

## 機能性 食纖維로서 こんにゃく 成分의 理化學的 特性 研究 調査

Survey on the Physico-Chemical Characteristics of  
Konjak Mannan as Functional Dietary Fibre

李 聖 甲\*  
Lee, Seong Kap

### 1. 머리말

こんにゃく은 인도, 스리랑카 원산으로 중국, 한국을 거쳐 일본에 전파되어 1600여년간 일본식생활에 깊게 뿌리내려こんにゃく문화를 오늘날 일본식문화에 확고한 위치를 점유하고 있다.こんにゃく은 초기에는 구황식품, 그후 부식기호식품 그리고 현재는 비만방지를 위한 건강보조식품, 기능성 식품으로 발전하여 왔다. 이것은 저부가가치 제품에서 고부가가치 식품으로 개발되었으며 이는 정분의 정제기술의 발달이 뒷받침해주었기 때문에 가능하게 된 것이다.こんにゃく은 독특한 풍미와 특유한 조직감을 갖는 대표적인 겔상태의 식품의 하나이다. 이 제품은 주로こんにゃく정분을 3% 농도로 물을 가하여 팽윤적으로 용해시켜 알카리처리로 겔을 고정한후 물을 자비하여 제조하거나 구약감자로 직접 제조하기도 한다.こんにゃくに 관한 원료 생산, 제조가공, 텍스처-등에 관한 과학적 연구는 일본과학자들에 의하여 1950년대부터 본격적으로 추진되어 많은 연구논문이 발표되어こんにゃくの 정체를 규명하는데 많은 진보발전을 가져왔다. 여기서는こんにゃく정분의 물성에 관한 최신연구결과를 토대로 하여 소개코저 한다.

### 2. 구약감자의 가공과 주성분 특성

#### 1)こんにゃく정분

こんにゃく식품의 주원료인 정분은 구약감자(AMORPHOPHALLUS KONJAK K.KOCH)의 괴경으로 제조한다. 즉 감자를 윤절건조한 절간으로 만든다. 천일건조나 화력건조(최근 건조법)로 하는데 특수용도로 하는 경우는 동결건조도 채용되고 있다. 절간을 분쇄하여 황분을 얻고 여기서 불필요한 성분은 강한 도정과 강한 바람으로 날려보내면 마지막에 무거운 가루가 남게 되는데 이것을こんにゃく정분이라 한다. 황분에서 분리한 가벼운 가루를 비분이라고한다. 이 비분은こんにゃくに 만들어지지 않는다. 생감자에서 정분수율은 11~15%로 평균 13.5%가 된다. 이와같이 얻은 정분의 일반성분은 표1과 같이 무수물로 볼때 당질이 약 92%로 결국 주성분은こんにゃ쿠루코만난 이다.

질소성분의 대부분은 아미노산 및 저급 펩타이드로서 정분중에 혼재한다. 품질이 우수한 정분은 당질함량이 높고 회분이나 질소성분이 적다. 수분함량은 천일건조품이 10.1~18.1%(평균 14%)이고 화력건조품이 10.1~15.1%(평균 12%)

\*食品技術士. 農博. 國立安城産業大學校 食品工學科教授

표 1. 곤약정분의 일반조성(무수물%)

산 지	품 종	수분	회분	질소	당질	인산
중 국	-	14.2	5.2	0.51	94.6	0.47
인도네시아	-	14.2	3.9	0.26	92.8	0.47
일 본	標準精粉(特等)	14.1	6.1	0.43	99.7	0.58
	· (1等)	14.1	6.6	0.54	97.1	0.49
	· (2等)	13.8	7.1	0.53	96.5	0.64
	· (3等)	13.8	7.8	0.57	95.1	0.53
	在 來	18.1	5.4	0.69	96.7	0.56
	支 那	17.8	6.3	0.63	96.0	0.50
	하루나구로	18.0	6.6	0.76	93.7	0.45
	備 中	17.9	7.6	0.72	94.0	0.69
	-	10.1	5.8	0.68	95.2	0.57
-	14.1	5.2	0.51	92.2	0.58	

로 화력건조정분이 전반적으로 품질이 우수하다. 정분의 품질은 가공방법 차이에 따라 크게 다른 것으로 보고되고 있다. 즉 생감자의 건조법으로 진공동결, 알콜탈수, 자연, 통풍의 4가지 방법으로 절간하여 건조법의 차이에 따른 품질에 미치는 영향을 검토한 시험결과 진공동결건조법이 가장 우수하였고(표2) 또 저장조건에 따른 품질에 미치는 영향도 큰 것으로 보고(표3) 되었다.

표 2. 생감자 건조법에 따른 전분의 백도와 품질변화

건 조 방 법	W <sub>p</sub>	유 동 역 학 적 특 성			
		$\eta'(p)$	K	n	P <sub>y</sub> (dyn/cm <sup>2</sup> )
眞 空 凍 結	71.11	153.2	230	0.36	244
알 콜 脫 水	58.24	97.6	141	0.40	138
自 然	53.00	112.4	158	0.40	158
·	64.41	110.6	158	0.45	140
·	64.43	116.0	170	0.41	167
·	59.14	114.0	170	0.38	167
·	54.32	98.2	144	0.35	127
(通風)(40℃)	57.72	125.2	184	0.38	186
· (60℃)	58.43	84.0	108	0.57	42
· (80℃)	60.00	112.0	164	0.40	160

저장조건으로 저장온도나 기간의 차이, 산소 존재유무, 수분함량차이에 따라 품질에 미치는 영향을 검토한 결과 산화에 기인되는 품질저하시 수분의 존재가 상당히 중요한 의미를 갖으며 한계수분량과 저장온도와의 사이에서 실용상 유효한 1차식의 관계를 얻었다.

더욱이 정분의 품질은 원료구약감자의 품종이나 재배기간 등에 따라 크게 달라지는 것으로 판명되고있다. 이와같은 연구성과를 생산, 가공의 분야에 활용함으로써 보다 우량한 품질의 정분을 얻을 수 있을것이다.

## 2) 곤약정분의 품질평가법 검토

곤약의 품질은 제조조건이 동일하더라도 원료정분의 품질에 의하여 크게 영향을 받는다. 따라서 곤약제조에 있어서는 정분의 품질을 정확하게 평가하여 이것에 따라서 가공법이나 원료처리법을 채택하여야 한다.

종래 정분의 품질평가는 선택의 양부, 입자대소, 혼입물의 다소, 건조의 양부, 혹은 광택 등 육안적방법과 아울러 정분 2%용액을 차잔에 만들어 그 굳기와 차완의 분리를 비교하는 소위 차완법이 채용되었다. 이경우 평가의 가장 중요한 기준은 후자로서 이 방법은 판정에 경험이 필요하고 결과도 주관적으로 치우치기 쉽다. 이에대하여 보다 객관적인 방법으로서 STORMA 점도계를 사용하여 표준정분과 점도를 비교하여 시판정분을 판정하는 방법이 추천된다. 이방법은 일본의 일부 지역에서 표준검사법으로 채용되고 있다. 이방법도 점도계의 조정이나 표준정분의 조제를 매년하여야 하기 때문에 검사의 일관성이 결여되는 결점이 있다. 이러한 결점을 보완하기 위한 가장 합리적 방법으로서 B형 점도계에 의한 정분검사법을 확립하여 이것이 현재 곤약업계의 공정법으로 채용되고 있다. 이방법은 정분용액의 유동성을 비교하는 것으로 이 방법을 알아보면 우선 정분용액의 유동특성을

