

GOVP1199604899

구약감자의 재배법 확립과 새로운 가공식품의 개발

(1차년도 최종보고서)

1995년 12월 일

주관연구기관 공주대학교 산업과학대학

농림수산부



## 제 출 문

농림수산부장관 귀하

본 보고서를 “구약감자의 재배법 확립과 새로운 가공식품의 개발” 과제의  
1차년도 최종보고서로 제출합니다.

1995년12월 일

주관연구 기관명 : 공주대학교 산업과학대학

총괄연구 책임자 : 이 효 구

협동연구자 : 김 성 민

협동연구자 : 조 성 록

협동연구자 : 유 기 형

협동연구자 : 강 일 준

## 요약서

### I. 제목

“구약감자의 재배법 확립과 새로운 가공식품의 개발”

### II. 연구개발 사업 및 목적의 중요성

#### 가. 기술적 측면

구약감자는 天南星科 작물로 재배기원이 가장 오래된 것 같으면서도 뚜렷한 재배법이나 경작 관계가 기록된 것이 극소한 작물로서 최근에 이르러 문헌이 조사되고 정보가 교환되는 실정이다.

구약감자의 가공에 있어서는 라면에 곤약을 첨가하여 제조한 특허와 어묵등에 slice형태로 첨가한 제품, 비빔 fiber제품이 시장에 유통되고 있으며 국내에서의 기술개발은 가공회사의 영세성으로 인하여 일본제품의 모방에 의한 상품화가 이루어지고 있으며 기술축적이 잘 이루어지고 있지 않은 실정이다.

현재 국내의 곤약 시장은 연간 약 1억원 대로 추산되고 있으나 그 성장 잠재력이 매우 크므로 이에 대한 다양한 가공방법의 개발이 필요하다. (표 1. 참조)

표 1. 곤약의 이용대상식품과 이용특성

대 상 식 품	이 용 특 성
빵 류	보습성, 노화방지
면 류	보수성의 향상, 신연방지
축 육 제 품	점착성, 보수성 향상
수산 연제품	점착성, 식미향상
김	점착성, 윤기향상
다 시 마	점착성, 피막형성부여
두 부	조직개량
냉 동 식 품	점착성, 보수성
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
인스턴트식품	증점성, 이용성, 겔화성
다이어트식품	저칼로리성, 정장작용

#### 나. 경제적 측면

현재 가공용 곤약 정분을 전량 중국에서 수입하므로 이에 따른 외화 유출이 93년도에 약 100억원에 달하며, 중국의 식품가공 기술의 발달에 의한 곤약 정분 수입이 향후 5년후에는 매우 곤란 할 것으로 사료되어 이에 따른 원료의 자급자족이 필요하게 될 것이다.

UR 등의 타격으로 인한 농가의 신규 소득작물로서, 외화 획득 작물로서, 국민건강 식품으로서 가장 적합한 작물이라 생각된다.

곤약 가공기술의 축적은 농산물 가공 관련 산업에 영향을 미칠 것이며, 특히 식품산업에 있어서 곤약은 다양한 방법으로 식품 소재에 이용될 수 있어 새로운 기능을 가진 식품개발이 가능할 것이다.

현재의 단순가공 범위를 벗어나 원료 정제도를 높여 고부가 품질의 건강 곤약쌀, 곤약국수의 주식용과 기호 건강식으로 곤약제리, 곤약스프, 곤약

소시지, 곤약첨가 영양제, 곤약드링크, 곤약드롭프스, 곤약첨가 스낵 등 다양한 제품의 생산으로 제품의 고급화와 수출 경쟁력이 강화될 것이다.

#### 다. 사회적 측면

농산물 수입개방에 따른 대체 작물로서 구약감자는 농민의 농가소득 향상에 기여할 것이다.

곤약 가공식품은 20대를 중심으로한 여성들의 다이어트 및 비만, 당뇨, 변비, 고 지혈증, 대장암, 고혈압 등의 이른바 성인병의 예방과 치료에 효능을 나타낸다는 연구결과들이 보고되어 있어 식물섬유 특히 곤약에 대한 관심이 높아지고 있다.

