

## 한국산 곤약의 성분 조성에 관한 연구

Studies on the Chemical Components of Elephant-foot Produced in Korea

李 聖 甲\*

Rhee, Seong-Kap

### ● Abstract

Korean fresh elephant-foot (*Amorphophalus Konjak* K. Koch) and its powder were analyzed and compared with foreign samples for the purpose of investigating the physico-chemical characteristics of Korean konjak. The Korean fresh konjak contains 80.64% of moisture and most of the solid component comprises sugar, protein and trace of fat and fibre.

The mannan content of Korean konjak powder is far smaller than those of Japanese and Chinese konjak powder.

The analysis of the korean konjak protein tells that 45% of glutamic acid, aspartic acid and arginine is included other remaining amine acid is larger with the order of valine, serine, leucine, and glycine.

The Korean konjak contains a moderate amount of K component and other inorganic component increases with the order of P Na and Ca.

The yield of konjak refined powder from dried chip was 61% and 57.5% of korean and chinese respectively.

The whiteness degree of chinese konjak powder was slightly higher than that of korean product but the difference could not be recognized by the naked eye.

### 1. 서 론

구약 감자(*AMORPHOPHALUS KONJAK* K. KOCH)는 호료 작물에 속하는 토란과(형태학적) 또는 천남생과(생태학적) 식물인 *Konjak*의 근경으로 주성분은 비소화성 다당류 일종인 Glucoman-

nan이며 영양적으로 별의미가 없으나 강력한 Gel형 성능과 저칼로리 식품으로 비만 예방 기능 특성 때문에 최근 식이성 식품 즉 식섬유의 공급원으로 관심을 끌고 있다.

구약 감자는 인도 스리랑카 원산<sup>1)</sup>으로 중국, 한

\*식품 기술사, 국립안성산업대학교 식품공학과 교수

국, 일본으로 전파되어 현재 주생산지는 중국이고 주소비지는 일본이며 우리 나라는 지금까지 일부 일식 요리의 부재료로 이용하고 몇 기업에서 곤약 목으로 제조 일본에 수출하고 있는 실정이다.<sup>2)</sup>

구약 감자는 양질의 수용성 식이 섬유인 Glucomannan이 주성분으로 되어 일본에서 옛날부터 전통 식품 소재로 목, 국수, 육제품, 어육 제품 등에 사용되어 오고 있다.<sup>3, 4)</sup>

곤약 만난은 특유의 겔형성능, 중점 특성, 필름형성능, 다른 Gum 류 및 전분류와의 상승 작용, 유동 특성 등을 지니고 있어 식품 산업에 품질 향상 및 증량제로 응용 가능성이 매우 높은 식품 소재이다.<sup>5)</sup>

곤약 만난의 화학 구조는 포도당 1분자와 만노스 2분자의 비로 구성되었고<sup>6)</sup> 일본산 정분 수율은 생 곤약에서 11.15%(평균 13.5%)로 무수물로 환산하면 92% 이상이 당질 주로 구루고만난으로 되고<sup>7)</sup> 분수용액의 유동성, 정분의 우열 판정법 그리고 정분의 질소 성분 등을 연구 한 바 질소 성분의 대부분은 아미노산 및 저급 Peptide로서 정분 중에 혼재함을 확인하였다.<sup>8, 9)</sup>

본 연구에서는 한국산 구약 감자의 성분 특성을 조사하여 질 좋은 곤약 제리 생산 조건을 확립하기 위한 기초 자료를 얻기 위한 전단계로 한국산 구약 감자의 일반 성분 만난, 가용성 유리당, 아미노산 함량, 무기질 및 분말의 수율, 색도 등에 대하여 분석 조사한 결과를 보고하는 바이다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시 재료

한국산 구약 감자는 1994년 10월 수확한 2년생 구균(평균 중량 493g/개)을 충남 농촌 진흥원 시험 포장(대전광역시 유성구 상대동 소재)에서 수확한 재래종을 시료로 일반 성분은 직접 사용하고 기타 성분은 생서를 5kg씩 수세하여 토사 제거 후 5mm 두께로 절단한 절편을 열풍 건조기(55℃로 24시간 건조한 대전산 절간 곤약과 예산산(대전 농산 제공)

절간품을 쇠질구로 분쇄하여 60메쉬로 사별하여 시험 분석에 제공하였다.

외국산(중국·일본) 곤약 가루(정분)는 김포 소재 대진 상사에서 수입 사용하는 것을 분양받아 그대로 분석 시료로 하였다.

