흉폭	35	35	32
흉위	134	135	122
체중	105kg	117	95
체중대비	110%	123	100

○ 일반적인 사양관리

사료첨가제를 첨가하였고 영양제(뼈콤씨, Vitamin-C, 포도당, 전해질)를 투

여 하였으며 항생제(호흡기질병 예방-트리목신)를 정기적으로 투여 하였고 백신 접종(분만 1주전 엠팩-모돈에 주사, 자돈 비강접종 : ART)프로그램대로 수행하였다.

○ 성장 및 행동관찰결과 질병발생을 중점관찰 하였으나 특히 호흡기 질병은 시험구에서 전혀 관찰이 안 되었고 대비구에서 경미한 발생이 있었다.

손바닥선인장 박(粕) 첨가 사료는 잘 먹었고, 활동적이었으며, 성장 및 비육속도가 빠르다고 느꼈다.

(2) 돼지고기 육질분석

(가) 선인장사료 급여한 돈육의 색깔

1) 사진에 의한 결과

사진에 의한 선인장 사료 급여한 돈육의 형태 및 색깔의 차이를 나타내었다. 등심부위에서는 등심의 크기에서도 3% 급여구가 작게 보이는 경향이 있다. 이는 사육 시 차이가 있었던 것으로 사료된다. 사진 상 형태 및 색깔의 차이는 볼 수 없었다. 5% 급여구에서는 등지방의 두께가 두꺼워졌음을 알 수 있었다.

삼겹살의 비교에서는 대조구보다 5% 급여구의 색깔에서 더 적색을 띄고 있었다. 이는 소비자들의 기호성을 높일 수 있을 것이라고 사료된다. 각 처리구 모두 삼겹 내지 오겹 형성이 확실하게 되고 있었다. 3% 급여구는 상대적으로 삼겹살에서 지방층 형성이 빈약하게 보이기도 하였다.

2) 선인장 사료 급여한 돈육의 해체 결과

선인장 사료를 급여하여 사육된 돼지를 도축장에서 도축 후 해체한 결과를 <표 110> 및 <표 111>에 나타내었다. 대조구 암컷의 평균 생체중량은 91.2kg이었으며 3% 급여구의 생체중량은 98.8kg 5% 급여구의 생체중량은 96.6kg으로 대조구보다 높은 경향을 보였다. 수컷의 경우도 암컷의 경우와 같이 대조구의 평균체

중이 95kg으로 가장 낮았으며 5% 급여구가 108.8kg으로 가장 높게 나타났다. 전체 평균 생체 중량에서도 이와 같은 경향으로 대조구가 92.7kg, 3% 급여구가 101.4kg 및 5% 급여구가 102.7kg으로 선인장 사료를 급여하면 성장을 촉진할 수 있는 가능성이 있어 사료의 소비량 및 사육기간을 단축할 수 있을 것으로 사료된다. 이런 경향은 지육중량에 있어서도 같은 경향을 보였다. 일반적으로 지육중량은 생체중량의 75% 정도를 차지한다. 따라서 전체에서 지육중량은 5% 처리구가 가장 높았지만 통계적인 유의차는 나타나지 않았다.

〈표 110〉 선인장 사료 급여한 돼지의 해체성적

(단위 : kg)

구분	생체중량			지육중량		
	대조구	3%급여구	5%급여구	대조구	3%급여구	5%급여구
암	91.2	98.8	96.6	67.3	73.0	71.4
수	95.0	104.0	108.8	70.25	77.0	80.4
전체	92.7	101.4	102.7	68.5	75.0	75.9

도축된 도체의 등급 판정된 결과를 살펴보면 대조구는 A등급 출현율이 20%였으며 D등급 출현율은 10%였다. 3% 급여구는 A등급 출현율이 30%로 가장 높았으며 D등급 출현율도 30%였다. 또한 5% 급여구는 A등급 출현율이 20%로 대조구와 같았으며 D등급 출현율도 20%였다. 이런 결과는 A 및 B등급 출현율과 C 및 D등급 출현율을 보면 각 처리구 모두 50%를 보여 등급에 있어서는 처리구 간 차이를 볼 수가 없었다.