표 3. 정분의 저장조건과 용액의 유동적특성 변화

貯藏方法	溫度(℃)	期間(日)	水分(%)	K	n	$P_y$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	$\eta'$ (poise)	$-\Delta\eta'^{*1}$ (poise)
窒 素 充 填	20	31	12.98	220.4	0.34	237	147.0	- 1.0
			15.23	215.8	0.35	217	143.2	2.8
			18.80	201.9	0.38	199	137.2	8.8
	35	31	10.63	215.3	0.35	216	141.6	4.4
			12.66	214.6	0.37	200	133.0	8.0
			19.08	182.0	0.44	161	123.4	17.6
	40	30	11.03	212.9	0.38	221	146.0	10.4 <sup>*2</sup>
			13.14	201.0	0.41	195	139.6	16.8 <sup>*2</sup>
			15.38	195.0	0.41	189	135.2	21.2 <sup>*2</sup>
			20.08	154.9	0.51	98	115.0	41.4 <sup>*2</sup>
	60	16	5.04	139.0	0.55	86	102.4	43.6
			10.77	68.1	0.56	-	51.4	94.6
13.27			13.6	0.83	-	13.0	133.0	
空 氣 中	5	35	10.49	219.3	0.36	226	145.0	1.0
			13.18	212.9	0.34	219	146.4	- 0.4
			15.45	217.8	0.36	215	140.2	5.8
			19.19	214.8	0.36	226	146.8	- 0.8
	20	31	12.90	237.2	0.36	222	145.0	1.0
			15.44	212.4	0.39	216	145.6	0.4
			19.08	182.0	0.42	174	132.2	13.8
	35	31	10.81	195.9	0.41	170	135.0	11.0
			13.35	154.9	0.49	09	114.0	32.0
			15.82	119.1	0.55	95	91.2	54.8
			19.60	44.5	0.68	-	36.4	109.6
	40	30	11.03	195.0	0.41	184	135.4	21.0 <sup>*2</sup>
13.18			163.7	0.47	122	120.2	36.2 <sup>*2</sup>	
15.43			123.1	0.54	52	92.8	63.6 <sup>*2</sup>	
20.34			31.1	0.79	-	27.6	128.8 <sup>*2</sup>	

注: 貯藏前 粘度 <sup>\*1</sup>  $\eta' = 146.0$ , <sup>\*2</sup>  $\eta' = 156.4$

명확하게 구명할 필요가 있다. UNIVERSAL RHEOMETER(SHIMAZU 제) UR-1형으로 검사시 주로 다음사항을 분명히하여야 한다.

- ① 그림1과 같이 정분용액의 마찰응력 S와 마찰속도 D와의 관계는 직선을 보이며 저농도용액은 NON NEWTONIC 점성유동을 보이고 약 0.8%을 초과하여 비교적 고농도용액은 NON BINGHAM 가소성유동을 갖어 항복치를 보인다. 따라서 유동곡선에서 구한 점도는 외견상의 수치에 지나지 않는다.

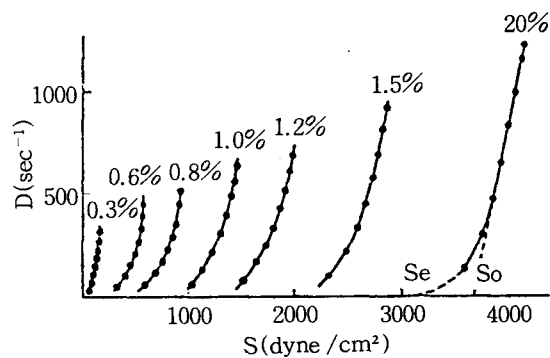


그림 1. 끈약 정분용액의 유동곡선(35℃)

- ② 정분의 종류(원료구약감자의 종류, 가공방법 차이, 정분입자의 대소, 품질양부 등)에 따른 유동곡선의 본질적인 차이는 인정되지 않는다.
- ③ 외형점도와 측정온도와의 관계는 ANDRA-DE식과 근사하게 일치한다.
- ④ 정분용액의 유동성은 정분종류, 농도, 측정온도 및 강복치(降伏値)의 유무, 대소에 관계없고  $S=KD^n$  식으로 표시되며  $n$ 승(乘)의 법칙에 잘 따른다. 따라서 정분용액의 유동특성은 이식에 의하여 구할수 있는 점성지수  $K$ , 유동지수 $n$  및 그림1에서 구한 강복치  $S_0$ 에 의하여 나타내는 것이 적당하다.
- ⑤ 정분의 품질을 그 유동성으로 평가할 경우의 용액농도는 약 1%가 적당하다.

이상과 같이 정분의 품질평가는 그 유동곡선에 의하여 할수 있으나 측정에 사용하는 점도계는 고가이고 조작도 간편하지 않아 반드시 실용적은 아니다. 그러나 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 저렴하고 취급간편한 B형 점도계로 정분의 검사방법을 소개하면 B형 점도계로 BM형을 사용하여 ROTOR는 가능한 넓은 범위의 회전속도  $N(6, 12, 30, 60 \text{ r.p.m.의 } 4\text{단계로 대체할수 있게)에 대응하여 TORQUE}(\theta)$ 을 보기때문에  $N_{0.4}$ 를 사용한다. 정분농도는 수분함량을 고려하여 1%로 하고 측정온도는  $35^\circ\text{C}$ , 측정용기는 300ml용량의 TALL BEAKER가 적당하다. 정분의 용해시간은 보통 2~3시간이고 여러번 나누어 점도를 측정하여 최고치를 취하는것이 바람직하다. 마찰응력  $P$  및 마찰속도  $V$ 는 각각 다음식으로 구할 수 있다.  $P=4\theta V=N/15$  따라서 외형점도  $\eta'$  및 외형유동도  $\phi'$ 는 각각  $\eta' = P/V$ ,  $\phi' = V/P$ 로 구할 수 있다.

$P$ 와  $V$  사이에도  $P=KV^n$ 으로  $n$  제곱법칙이 성립된다. 즉  $\log P$ 를  $\log V$ 에 대하여 PLOT하면 그림2에 표시한것과 같이 직선을 얻을 수 있으며 점성지수  $K$  및 유동지수  $n$ 치는 이 그림에

서 구할 수 있다.

정분용액의 유동특성을 표시하는 하나의 지수로서 어떤 강복치  $P_y$ 는 소위 다완검사법의 개량을 가져온 것으로 이것은 RABINOWITCH-FERRY 식( $\phi=A+BP$ )에 의하여  $\phi'$ 를  $P$ 에 대하여 PLOT하여 이것으로 구할 수 있다. 즉 그림3에서와 같이 정분농도가 0.8% 이하이면 이 관계는 직선이 되고 정분의 검사농도가 1%면 품질우량한 정분은직선으로 명확히 굴석점(屈折点)이 인정된다. 이 굴석점의 위쪽부분을 연장하여  $P$ 축과 교차하는점  $P$ 치를 구하면 이 수치는 먼저 그림1의 강복치와 잘 대응한다. 따라서 이수치를 강복치라고 생각된다. 강복치는 우수한 정분쪽이 크고 열악한 것일수록 적어지는 경향이다.

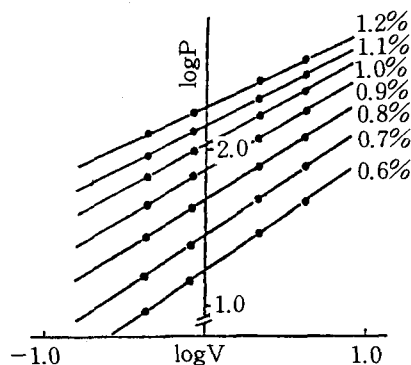


그림 2 정분용액의  $\log P$ 와  $\log V$ 와 관계

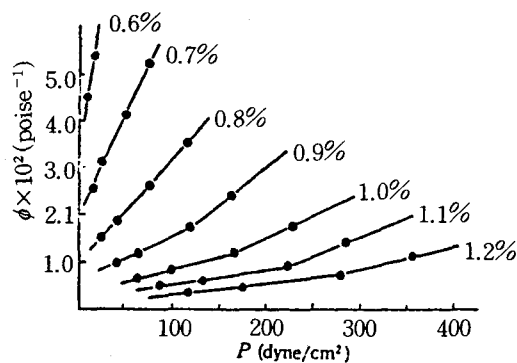


그림 3  $\phi'$ - $P$  관계의 정분농도에 따른 변화

표 4. 정분의 검사성적

回轉速度 N (rpm)	Torque $\theta$	마찰速度 V (sec <sup>-1</sup> )	마찰應力 P (dyne/cm <sup>2</sup> )	流動度 $\phi' \times 10^2$ (poise <sup>-1</sup> )	粘 度 $\eta'$ (poise)	粘性指數 K	流動指數 n	降 伏 值 P <sub>y</sub> (dyne/cm <sup>2</sup> )
6	16.3	0.4	65.2	0.614	163			
12	26.5	0.8	106	0.755	133	115	0.57	28
30	45.3	2.0	181	1.10	91			
60	62.2	4.0	249	1.61	62			

이와같이 구한 검사결과는 표4와 같이  $\phi'$  및  $\eta'$  는 회전속도에 따라서 다르다.