### 나. 성분 분석

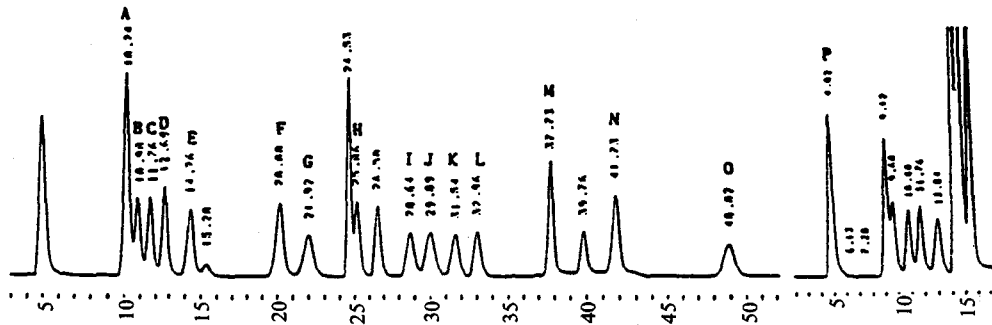
구약 감자의 일반 성분은 AOAC 방법<sup>10)</sup>으로 하였는데 수분은 105℃ 상압 가열 건조법, 조단백질은 KJELTEC auto digestion system을 사용한 KJELTEC법으로 전질소량을 정량하여 질소 계수(6.25)를 곱하여 계산하였고 조지방은 SOXTEC system을 사용한 Soxhlet 추출법으로 조회분은 400℃ 회화로에서 24시간 회화하여 정량하였다.

아미노산은 ION chromatograph(Dionex사 4500 i)기로 정량하였으며 시료의 전처리하는 일정량의 시료와 6N-HCl 5ml을 가수 분해용 Ampoule에 넣고 앰플내를 N가스로 치환시키고 진공 상태에서 밀봉하고 110℃ oven에서 24시간 가수 분해하여 냉각후 6N-NaOH로 중화시키고 pH 2.2 Loading buffer로 25ml로 mess-up하고 0.22ml membrane filter로 여과한 여액을 분석기에 25ml씩 분석하였다.

분석 기기 조건으로 OPA(0-Phthaldehyde) 발색법: Post colum reaction(OPA 0.8g + 4ml MeOH + Thioflour 6g + OPA Diluent 1ℓ)과 형광 검출기(入-EX: 330, EM: 465)와 cation exchange (Sodium form) column (4mm X 150mm)을 사용하고 0.4ml/min의 flow rate 와 column 온도는 55℃로 하였다.

아미노산 표준품의 HPLC Chromatogram은 <그림 1>과 같다.

가용성 유리당은<sup>11)</sup>시료 분말을 80% Ethanol 50ml을 첨가하고 80-100℃에서 환류 냉각 추출 후 1시간 stirring 추출을 1시간하고 실온 냉각 후 감압 농축한 후 증류수로 10ml로 mess-up하고 C18 SEP-PAK 처리 후 0.45um membrane filter한 여액 20ml씩 주사하여 분석하였다.



〈그림 1〉 Chromatogram of Standard amino acid on amino acid analyzer

A : Met. B : Asp. C : Thr. D : Ser. E : Glu. F : Gly. G : Ala. H : Val. I : Ile. J : Leu. K : Trp. L : Phe.  
M : Lys. N : His. O : Arg. P : Cys.

분석 기기 분석 조건은 HPLC(waters 사)-RI system에 carbohydrate analysis column과, acetonitrile : H<sub>2</sub>O(83 : 17)의 용매를 사용하여 유속 1.7ml/min, attenuation 16과 sugar-pak column을 사용하여 0.7ml/min의 유속으로 90℃로 분석하였다.

만난(mannan) 정량은<sup>12)</sup>일정량의 시료에 10N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5ml와 30ml의 증류수를 가하여 autoclave에서 120℃, 60분간 분해 후 실온 냉각하고 포화 Ba(OH)<sub>2</sub>와 80% KOH로 중화 후 4℃ 하루 방치한 후 원심 분리한 후 IR-120 이온 칼럼 처리와 감압 농축하여 증류수로 50ml mess-up한 후 C18 spe-pak에 처리에 0.45um membrane filter한 여액 20ml를 분석기에 주입 분석하였다. HPLC 분석 조건은 sugar-pak column을 사용 용매는 물로 90℃에서 실시하였다.