〈표 111〉 선인장 사료 급여한 돼지의 등급

(단위 : %)

등급	대조구	3%급여구	5%급여구
A	20	30	20
B	30	20	30
C	40	20	30
D	10	30	20
계	100	100	100

3) 육 색

선인장 사료 급여한 돈육의 색깔은 표준색판을 기준으로 백색도(L*), 적색도(a*) 및 황색도(b*)를 측정하였다. 등심부위 살코기의 육색은 백색도에서 선인장 사료 급여구가 50.07(3%급여구)~50.18(5%급여구)로 대조구인 52.86보다 낮은 경향을 보였다. 적색도는 처리구가 5.71~5.33으로 대조구의 5.11보다 높아 다소 붉은 경향은 보였으나 통계적인 차이는 없었다. 등심부위 지방의 백색도는 대조구가 76.32로 74.89~74.08인 처리구보다 높은 결과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 적색도에서는 5%급여구가 가장 낮은 2.31이었으며, 대조구 및 3%급여구가 3.57로 5%급여구보다 다소 낮게 나타났. 황색도의 경우 대조구와 3% 처리구가 3.87~4.14로 5%처리구 2.63보다 높게 나타났다.

삼겹부위 살코기의 육색은 대조구가 49.08로 47.71~46.73인 처리구(3% 및 5%급여구)보다 높은 백색도를 보였다. 적색도는 대조구가 9.40, 3% 급여구가 11.75, 그리고 5% 급여구가 10.25로 3% 급여구 높게 나타났다. 삼겹부위 지방의 백색도는 대조구가 76.22로 74.76~74.36인 처리구보다 높은 백색도를 나타내었다. 적색도는 3% 처리구가 가장 높은 3.40이었으며, 다음으로 5%처리구가 2.06이었고 대조구가 1.37순으로 나타났다. 황색도의 경우에는 5% 처리구가가

가장 낮은 3.21이었으며 3% 처리구가 3.21이었으며 대조구가 가장 높은 4.66값을 나타내었다.

〈표 112〉 선인장 사료 급여한 등심의 육색 및 지방색

구분	육색			지방색		
	대조구	3%급여구	5%급여구	대조구	3%급여구	5%급여구
L*	52.86	50.07	50.18	76.32	74.89	74.08
a*	5.11	5.71	5.33	3.57	3.57	2.31
b*	-0.41	-0.08	-0.06	3.87	4.14	2.63

* 백색도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)

〈표 113〉 선인장 사료 급여한 삼겹살의 육색 및 지방색

구분	육색			지방색		
	대조구	3%급여구	5%급여구	대조구	3%급여구	5%급여구
L*	49.08	47.71	46.73	76.22	74.76	74.36
a*	9.40	11.75	10.25	1.37	3.40	2.06
b*	-2.80	-3.09	-2.97	4.66	4.21	3.21

* 백색도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)

따라서 선인장 사료 급여 시 육색은 삼겹살 부위에서 대조구 보다 적색이 붉어지는 경향을 보여 소비자들이 좋아할 수 있을 것으로 사료된다. 지방색에서는 선인장 사료를 급여할수록 백색 및 적색이 감소하는 경향을 보여 대조구와 차이를 보이고 있다.

4) 등지방 두께

선인장 사료를 급여한 돼지를 해체한 후 측정된 등지방 두께는 대조구가 가장 낮은 24.7mm를 나타냈으며 선인장 사료를 급여한 3% 급여구 및 5% 급여구가 각각 25.5mm 및 31.3mm로 나타났다. 따라서 선인장 사료 급여 시 등 지방은 두꺼워지지만 처리구간의 통계적 유의차는 없었다. 이는 돼지의 성장과 함께 검토해 보면 5% 급여구의 생체중 및 지육체중에서 가장 높은 경향을 보여 등 지방은 두껍게 차지하고 있지만 성장을 촉진하는 것으로 사료되었다. 껍질두께의 경우도 5% 처리구가 4.0mm으로 가장 높았고 대조구 및 3% 처리구가 각각 3.0mm으로 낮게 나타났다.

