



구약감자의 특성과 구루코만난의 건강증진효과

Characteristics of Elephant Foot and Health
Promotion Effects of Glucomannan Fibre

李 聖 甲*
Rhee, Seong Kab

1. 서 론

구약감자(AMORPHOPHALUS KONJAK K.KOCH)는 호료작물에 속하는 토란과 (형태학적) 또는 천남생과 (생태학적) 식물인 KONJAK의 근경으로 주성분은 비소화성 다당류인 GLUCOMANNAN이며 영양적으로는 별의의가 없으나 저칼로리 식품으로 성인병원인인 비만을 예방해주는 기능특성 때문에 최근 자연건강식품으로 우리의 관심을 끌고있는 DIET FOODS로서 중요한 위치를 확보하고 있다.

우리 인간들은 태고적부터 생명유지를 위하여 자기주위에서 먹이를 확보하여 최대한 활용 연령 및 생활을 영위하는 방법을 배워 식습관을 고착시켜 비상시나 전시같은 식량의 공급이 불완전할 때에는 식량재료로 부적합한 구황식품 재료까지 활용하여 1,000여종 이상이 되나 평화시 식량의 안정공급을 할 수 있어 질 좋은 재료로만 400여종이 사용되고 있다.

구약감자도 구황식품의 일종으로 옛날부터 인도, 스리랑카 원산으로 중국·한국을 거쳐 일본에 1,400 여년전 전래되어 재배하여 왔고 현재의 구약감자 재배기술과 식용곤약 제조법에 관한 서적은 250년 전에 기술되어 전해지고 있다.

처음 일본에서 구황식량으로 생명유지할 목적으로 먹기 시작하여 많은 식용방법을 개량·개선하여 오늘날 운택한 식생활환경하에서는 현대인의 공동관심사인 비만예방이나 체형유지를 위한 저칼로리식으로 하나의 건강기호식품, DIET FOODS로 각광을 받아 종래의 판곤약은 오뎅이나 꼬치안주에 끼어먹는 형태에서 주식인 곤약쌀, 곤약국수가 개발되었고 곤약스프, 곤약소시지, 곤약제리, 곤약드링크, 곤약드롭프스, 곤약건강제품(토코페롤, 스쿠알렌, 징코사이드, 아리신, 비타민 A, B, C, EPA 등의 건강증진성분 첨가한 것) 등 다양하게 개발보급되어 곤약이용의 꽃을 피우게 되었다. 우리나라의 곤약이용은 별로 없었으며 단지 일본식당에서 오뎅에 일부 사용하였으나 미미한 실정이었고 1960년대 수출입국의 정책에 편승 몇개 업체에서 일본수출을 위하여 수출용원자재로 중국·태국·인도네시아 등지에서 절간곤약이나 제분한 곤약정분을 수입하여 식용판곤약을 제조 수출한 것이 기업적 곤약 제조의 시작이 되었다.(부원식품) 그 후 수출을 계속하여 명맥을 유지해와 수출과 일부의 내수품으로 충당시켜 국내수요를 확대해 왔다.

현재 우리나라에서의 구약감자의 재배는 미약하나 현재 U·R협상이 물고온 농촌위기를 대처할 수 있는 신농가소득 환금작물로서 구

* 농학박사, 식품기술사, 국립안성산업대학교 식품공학과장.

약감자재배정책을 수립하여 강력한 추진으로 농가소득을 실현시키기 위한 정책적, 재정적, 기술적으로 계속 지원함과 생산구약감자의 정부 구매정책과 가공업체의 배정 공급체계를 확립 실시함으로써 외화획득 수출품으로 국민건강보조식품으로 일석삼조의 국가이익을 가져올 수 있다고 사료된다.

현재 식용곤약을 제조하는 업체로 대진상사(김포), 대진농산(예산), 동보실업(부산), 영동물산(경주), 서도상사(서울), 세화산업(울산), 한세물산(마산), 명양식품(진천) 등이 곤약원료(절간·정분)를 전량수입하여 판곤약 형태로 제조하여 거의 대부분을 일본에 수출하고 일부를 국내소비에 충당하고 있다. 원료 구약감자는 일부산간지(강원 홍천, 충남예산, 경북지역)에서 산발적으로 재배되고 있으나 식용곤약 원료보다 한약 건재나 다이어트식품으로 소비되고 있는 실정이다. 국내 구약감자 생산 현황이나 식용곤약의 제조실적 통계가 없어 참고로 일본에서의 구약감자의 재배현황을 보면 군마(群馬), 후쿠시마(福島), 도치기(栃木) 등 중산간 경사지가 주산지로 재배면적 9370ha(전국 77%), 생감자생산량 104,400톤(전국 89%)을 수확하였다.(전국 12,169ha, 113만톤) 일본에서 년도별 수입한 곤약원료절간품과 식용곤약 제품량을 보면 표 1과 같다.

중국의 구약감자재배는 사천(四川), 운남(雲南), 하남성(河南省) 등을 중심으로 표고

800m 전후의 산간지에 주로 조방적(粗放的)으로 재배하여 한국 대만 등지에 원료로 수출하고 그외 인도네시아도 야생구약감자를 채취(동자바주)하였으나 최근 일부 재배하기도 하며 1992년 수출량은 180톤으로 일본에 130톤, 나머지는 한국에 수출되었다.

앞으로의 구약감자의 수요는 현재의 기호식품 형태에서 소비자의 건강 붐에 편승한 식생활이 다양화되고 있어 가정용 수요는 약간 감소되고 업무용 소비가 점점 증가되고 특히 건강목적으로 저칼로리 식품 식섭유 정상효과 등을 고려한 만년 제리를 활용한 곤약쌀, 곤약국수 등의 주식과 곤약스프, 곤약제리, 곤약소시지 등이 개발 시판되어 폭발적인 수요가 당분간 계속 될 전망이다. 우리나라의 구약감자의 재배는 독농가에 의하여 산발적으로 하고는 있으나 공인통계가 없고 현재 대진상사(대표:박승백)에서 국산원료를 확보하기 위하여 1991년 충남예산지방에 계약재배를 시도하여 재배농민, 지역관련인사 80여명을 일본 구약감자 주산지에 선진지 견학을 실시하였고 종자 구약감자 3천테이너를 구입제공하여 현재 3년차 재배중에 있다. 경제성은 수입원료와 큰 차이를 보이나 정부의 소득작물로 지정 국가에서 관여(농림수산부, 농촌진흥청)하여 종자개발, 재배법 개선, 정부의 기반조성 자금지원, 종자무상공여, 생산감자의 정부구매, 가공업체의 배정 등 체계적인 정책을 지속적으로 계속한다면 신

표 1. 일본의 곤약원료 및 식용곤약제품 수입현황

		원료절간곤약감자		식용곤약제품		
		중 국	합 계	한 국	중 국	합 계
1990	수량(톤)	60	203	21,978	2,361	25,583
	금액(천\$)	135	362	9,061	1,106	10,935
1991	수량(톤)	502	852	20,946	4,543	26,882
	금액(천\$)	1,435	2,201	11,183	2,668	14,738
1992	수량(톤)	219	323	14,631	5,964	21,762
	금액(천\$)	559	726	7,308	3,035	11,187

규모작물로서 농가소득증대로 UR에 대처하고 곤약제품의 해외수출(일본)로 외화획득을 기할 수 있고 또 계속 증가하고 있는 비만의 문제를 해결함으로써 성인병을 사전방지하여 국민보건에 기여함과 아울러 의료비 지출을 절감함으로써 가계에 보탬도 될 것이다. 본 원고에서는 구약감자의 특성, 재배와 저장 가공이용기술을 요약정리하여 구약감자의 활용에 도움을 주고자한다.