### Ⅲ. 연구개발사업의 내용 및 범위

#### 1. 압출성형 snack류의 개발

- (1) 압출성형기의 스크류 조합과 사출구의 선정 실험
- (2) 곤약가루의 혼합율이 쌀가루-곤약 압출성형물의 성질에 미치는 영향
- (3) 수분함량에 따른 쌀가루-구약감자 압출성형물의 성질
- (4) 시제품 생산

#### 2. 곤약 gel의 물성 연구

- (1) alcohol-wash 법에 의한 konjak powder 정제
- (2) Glucomannan의 흡습성 조사
- (3) "           "           의 점도화 pH와의 관계
- (4) 가열에 의한 점도 변화
- (5) glucomannan과 gel 농도와의 관계

#### 3. 구약 감자 재배법의 확립

- (1) 피복재료별 구약감자의 생육 및 수량조사
  - (가) 피복재료별 지중온도의 변화
  - (나) 피복재료별 출아율
  - (다) 피복재료 및 근중별 지상부 생육 특성
  - (라) 피복재료별 지하부의 생육 특성

#### 4. 곤약의 생리활성기능탐색 및 edible film제조

- (1) 항보체 활성 측정
- (2) ACE 저해 활성 측정
- (3) SOD활성 측정
- (4) 혈액의 항응고 활성 측정
- (5) edible film 제조 실험

#### IV. 연구개발사업의 결과 및 활용에 대한 건의

곤약의 국내시장은 아직도 시장이 형성되지 않은 상태이다. 일반소비자의 곤약에 대한 인지도는 매우 낮으며 조리법에 대해서도 어묵의 일종으로만 인식하고 있다. 제품을 접해본 경험은 즉석어묵내의 곤약조각을 먹어 본 것이 대부분이다.

현재 국내의 곤약시장은 연간 약 1억원대의 매출액에 머무르고 있으나 그 성장 잠재력은 매우 크다고 할 수 있다.

국내에는 10 여개의 곤약생산업체가 있으며 이 중 95% 이상의 제품을 일본에 수출하고 있는 상황이다. 제품의 원료는 국내 생산기반이 없는 관계로 거의 전량을 일본 및 중국으로부터 전량 수입하고 있는 실정이다.

국내에서는 일부가 약용으로 재배되고 있어 이에 대한 재배법 확립이 절실하다.

## 목 차

### 제 1 장 : 새로운 곤약 가공 식품의 개발(압출성형snack류의 개발)

제 1 절 : 압출성형 스크루우 조합과 사출구의 선정 실험

제 2 절 : 곤약가루의 혼합율이 쌀가루-곤약 압출성형물의 성질에 미치는 영향

제 3 절 : 수분 함량에 따른 쌀가루-구약감자 압출성형물의 성질

### 제 2 장 : 곤약gel의 물성연구

제 1 절 : glucomannan의 물성

제 2 절 : 곤약 gel의 물성

### 제 3 장 : 곤약의 생리활성 기능 탐색 및 edible film 제조

제 1 절 : 항보체 활성 측정(Anti-Complement Activity)

제 2 절 : ACE 저해 활성(Angiotensin Coverting Enzyme inhibitory Activity)측정

제 3 절 : SOD 활성 (Superoxide Dismutase Activity) 측정

제 4 절 : 혈액의 항응고 (Anti-Coagulation Activity) 활성 측정

제 5 절 : konjak flour를 이용한 edible film의 제조

### 제 4 장 : 구약감자 재배법의 확립

제 1 절 : 피복재료 및 지중온도의 변화

제 2 절 : 피복재료별 출아율

제 3 절 : 피복재료별 지상부의 생육특성

제 4 절 : 피복재료별 지하부의 생육특성



## 제 1 장 : 새로운 곤약 가공 식품의 개발 (압출성형 snack류의 개발)

### 주요 연구 개발 사업 내용

곤약을 첨가한 쌀 스낵의 개발을 위한 압출성형가공 변수인 곤약의 첨가량과 수분함량의 설정과 생산한 시제품의 팽화율 및 호화양상 등을 분석하였다. 압출성형기의 주요부품인 사출구의 크기와 스크류의 배열에 따른 압출성형 system 변수에 관한 기본연구의 내용 및 결과는 다음과 같다.

### 제 1 절 : 압출성형기의 스크류조합과 사출구의 선정 실험

본 실험에 사용된 압출성형기는 실험용 쌍축으로 백상기계에서 제작한 것으로 스크류 지름은 31 mm이며, 바렐은 전열가열식으로 200°C까지 가열할 수 있다. 본 실험에는 3, 4번 바렐을 가열하였다. 스크류의 회전수는 200-400 rpm의 범위에서 실험을 행하였다.