〈표 114〉 돈육의 등지방 및 껍질의 두께

(단위 : mm)

구분	대조구	3% 급여구	5% 급여구
등지방	24.7	25.5	31.3
껍질	3.0	3.0	4.0

(나) 선인장사료 급여한 돈육의 일반성분

선인장 사료를 급여하여 사육된 돼지를 도축 후 부위별 일반성분을 분석한 결과 〈표 115〉과 같다. 등심부위육의 수분함량은 73.52~75.19%의 범위를 보였으며 3% 급여구가 가장 높은 75.19%였다. 조지방 함량은 1.54~1.69%의 범위를 나타냈지만 처리구간 유의차는 나타나지 않았다. 조단백질 함량은 20.88~21.60%의 범위를 보이고 있으며 선인장사료를 급여한 처리구에서 단백질 함량은 높은 경향을 보였다. 조회분 함량은 처리구간 차이가 없었다. 따라서 등심부위의 일반성분을 보면 선인장 사료를 급여 시 수분함량 및 지방함량은 낮아지며 단백질 함량이 높아지는 경향을 보이고 있다.

삼겹살 부위의 수분함량은 대조구가 61.36%로 가장 높게 나타났으며 다음으

로 3%급여구가 53.6%, 5%급여구가 44.59% 순으로 나타났다. 지방 함량은 대조구 및 3%와 5%급여구가 각각 22.98%, 30.62%, 41.89%로 나타나 급여농도가 높아질수록 지방함량이 높게 나타났다. 단백질 함량은 3%급여구가 18.14%로 가장 높게 나타났으며 5%급여구와 대조구는 14.58%, 14.73%로 낮게 나타났으나 처리구간 통계적인 차이는 없었다. 회분의 경우 모든 시험구가 0.78~0.84% 수준으로 나타났다. 이런 결과는 등심부위와 삼겹살 부위에서 다른 양상의 결과를 보여 추가적인 연구의 필요성이 있다고 할 수 있겠다.

〈표 115〉 돈육 등심부위의 일반성분 함량

(단위 : %)

구 분	등심			삼겹살		
	대조구	3%급여구	5%급여구	대조구	3%급여구	5%급여구
수분	74.52	75.19	73.52	61.36	53.60	44.59
조지방	1.69	1.67	1.54	22.98	30.62	41.89
조단백질	20.88	21.30	21.60	14.73	18.14	14.58
조회분	1.24	1.20	0.75	0.80	0.84	0.78

(다) 선인장사료 급여한 돈육의 특수성분

1) 무기질 함량

선인장 사료를 급여하여 사육된 돈육의 무기질 함량을 보면 〈표 116〉에서와 같다. 마그네슘(Mg)의 함량은 대조구가 25.1mg 정도로 처리구가 25.3~25.9mg 보다 낮게 나타났다. 나트륨(Na)의 경우 대조구가 가장 높은 92.6mg였으며, 처리구가 64.9~71.4mg로 나타났다. 철(Fe)은 대조구가 가장 높은 0.8mg였으며, 처리구가 0.6~0.7mg였다. 칼슘(Ca)은 대조구가 가장 높았으며, 3% 및 5% 처리구가 각각 5.0mg 및 5.3mg로 대조구보다 낮게 나타났다. 칼리(K)의 경우 5%

처리구가 504mg로 가장 높게 나타났고, 3% 처리구가 다음으로 446.2mg였으며, 대조구가 338.0mg로 가장 낮게 나타났다. 인(P)의 경우 대조구가 가장 높은 243.3mg였으며, 처리구(3% 및 5%)가 236.6~236.6mg로 낮게 나타났다. 따라서 선인장 사료를 급여 시 돈육에서 나트륨(Na)함량은 감소하는 반면 칼리(K) 함량은 증가하는 경향을 보이고 있다.