2. 구약감자의 성상

구약감자의 원산지는 인도및 스리랑카라고 하나 옛부터 중국에서 재배되어왔고 일본에는 1400년전 의약용으로 우리나라에서 전래되었고 그 후 중국에서 이입량이 많았다고 전해지고 있다.

구약감자는 천남생과(ARACEAE)에 속하는 다년생 초본으로서 음습지에 자생하며 지하에 구경을 형성한다. 열대에서 온대지역에 걸쳐서 생육하며 일광에 대하여는 타작물보다 강하지 않은 것이 좋아 보통일광의 1/4정도의 광도이면 지상부의 발육이 가장 좋고 근부의 발육은 보통광선의 1/2정도가 가장 잘 발육하게 된다. 그러나 성숙기는 광도가 약해질수록 늦어지고 새끼감자의 착생이 작아진다. 실제로 목본식물의 그늘이나 햇볕이 들지않는 북쪽 음지에서도 재배된다. 그러나 지나친 음습지에서는 지상부가 웃자라감자가 불량하게 되어 품질이 저하된다.

온대지역에서는 가을철에 지상부가 고사하고 구경만 월동하며 이듬해 봄에 발아 잎자루가 지상에 나타나고 그 선단에 잎을 형성한다. (그림 1)

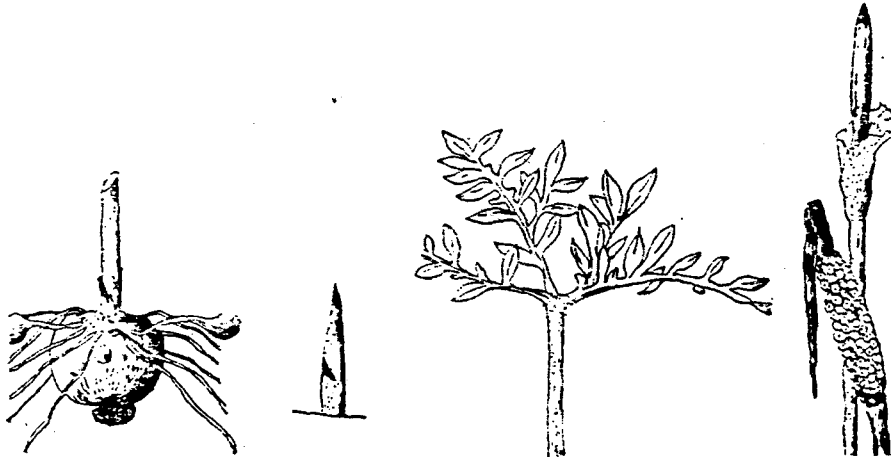


그림 1. 구약감자

구경을 심으면 영양분이 잎의 생육에 소비되어 구경의 위쪽중앙에 새로운 작은 구멍이 형성되며 여기에서 엽병(葉柄)과 뿌리가 발생한다. 생육이 진행됨에 따라 이 새구경은 점차 비대하여 본래의 모구(母球)보다 2~3배의 크기에 달하고 이구경 주위에 자구(仔球)가 생겨서 땅속에 남는다.

이같은 구경의 비대는 해마다 반복되고 4~5

년째 봄에는 잎이 나오기전 꽃대가 나와 천남생꽃과 비슷한 육수화가 아래와 위에 수꽃과 암꽃이 따로 핀다.

3. 재배기술

• 환경조건

구약감자의 재배는 연평균기온이 12-13℃

로 5월과 10월 월평균기온이 14℃ 이상이어야 하고 7·8월의 최고기온이 월평균 31℃가 넘지 않는 열대에서 온대에 걸쳐 생육하고 음습지에서 자생하므로 일조가 강하지 않은 곳이 좋다.

토양은 모래와 자갈이 많지않고 경토(耕土)가 깊은 양토(壤土)가 좋은 데 특히 배수가 잘 되고 적당한 습도가 있는 곳이 좋다. 부식토에는 수량이 많으나 제분량이 적고 품질도 좋지 않다. 점토에서는 생육이 좋지 않으며 수량도 적으나 품질은 우수하다. 바람이 심하면 엽면과 엽병의 지지부에 상처가 생겨 생육이 불량하게 되고 병균의 침입으로 큰 병해의 발생을 초래하게 되어 재배지로 부적당하다.

• 품 종

구약감자의 품종은 최근까지는 옛부터 전래된 재래종과 비중종(備中種) 1920년대 도입한 지나종(支那種)뿐이었으나 1965년에 육성한 하루나 구로와 아까기 오오다마 등 5개 품종이

일본에서 재배되고 있다.

육성신품종을 제외한 3품종은 내력이 불분명하고 명칭은 재배지명으로 부르고 있으며 이들은 장기간재배되는 동안에 자연돌연변이 등이 원인으로 유전적 변이가 일부 일어나 색깔, 수량, 만년 함량 등에 차이를 보이는 것도 있으나 국내재래종은 큰차이를 보이지 않아 모두 동일품종으로 취급되고 있다.

이들 품종 특성은 표 2와 같고 생육특성은 표 3에 수량특성비교는 표 4와 같다.

재래종은 적경, 평옥·화옥, 대옥종 등의 지방명으로 불려왔으나 현재 모두 재래종으로 통일되었다. 중국종인 지나종은 남양종, 버머종으로 부르고 비중종은 청경·흑만·장옥·석옥 등의 지방명이 있다. 하루나구로(구약 농림 1호)는 지나종을 어머니로 재래종을 아버지로 교배육성한 것으로 1966년 명명등록한 것이고 아까기오오다마(구약 농림 2호)품종은 균마농

표 2. 각 품종별 지상부와 지하부의 형태 특성비교

가. 지상부

品 種 名	草型	葉色	小 葉		葉 柄				
			形狀	數	小突起 의有無	白 斑 의有無	斑 紋		
							形 狀	色	
在 來 種	水平型	綠	廣大	中	無	無	小 散 在	中	
支 那 種	立 型	濃 綠	廣大	多	有	有	極大連續	濃	
備 中 種	半立型	綠	長大	小	無	無	小中散在	中一濃	
하 루 나 구 로	立 型	濃 綠	廣中	多	有	有	極大連續	濃	
아 까 기 오 오 다 마	水平型	稍淡綠	廣小	極多	有	有	極大連續	中	