무기 성분 분석은<sup>13)</sup>습식 분해로 시료에 질산 30ml와 물 20ml를 가하여 열판에서 1차 분해한 후 perchloric acid 15ml를 넣고 2차 분해하고 계속해서 질산 10ml와 물 10ml를 가하고 3차 분해한 후 유리 microfiber filter(GF/C)로 여과 후 2% 질산으로 100ml mess-up한 것을 jovin-yvon사 jt-38 plus icp-aes 분석기로 plasma gas(Ar) : 10 l/min, carrier gas(Ar)0.5 l/min, auxillary gas(Ar)0.5 l

/min 조건 하에 측정 파장은 Fe(238.204nm), P(214.914nm), Ca(396.847nm), K(766.490nm), Na(588.995nm)에서 측정하였다.

절간 곤약에서 정분 조제 시험은 절구식 마쇄법으로 즉 10Kg 용량의 절구에 절간 chip 9Kg 넣고 자동 절구공(70회/분)으로 24시간 마쇄하면서 생기는 비분은 흡인 장치로 집진 처리하고 정분의 가공도는 현미경으로(X100배) 검경하여 비분의 혼입 부착 유무로 확인 판별하고 계량으로 정분 수율을 산출하였다.

곤약 정분의 백도는<sup>14)</sup> 곤약 재리의 품질에 크게 영향을 미치므로 색도를 color and color difference meter(Tokyo denshu TC-1500)로 측정하여 백색계인 밝은 정도는 L치(lightness), 적색의 a치(redness), 노란색인 b치(yellowness)를 각각 구하여 표시하였고 색도의 차이(ΔE)는

$$E = \sqrt{(\Delta(L-L'))^2 + \Delta((a-a')^2 + \Delta(b-b')^2}$$

식을 응용하여 계산하였다.<sup>14)</sup>

### 3. 결과 및 고찰

한국산 구약 감자는 생체와 정분으로 나누어 중국산과 일본산 정분과 같이 일반 성분을 분석한 결과는 〈표 1〉과 같다. 생구약 감자는 돼지 감자와

유사하게 80% 정도의 수분을 함유하고 고형물의 대부분이 탄수화물이고 다음으로 조단백질과 조회분 함량이다. 끈약 정분의 성분별 함량도 생끈약의 성분별 함량과 정도차는 있어도 대략 비슷하였다. 생산지에 따른 성분도 큰 차이가 없으나 한국산 정분의 단백질 함량이 중국, 일본산보다 2배 이상 많게 나타났는데 이는 한국산이 정제도가 낮은 조분

이고 생육 기간, 산지 특성상 원료 중의 총질소 함량이 높은 것으로 고찰되었다.

끈약 정분의 80% 정도가 당질로 나타나고 있어 생산지에 따라 함량차가 인정되었고 이는 비소화성 복합 다당류인 끈약 만난으로 추정되었다.<sup>6)</sup>

조회분 함량은 산지에 따라 큰 차이가 없으나 비교적 많은 함량을 보여 주었다.

〈표 1〉 Proximate composition of elephant-foot(*Amorphophalus konjak* K.Koch) (%)

Composition	Fresh		Refined powder	
	Korean	Korean	China	Japan
Moisture	80.64	8.12	11.17	9.34
Carbohydrate	15.44	74.42	78.56	80.41
Crude fiber	0.52	1.45	1.38	1.42
Crude protein	1.94	9.82	3.96	3.82
Crude fat	0.21	0.40	0.26	0.23
Crude ash	1.25	5.70	4.67	4.78
mannan(mg/g)	-	484.14	746.72	752.41

끈약 정분의 만난 함량은 중국산과 일본산은 비슷한 경향을 보였으나 한국산은 2년생으로 상당히 적은 함량을 갖는 것이 주목되는 현상이었다.

만난은 중서가 발아전 10% 함유하여 건물 중으로 환산하면 50 60% 정도 되고 구성 당은 glucose와 mannose로 1 : 2의 비로 보고한<sup>15)</sup>성적과 유사한 것으로 유추되었다.

#### 가. 가용성 유리당

끈약 제조에서 제리 강도를 저하시키는 불순물로서 영향을 주는 성분인 가용성당을 분석한 바 〈표 2〉와 같다. 한국산은 총 유리당이 중국산이나 일본산보다 적게 나타났으며 sucrose, fructose, glucose, maltose의 순으로 적었고 mannose는 0.52mg/g으로 가장 적었으며 murata<sup>15)</sup>의 성적과 일치하였다.