〈표 116〉 돈육의 무기질 함량

(mg/100g)

구 분	대조구	3% 급여구	5% 급여구
마그네슘	25.1	25.9	25.3
나트륨	92.6	71.4	64.9
철	0.8	0.6	0.7
칼슘	5.7	5.0	5.3
칼리	338.0	446.2	504.4
인	243.3	236.6	237.4

2) 콜레스테롤

손바닥선인장 급여 돈육의 부위별 콜레스테롤 함량을 분석한 결과 〈표 117〉과 같다. 등심육의 경우 대조구가 44.11mg/100g으로 가장 높게 나타났으며 3% 처리구가 32.75mg/100g 및 5% 급여구가 가장 낮은 23.73mg/100g의 순이었으며 급여구간 유의차가 있었다. 삼겹살의 경우 등심육의 경우와 달리 처리구간 유의차가 없었다, 그 함량에서는 66.72~76.50mg/100g의 범위를 보였다. 식품성분표(1991)의 돼지등심에서는 콜레스테롤 함량이 55mg/100g 보다 각 처리구 모두 낮은 경향을 보였다. 이런 결과는 시료의 처리 조건에 따라 달라질 수도 있을 것이다. 반면 삼겹살은 식품성분표상 60mg/100g로 본 연구의 결과가 높은 경향을 나타내었다.

〈표 117〉 돈육의 부위별 콜레스테롤 함량

(단위 : mg/100g)

구분	대조구	3% 급여구	5% 급여구
등심	44.11	32.75	23.73
삼겹살	66.72	68.75	76.50

(라) 선인장사료 급여한 돈육의 물리적 특성

1) 가열감량

손바닥선인장을 사료로 만들어 돼지에 급여한 후 돈육의 가열감량을 측정된 결과 〈표 118〉과 같다. 등심육의 경우 3% 급여구가 가장 낮은 32.51%였으며, 대조구가 34.25%, 5% 급여구가 36.67%로 3%급여구보다 높게 나타났다. 그러나 대조구와 5% 처리구간의 통계학적 차이는 없었다. 삼겹살의 경우 대조구가 가장 높은 24.43%였으며 3%가 18.08%였으며, 5% 처리구가 16.81%로 가장 낮게 나타났다.

〈표 118〉 손바닥선인장 급여 돈육의 부위별 가열감량

(%)

구분	대조구	3% 급여구	5% 급여구
등심	34.25	32.51	36.67
삼겹	24.43	18.08	16.81

2) 기계적 조직감

손바닥선인장을 사료로 만들어 돼지에 급여한 후 돈육의 등심부위를 기계적으로 조직감을 측정된 결과 〈표 119〉와 같다. 삼겹살의 경우 부위별로 지방의 분포가 많은 차이를 나타내어 조직감 측정의 시료로 사용하지 않았다. 탄력성

(Springiness)은 대조구가 1.07였고 3% 및 5%급여구가 0.91, 0.87로 대조구보다 낮은 경향을 보였다. 껌 성(Gummines)정도는 대조구가 188.7, 3% 급여구가 260.5 및 5% 급여구가 235.0로 처리구간 차이가 있었다. 굳은 정도인 경도(hardness)는 대조구가 462.5 3% 급여구가 593.8g으로 가장 높았으며 5% 급여구가 526.7g으로 처리구간 유의차를 나타내었다. 이 결과는 대조구 보다 처리구들이 육의 탄력이 떨어져 단단한 결과를 나타내었다고 볼 수 있겠다.