나. 지하부

品 種 名	球莖					子球			
	形	表面의 條 溝	皮色	枝痕	主芽의 苞 色	形	表面의 條 溝	皮色	
在 來 種	扁球	多	濃褐	散在	紅	球狀(長)	多	濃褐	
支 那 種	球	少	淡褐	上部集中隆起	紫綠紅	棒狀(扁平)	少	淡褐	
備 中 種	扁球	中	濃褐	上部集中隆起	淡 紅	球狀	中	濃褐	
하 루 나 구 로	扁球	中	褐	散在	紅	球狀(長)	中	褐	
아 까 기 오 오 다 마	扁球	中	褐	散在隆起	紅	棒狀(丸)	少	褐	

표 3. 품종별 지상부의 생육특성비교

品 種 名	年 生	出芽期	開葉期	成熟期	葉柄長	葉柄直經	葉身長	日燒程度
		月 日	月 日	月 日	cm	cm	cm	
在來種	3	6. 19	7. 8	10. 8	59	4.4	66	中
支那種	3	6. 21	7. 7	10. 21	63	4.4	70	微
備中種	3	6. 16	7. 3	10. 12	53	3.7	56	少
하루나구로	3	6. 15	7. 3	10. 9	63	4.7	69	微
아까기오오다마	3	6. 13	7. 5	10. 12	63	5.0	78	少
在來種	2	6. 21	7. 7	10. 7	43	2.7	46	多
支那種	2	6. 26	7. 8	10. 21	47	2.7	46	微
備中種	2	6. 19	7. 2	10. 15	34	2.2	37	中
하루나구로	2	6. 20	7. 4	10. 10	46	1.9	48	微
아까기오오다마	2	6. 18	7. 3	10. 11	40	2.8	47	少
在來種	1	6. 27	7. 9	10. 3	20	1.2	24	甚
支那種	1	6. 29	7. 6	10. 22	17	1.2	21	微
備中種	1	6. 26	7. 6	10. 10	16	1.1	20	多
하루나구로	1	6. 24	7. 5	10. 7	22	1.3	25	少
아까기오오다마	1	6. 23	7. 3	10. 9	17	1.2	23	中

표 4. 품종별 수량특성 비교(10a당)

品 種 名	年 生	種芋植付量		球 莖 收 量				子 球 收 量				精粉換算收量
		個數	重 量	個數	重 量	1 個 重	肥大 倍率	個數	重 量	1 個 重	株當子球數	
在來種	3	290	101	279	285	1,054	2.83	673	7	10.3	2.4	34.9
支那種	3	284	107	253	451	1,791	4.20	3,093	52	16.8	11.3	37.4
備中種	3	322	94	301	229	752	2.41	1,311	15	11.3	4.1	20.4
하루나구로	3	277	113	261	422	1,641	3.73	809	12	15.1	3.0	42.8
아까기오오다마	3	228	121	214	532	2,511	4.37	903	22	24.6	4.0	50.1
在來種	2	722	68	700	234	336	3.48	1,603	15	9.3	2.3	29.8
支那種	2	703	71	673	323	493	4.57	7,908	99	12.6	11.5	31.3
備中種	2	911	62	867	199	248	3.30	3,074	28	8.9	3.6	18.8
하루나구로	2	686	74	663	320	492	4.34	2,455	36	14.3	3.7	35.2
아까기오오다마	2	678	73	647	399	643	5.46	2,576	51	19.6	3.9	42.1
在來種	1	2,778	34	2,383	145	61	4.28	1,931	12	6.3	0.7	
支那種	1	2,778	37	2,346	190	82	5.13	6,367	64	10.2	2.3	
備中種	1	2,889	27	2,507	141	56	5.13	2,986	18	5.9	1.1	
하루나구로	1	2,667	36	2,421	210	88	5.87	3,129	27	8.5	1.2	
아까기오오다마	1	2,778	43	2,488	243	98	5.74	2,850	29	10.2	1.0	

시에서 지나종을 어미로 재래종 1계통인 금도 재래를 아비로 교배육성하여 1970년 명명 등록한 것이다.

이들 품종들의 각 형태들은 차이를 보이거나 엽색은 녹색-농록색이고 구경의 껍질색은 갈색-농갈색으로 되어 있다.

일본에서 재배조사 결과 출아기는 6월 13일-6월 29일 사이이고 성숙기는 10월 3일에서 10월 22일 경으로 앞의 길이는 1년생이 23cm 이고 3년생이 평균 70cm로 나타났다.

수량특성은 3년생이 구경으로 10g당 229kg-532kg(아까기오오다마)이고 2년생이 비중종 199kg-아까기오오다마 399kg로 신품종이 월등히 많다.

1개의 무게는 1년생이 56-98g, 2년생이 248-643g, 3년생이 752(비중종)-2511g(아까기오오다마)로 품종에 따라 큰 차이가 있으며 비중종이 가장 적게 나타났다.

각품종별 구약감자의 황분(절간)수율은 2년생이 재래종이 20%로 가장 높고 지나종과 아까기오오다마가 15.6%로 낮았으며 정분수율은 비중종이 49.7%로 가장 낮고 기타 품종은 61-68%였고 3년생은 황분수율은 12.9%로 지

나종이 적고 정분수율은 비중종이 51.3% 기타 품종은 63-69% 범위이다.(표 5)

• 육 종

구약감자의 육종목적은 타작물에서와 같이 다수확, 내병성, 주성분함량 증가 등으로 기상장해(저온·고온·태풍)에 강하고 병해(부패병·엽고병·근부병)에도 강하고 다수성(구경비대우수), 증식성 우수(자구착색량), 저장성 우수 및 황분 및 정분의 수율과 품질이 (점도) 높은 품종을 생산하기 위함으로 필요하다.

구약감자의 육종방법으로 (1) 선발육종법(재배하고 있는 재래종 가운데서 엽병의 바탕색이 흰색인 것을 선발 증식해서 사용하는 것) (2) 교배육종법(유전적으로 우수한 몇가지 형질이 2개 이상인 품종이나 계통으로 된 것을 교배하여 하나의 품종으로 만들어 양친보다 우수한 품종을 만드는 것) (3) 돌연변이육종법(유전자를 이화학적 자극을 주어 일부 결손으로 하여 복구로 다른 형의 유전자를 얻는 것으로 방사선 조사가 시도되고 있음) (4) 배수체 육종법(구약감자 수꽃에 콜히친 처리로 배수성화분을 만들고 보통 2배체와 교배하여 3배체

표 5. 구약감자의 황분 및 정분가공수율 비교

品種名	年 生	供試生 감 자 1個重	荒粉 比率	精 粉					
				比 率		組 成(重量比)			粘 度
				對荒粉	對生芋	大粒	中粒	小粒	
在來種	3	g	%	%	%	%	%	%	%
支那種	3	1,221	18.4	66.5	12.2	54	27	19	1.03
備中種	3	1,983	12.7	65.5	8.3	57	27	16	1.02
하루나구로	3	889	17.5	51.3	8.9	42	33	25	1.07
아까기오오다마	3	1,837	16.2	62.8	10.1	61	24	15	1.01
아까기오오다마	3	2,868	13.9	68.8	9.5	64	22	14	1.02
在來種	2	480	20.0	64.9	12.9	54	28	18	1.01
支那種	2	680	15.6	62.8	9.7	52	30	18	1.02
備中種	2	351	19.0	49.7	9.4	38	35	27	1.08
하루나구로	2	611	18.0	61.5	11.1	55	28	17	1.01
아까기오오다마	2	862	15.7	68.3	10.7	58	26	16	1.01

나 5배체를 만드는 것) (5) 세포공학에 의한 육종법(조직배양, 유전자 재교환 조작을 이용하는 것, 생장점배양기술 기관배양, 원형질체 융합) 등이 현재 실시되고 있다.