따라서 정분의 품질은 측정조건을 일정하게 규정하려면  $\phi'$  또는  $\eta'$ 의 수치를 비교하여 이것에 의하여서도 평가할 수 있으나 각각의 정분의 유동특성치 K, n 및 P<sub>y</sub>의 수치로서 표시하는 것이 오히려 좋다.

이상의 방법으로 측정된 정분의 검사결과는 표 2. 3. 5. 6.과 같다.

표5 시료는 일본산 천일건조품이고 표2에서 표준정분을 기준으로 하여 볼때 K=100(n=0.60,  $\eta'$ =80)정도 및 K=50(n=0.70  $\eta'$ =40) 정도가 각각 우 및 열의 기준으로 볼때 K=100이상은 우수품, K=50 이하는 열악품, K=50~100은 중급품으로 판단한다.

열악품은 일반적으로 강복치가 나타나지 않는다. 생감자의 건조법이나 저장조건에 따라 정분에 미치는 영향은 큰것이 분명하다.

원료생감자의 산지나 종류에 따라서도 품질 특성이 차이가 큰 표6에서 알 수 있다. K와 n 와의 관계를 보면 분명히 부(負)의 높은 상관관계( $\gamma=-0.919$ )가 있다.

또한 K와 P<sub>y</sub>와의 사이에는 분명하게 정(正)의 높은 상관관계( $\gamma=0.925$ )가 있다.

따라서 정분의 품질은 그 유동특성치 K, n, P<sub>y</sub>의 어느것으로 표시하는 것이 좋다.

그리하여 122점의 곤약정분을 수집하여 품질을 검사하여 이것을 K와 수분관계를 그린것은 그림4와 같이 K치는 100-180으로 우수품들로

판정되었다. 이방법으로 새로운 판정기준을 설정하여 품질향상을 시도하는것도 바람직하다고 생각된다.

표 5. 정분의 검사성적 비교

精粉種類	K	n	P <sub>y</sub> (dyne/cm <sup>2</sup> )	$\eta'$ (poise)
I	115	0.57	36	90
II	78	0.63	8	62
III	50	0.69	none	41
IV	36	0.71	none	31
V	105	0.60	28	81
VI	102	0.62	22	78
VII	78	0.63	7	61
VIII	65	0.68	none	54
IX	186	0.43	136	128
X	168	0.48	110	119
XI	47	0.69	none	39
XII	40	0.72	none	34

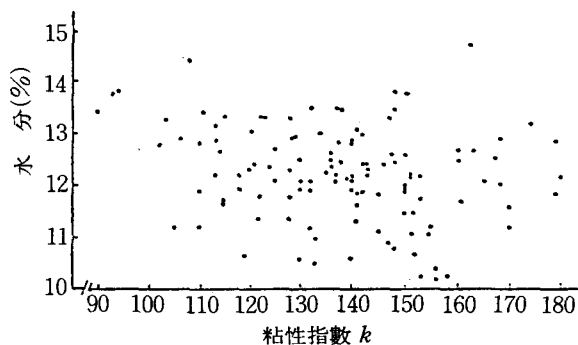


그림 4 곤약정분의 점성지수와 수분관계

표 6. 산재별 종류별 곤약정분의 특성

產地	種類	$\eta'$	K	n	$\phi' \times 10^2$	P <sub>V</sub>
福島縣	在來	118	169	0.42	0.85	152
·	·	120	172	0.44	0.84	142
·	·	122	172	0.47	0.82	145
長野縣	·	123	164	0.45	0.81	145
群馬縣	赤木大玉	118	177	0.39	0.85	165
·	在來	108	151	0.45	0.93	135
·	支那	119	176	0.38	0.84	173
·	하나구로	110	153	0.45	0.91	145
埼玉縣	在來	120	173	0.45	0.83	145
廣島縣	特等	111	152	0.48	0.90	126
·	1等	85	109	0.58	1.18	18
·	2等	92	122	0.53	1.08	46
·	3等	83	104	0.62	1.20	12
茨城縣	1級	106	150	0.46	0.95	123
·	2級	99	141	0.46	1.01	110
·	小玉	100	141	0.46	1.00	114

### 3) 정분의 생화학적 물성

정분의 생화학적 특성으로 주목되는것은 동물의 콜레스테롤대사에 미치는 영향에 관한것으로 한실험은 고콜레스테롤형식사에 5% 정분을 첨가하여 흰쥐를 5주간사육한 결과 무첨가구에 비하여 약 36%정도 혈청콜레스테롤치의 상승을 억제하였다는 보고와 이를 뒷받침하는 연구가 많고 특히 건강인과 환자에 대하여 1일 버터 70g을 포함하는 고콜레스테롤 혈증(血症)형 식사와 매식후 4g, 1일 12g 복용케 하여 조사하였다.

그림5에서 건강인의 실험식 섭취에 의한 콜레스테롤 량의 변화를 보면 건강인은 단기간에서 그 영향을 보이기 때문에 1회당 두여량이 많아야 하고 환자는 장기간에서 영향을 보이기 때문에 1회당 두여량은 1g으로 3회 3g으로 적게된다.

정분의 이와같은 작용은 이들성분인 KGM의 물성에 의한것으로 수용성 KGM이어야하고 불

용화된정분이나 식용곤약은 이와같은 작용은 일어나지않는다.

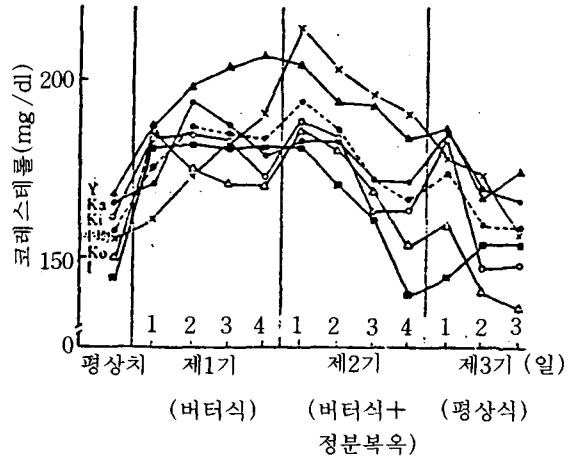
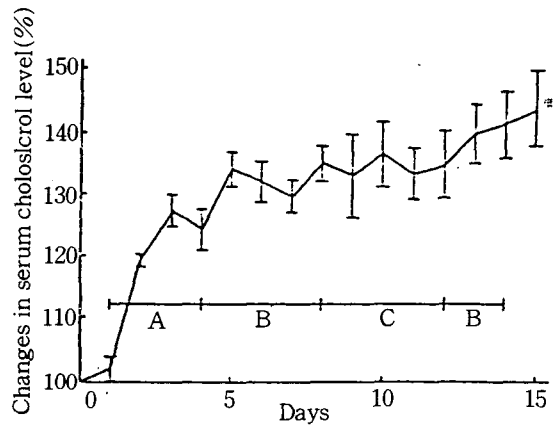
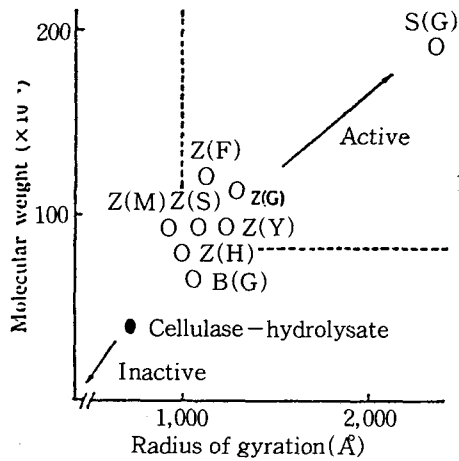


그림 5 건강인의 실험식 섭취에 의한 콜레스테롤 량의 변화



\* Mean ± Standard error of 6 men.  
 A: Butter 60g, *ad Libitum*  
 B: Butter 60g, Restricted diet.  
 C: Butter 60g, Restricted diet + Edibl Konnyaku 528g/day/man.

그림 6 정상인 혈청콜레스테롤에 미치는 식용곤약의 효과



Abbreviations S, Z, and B refer to Shinashu, Zairai-shu and Bitchu-shu species respectively. Capital letters in parentheses refer to cultivation districts as follows: G, Gumma; F, Fukushima; S, Shizuoka. M, Miyagi; Y, Yamagata; and H, Hiroshima.