〈표 119〉 손바닥선인장 급여한 등심부위의 조직감

구 분	대조구	3% 급여구	5% 급여구
탄력성	1.07	0.91	0.87
껌 성	188.7	260.5	235.0
응집력	0.42	0.43	0.45
부착력	-152.6	-111.2	-272.9
경도(g)	462.5	593.8	526.7
씹히는정도	217.0	256.3	204.1

(마) 선인장사료 급여한 돈육의 관능검사

1) 신선육 관능검사

등심육의 신선육 관능검사의 결과는 〈표 120〉에 나타낸 것과 같이 육색의 강도는 4.2~4.4점으로 처리구간 차이가 없었다. 또한 육색의 기호도도 처리구간 차이가 없었다. 냄새의 강도는 대조구가 4.7, 3%급여구가 4.2였으며, 5% 급여구가 4.1의 순이었지만 처리구간 유의적 차이는 없었다. 냄새의 기호도는 각 처리구간 3.5점으로 차이가 없었다. 종합적기호도 면에서는 대조구가 가장 높은 4.4점이었으며, 다음으로 5%급여구가 4.1, 3% 급여구가 3.4로 가장 낮은 기호를 나타내

었다. 그러나 등심부위 신선육의 관능검사 결과 통계적 차이는 처리구간에서 나타나지 않았다.

삼겹살의 신선육 관능검사의 결과는 <표 120>에서와 같이 육색의 강도는 대조구가 5.1, 3% 급여구가 4.7 및 5% 급대조구가 가장 높게 나타났으며 5% 급여구가 가장 낮게 나타나 유의적인 차이를 보였다. 육색의 기호도는 대조구가 4.5점이었으며, 3% 급여구(5.2점), 5% 급여구(3.4점)으로 처리구간 유의차는 있었지만 경향을 나타내지는 않았다. 냄새의 강도는 대조구가 5.5로 가장 높았으며 3% 및 5% 급여구가 각각 4.1 및 4.5로 처리구가 낮은 경향을 보였다. 냄새의 기호도의 경우 대조구가 가장 낮은 기호도를 나타내었으며(2.7점), 3% 급여구가 4.2로 가장 높게 나타났다. 처리구간의 통계학적 차이는 나타나지 않았다. 종합적 기호도 면에서는 3% 급여구가 4.5점으로 가장 높은 기호도를 나타내었으나 처리구간 차이를 보이지 않았다.

<표 120> 손바닥선인장 급여 신선 돈육의 관능검사

구 분		육 색		냄새		종합적 기호도
		강도	기호도	강도	기호도	
등심	대조구	4.4	4.3	4.7	3.5	4.4
	3% 급여구	4.2	4.1	4.2	3.5	3.4
	5% 급여구	4.3	4.3	4.1	3.5	4.1
삼겹살	대조구	5.1	4.5	5.5	2.7	3.6
	3% 급여구	4.7	5.2	4.1	4.2	4.5
	5% 급여구	3.3	3.4	4.5	3.2	3.6

2) 조리육 관능검사

조리육의 관능검사<표 121>의 경우 등심부위의 육색은 3% 급여구가 4.9(좋다)로 가장 높고 대조구 및 5% 급여구가 각각 4.6 및 4.5로 대부분이 좋다고 하였다. 이취는 모든 처리구에서 2.0~2.5를 나타냈으며 시험구간의 유의적인 차이는 없었다. 다즙성은 대조구가 3.1(나쁘다)로 나타났으며 급여구의 경우 2.6~2.7로 대조구보다 다즙성은 낮았으나 유의적인 차이는 없었다. 연도는 대조구가 4.0(보통)로 처리구가(3.9) 보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 풍미에서는 대조구가 4.0으로 가장 높게 나타났으며 처리구가 3.9로 다소 낮게 나타났으나 모든 처리구가 보통의 수준이었다.