사출구 직경과 스크류의 조합은 제품의 특성 뿐만아니라 압출성형기 작동조건에 있어서 중요한 요소이다. 곤약가루의 경우, 전분처럼 melting에 의하여 점탄성을 잃었으므로 high-shear screw configuration (HSC)는 적합하지 않았다. 또한 low-shear screw configuration (LSC)의 경우, 주어진 압출성형 가공변수의 실험범위에서 충분히 쌀가루를 melting시키지 못하여 팽화가 일어나지 않고 die swell만이 일어났다. 그러므로 본실험에서는 HSC와 LSC의 중간인 Figure 1과 같은 스크류 배열을 사용하였다.

FEED

DIE	1/3P	1/3P	1/3P	1/2P	1/2P	1/2P	1/3P	FP
-----	------	------	------	------	------	------	------	----

Fig. 1. Medium-shear configuration

본 실험에서 사용한 사출구는 Figure 1의 screw configuration에서 직경 2.5 mm인 사출구를 사용하였다. 사출구의 선정은 여러가지 직경의 사출구를 사용한 예비실험을 통해 결정하였다.

## 제 2 절 : 곤약가루의 혼합율이 쌀가루-곤약 압출성형물의 성질에 미치는 영향

곤약감자 가루의 최적 혼합율을 결정하기 위하여 쌀가루와 무게를 기준으로 하여 곤약 감자 가루를 0% (쌀가루 control), 5%, 10%를 첨가했을 때의 팽화율, 외관 및 선택된 system변수를 Table 1에 나타내었다.

구약감자 가루의 첨가량이 증가할수록 바렐의 온도와 사출구 압력, 동력요구량이 각각 감소하였으며, 이러한 결과들로 보아, 구약감자는 melting에 의하여 점탄성을 가지지 못하는 것으로 사료되며, 압출성형기의 첨가량은 제한되어 지는 것은 알 수있었다.

5% 정도에서는 팽화율과 외관의 큰 변화없이 첨가가 가능하다는 것을 알 수 있었다. 구약감자 가루를 5%이상에 첨가하였을 때, 팽화율도 급격하게 감소되는 것으로 사료되며, 특이한 것은 구약 감자 가루의 첨가량을 증가시키면 동력요구량을 감소시켜 생산량을 증가시킬 있다는 것을 알 수 있었다.

Table 1. Selected system variable and expansion ratio of rice-konjak extrudates produced with various contents of konjak flour

	Moisture Content					
	25%		20%		15%	
	0%	5% konjak	0%	5% konjak	0%	5% konjak
Feed rate (kg/min)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Screw speed (rpm)	350	350	350	350	350	350
barrel Temp at head 1	141	148	161	158	161	150
Pressure at die (kg/cm <sup>2</sup> )	95	90	100	110	170	170
Motor power consum. (KW)	2.3	2.2	2.4	2.8	3.2	3.0
Expansion ratio	8.7	8.4	10.9	10.4	12.5	12.2

수분 함량이 쌀가루-구약감자 가루 압출성형물 제조시 system 변수 및 팽화율에 미치는 영향은 구약 감자를 첨가하지 않은 쌀가루 압출물에서 나타나는 경우와 동일한 경향을 보였다. 즉, 수분함량이 감소할 경우, melting에 필요한 온도가 높아지고 탄성이 증가하여 팽화율이 증가한 것을 알 수 있었다. 구약감자 가루가 5% 첨가되었을 경우, 쌀가루 압출성형물의 경우와 동일한 경향을 나타내었다. 특이한 것은 수분 함량이 25%일 경우 구약감자 가루를 첨가했을 경우 사출구 압력과 동력요구량이 증가하였는데, 이것은 구약 감자 가루의 수분결합력이 전분과의 수분 결합력보다 크므로 초기의 수분함량의 감소에 의해 동력요구량과 압력이 증가한 것으로 사료된다. 수분함량은 구약감자 가루가 5% 첨가되었을 때, 15%정도가 최적 수분함량 이었다.

구약감자 가루를 첨가한 쌀가루 snack의 시제품은 Fig 2와 같다.