씨감자의 증식기술로서 실용화되고 있는 방법으로 지베렐린 처리에 의한 자구(子球)증식, 분구증식, 절단증식, 그리고 경정(莖頂)배양에 의한 대량증식 등이 채용되고 있다.

● 재배관리

(1) 씨감자 : 종서는 구경(球莖)에서 만난을 비롯한 많은 성분을 함유하고 그 정아(頂芽)는 아포(芽苞)에 싸여있는 어린잎, 어린줄기로 되어있고 휴면이 타파된 후는 적당한 수분, 온도만 있으면 외부로부터 영양보급이 없어도 새로운 감자의 초기생육을 진행시킬 수 있다. 따라서 씨감자의 양부가 처음의 잎이나 뿌리의 생육에 큰영향을 주어 구약감자 재배상 양질의 종서확보가 가장 중요하다.

양질의 자구(子球)는 2년생에 착생한 것이 형상, 크기, 성숙도 등이 균일하고 새감자의 비대배율도 높아 생산성이 우수하다.

(2) 종서의 선별 : 씨감자의 선별은 경험자도 어려워 외관이 우수하더라도 구경의 내부조직에 장애가 있는 것도 있어 여러번 즉 생육기에 있어서의 지상부 생육상황의 판별, 수확기로부터 저장전 및 심기전의 씨감자를 판별하는 것이 좋다. 선별시의 착안점으로는 품종의 특성을 가추고 형상이 고른 것, 무병건전한 것, 신선하며 비대가 잘되어있는 것, 충실하고 저장효율이 높은 것, 자구는 2년생에 착생한 활력이 있는 것 등을 들 수 있다.

(3) 심기 : 구약감자의 봉아는 최저지온이 10℃가 되는 5월 상순에서 하순이적기이고 년생별 식부하는 순서는 봉아가 빠른 고년생부터 실시하고 자구는 일반 씨감자보다 다소 늦게 심는 것이 좋다. 재식밀도는 입지조건관리 작업체계, 품종, 연생등을 고려하여 결정하는데 입지조건은 남서경사지나 저표고지로 일조가 강하고 고온장해가 받기쉬운 곳은 또 강풍이 부는 곳은 밀식이 좋고 반대로 고냉지나 일조

가 적은 곳은 소식(疎植)하는 것이 유리하다.

심는 방법은 그림 2와 같이 큰 감자는 주간을 넓게 45도 가령 경사지게 심는다.



그림 2. 씨감자 심는 방법

(4) 비료주기 : 안정된 시비량은 3요소 모두 10a당 12-18kg 정도를 기준으로 하고 전면전 총시비할 때는 20-30% 증량하는데 재배지대의 입지조건이나 씨감자의 품질, 연생 등을 고려해서 결정해야 한다.

배토기 추비형 시비는 출아기직전의 6월 상-중순에 시비량의 70-80%를, 나머지 20-30%는 7월 하순-8월 중순에 두둑에 뿌려준다.

(5) 중경배토 : 구약감자의 중경배토는 기근(基根)이나 구경이 건전하게 자랄 수 있는 토양환경을 만들기 위해 실시하는데 이때 제조작업도 겸하게 된다. 실시시기는 감자뿌이 지표면에 몇본 출현하는 6월상·중순이 적당하다.

(6) 제초 : 구약감자밭에 발생하는 잡초로는 바랭이, 별꽃, 달개비풀, 거북꼬리, 개여귀, 쇠비름, 애기땅빈대, 빈음썸바귀, 망초 등이 식부기부터 개엽기에 걸친 50-60일간 가장 많이 발생하는데 제초는 식부부터 배토사이에 실시하면 그 이후 제초는 용이하게 된다. 제초는 손으로하거나 농기계이용, 제초제사용(작토에 처리, 발아전, 생육기 처리) 등으로 제초를 실시한다.

(7) 멀칭 : 구약감자밭의 멀칭은 풀, 낙엽, 보리짚, 벼짚, 삼잎 그리고 PE필름 등을 밭에 덮어 토양건조방지, 지온유지, 토양침식방지, 잡초방지 병해발생 방지 등의 효과를 얻는다.

(8) 수확 : 성숙기가 되면 감자의 각마디(구경, 엽병, 기근, 흡지, 자구)의 경계에 이층(離層)이 완성되는데 이때가 수확적기이고 품종이나 지역에 따라 차이가 있으나 대개 10월하순에서 11월 중순경이다.

밭을 전부 깊게 갈아엎어 감자가 상하지 않게 수확하는데 1-3년생 및 종구는 좀빠르게, 그리고 4-5년생은 좀 늦게 한다. 10당 식부량과 생산수율은 표 6과 같다.

표 6. 구약감자의 재배연수별 수량

구분	10a당 종구	10a당 수량	증가율
	kg	kg	%
1년생	380	1,500~1,900	5
2년생	600	1,700~2,250	3.5
3년생	675	2,550~2,800	3
4년생	1,100~1,300	2,800~3,400	2.5

(9) 병해충과 방제 : 구약감자의 병해는 부패병(고온다습한 8-9월에 지상부에 발병되고 구경발병도 소엽에서 확대되거나 수확시 저장중 종사에서 오염됨), 엽고병(7-10월사이 소엽만 침해확대), 건부병(재배중 저장중 발병 구경·엽병의 기부에서 발생), 근부병(뿌리, 흡지, 자구, 구경 및 엽병기부등 침해) 건성근부병(황화, 시들음 현상 뿌리, 흡지, 구경, 엽병 및 포 등에 발생), 백건병(엽병에 발생 백색의 견사상의 균사가 형성), 위축병(이상개엽 6-7월경 발생), 모자이크병(엽병위축 바이러스균에 기인) 등이 있고 해충으로 진디물류(복숭아혹, 목화, 튜립긴수염의 3종이 있고 아리루메트 유제 1,000배액 살포로 구제), 선충류(뿌리혹, 위축, 바늘, 라선, 핀 등 DD유제, 크로르피크린제, 메칠부르마이드제로 토양소독 실시) 등이 있고 기타 병해충으로 구경에 자부병, 잎의 반점병, 잎의 반문병, 잎의 탄저병과 풍뎅이 식해, 응애류(8-9월발생 닛소란 수화제 2,000배로 방제)가 있다.

4. 저장기술

종자용 감자는 년중 절반은 밭에서 절반은 저장고에서 만들어진다. 이는 좋은 종자라도 저장관리가 잘못되면 종자의 품질과 이용율을 저하시켜 재배를 불안정하게 되기 때문이다. 표 7에서 저장중 불량구 발생의 원인을 보면 미숙한 것 다비재배 등이 저장성에 크게 영향을 주게됨을 알 수 있다.