그림 7 KM의 분자량과 관성반경에 따른 품종산지별 끈약시료분포 비교

역시 KGM의 특성으로 수용성이고 분자량이 커야 코레스테롤치의 강하작용이 있다는 것을 그림 7에서 보면 품종, 산지가 다른 각종의 KGM에 대하여 그 작용력(흰쥐에 高코레스테롤형 식사에 KGM 3%첨가시 코레스테롤치에 영향력)을 구하여 그것을 분자량 및 관성반경과의 관계를 나타내는 것으로 분자량이나 관성반경이 큰 편이 그 작용력이 강한 것을 보여주고 있다.

또한 KGM이 그의 작용을 발휘하려면 그의 분자량은  $8 \sim 9 \times 10^5$ , 관성반경은  $1000 \text{ \AA}$  이상이 되어야 한다. 역시 KGM의 작용은 그 종류에 따라서 차이가 있는 것은 여러시험에서 확인되고 있다.

이상과 같이 정분 또는 KGM의 혈청 코레스테롤 상승억제 작용은 식이중 코레스테롤의 장관흡수의 억제와 아울러 장관(腸肝) 순환성 코

레스테롤의 소장에서 재흡수저해에 의한 것으로 고찰된다. 끈약정분의 이같은 생리작용에 대하여 혈청지질저하작용과 식이중 PCB의 흡수억제 작용 등을 보고하고 있다.

CHOLESTEROL, 지질, PCB 같은 비교적 소수성(疎水性) 화합물이 KGM같은 난소화성의 고분자화합물에 의하여 장관흡수가 저해되는 사실은 금후의 생화학적 물성의과제로서 흥미깊은 사안이다.

#### 4) KONJAK GLUCOMANNAN의 분자 특성

끈약 구루코 만난(KGM)은  $\beta$ -D-GLUCOSE와  $\beta$ -D-MANNOSE가 2:3의 비율로 여러개가 1.4 결합된 복합다당류이다. 이와같은 화학구조에 대하여 최근 두·셋의 다른견해가 보고되고 있으나 여기서 접어두고 오직 물성적으로 KCM의 분자량 및 GEL화 기구에 관한 최신 과학을 소개한다.

KGM의 분자량등의 분자물성에 대하여는 먼저 NITRO형 KGM의 이소아밀 아세테이드 용액의 광산란 및 점도를 측정하였다. 중량평균분자량  $MW=27.1 \times 10^4$ , 분자의 쇠단(鎖端)사이의 거리  $\langle r^2 \rangle^{1/2} = 1.380 \text{ \AA}$  (관성반경  $\langle S^2 \rangle^{1/2} = 563 \text{ \AA}$ 에 상당)으로 보고되었다.

또한 점도  $[\eta]$ -종합도 P관계식으로서  $[\eta] = 11.6 \times 10^{-4} P^{0.95}$ 을 구하고 분자는 용액중에서 상당히 신장된 상태에 있는 것으로 추정되고 있다.

KGM의 분자량측정에 니트로화 처리하는 이유로 KGM은 분리정제 과정에서 물에 대한 용해성이 현저히 감퇴하는 때문이다. 이 문제에 대하여 최근 정분을 물에 녹인후 원심 분리, 투석, 진공동결건조하는 방법에 의하여 물에 이용성(易溶性)인 원래의 KGM을 고순도로 분리한다. 이방법으로 분리정제한 각종 KGM에 대한 광산란의 농도근사법의 시험결과를 표 7에서 보

표 7. 다양한 KGM의 분자량과 관성반경의 표준 편차(%)

Strain and Producing Area of Tuber	Mw×10 <sup>-4</sup>	<S <sup>2</sup> > <sup>1/2</sup>
Zairai-shu (traditional species)	Fukushima	118
	hiroshima	84
	Yamagata	95
	Miyagi	94
	Shizuoka	98
Shina-shu (Chinese species)	Gumma	112
	Gumma	190
Bicchu-shu	Gumma	68

면 KGM의 분자량은 68×10<sup>4</sup>~190×10<sup>4</sup>로 원료 감자의 품종은 물론 동일한 품종이라도 산지에 따라서 상당한 차이가 나타났다. 용액내의 분자 체인의 넓은 정도를 나타내는 관성반경 <S<sup>2</sup>> 1/2에 있어서도 같은 양상이었다. 또 아세틸 KGM을 알카리로 탈 아세틸화시킨 시료에 대하여 분자량 측정결과 MW=27.0×10<sup>4</sup>를 얻어 나 트로화나 아세틸화 과정에서 분자의 1/4의 중합이 분해되는 것으로 판단된다.

이 실험에서 점도의 측정은 전혀 실시하지 않았다. 그리하여 이상의 실험에 몇가지 의문을

갖고 또 불비한점을 보완하기위하여 천연 KGM을 조제하여 광산란과 점도를 측정하여 고유점도 ( $\eta$ )을 구하였으나 용액의 안정성이 불충분하여 결국 KGM의 물에 용해성 그것이 분자물성론적으로 생각할 문제로 생각된다. 그리하여 KGM을 중합분해가 안되게 온화한 처리로 수용성유도체로 변화시켜 정제와 동시에 용액의 안정화를 시도한 결과 부분 메틸화가 물에대한 용해성 및 용액의 안정성 등에서 볼때 적합한 것으로 확인되어 이 조제조건을 확립하여 실제로 KGM의 부분 가수분해물 및 4종의 천연 KGM에 대하여 메틸화물(치환도 약 0.45)을 조제하고 이 수용액에 대하여 광산란 및 점도를 측정하였다. 이경우 광산란 측정은 농도근사법으로 하여 농도의존항(依存項) A<sub>2</sub>(제 Virial 정수)치로서 3.5×10<sup>-4</sup>를 구하여 얻은 데타에대하여 A<sub>2</sub>의 보정을 하였다. 그 결과

① 분자량 MW, 관성반경 <S<sup>2</sup>> 1/2, 고유점도 [ $\eta$ ] 및 팽창계수  $\alpha_s$ 는 표8과 같이 감자 품종이나 산지에 따라서 별 변화가 없다.

표 8. 각종 메틸 KGM 용액의 분자량, 점도, 관성반경 비교

Strain and Producing area of sample	Mw×10 <sup>-4</sup>	<S <sup>2</sup> > <sup>1/2</sup>	Intrinsic viscosity [ $\eta$ ].(dl/g)	Expansion coefficient $\alpha_s$
Zairai, Hiroshima	116	1304	19.9	1.32
Akagiodama, Gumma	111	1233	19.9	1.29
Zairai, Gumma	101	1136	18.6	1.29
Shina, Gumma	98.5	1145	18.8	1.29

② 관성반경 및 고유점도는 분자량과 각각 다음과 같은 관계로 표시한다.

이들관계는  $\alpha_s$ 가 상당히 큰 것으로 생각되며 메틸 KGM 분자가 수용액중에서 STRETCHED RANDOM COIL형으로 상당히 강한 수화력을 갖는 것으로 추정된다. 이것은 동시에 메틸 KGM의 물로의 진용액을 의미하며 분자량을 나

타내는 것이다.

다음에는 KGM 또는 곤약정분의 불용화·겔화의 문제를 보면 천연 KGM은 물에 녹아 상당히 점조한 용액을 만들고 알카리와 처리하면 쉽게 불용화되어 겔을 형성한다. 이것은 곤약제조 의 원리로서 잘 알려지고 있다.

이와같은 불용화 또는 물 용해성의 감되는 정



분저장중 혹은 정분에서 KGM을 분리정제하는 경우에도 흔히 잘 일어나는 현상이다. 이와같은 불용화에 관한연구로 끈약정분을 가용성과 불용성의 2가지형태를 보고하였고 이들의 X선 연구 결과 전자는 비결정형 후자는 결정형으로 각각  $\alpha$ 형,  $\beta$ 형이라고 명명하였다. 그후  $\alpha$ 형에서  $\beta$ 형으로의 변화는 불가역으로 이 불가역성은 KGM의 화학구조상의 변화에 기인된다. 즉 KGM분자는 그의 HEXOSE기 9개에 대하여 1개의 아세틸기가 핵소스기 70개에 대하여 단백질과 결합된 인산기 1개가 결합된 것으로 그의 측쇄결합이 알카리등에 의하여 가수분해되기 때문에 불용화로 된다.