<표 121> 손바닥선인장 급여 조리육의 관능검사

구 분		육색	이취	다즙성	연도	풍미	종합적 기호도
등심	대조구	4.6	2.0	3.1	3.9	4.0	4.2
	3% 급여구	4.9	2.5	2.7	3.7	3.9	4.0
	5% 급여구	4.5	2.0	2.6	3.4	3.9	3.7
삼겹살	대조구	5.4	2.4	4.5	5.0	4.7	4.9
	3% 급여구	5.0	2.7	4.8	5.0	5.0	5.0
	5% 급여구	5.5	2.6	4.4	4.6	4.9	5.1

종합적인 기호도 에서는 대조구가 4.2로 가장 높게 나타났으며 그 다음이 3% 급여구(4.0) 및 5% 급여구(3.7)의 순이었다. 삼겹살을 조리를 한 후 관능검사 결과에서는 육색은 5% 급여구가 5.59(아주 좋다)였으며 대조구가 5.4 및 3%급여구가 5.0의 순이었으나 유의적인 차이는 없었다. 이취는 모든 처리구 에서

2.4~2.7의 정도였으며 시험구간의 유의적인 차이는 없었다. 다즙성은 3% 급여구가 4.8로 가장 높게 나타났으며 대조구 및 5% 급여구가 4.4~4.5의 정도를 나타내었다. 연도는 5%의 급여구가 대조구 및 3% 급여구 보다 낮은 결과를 나타내었다. 종합적인 기호도에서는 5% 처리구가 5.1로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 3% 급여구 5.0 및 대조구가 4.9로 가장 낮게 나타났다.

마. 결론

제주도에서 생산되는 손바닥선인장의 이용가능성 확대를 위하여 사료를 개발하였다. 개발된 사료를 급여한 돼지에서 생산된 돈육의 육색, 등지방 두께, 일반 성분, 특수성분, 물리적 특성 및 관능검사를 실시하였다. 그 결과 사진 상 형태 및 색깔의 처리구간 차이는 볼 수 없었으며 평균 생체 중량에서는 대조구가 92.7kg, 3% 급여구가 101.4kg 및 5% 급여구가 102.7kg 으로 처리구의 성장속도는 빠르게 나타났다. 육색에서 대조구 보다 적색이 붉어지는 경향을 보였다. 무기질함량은 선인장 사료 급여시 돈육에서 Na함량은 감소하는 반면 K함량은 증가하는 경향을 보였다. 콜레스테롤 함량은 대조구 보다 처리구가 낮아지는 경향을 보였다. 관능검사에서는 처리구간 차이를 보이지 않았다.

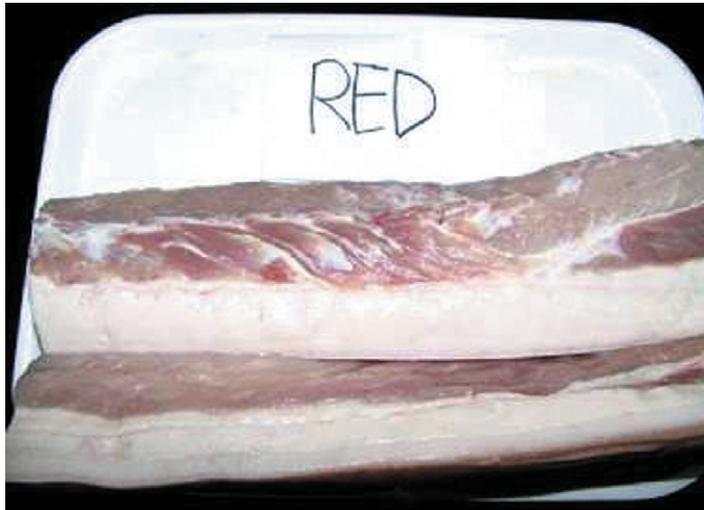
따라서 선인장 사료를 돼지에 급여시 성장속도가 빠르며 관능적인 면에서 차이가 없었지만 콜레스테롤 함량이 감소하는 경향을 보여 제주의 브랜드 돈육으로의 개발 가능성을 볼 수 있지만 도내에서 추가적인 연구계획을 수립하여 개발을 해 보는 것이 바람직하며 필요할 것으로 사료된다.