Konjak content (%)	0	5	10
Feed rate (kg/min)	0.3	0.3	
Dough moisture content	20	20	
Screw speed (rpm)	350	350	
Moter power cons. (kw)	3.3	2.8	
System variables			
Barrel temp at head #1	162	158	
Pressure at die (kg/cm <sup>2</sup> )	130	110	
Expansion ratio	10.9	10.4	

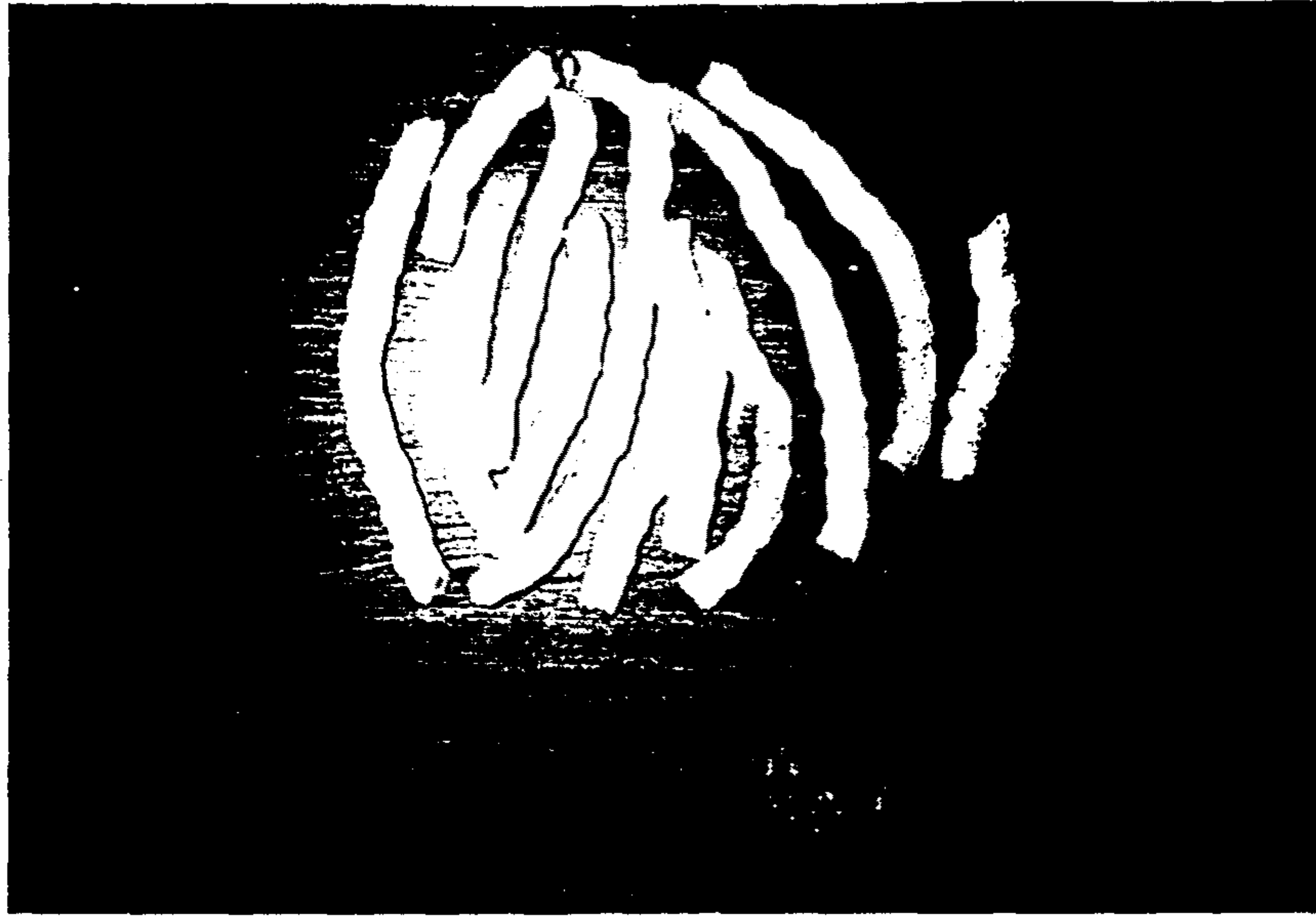
구약 감자가 10%첨가되었을 때, melting되지 않은 구약감자 가루 입자를 관찰할 수 있었으며, 팽화율의 외관에서 관찰할 수가 있었으며, 색깔은 melting되어 팽화된 쌀가루 압출성형물과 큰 차이가 있었다.

본실험에서 선택된 압출성형 가공변수에서 구약감자 가루의 첨가량은 5%정도 첨가할 수 있다는 것은 알았다.