최근에 KGM의 겔화 기작연구로 알카리에 의한 겔화과정에서 SOL의 탁도, 점도의 변화, KGM의 적외선 스펙트럼의 변화 및 KGM에 의한 알카리소비량을 측정한 결과 겔화시 KGM에서 C=O기를 갖는 성분(아마도 유기산)이 탈리하는것이 분명하고 겔화는 이 성분이 소실되어 KGM분자가 수소결합에 의한 NETWORK 구조를 취하기 쉽게 되기 때문에 생기는 것으로 추정된다. 검화되어 탈리하는 산성 성분을 크로마토그래피로 확인정량한바 이것은 식초산으로 KGM의 핵소스잔기 19개에 대하여 1개(0.33m mol/g)의 비율로 아세틸기로서 결합되는 것으로 판명되었다. 또 겔화과정(응고제 첨가에서 겔화개시까지)과 KGM의 탈 아세틸화 반응과의 관계를 검토하기 위하여 아미로그래프에 의한 겔화과정의 속도론적 연구가 필요하다. 이결과 겔화과정을 KGM의 탈 아세틸화 반응을 가정하여 구한 활성화 에너지는 11.6Kcal/mol로 이것은 KGM의 탈아세틸화 반응의 이것(11.8 Kcal/mol)과 잘 일치하는데 KGM의 겔화에는 그 탈아세틸화 반응이 주요한 열활을 하는것으로 시사된다. 겔화에 의한 물리적인 상태변화를 화학반응과 대응하는 것으로 취급되는점이 흥미로운 주목되는 현상이다.

### 5) KONJAK MANNAN GEL(KMG)의 물성

식품끈약은 판형, 국수형을 시작으로 여러가지 종류가 있으며 이들에 대한 인간의 기호도 다양하다. 그러나 이와같은 끈약이라도 그 품질을 결정하는 주요한 요인이 겔의 물성 즉 TEXTURE의 내용으로는 탄성 혹은 점탄성이 중요시된다.

끈약겔의 탄성을 EWING법에 의하여 탄성률 E의 온도변화를 측정한 결과는 그림8과 같이 우선 최초에 온도를 서서히 올리면 E는 커지게 된다. 다음으로 이것을 생각시키면 E는 적어지는데 같은 온도에 대하여는 상승시보다 약간 커져서 소위 HYSTERESIS를 보여준다. 계속 재차 온도를 올리면 이때는 거의 먼저의 냉각곡선에 대하여 크지않고 이의 가역적부분은 절대온도 K에 대하여 거의 직선적이다.

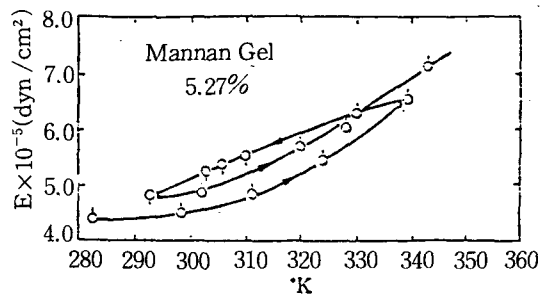


그림 8. 만난알카리겔의 탄성률의 온도에 의한변화

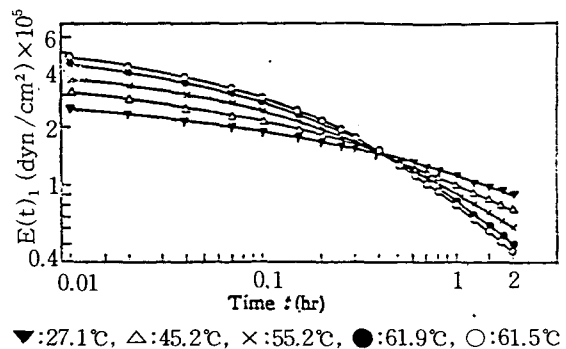


그림 9 온도의 따른 4% 끈약알카리 겔의 완화곡선

그러나 이것을 절대 영도(零度)을 연장하면 원점을 통하는 큰 마이너스치(負值)로 된다. 이것은 어느신장도에 있어서 탄성 고무같이 보이는 현상으로서 이들 겔 내의 화학변화가 없고 NON TROPY(비요변성)적인 것으로 고려된다. 결국 끈약겔의 탄성은 탄성고무 NON TROPY의 탄성과 지극히 유사하고 이러한것은 동시에 양자간에서 NETWORK 구조의 유사성을 암시하는 것으로 추론된다.

그림9에서 4~9%의 6종 끈약알카리 겔에 대하여 쇄식응력 완화기를 사용하여 2시간마다 응력 완화곡선을 27~68℃의 온도범위에서 측정된 완화곡선의 한례를 나타냈다. 그리하여 완화곡선은 3개의 MAXWELL모형을 병렬시킨 역학 모형으로서 해석되고 다음과같은 결과가 보고되었다.

- ① 겔의 주요 3차원구조에 대응으로 보이는 최장완화 시간  $r_1$ 을 갖는 MAXWELL 모형에 속하는 탄성을  $E_1$ 은 온도상승에 대하여 그림 10과 같이 증대한다. 또  $E_1$ 은 KGM 농도가 높은쪽이 큰 수치를 보인다.
- ②  $r_2$ 은 KGM농도의 증대에 의해 그림 11과 같이 커지나 농도가 5.5%이상이면 거의 변화가 없다.
- ③  $r_1$ 의 온도 의존성에서 구한 외형 활성화 에너지는 전시료 통하여 약 8K cal/mol로 일정치이다.

이상의 결과에서 끈약만난 알카리겔은 이 온도 범위내에는 안정한 구조를 보유하는 것으로 결론된다.

이상 이론적 연구에 대한 실제적 연구결과를 표9와 같은 성질의 원료정분을 사용할때 점성지수 혹은 외형점도로 조사하면 이들은 상당한 품질차이가 있다. 끈약의 조제는 정분농도 3%로 각각 충분히 교반팽윤시켰다. 이를 응고시키기 위하여 첨가하는 알카리의 종류와량은 그림 12의 결과를 기초로 하여 수산화 칼슘을 정분의

5% 상당량 사용하였다.

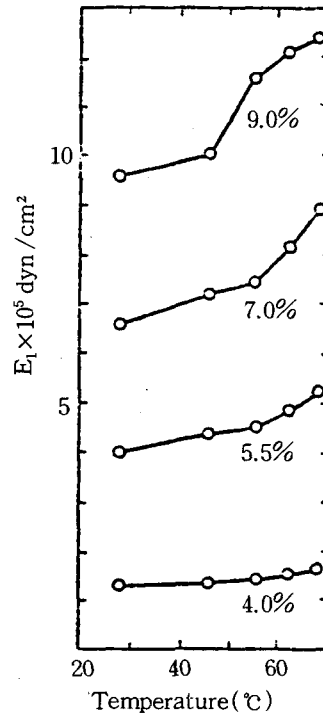


그림 10 농도별 끈약겔의 온도에 대한 탄성율  $E_1$ 의 의존성

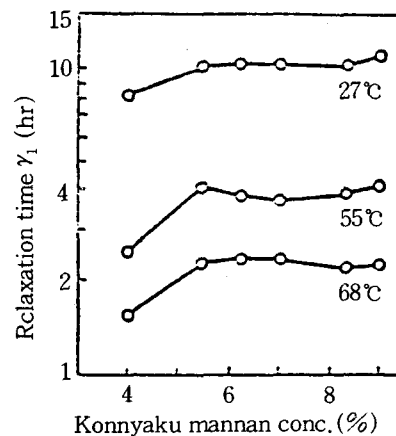


그림 11 온도별 끈약겔 농도에 대한 최장완화시간  $\gamma_1$ 의 의존성

표 9. 일본산 원료 끈약 정분의 성질

시료 No.	산 지	정산년도	품종품질	수분%	회분%	질소%	당질%	외형점도	점성지수
								poise	
1	廣島縣	1965	乾燥精粉(特等)	14.1	6.1	0.43	90.7	90	115
2	"	"	" (1等)	14.1	6.6	0.54	97.1	62	78
3	"	"	" (2等)	13.8	7.1	0.53	96.5	41	50
4	"	"	" (3等)	13.8	7.8	0.57	95.1	31	36
5	"	1966	" (特等)	15.0	5.2	0.37	97.4	109	155
6	"	"	" (1等)	15.2	6.8	0.43	95.3	81	105
7	"	"	" (2等)	14.5	6.3	0.52	94.0	65	85
8	"	"	" (3等)	14.0	7.2	0.72	91.6	50	63
9	群馬縣	1965	在來	18.1	5.4	0.69	96.7	81	105
10	"	"	支那	17.8	6.3	0.63	96.0	78	102
11	"	"	하루나구토	18.0	6.6	0.76	93.7	61	78
12	"	"	備中	17.9	7.6	0.72	94.0	54	65
13	"	1966	在來	14.4	6.3	0.54	99.5	106	149
14	"	"	支那	13.6	6.3	0.65	98.2	104	145
15	"	"	하루나구토	14.6	7.1	0.50	97.2	96	130
16	"	"	備中	14.4	8.4	0.54	96.7	77	107
17	廣島縣	"	-	12.2	6.0	0.55	94.9	103	143

주) : 회분, N. 당은 무수물%, 외형점도는 V=2.0

물성측정을 위한 시료조각은 3×3×2cm의 크기로서 각각의 끈약을 절단하여 필요한 개수로 조제한다. 시료편의 물성은 중앙이연(理研)제품의 강전식 제리 강도시험기(키모그래프의 회전속도 8cm/분, 몰유속도 130g/분, 부란자의 직경 0.5cm)을 사용하여 그림 13에 표시한 방법으로 제리 강도, 요간(凹間)크기, 유연도, 절단강도 및 복원율을 측정할것을 표10에서 볼 수 있다.