선인장 사료 급여한 돈육 등심의 형태 및 색깔(대조구)



선인장사료 급여한 돈육 등심의 형태 및 색깔(3%급여구)



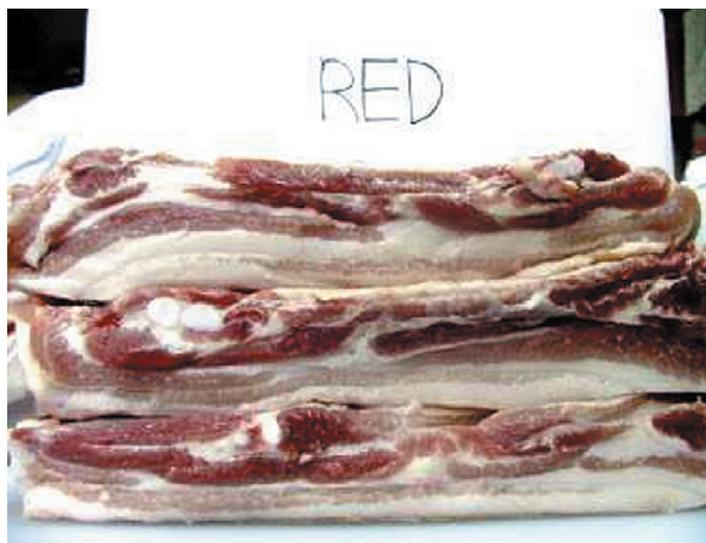
선인장 사료 급여한 돈육 등심의 형태 및 색깔(Red : 5% 급여구)



선인장사료 급여한 돈육 삼겹살의 형태 및 색깔(대조구)



선인장 사료 급여한 돈육 삼겹살의 형태 및 색깔(Blue : 3% 급여구)



선인장 사료 급여한 돈육 삼겹살의 형태 및 색깔(Red : 5% 급여구)

3. 손바닥선인장 가공부산물 퇴비화 기술개발

가. 목적

선인장 가공방법에는 여러 가지가 있으나 그 중에서 중탕가공의 경우 발생하는 부산물은 원료투입량의 91%수준이 박(粕)으로 배출되는데 이를 효과적으로 이용하기 위하여 퇴비화 기술 개발.

나. 사업개요

- 시험재료 : 발효효소(마이크로브, FM), 톱밥, 쌀겨, 선인장 박(粕)(수분함량 90%)
- 장소 : 서부종합시험포장내 선인장복합가공공장
- 시험내용
 - 선인장 박(粕)발효촉진제 처리 방법별 성분분석
 - 시험재료 배합별 성분분석

다. 추진상황

- 시험구 설치 : 2003. 2. 11.
- 시험구 처리 내용(처리별 재료 총량 : 100kg)
 - 1처리 : 선인장 박 30, 쌀겨 40, 톱밥 30, FM효소
 - 2처리 : 선인장 박 30, 쌀겨 40, 톱밥 30, 마이크로브효소
 - 3처리 : 선인장 박 50, 쌀겨 30, 톱밥 20, FM효소
 - 4처리 : 선인장 박 50, 쌀겨 50, FM효소
 - 5처리 : 선인장 박 50, 톱밥 50, 마이크로브효소

라. 추진결과

- 조사일 : 2003. 6. 25.
- 조사 분석 : 제주도 농업기술원

〈표 122〉 처리구별 조사결과

(%)

시료명	수분	유기물	C/N비	질소	인산	가리	칼슘
처리 1	66.42	31.29	46.09	0.68	0.96	0.49	0.04
처리 2	66.10	30.94	41.48	0.75	1.35	0.62	0.03
처리 3	71.21	26.53	50.75	0.52	0.57	0.54	0.19
처리 4	53.93	40.27	29.36	1.37	2.70	1.33	0.04
처리 5	73.41	25.97	227.93	0.11	0.04	0.14	0.17
부산물비료 공정규격	50이하	25이상	50이하				

(ppm)