총유리당은 중국산과 일본산은 한국산보다 높은 38.56mg/g, 38.65mg/g로 각각 함유하였고 구성 pattern도 달라 fructose, glucose, sucrose의 순으로 적게 함유하였으나 mannose 함량은 한국산보다 배

정도 많았다.

〈표 2〉 Soluble sugar contents of elephant-foot refined powder produced in different countries(mg/ g)

Sugar	Korean	China	Japan
Glucose	2.87	11.19	11.37
Fructose	5.13	17.98	18.09
Mannose	0.52	1.13	1.06
Sucrose	12.43	6.28	6.61
Maltose	2.25	0.98	1.52
Total	23.20	37.56	38.65

#### 나. 아미노산 조성

조단백질과 아미노산은 끈약 제조시 품질 열화와 제리 강도를 저하시키는 불순 물질로서 고도의 정제로 이들 성분의 제거가 우수 제리 제조의 제일 관건이 된다.

산지별 곤약 정분의 아미노산 함량은 <표 3>에서 보면 조단백질 함량과 같이 한국산이 중국산이나 일본산 보다 3배 정도 높아 이는 정분 가공시 정제도가 낮고 역시 산지 환경에 따른 성분 함량차에 기인되는 것으로 생각되었다.

한국산에는 Glutamic acid가 가장 많았으며 aspartic acid, arginine, serine, valine, leucine, phenyl alanine 순서로 많고 lysine, histidine, threonine, methionine의 함량은 매우 낮았다. 이러한 결과는 질소 성분의 대부분이 아미노산 및 저급 펩타이드로서 정분과 혼재한다는 보고와 정분을 NaOH처리 한 후의 아미노산 조성은 총질소의

26%가 아미노산, NH<sub>3</sub>로 되고 아미노산 중 aspartic acid, serine, alanine, glutamic acid 함량이 높고 tyrosine, methionine은 전혀 존재하지 않는다는 Kondo<sup>8)</sup> 보고와는 약간의 차이는 있으나 이는 시료의 차이인 생산지 환경차(산지, 채취 시기), 정제도나 정량법 차이에서 오는 결과로 판단되었다.

역시 중국산이나 일본산 곤약 정분의 아미노산의 종류나 함량도 한국산과 유사하고 단지 정제도가 높아 함유 총량이 1/3정도로 낮고 개개의 아미노산 함량은 총량에 비례하여 한국산 곤약의 아미노산별 함량과 근사한 경향을 보여 주었다.

<표 3> Amino acid contents of Amorphophalus Konjak K.Koch powder produced in different countries(mg/ g)

Amino acid	Korean		China	Japan
	a*	b**		
Aspartic acid	11.14	17.46	7.88	7.63
Threonine	2.85	2.78	0.94	0.92
Serine	6.25	3.95	2.61	2.53
Glutamic acid	18.35	21.83	6.19	5.78
Glycine	5.15	3.56	1.34	1.23
Alanine	4.27	4.63	2.61	2.49
Valine	6.01	5.75	1.33	1.28
Methionine	0.81	0.98	0.21	0.19
Isoleucine	3.61	3.18	0.81	0.76
Leucine	6.61	5.26	1.39	1.25
Tyrosine	2.47	1.77	1.02	0.96
Phenylalanine	5.14	4.01	1.44	1.27
Lysine	2.92	5.98	2.11	1.88
Histidine	2.31	1.51	0.58	0.51
Arginine	10.54	5.53	1.68	1.43
Total	88.43	88.18	32.14	30.11

\* Taejeon product \*\* Yesan product

아미노산 총량은 절간품에 가장 많고 정분으로 대부분의 함량이 이행되어 정분에 많은 양이 함유되고 가장 많은 아미노산은 구루타민산, 아스파라

틴산이고 가장 적은 것은 타이로신, 히스티틴으로 매우 낮았다. 이러한 결과는 Kondo<sup>8)</sup>의 일본산 구약 감자의 아미노산 조성에서 아스파라틴산, 구루

타민산이 많다는 것과 일치하고 일본산에는 세린이 가장 많으나 한국산에는 적어 크게 차이가 있는 것은 역시 시료의 산지 및 채취시기 정량법의 차이에 기인되는 것으로 추정된다.

#### 다. 무기 성분 함량

산지별 곤약 정분의 무기물 함량은 <표 4>와 같다. 산지 구분없이 카리움과 인의 함량이 많았으며 철분과 칼슘이 적게 함유된 것으로 나타났다.