표 9와 10에서 잘 검토하면 품질적으로 우수한 새로운 정분으로 만든 끈약의 제리강도 요간의 크기, 절단강도 및 복원율에 있어서 큰 수치를 나타내고 반대로 유연하면 작어지게된다. 이것은 정분의 우열차가 뚜렷한 끈약의 물성을 갖어 역시 먼저 설명한 정분의 품질평가방법이 타당한것으로 확인되었다. 그리하여 이들의 수치는 끈약의 물성을 표시하는 지표로서 실제적으

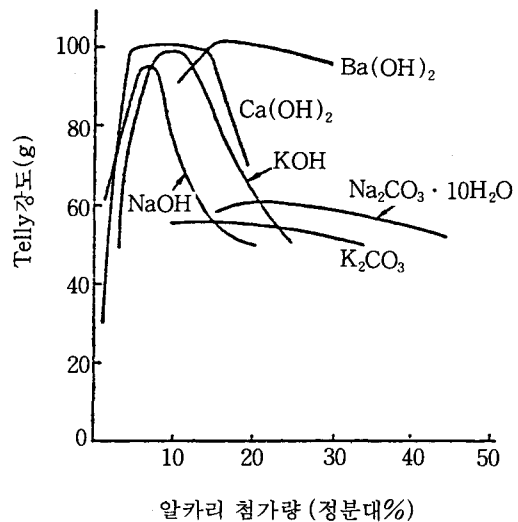


그림 12 알카리 종류 및 첨가량과 제리강도비교

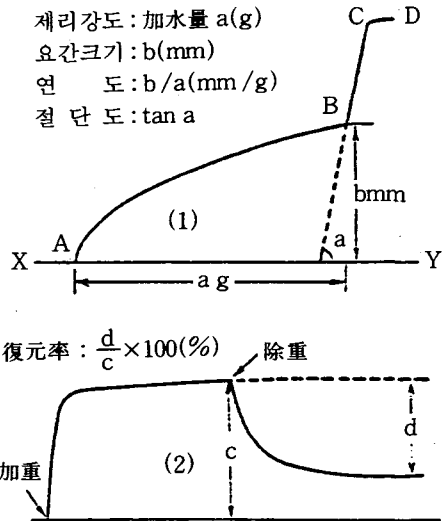


그림 13 측정치 구하는 방법

로 유용한것으로 판단된다.

더욱이 곤약의 물성이 정분농도, 가열, 조리에 의하여 일어나는 변화에 대하여 실험결과는 그림 14~17과 같다.

- ① 그림 14에서 제리강도는 정분농도가 높은 쪽이 크고 어느 농도이상에서 급격히 증대한다. 이관계는 일반의 고분자용액의 점도-농도관계와 거의 유사하다. 유연도는 제

리강도와 거의 반대의 경향을 보인다.

- ② 그림15는  $92 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 가열시간을 달리 한 경우이고 그림16은 가열온도를 달리하여 1시간 가열한 경우이다. 가열처리는 곤약제리의 강도를 높게하고 유연도를 감소하는 것을 나타내고 있다.

- ③ 그림 17에서 곤약을 각종 조미료액을 첨가하고  $92 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 1시간 가열시킨 때의 성적으로 그들의 물성은 약간차이를 보이는 것을 알 수 있으며 식염농도증가는 제리강도를 증가시키고 유연성을 감소시키는데 식초산은 이의 반대현상을 보였다. 설탕은

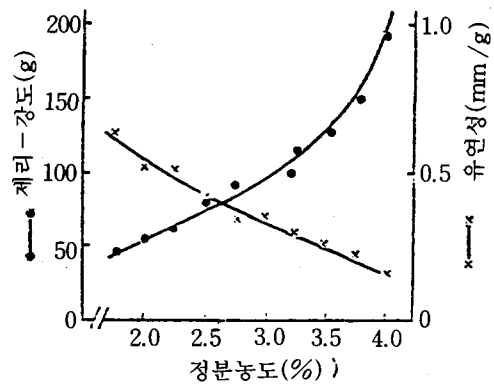


그림 14 정분농도와 제리강도 및 유연성 비교

표 10. 정분의 품질, 품종 생산년도에 따른 곤약의 물리적 성질

물리적성질	정분종류 년도	品種別(廣島縣標準精粉)				品種別(群馬縣)			
		特等	1等	2等	3等	在來	支那	하루나구로	備中
제리강도(g)	1965	115	100	90	74	103	98	80	60
	1966	118	110	86	81	112	110	83	69
요간크기(mm)	1965	33.0	30.5	31.5	28.0	31.0	30.5	30.5	26.0
	1966	35.0	33.0	28.0	29.0	32.5	31.5	29.5	29.5
연도(mm/g)	1965	0.29	0.31	0.35	0.38	0.30	0.31	0.37	0.45
	1966	0.30	0.30	0.33	0.36	0.28	0.29	0.35	0.43
절단도	1965	8.1	7.6	7.1	6.7	7.1	7.1	7.1	6.7
	1966	9.5	8.8	6.3	5.4	7.6	7.6	7.1	6.7
복원율(%)	1965	90.4	78.5	77.5	74.8	95.6	81.5	78.1	76.1
	1966	92.8	84.5	89.0	79.8	89.4	82.6	82.5	79.7

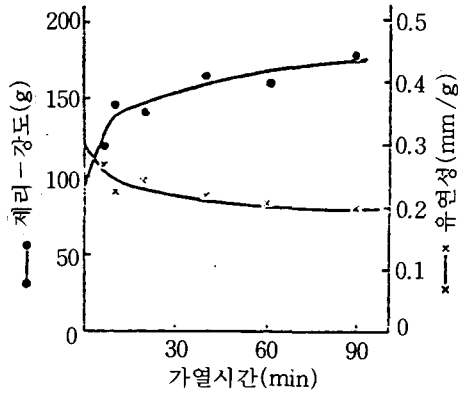


그림 15 가열시간과 제리강도 및 유연성과의 관계

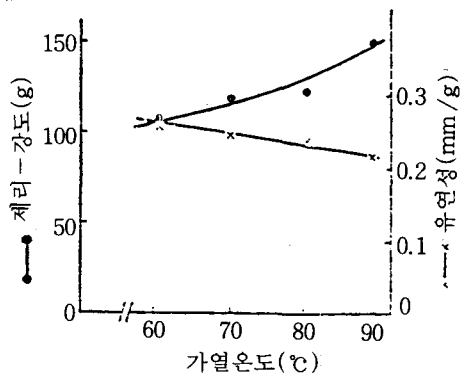


그림 16 가열온도와 제리강도 및 유연성비교

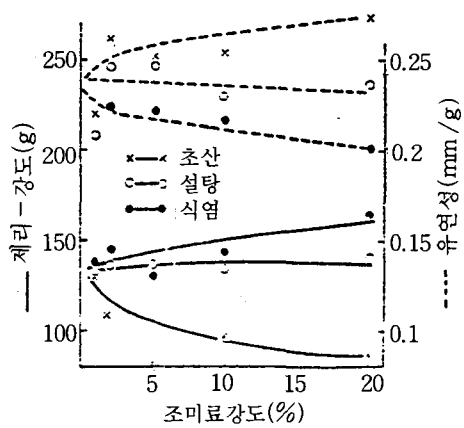


그림 17 조미료의 종류·농도와 제리강도 및 유연성 비교

무영향이였다.