표 7. 종자의 저장중 불량구발생원인별 비율

原 因	發生率
씨감자의 未熟	30.5%
掘取가 늦었을때	16.2
掘取~貯藏初期의 低溫	24.0
貯藏期の 低溫	12.0
貯藏管理의 不通	12.1
栽培(多肥)	5.2

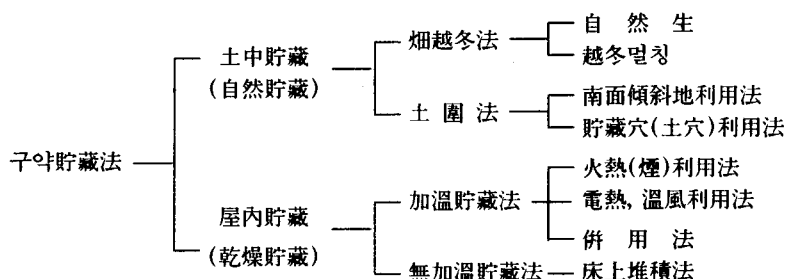
종서의 봉아는 일정온도에서 일정기간 휴면이 타파되어야 봉아가 일어나며 12월 하순경부터 급속히 진행되고 10℃ 전후 서서히 봉아 생리가 시작된다.

수확한 미숙자구는 옥내저장할 때 시들거나 굳어지기 때문에 수확후 한동안 성숙기에 가까운 온도와 습도의 조건으로 관리하면 자연추숙이 일어나 저장성이 안정화된다.

종자의 저장온도가 낮거나 높게되면 저온장애나 고온장애를 받게되어 종자로서 능력일 상실된다. 저온장애는 2년생은 -2℃ 전후, 1년생은 -4℃ 전후 4-6시간 경과로서 일어나고 고온장애는 40℃ 이상에서 일어나고 고온장애가 아니더라도 적온보다 높으면 싹이 도장하거나 발근되고 호흡이 왕성하여 노화감자가 된다. 저장고온도는 5℃ 정도 유지가 필요하다.

구약감자의 저장법은 여러가지 방법이 채용되고 있으나 표 8의 방법중 옥내전열 온풍이용법이 가장 우수하다.

표 8. 구약감자의 저장법



● 구약감자 저장성에 미치는 요인

(1) 품종과 연생 : 조생종인 재래종은 수확시에 표피가 잘 발달되어 저장성이 좋고 지나종이나 아까기오오다마도 비대성이 높아 저장이 잘된다.

(2) 생산지의 입지조건 : 일조가 충분하고 생

육기간이 긴 지역산은 충실한 감자로 이용율이 높지만 고냉지나 일조부족지대산 감자는 저장성이 낮다.

(3) 시비조건 : 다비조건 특히 질소과다인 경우나 추비의 시기가 늦어지면 저장성이 불량해진다.

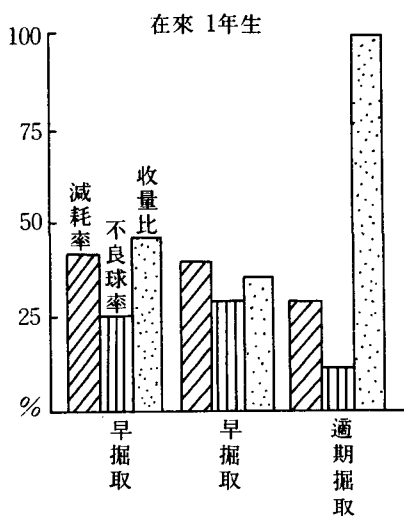


그림 3. 수확시기와 저장성

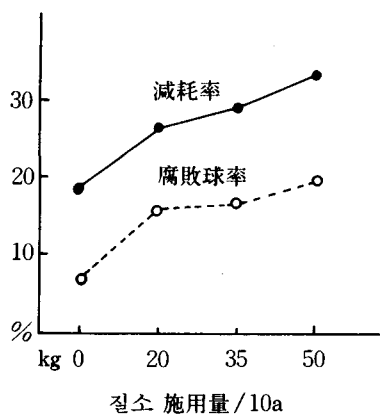


그림 4. 시비량과 저장성

(4) 수확시기 : 조기수확은 저장성이 떨어져 적숙의 잎이 황변위조고사하고 구경의 표피가 흑갈색광택이 날 때 수확하는 것이 좋다.

● 저장중 온도와 습도관리 : 구약감자의 가

온저장법은 표 9와 같이 생리변화에 따라 온도 습도를 바꾸어 관리하는 것이 이상적이다.

표 9. 구약종자감자의 저장관리

月別		10			11			12			1			2			3			4			5		
項目		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
栽 培	掘取	貯 藏 期																							
	期	豫備乾燥期						本貯藏期												植付期					
종 서	球莖	完熟			休 眠 期									萌 芽 期						葉芽					
	期	期			休眠前期			休眠後期									葉芽								
	生子	完熟追熟期			休 眠 期						萌 芽 期						葉芽伸長								
管 理	溫 度	5℃~10℃												15℃											
		5℃ 以下로 하지않음						7℃~10℃						生子는 催芽加溫											
	濕 度	70~75%												80~85%											
	換 氣	100%						80~90%						100%											

5. 가 공

수확한 구약감자는 종자용이나 다시 증식할 종서를 제외하고는 절간제품인 황분(荒粉)으로 처리하거나 일부는 직접 가공하여 만난 제리로하여 각종 가공품을 생산하게 된다.

황분은 수확한 감자(3년생이상의 것)를 뿌리, 싹 등을 대칼로 잘 다듬고 물로 잘 세척하여 5일 정도 멍석이나 돛자리 위에다 예비건조하여 두께 5mm 두께로 썰어 대자리나 싸리가 지에 3cm 정도의 간격으로 꿰어 이것을 다시 15-20개를 새끼눈에 끼어 벌이 잘들고 바람이 잘 통하는 처마밑에 꿰달아 1주일 정도 말리는데 건조정도는 촉수감이 강하고 절단시 딱소리가 날정도이면 적당하고 이때 황분의 수분은 13-15% 정도가 된다. 생감자로 황분제조수율은 15-20% 정도이다. 대량제조시는 화력건조시설을 이용하는데 10-12월 사이에 제조한다.

황분의 저장은 온습도 일광 등의 영향을 받기쉬워 밀봉하여 습기적은 암냉저장시설에 보존한다.

정분(精粉)가공은 황분에 함유한 구루코만난(Glucomannan)결정 입자를 황분을 분쇄하여 분리하여 만난을 정제하는 것으로 정분은

만난제리의 원료가 된다. 정분의 분리는 0.6mm 정도의 체로 쳐서 얻는데 수율은 56-67%이다. 실제 정분제조공정은 그림 5와 같다.