시료명	마그네슘	염분	비소	크롬	카드뮴	구리	납
처리 1	0.90%	0.04%	0.00	0.00	0.00	2.87	0.37
처리 2	1.2	0.08	0.00	0.00	0.00	2.67	0.00
처리 3	0.92	0.05	0.00	0.00	0.00	1.67	0.33
처리 4	2.50	0.11	0.00	0.00	0.00	4.03	0.00
처리 5	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00
부산물비료 공정규격		1.0이하	50이하	5이하	5이하	300이하	150이하

시료명	수은	니켈	아연	망간	철
처리 1	0.00	45.03	19.60	75.21	43.70
처리 2	0.00	44.73	24.23	85.70	211.50
처리 3	0.00	44.95	7.57	81.53	44.77
처리 4	0.00	42.90	53.03	190.23	111.63
처리 5	0.00	49.20	2.63	26.88	49.70
부산물비료 공정규격	2이하	50이하	900이하	-	-

- 수분함량은 처리 4 < 2 < 1 < 3 < 5순으로 부산물 비료 공정규격(50이하)보다 전 처리 공히 높음
- 유기물 함량은 전 처리구 공히 부산물 공정규격(25이상)보다 높으며 처리 4가 40.27로 가장 높음
- C/N비는 기준치(50이하)보다 처리 5는 227.93으로 가장 높았고 그 다음으로 처리 3이 50.75로 높게 나타남
- 질소, 인산, 칼륨, 마그네슘 함량은 처리 4가 가장 높았으며 칼슘 함량은 처리 3이 가장 높게 나타남
- 염분 함량은 전 처리구 기준치(1.0이하)보다 낮았으며
- 비소, 크롬, 카드뮴, 구리, 납, 수은, 니켈, 아연함량은 기준치 보다 전 처리 공히 낮게 나타남
- 망간 함량은 처리 5 < 1 < 3 < 4 < 2순으로 높았으며, 철 함량은 처리 1 < 3 < 5 < 4 < 2순으로 높게 나타남

마. 결과요약

- 선인장 박 50+쌀겨50+FM효소구(처리 4)가 유기물, C/N비, 질소, 인산, 칼륨, 마그네슘함량이 양호하게 나타났으며 염분, 망간, 및 철 함량이 높게 나타남
- 선인장 박 50+톱밥 50+마이크로브 효소구(처리 5)가 유기물, 질소, 인산, 칼륨, 마그네슘함량이 가장 적었으며 C/N비가 가장 높게 나타남
- 이 시험결과 선인장과 쌀겨 5:5 비율로 혼합하여 FM효소를 첨가한(처리 4)경우가 가장 양호 하다고 사료됨.
- 수분함량이 부산물비료 공정규격 보다 높지만 자가 제조 및 이용에는 문제가 없을 것으로 보이며 가공 부산물인 선인장 박(粕)처리 방법으로 퇴비화가 적당할 것으로 사료됨

인 용 자 료

농림부. 1999. 손바닥선인장의 열매와 줄기를 이용한 기능성 식품개발 및 생리 활성물질 연구.

농촌진흥청. 2002. 손바닥선인장박을 이용한 돼지사료 개발.

한국식품연구원. 1995. 제주도 특산품화를 위한 선인장의 가공식품 개발.

한국식품연구원. 1997. 손바닥선인장 성분분석 및 가공식품 품질개선시험.

북제주군농업기술센터. 1996. 1998. 1999. 2001. 2003. 농촌지도사업보고서.

북제주군농업기술센터. 2000. 손바닥선인장 열매 및 줄기의 약리효능 시험연구.

백년초 이야기 I

인쇄일 | 2009년 12월

발행일 | 2009년 12월

편집인 | 농학박사 문영인

발행인 | 제주특별자치도농업기술원
서부농업기술센터 소장 양태준

T. 064-760-7942

<http://seobu.agri.jeju.kr>

인쇄처 | 대영인쇄사

T. 064-756-3313~5