곤약의 조리법에 의한 성상변화 즉 곤약물성에 미치는 영향으로서 가열조건, 조미료종류 조리조작을 달리하여 제품의 굳기와 탄력을 측정된 결과로 ① 가열조건으로서 데침물의 량, 데침시간을 달리할때 굳기나 탄력에 미치는 영향은 가열로서 제리강도는 높아지나 연도는 떨어진다. ② 그림 18에서 조미액에서 자숙시킨 곤약의 굳기와 탄력의 변화를 볼 수 있으며 시험치를 통제처리한 결과 굳기, 탄력 모두 무처리와 60분 가열시 유의차가 인정되었고 조미료의 종류나 그 농도, 가열시간이 물성에 미치는 영향에 대하여는 식염과 식초만이 유의차가 나타났다. ③ 그림 19에서 조리조작에 따른 곤약의 탄력과 굳기의 변화를 보면 조리전보다 조리후 조작이 굳기가 증대되고 탄력은 감소한다. 그러나 굳기는 조리법에 의해 달라지나 탄력은 굳기정도로 조리법에 의한것 같이 차이가 인정되지 않았다. 이것은 유지나 공기 때문이며 비교적 단시간에

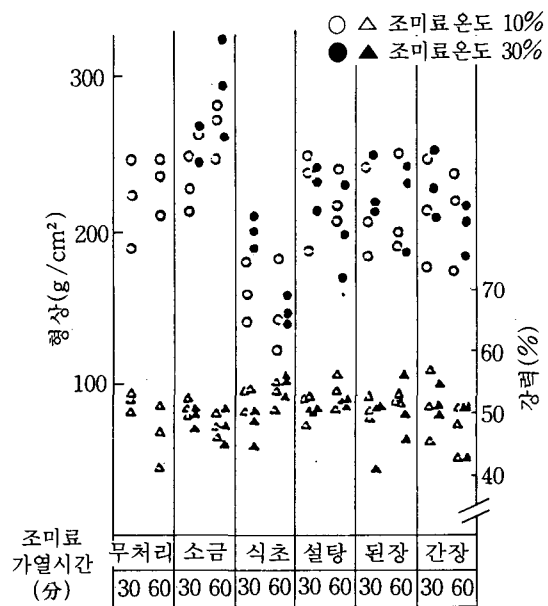


그림 18 조미액중에서 가열한 곤약의 형상, 탄력의 변화

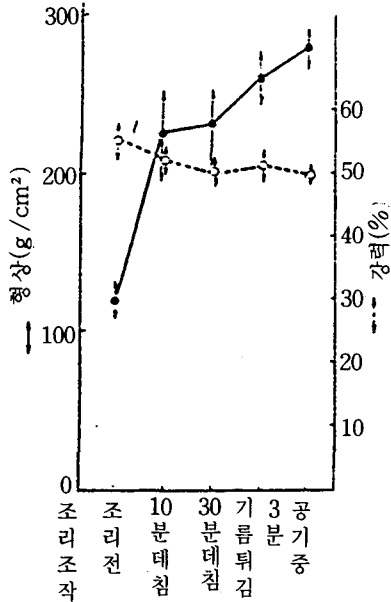


그림 19 조리조작에 의한 곤약의 형상, 탄력의 변화

고온에서 가열하면 곤약표면의 경화는 현저해지나 내부의 탄력은 떨어지는 것으로 된다.

원료배합비를 달리할때 곤약의 굳기는 크게 차이가 있는데 정분농도가 낮은쪽이 연하고 역시  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 과도한 첨가로도 굳기는 저하된다. 이경우 어느 정분농도에서 곤약의 굳기가 최대일때의 pH는 10.5~11.5이고 12.0가 넘게되면 급속히 굳기가 저하된다.

곤약의 기호성에 대하여 정분의 품질별, 농도별로 표11과 같이 시료편을 각각 5종류로 조제하여 2회로 나누어 실험을 실시하였다.

곤약업자 15명을 전문 PANEL로 그림 21의 평가항목으로서 7단계로 절대평가를 하였다. 그 결과 표 12와 같이 질나쁜정분의 곤약이나 농도가 낮은 곤약은 불량하였다.

그러나 농도가 높아지면 높은쪽이 좋게 평가되지는 않았다. 결과적으로 제리강도가 80g이상 요간 크기 30mm 이상, 유연도 0.25~0.50mm/g, 절단성 6.0이상의 곤약이 좋은것으로 판단되었다.

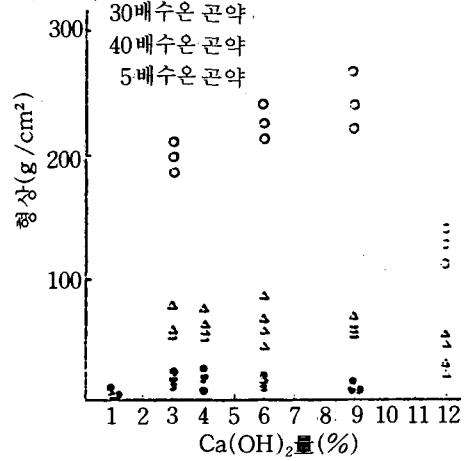


그림 20 원료배합비와 곤약의 형상

評價項目	品質別	濃度別
外觀(色)	A B C D E	F G H I J
촉감	A B D E	F G H I J
요변성	A B D C E	F G H I J
軟度	A B C D E	F G H I J
절단교	A B C D E	F G H I J
저작성	A B C D E	F G H I J

尺度 -3 -2 -1 0 1 2 3 -3 -2 -1 0 1 2 3

그림 21 곤약의 기호성

이상과 같이 곤약에 관한 사이코 레오로지에 대하여는 시중 판곤약의 텍스츄로메타에 의한 검사와 관능검사를 실시한 바 굳기와 관능평가간에 좋은 상관이 인정되었다. 이러한 결과로 곤약의 품질은 그의 제리강도 또는 굳기에 의하여 평가하는데 실제상문제가 없는 것으로 판단된다.

표 11. 기호조사용 곤약

	製品곤약의 記號	原料精粉 番號	精粉濃度
品 質 別	A	No.5	3%
	B	6	"
	C	7	"
	D	8	"
	E	17	"
濃 度 別	F	17	2
	G	"	2.5
	H	"	3
	I	"	3.5
	J	"	4

6) 식품곤약의 생화학적 물성

식품곤약의 생화학적 효과로 인체의 인슐린 분비에 미치는 소화관의 영향을 조사하기 위하여 포도당이 부담되는 사람(남 10, 여 6) 16명에 곤약을 먹여 이것에 따라 이르는 혈액중의 인슐린 및 포도당량의 변화를 조사하여 얻은 결과를 그림 22에서 보면 무처리구로서 포도당을 6mg/kg/min의 속도로 연속적으로 정맥주사시

표 12. 곤약의 물리적 성질

試料名 物理的性質	A	B	C	D	E·H	F	G	I	J
체리강도(g)	70	60	55	45	75	130	110	50	40
요간크기(mm)	27	27	27	24	30	32	32	25	23
유연도(mm/g)	0.40	0.46	0.49	0.55	0.41	0.25	0.30	0.56	0.60
절단성	4.3	4.5	5.7	B点不可	6.3	9.5	7.1	5.1	B点不可

킨경우의 IRI(Immunoreactive Insulin) 및 혈당치의 변화(우측)와 좌측의 그래프는 무처리와 같은 상황의 피검자에 정맥주사를 개시 1시간 후에 곤약 250g을 수분내에 먹여 그후의 이들치의 변화를 측정하였다.

그림에서 보면 정맥주사후 30분간은 78.3±19.1 mg/ml에서 점차증가하여 40분에서 약 157mg/ml로 혈액중에 나타났다. 곤약을 먹여도 IRI치가 급격한 증가에 수반되어 혈당치는 정맥주사를 계속 함에도 저하되는 것으로 보였다. 이에 대하여 표준구조는 그후 30분간 혈당치는 적은량으로 점점 증가하였다. 이와같은 것은 곤약의 섭취에 의하여 혈액중의 인슐린 분비가 증가 이것에 의하여 혈당치가 저하하는 것을 보여준 것이다.