<표 4> Mineral composition of elephant-foot produced in different countries

(mg/100g)

Place	Ca	P	K	Na	Fe	
Korean	Taejeon	21.95	269.92	2196.38	64.39	3.71
	Yesan	20.63	231.02	1939.36	23.38	11.71
China	-	54.65	198.82	1985.00	80.79	1.81
Japan	-	21.24	194.24	1821.81	37.55	0.81

철분은 한국산이 중국산이나 일본산보다 많았고 반대로 칼슘은 중국산이 많고 일본산은 한국산과 비슷한 함량을 보였다.

장<sup>18)</sup> 등은 당귀의 무기 성분 조사에서 나트륨이 가장 많고 칼륨, 칼슘 순으로 함량이 많았으나 이들 식물과 차이는 인의 함량이 많은 점이다.

일본 식품 성분표<sup>17)</sup>에서 일본산 곤약 정분의 무기성분과 비교하면 역시 K 함량이 가장 많고 인, 칼슘, 나트륨 순으로 많아 본 시험과 차이는 칼슘 함량이 적게 나타난 점인데 이는 분석법의 차이에

기인된 듯 하였다.

#### 라. 절간 곤약의 chip의 정분 수율

절간 곤약의 정분 수율 성적은 <표 5>와 같이 한국산이  $61.03 \pm 0.7\%$ 로 중국산  $57.57 \pm 0.77\%$  보다 3.46%나 높았고 이는 일본성적에서 재래종 64.9%와 한국산은 비슷하나 중국산은 함량이 많이 떨어졌으나 비중종의 49.7% 보다는 높은 정분 수율을 보였다.<sup>16)</sup> 이와같은 성적으로 볼 때 한국산도 일본산과 수율이 유사하여 국내 재배 확대로 생산에는 수율상 문제가 없다고 판단되었다.

<표 5> Milling yield of dried sliced konjak

Sample	Place	Refined powder	Waste flied powder
Korea	Yesan	60.82 + 0.65	39.18 ± 1.36
	Taejeon	61.24 ± 0.74	38.76 ± 1.44
	Mean	61.03 ± 0.70	38.97 ± 1.40
China	A	58.35 ± 0.82	41.65 ± 1.47
	B	56.78 ± 0.71	43.22 ± 1.34
	Mean	57.57 ± 0.71	42.43 ± 1.41

다. 곤약 정분의 백도  
 식품의 색은 원료나 가공품 모두에서 시각적 품질 기준이 되며 향미나 조직감과 함께 식품의 선호

성에 중요한 역할을 한다.  
 한국산과 중국산 및 일본산 곤약 정분 원료와 조분의 백도 측정 정적은 <표 6>과 같다.

<표 6> Whiteness difference of refined konjak powder produced in different countries

Sample		L	a	b	△E
Refined powder	Korea	78.06	-1.08	16.03	0
	China	82.79	-2.97	18.43	0.11
Course powder	Korea	69.42	-0.17	10.35	3.62
	China	68.39	-2.39	18.32	8.62

\*L: Lightness (100=White, 0=Black)  
 : Redness (- =Green, +=red)  
 : Yellowness (- =Blue, +=Yellow)

E: Color difference( $\Delta E = \Delta(L - L') + \Delta(a - a') + \Delta(b - b')$ )

0.0 - 0.5 : Trace, 0.5 - 1.5 : Slight  
 1.5 - 3.0 : Noticeable, 3.0 - 6.0 : Appreciable  
 6.0 - 12.0 : Much, over 12.0 : Very much

사물의 밝기를 나타내는 색도(백도)값인 L-value는 정분의 경우 중국산이 한국산보다 약간 높았으나 조분에서는 거의 비슷한 값을 보였다. 붉은 색도인 a(redness)-value는 한국산은 조분, 정분 모두 초록색(green)을 띤 붉은색을 보인 반면 중국산 조분은 붉은색을 띄었고 정분은 greenish red를 보여 주었다. 황색도인 b(yellowness)-value도 중국산이 한국산 보다 높은 값을 나타내었고 한국산의 경우 정분이 조분보다 높은 수치를 보였다.

그러나 육안으로 볼 때는 백색도(L)가 약간 차이가 있었고 a, b값 차이는 거의 느낄수 없었다. 색도의 차이(△E)는 조분은 중국산이 한국산보다 높게 나타났으나 정분에서는 한국산이나 중국산이 비슷한 수치를 보였다. 이와같은 실험치는 주어진 시료에 대한 성적이므로 시료 조건에 의하여 크게 좌우될 것으로 판단되었다.