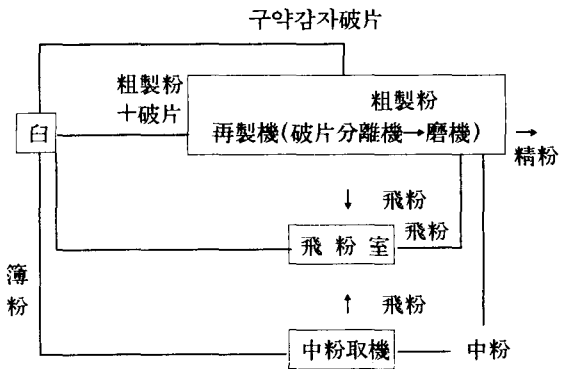


그림 5. 끈약정분 가공공정도

정분제조는 절구와 절구공에 의한 도약식(搗臼式)과 생구약감자에서 직접 정분제조에는 연마식 분쇄기 방법이 있으나 도약식이 주류가 되고 있다. 분쇄연마식은 설비공간, 노력, 소음 등이 적고 정분의 마질(磨質)비분의 수집이 좋고 양질의 정분이 얻어지나 시설경비가

많이 소요되는 결점이 있다.

도약식은 절구에 황분을 찌어 분쇄하면 만난 입자는 마쇄되지 않고 입자 그대로 밑에 남는다. 이때 만난 입자를 포위한 조직세포는 파쇄되어 다른 전분입자 등과 미분(비분)으로 부유 집진기로 흡인 절구에서 제거된다. 분리된 만난 입자는 아직 주위에 세포막과 일부 조직세포도 잔존되어 이들은 서로 입자들이 마찰로 마쇄 정제된다.

도약식은 1일 1공정으로 도정시간이 22-23 시간 소요되며 1회 처리는 10kg 정도 할 수 있고 도정중 비분은 비분실로 흡인제거되고 절구에는 만난입자와 황분의 파편이 남는다. 절구속의 것은 파편분리기로 파편을 분리황분에 되돌리고 정분을 얻는다.

• 정분의 품질 : 정분입자의 크기는 점도와 밀접한 관계를 갖어 소립자나 너무 큰입자도 점도가 낮으며 소립일수록 최고점도에 도달시간이 빠르나 점도저하도 역시 빠르다. 정분입자는 생감자가 크면 큰입자를 작으면 작은 입자를 갖고 비중종이 소립정분을 갖는다.

정분의 저장은 황분과 같이 저장성이 좋으나 다습, 고온, 광선하에서는 변질이 일어남으로 밀봉하여 건조한 저온조건으로 보존하는 것이 필요하다.

• 정분의 품질검사 : 정분의 품질은 색택의 양부, 입자의 대소, 혼입물다소, 건조도, 마쇄의 균일성 등에 따라 판별된다.

정분의 간이품질검사는 수인법(水引法)이 사용되나 숙련이 요구되고 점도계에 의한 것은 수치에 의하여 객관적으로 판정할 수 있어 편리하다.

• 비분(飛粉) : 정분제조중에 황분에서 비산하는 비분의 양은 40% 전후이다. 비분의 성분은 표 10과 같이 단백질, 탄수화물과 섬유 등이

표 10. 비분의 성분조성(%)

水分	蛋白質	脂肪	炭水化合物	纖維	灰分	熱量 cal
14.53	22.40	0.55	40.91	2.40	7.05	106.46

함유되어 영양가를 갖는다.

비분의 용도는 화성비료의 제립과 도로건설시 갯길과 경사부분의 경화제, 가속배합사료에 혼합, 치분, 모기향, 호료, 합판, 농약증량제 염색 용품 등 다양하게 이용할 수 있다. 비분의 식용은 강력한 자극취(지방기인)때문에 곤란하며 이 냄새제거는 물이나 에터트로 침출 제거할 수 있다. 또 120℃에 약 2-3시간 처리하면 초향(稍香)과 담등색의 비분이 되고 이것은 빵가마잔열을 이용할 수 있다. 80℃에서 1주야 방치로 탈취할 수 있다.

탈취비분은 밀가루와 반반씩 섞어 진빵을 만들면 탄력 좋고 맛 좋아 식량부족시 이용할 수 있다. 비분의 덩뎅한 맛은 수산때문이다.

구약감자의 흑피는 비료로 사용할 수 있다.

표 11. 절간곤약의 제분수율(%)

	정분(精粉)	비분(飛粉)
최 상 품	65	30
중 품	60	35
하 품	55	40

6. 식용곤약 제조기술

구약감자는 초기에는 생감자로만 식용하였으나 그후 절간제품인 황분제조, 이를 분쇄하여 구루코만난을 분리한 정분가공법이 개발되어 분말구약이 주류를 이루어 오늘날 만난제리를 소재로 하여 각종 곤약제품의 제조산업발전을 가져와 곤약문화를 꽃피우게 하였다.

• 성분조성

구약감자의 성분조성은 품종, 산지, 숙도 및 수확시기, 재배년수에 따라 차이를 나타낸다. (표 12)

주성분인 구루코만난은 3당류로서 취장분해 효소로 가수분해시키면 만노스 2분자와 구루코스 1분자가 생긴다.

구약감자 구경중에 점액상인 만난입자로 존

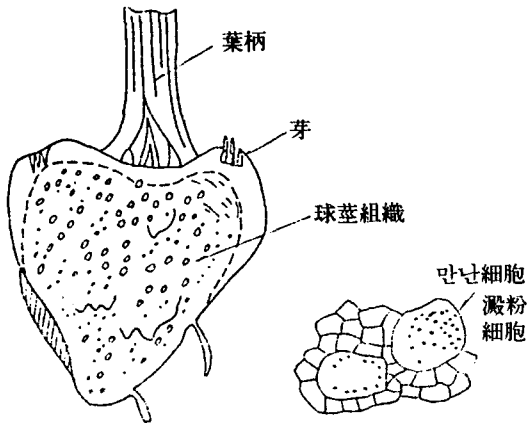


그림 6. 구약감자의 구경과 조직도

표 12. 곤약정분(精粉)의 성분 조성(%)

	수분	회분	질소	당질	인산
특등급	14.1	6.07	0.43	99.7	0.58
1등급	14.1	6.55	0.54	97.1	0.49
2등급	13.8	7.08	0.53	96.5	0.64
3등급	13.8	7.81	0.57	95.1	0.53

재하며 구경의 단면은 직경 1mm 전후의 여러 세포가 모여있고 각종 전분이 만난입자에서 제거한 구약정분은 구루코 만난인데 3당류로 인체가 분비하는 소화효소로는 분해가 안되고 단지 대장에서 대장균의 일종인 MANANANOLITICUS가 분비하는 MANNASE에 의하여 82%의 분해율을 갖는다.

구약정분은 물을 흡수하여 크게 팽윤되고 용적이 늘어나고 점도가 높은 콜로이드상이 되는데 이 용액을 석회수와 알카리를 가하여 가열하면 응고된 식용곤약이 된다. 정분은 0.6mm의 작은 알맹이를 2.3% 가량 추출되는바 정제과정이 무척 어렵다. 구루코 만난의 화학구조식은 그림 7과 같다.