이러한 현상은 곤약의 기계적 자극에 의한 소화관 호르몬의 분비증가, 더나가서 인슐린의 분비증가에 의한 것으로 생각되어 곤약의 흥미있는 현상이다.

곤약은 옛부터 장의 포만감 즉 정장작용이나 항변비작용이 있는 기호식품으로서 식용되어 왔다. 섬유가 많은 식품을 섭취하면 배변을 촉진시켜 하제(설사약)로서의 효과가 있는 것은 기원전부터 알려져 왔다. 최근 한 조사는 고섬유식을 섭취한 아프리카지방 주민의 장내통과시간은 정제된 탄수화물을 섭취한 영국인에 비하여 약 2배 신속하였고 또 배설되는 분변량도 4배이상 많다고 보고하였다.

더욱이 아프리카 지방주민 보다도 영국인이 대장암, 비만, 당뇨병, 담석, 변비, 충수염 등의 질병이 많은 것은 분명한 사실이다.

이와같은 질병의 증가와 식생활의 연관이 추정되고 된 이래 미국에서는 "미국인은 현재의 식생활을 개선하여 더욱 DIETARY FIBRE(식 섬유)을 먹지않으면 건강하게 장수할 수 없다." 라는 취지의 보고서를 공표하였다. 일본에서 연구한 보고는 장수촌을 조사한바 장수의 한원인으로 곤약을 많이 먹은것이 확인되었다는 보고

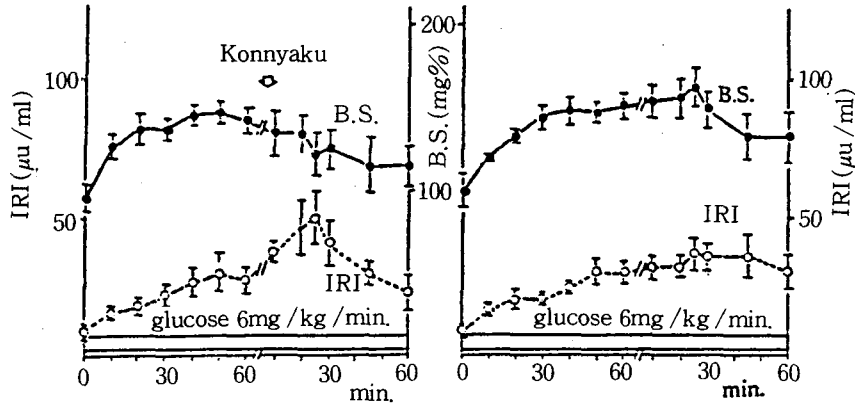


그림 22 끈약 섭취유무에 따른 혈중 포도당과, IRI 량 비교

가 있다. 이제까지는 열량, 지질, 단백질, 미네랄, 비타민등의 영양소가 영양의 중심으로 생각되었고 식품중의 섬유유는 영양적으로는 전혀 무가치한 것으로 보아 왔으나 현재는 이것이 체내에서 필수영양소 못지 않은 생리작용을 갖고 있어 중요시된다. 우리나라의 식생활도 급속하게 서구화 즉 입식에서 분식형으로 점점 변화하고 있어 우리한국인들도 미국인의 경고를 결코 무시해서는 않된다고 생각된다. 끈약 구루고만난 등의 난소화성의 식섬유가 소화관내에서의 물리화학적 효과는 앞으로의 과제로 흥미있는 일이다.

### 3. 결어

끈약구루코만난(KGM)겔의 금후용도로서 주목되는 한가지로 이것을 고정화 효소의 담체로서 이용가능성이 시도되고 있다. 이점에 관하여 KGM이 우수한 겔형성능을 갖고 아울러 생성된 겔이 다공질로서 물리적으로 안정하다는것에 착안하여 실험결과 KGM 알카리겔을 2M/l KSCN용액으로 해교시켜 투석하는 것으로 얻어진 KGM용액(약간가열로 겔화됨)에 효소를 가하여 겔화시켜 이것을 동결건조하는 방법이다.

얻어진 고정화효소는 백색, 다공질, 약간섬유상으로 비중 1.84로 수중에서 6.5배로 팽윤되어 물리적으로 안정하다. 이방법으로 인버타제를 고정한에는 최적온도 55℃, 최적 pH4.0 외형 MICHAELIS CONSTANT  $1\sim4\times 10^2$  mol, TURN OVER 수  $0.9\times 10^3$  hr<sup>-1</sup>이고 30일간 연속사용하여도 효소활성저하는 없었다. 그 친화력의 강도는 콩이나 밀 등의 단백질과 상호작용으로 형성되어 현재 이점을 두부나 우동등에 이용을 시도하기 위하여 제품의 물성에 대하여 검토중이다.

더욱이 KGM의 고도의 점조성을 이용하여 이것을 각종 유도체로 변환되는 성질을 활용하여 물이외의 용매에 가용되어 이것을 효료(접착제)나 도료로서 이용도 시도되고 있다.

결국 KGM은 전래 식품에 국한된 용도뿐만아니라 역시 접착제나 도료로서 공업적 용도개발이 바람직하다. 그러나 이방면의 용도는 발전안되고 있다. 그 주요 이유는 끈약정분이 전분에 비하여 비교적 고가이기 때문이다. 이점에 관하여는 KGM의 금후 용도개발 여하에 의하여 해결하는 길이다.

끈약은 일본인들의 생활 깊숙하게 스며든 물질로 일본인의 생활문화예술 그리고 무기 제조



등 다양한 용도로 사용하여 왔고 최근 곤약기술이 점차로 발전을 가져와 일반기호식품에서 성인병 예방식품으로서의 기능과 역할이 점점 커지고 있다.

이상 곤약의 물성에 관한 최근의 연구성과를 원료정분 및 곤약 구루코만난의 특성을 포함하여 가급적 광범위한 시야로 소개하였다. 이같은 자료가 앞으로 곤약에 관한 연구를 광범위하고 통일되게 더욱 새로운 아이디어를 기대하면서 이글이 곤약의 인류건강 복지에 보다더 유익하게 활용되는데 도움이 되었으면 한다.

#### 참 고 문 헌

1. Rhee Seong Kap. 1994 J. Food Technology 125 pp93~107
2. Rhee Seong Kap. 1994 J. Professional Engineer 27(3) pp 44~58
3. Rhee Seong Kap. 1994 J. Food and Hygiene 118 pp32~41
4. Rhee Seong Kap. 1994 Research Reports of Anseong University 26
5. Rhee Seong Kap. 1993 J. Food Technology 121 pp 58~69
6. Rhee Seong Kap. 1992 Agr. Product Technology Yurim PUB. CO. LTD
7. Satoshi Okimasu, Noriko Kishida, 1979 New Food Industry 21(5) pp48~69
8. K. GOTO, 1922 J. Biochem. Tokyo 1, 201
9. Yoshikazu Kondo, Satoshi Okimasu, 1967 J. Food Science & Techn. 14, 345
10. Kenji Maekaji, 1969 Nippon Nogeikagaku Kaishi 16, 453
11. N. Kishida, S. Okimasu, 1978 Agr. Biol. Chem., 42, 669. 1645
12. K. Maekaji, 1978 Agr. Biol. Chem. 42, 177
13. Kenji Maekaji, 1978 Agr. Chem. 52. 251
14. S. Kiriyaama, Y. Okazaki, A. Yoshida, 1969 J. Nutr., 97m 382
15. Noriko Kishida, S. Okimasu, 1970 Nutr. & Food 23. 61
16. Kiriyaama, Y. Ichihara, A.Enishi, A. Yoshida, 1972 J. Nutr., 102, 1689
17. N. Kishida, 1973 Nutr. and Food 26. 421
18. S. Kiriyaama, A. Enishi, K. Yura, 1974 J. Nutr., 104, 69
19. S. Kiriyaama, Inoue, T.et al, 1973 J. JAP. Soc. Food and Nutr., 26.15
20. Jeon Seyoul, Lee Sookkyeong, 1991 Applied Medichine 11(3) pp 1~22
21. Kijibu Ketchi, 1975 New Food industry 17.22
22. K. Shima, K, Kuruda et al, 1971 Proc.Soc. Exp.Biol. Med., 137, 872
23. Houbo Koshyo 1978 장수춘 강원(綱原) p 444 삼용사(동경)
24. K. Maekaji, S. Okimasu, 1978 Abstracts of 5th Intern. Congress of Food Science and Technology p 223
25. Shimazu, 1991 Glucomannan, Shimazu Chem. Co. Ltd.