#### 4. 요약

한국산 구약 감자(elephant-foot=Amorphophalus Konjak K.Koch)의 이화학적 성분 조성을 조사하기 위하여 국산 생감자와 분말을 시료로 하여 외국산 정분과 같이 분석한 결과 생감자는 수분이 80.64%였고 고형분의 대부분은 당류, 단백질, 회분이고 섬유나 지방은 미량 존재하였다.

건조 분말 정제품인 정분은 당류 74.42-80.41%, 수분은 10% 전후였고 만난 함량은 한국산이 일본, 중국산보다 상당히 적었고 역시 가용성 유리당도 일본산이 높고 한국산이 낮었는데 구성당은 한국산은 Sucrose가 많은 대신 외국산은 Fructose, Glucose 함량이 높았다.

한국산 정분의 단백질 함량은 외국산보다 2배 많았고 이의 amino acid 조성은 Glutamic acid,

Aspartic acid, Arginine 등이 총아미노산의 45%를 차지하고 Valine, Serine, Leucines, Glycine의 순서로 많았다. 정분의 무기물은 K가 많고  $P > Na > Ca$ 순으로 많이 함유하였고 chip의 정분 수율은 한국산이 61%, 중국산은 57.6%였으며 정분의 백도는 색도 측정치는 중국산이 약간 높았으나 육안으로는 별 차이가 없이 비슷하였다.

•사사

본 연구는 1994년도 안성산업대학교 산업과학기술연구소 학술연구조성비의 지원으로 수행되었으며 성분 분석에 도움을 준 농심(주) 기술개발연구소 구영태 연구원에게 진심으로 감사를 드립니다.

•참고 문헌

1. 『공예작물학』, 박찬호, 손세호, 향문사, 서울, 1992, p.329
2. 「곤약의 생산이용기술」, 이성갑, 『식품공업』, 1994, p.93
3. 「Relationship between the quality of Konjak flour and the molecular matter nature of konjakmannan」, Kishida, N., 『Agric. Biol. chem.』, 43(11), 1979, p.2391
4. 「Review of the physico-chemical characteristics and properties of konjakmannan」, Nishinari, K. Williams, P.A and Phillips, G.O, 『Food Hydrocoll』, 6(2), 1992, p.199
5. 「Konjak flour, properties and applications」, Tye, R. J., 『Food Technol』, 45(3), 1991, p.87
6. 『J. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. 2』, K. Nishida and H. Hashima, 1930, p.277
7. 『K.Koto』, J.Biochem, Tokyo 1, 1922, p. 201
8. 「Nippon Shokusin Kokyo Gakkaishi」, Y. Kondo and S. Okimas, 14(8), 1967, p.345
9. 「Rheological Properties of Konjac Gluco-

mannan Dispersions」, Soo-kyung Ji and Nam-Soo Kim, 『Korean J. Food Sci. Technol』, 27(2), 1995, p.246

10. 『AOAC International Suite 400』, A.O.A.C, 16th Edition, 1995, U.S.A

11. 「Anal. Chem.」, M. Dubois, K.A. Gilles, K. Hamilton, P.H. Rebers and F. Smith, 28, 1956, p.350

12. 「Biochem. Biophys. Res. Commun.」, I. D. Algranati, H. Carmiatti and E. Cabib, 12, 1963, p.504

13. 「Mixed perchloric sulfuric and phosphoric acids and their application in analysis」, Smith, G.H., Twin city pub. Co. champainIII, 1968

14. 『Food Analysis vol』, Gruenwedel, D.W. and Whitaker, J.K., 1984, chapter 3, color measurement

15. 「Studies on Konjak mannan Biosynthesis」, Takao Murata, 『Nippon Nogeikagaku Kaishi』, 46(6), 1972, p.1

16. 「Physico-Chemical Characteristics of Konjak Mannan」, Seong-Kap Rhee, 『J. Professional Engineers』, 28(1), 1995, p.5

17. 『Japan Food composition table』, 4th edition Japan society of resource investigation, Ministry of science, 1990, p.33

18. 「Preparation of Konjak Mannan Gel」, Y. Ohta and K. Maekaji, 『Nippon Nogeikagaku Kaishi』, 54(9), 1980, p.741

19. 「Available constituents contents of Angelica gigas Nakai」, S. M Chang and J. Choi, 『J. Korean Agric Chemical Society』, 29(4), 1986, p.381

20. 「Fluidity of Konjak powder solution」, S. Okimasu and N. Kishida, 『J. Japan Food sc. and Technology』, 14(8), 1967, p.333