• 용도 : 식용(판곤약, 들출곤약, 실곤약, 곤약, 곤약쌀, 곤약국수, 곤약스프, 곤약소시지, 곤약제리, 햄의 결합증량제) LATEX의 크림제제, 호료

• 만난제리제조

(1) 호화 : 곤약정분에 대한 물의 흡수배율은 보통 판곤약의 경우는 30-40배, 생구약감자로 3-5배이다. 시라다끼(실곤약)의 경우는

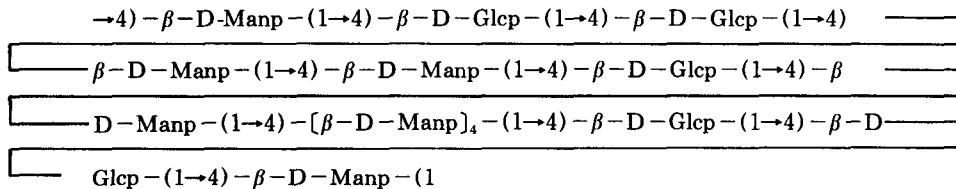
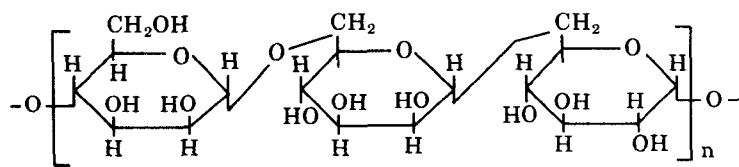


그림 7. 구약(구루코)만난의 화학구조 구약

25-30배가 적당하다. 생감자로 만들 때는 가늘게 절단시킬수록 풀기의 정도가 좋다. 곤약 정분의 호화는 60-70℃의 열탕수 중에 넣어가면서 교반시키면 강한 점착력의 곤약제리가 된다. 점착력의 강약은 구루코만난의 화학적 성질과 입자의 크기에 따라 차이를 나타낸다.

(2) 응고 : 응고제로 소석회(Ca(OH)₂)를 사용하며 사용량은 정분의 중량에 대해 판곤약의 경우 4-5% 실곤약(시라다끼)는 6-7%이다.

소석회는 제리량의 5% 정도의 물에 용해하여 쓴다. 알칼리를 가할 때는 제리의 온도가 60℃ 이하가 좋고 온도가 높으면 알칼리의 효력이 너무 빠르게 되어 제리(풀)의 응고가 불량하게 된다.

만난제리의 식품가공에의 응용은 표 13과 같이 다양하다.

표 13. 구루코만난의 이용대상식품과 이용특성

대상식품	이용특성
빵 류	보습성, 노화방지
면 류	보수성의 향상, 신연방지
축 육 제 품	점착성, 보수성 향상
수 산 연 제 품	점착성, 식미향상
김	점착성, 윤기향상
다 시 마	점착성, 피막형성부여
두 부	조직개량
냉 동 식 품	점착성, 보수성향상
음 료	부형효과
과 자 류	점착성, 윤기, 보수성, 증점성, 노화방지
냉 과 류	증점성, 오바런 향상
과 실 류	피막형성성, 증점성, 보수성
란 류	위핑성, 점착성향상
조 미 료	증점성, 윤기향상
인 스타 트 식 품	증점성, 이용성, 겔화성
다 이 에 트 식 품	저칼로리성, 정장작용

● 식용곤약의 제조과정

원료구경 → 세척 → 세단 → 파쇄 → 가수여과 → 여액 방치(30분) → 자비 정 분 → 정제 → 혼합(정분 3.6% + 해조분 0.3% + 온수(60℃) 95.8%) → 응고(4시간) → 숙성 → 절단 → 포장 → 살균 → 판/실 곤약

● 식용곤약제품의 성분조성은 대부분이 수분이고 회분중에 석회가 많다. 수분 96.3%, 탄수화물(식섬유) 2.3%, 단백질 0.06% 회분 0.36%(칼슘 0.12%) 알칼리도 5.1 식섬유는 저열량식품으로 정장작용을 촉진하고 칼슘원으로 혈압저하, 콜레스테롤 제거, 유해물의 흡착제거 등의 효과가 크다.

7. 곤약제리의 식섬유로서 건강증진효과

식섬유는 분석학적으로 식품에 반드시 들어있는 비전분질성 다당류의 총칭이며 저장성 다당류인 이뉴린(후락탄), 구약감자(구루코만난)와 세포벽 구성물질인 비섬유소성 다당류(펙틴질, 헤미세룰로스, 섬유소(음식), 리그닌(음식)과 비구조물질로는 식물검(만난, 고무물질), 펙틴(콩·과실)이 있고 그외 해조류 다당류인 유화물(한천), 비유화물(갈조) 등이 있다.

구루코만난도 난소화성, 난흡수성 성분으로 이는 각종 특성을 갖고 있다.

● 물리적 기능으로 수분을 흡착하는 보수성, 점성을 들 수 있고 화학적 작용으로는 이온결합에 의해 여러종의 양이온, 음이온과 결합하는 기능인데 이들 기능은 식이섬유의 입자크기, 가공, 조리 등에 따라 차이가 있다.

● 생리학적 기능으로는 이화학적 작용에 의하여 소화기관을 중심으로 하여 혈액성상 및 각종조직의 반응이 나타난다.

(1) 저작효과와 포만감 : 식섬유가 많은 음식물은 잘게부서어 넘기기 쉽게하고 정신적 발달을 가져오는 저작작용을 도와주고 아울러 타액분비와 포만감을 갖게 하여 비만이나 그에 수반되는 성인병을 예방해준다.

(2) 위내 체류시간 연장 : 점성다당은 겔 매트릭스를 형성하여 그 안에 영양소를 포위하여

석회수



위장으로부터 소장으로의 이동을 지연시켜 혈 중 포도당 상승을 억제하고 소량의 인슐린으로 당대사를 유지시켜 주게 된다.

(3) 소장의 소화흡수기능 : 일반적으로 식섭유는 영양소의 흡수를 약간 억제하거나 체장의 소화효소활성을 저해하는 것으로 알려져 있으나 실질적으로 이온교환 반응기능에 의하여 일부만 영향을 받는다.

(4) 담즙산분비의 촉진 : 식섭유는 소장에서 담즙산과 결합하여 변으로 배출 또는 대장내에서의 전환을 촉진시켜 장간순환 담즙산이 감소되어 이의 보충을 위해 담즙산의 신합성과 변배출양증가가 일어나게 된다.

(5) 소장형태와 세포분열 : 성인의 십이지장 용모형태는 손가락모양(유럽인), 나무잎모양(아프리카, 아시아인)으로 다르고 서양인도 채식주의자들은 아시아인에 가까워지는데 식성이 변하면 용모도 변하는 것으로 알려져 있다. 식섭유는 위장이나 소장내부의 세포를 박리시키는 작용이 강하나 세포용모의 신생은 2-3일 내에 회복된다.

(6) 소화관 내용물의 통과시간에의 영향 : 식섭유는 모두 그대로 변으로 배출되는 것으로 인식되어 입으로 들어와 배출될 때까지의 통과시간이 단축되는 것으로 인식되고 있다.

마지막으로 식섭유의 생물학적 기능으로는 식섭유가 소장에서의 소화, 흡수없이 대장내에서 미생물의 영양소로 되는 일이 많다는 것이다. 그 결과 장내 세균들이 변화되어 발효에 의해 생성되는 단쇄지방산, 비타민류, 가스 등이 장내 pH를 변화시키거나 또는 일부가 흡수되어 에너지원이 되는 여러가지 영양기능을 발휘하게 된다. 즉 식섭유가 장내미생물에 영향을 주어 그 생물이나 대사물이 숙주인 생체에 대한 생물기능의 효과가 있다.

(1) 장내세균총의 변화 : 식섭유가 대장, 특히 결장에 도달하면 난흡수성의 탄수화물이 거의 대부분이 되어 장내미생물이 이를 영양원으로 증식한다. 장내에는 유익하거나 유해한 균이 100여종 100억만개가 상존하는데 식섭유의

역활이 크다.

(2) 영양기능 : 장내세균은 식섭유를 영양원으로 증식하고 비타민 B를 생산이용하는 것으로 알려지고 있다. 식섭유는 간의 콜레스테롤 합성 저해작용이 발견되어 혈중콜레스테롤 저하에 효과가 있는 것으로 주목되고 있다.

(3) 가스생산 : 식섭유나 젓당분해효소 활성 저하 환자가 젓당을 섭취하면 장내 세균의 이상발효로 가스배출이 심한데 펙틴이나 키시란의 경우가 심하다.

(4) pH의 변화 : 젓산발효는 대장내 pH를 저하시켜 혐기성균의 증식을 억제해 단백질유래의 질소나 유황을 가진 유해물질의 생성을 억제한다. 그리하여 식이섭유인 곤약만난의 섭취효과는 저칼로리 식품으로 만족감을 주고, 저작횟수 증가, 흡수, 팽윤 포만감 유지, 과일 섭취의 억제, 위장체류기간연장, 인슐린분비절약, 콜레스테롤 흡수저해, 담즙산 재흡수량 저하, 독성물질 체외배출, 발암물질 생성억제, 정장, 배변작용개선 등이 있어 현대성인병의 원인인 비만방지로서 고혈압, 당뇨병, 위암, 대장암, 담석증, 뇌출혈, 고지혈증 등의 사전예방에 크게 기여할 것으로 생각된다.

8. 결 론

구약감자의 이용은 1970년대 이전까지는 구황식량차원에서 사용되었고 최근에는 기호식품 내지 건강미용식품차원으로 이용의 극대화하기에 이르렀다고 생각된다. 원산지인 인도나 경유지인 중국·한국보다도 전파지인 일본에서 그들의 식생활에 필수품으로 정착된 것은 좀 아이러니칼한 생각이 된다. 현재 주생산지는 일본과 중국인데 일본은 자국수요를 충족시킬 수 없어 외국에서 정분 또는 곤약제품으로 수입충당하고 있다. 우리나라도 재배를 하지 않아 원료를 외국에서 몇몇 가공업체가 수입하여 판곤약을 만들어 일본에 산발적으로 계속 수출을 이어오고 있다.

최근 일본이나 한국인들이 비만화로 인한 각

중 성인병이 점차 만연되고 있어 난소화성 식품의 요구가 급격히 대두되고 있는 실정이다. 이와같은 국내외 여건상황에서 또다른 요인으로 U·R에 대처할 신규 농가소득작물이 절실히 요구되고 있어 구약감자는 농촌소득자물로서, 외화획득작물로서 그리고 국민건강식품으로서 일석삼조의 가장 적합한 작물로 타의 추종이 불허된다. 이 구약감자 생산소비의 확대를 소득증대를 하기위한 전제조건을 다음과 같이 제언한다.

(1) 정부 : 청와대 농수산비서실과 농림수산부가 주관이 되어 구약감자의 특화사업으로 선정 필요한 예산을 지원하고 농촌진흥청에서 종자개발, 재배법개선, 그리고 합리적인 저장 가공처리기술을 연구개발하고

(2) 아울러 각지의 구약감자 적지선정과 계약재배나 정부수매체계를 확립함과 실질적 재배농가에 수익을 줄 수 있는 방안강구와

(3) 원료의 합리적 이용을 위한 각종연구를 대학과 각 관련연구소에서 실시하는데 소요되는 예산을 계속 지원할 것과

(4) 농산물유통공사를 통하여 더높은 수출가를 받을 수 있는 수출창구를 강화하여 수출량과 수출단가를 높여 외화획득량 증가에 노력할 것과

(5) 국내 식용곤약제조업체의 시설현대화와 수매한 원료의 적정가로 계속적인 배정에 의한 공급으로 질 좋은 제품생산유도

(6) 식용곤약제품을 관공약에서 원료정제도를 높여 고부가품질의 건강곤약쌀, 곤약국수의 주식용과 기호건강식으로 곤약제리, 곤약스프, 곤약소시지, 곤약첨가영양제 등 다양한 제품의 생산을 유도해야 할 것이다.

이와같은 조건을 충족시킬 수 있다면 금전적 소득이외에 현대인의 건강장해 원인인 비만, 변비, 당뇨병, 대장암, 고지혈증, 담석증, 뇌출혈 등에 대한 예방에 효능이 있는 제6영양식품인 섬유성 구약감자의 이용으로 해결되리라 믿고 이의 소비확대를 크게 기대하는 바이다.

참 고 문 헌

1. 이성갑, 1994, 농산식품가공이용학, 유림문화사
2. 김상순외 1965, 영양식품화학, 수확사
3. 손용용외 1985, 공예작물학, 선진문화사
4. 김희태외 1992, 공예작물학, 향문사
5. 예산농촌경제개발연구소, 1992, 대진농산(주), 구약감자 재배기술
6. 후구바, 1991, 한양여전, 식품개발연구소보, 한양여전대
7. 음식료품용 기능성 소재 유효이용기술(구루코만난)13. 1991, 제과총합기술센터(일본)
8. PROPOL(GLUCOMANNAN) 1990, SHIMIZU CHEMICAL CORPORATION JAPAN
9. 전세열 1991, 임상약학, 11(3) 한국임상약학회
10. ENGLYST & KINGMAN 1990, DIETARY FIBER AND RESISTANT STARCH IN DIETARY FIBER PLENUM PUB. CO.
11. 한국물산(주) 1993, 곤약자료(일본)
12. 新井吾郎, 二んにく 1967, 日本農材企劃協會
13. 스루다 식품공업(주)회사 팜플렛 1993
14. 小原哲二郎 1968, 식품재료학, 지구출판사
15. 야마다 식품공업(주) 팜플렛, 리푸렛 1993
16. 濟藤進 1971, 식품원료학 이공도서
17. 곤약사료 1973, 일본곤약협회
18. 인남민 1985, 식물섬유(食物纖維), 제일출판
19. 沖増哲 1980, Konjak의 科學, 漢水社
20. 岩田典子 1970, Konjak의 性狀及 가공에 關한 연구, 영양과 식량 23(135)
21. 富田勉, 1985. 건강식품론, 광림.
22. N. Sugiyama 1972. purification of konjakmannan Cbull of chem SOCL of Japan No. 45
23. Eastwood & mitchell 1976. physical properties of Fiber plenum press
24. Imaizumi & Sugano 1985. Dietary Fiber plenum press.
25. 吉田昭 1987. 非榮養素と 生體機能, 光生館