### 제 3 절 : 수분 함량에 따른 쌀가루-구약감자 압출성형물의 성질

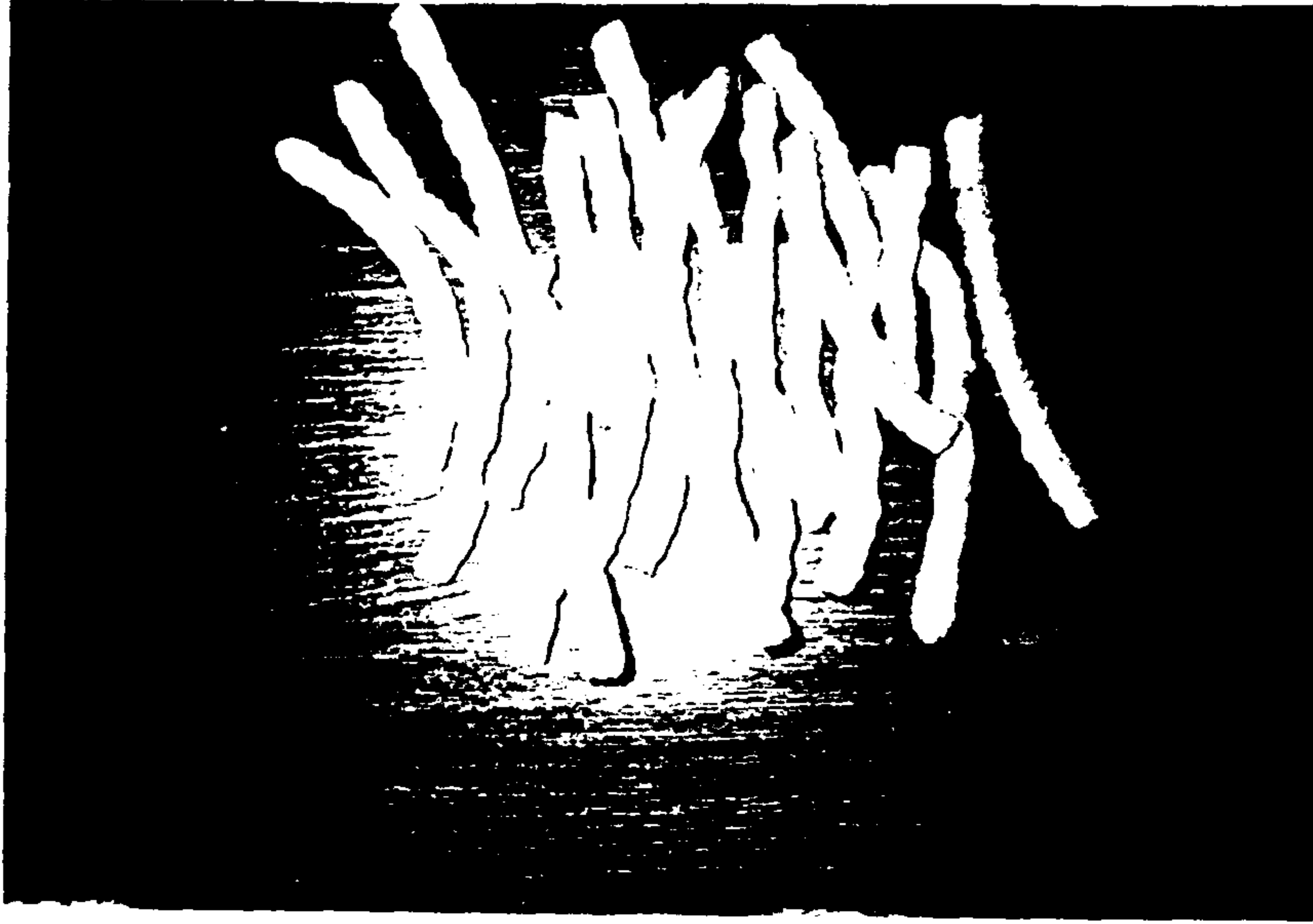
구약감자 첨가량 5%에서 수분함량에 따른 쌀가루-구약감자 압출성형물의 성질을 관찰기 위하여 수분함량 15, 20, 25%로 가수하여 실험을 하였다. 선택된 압출성형가공변수 및 system variable과 팽화율을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Effects of moisture contents on selected system variable and expansion ratio of rice-konjak flour extrudates

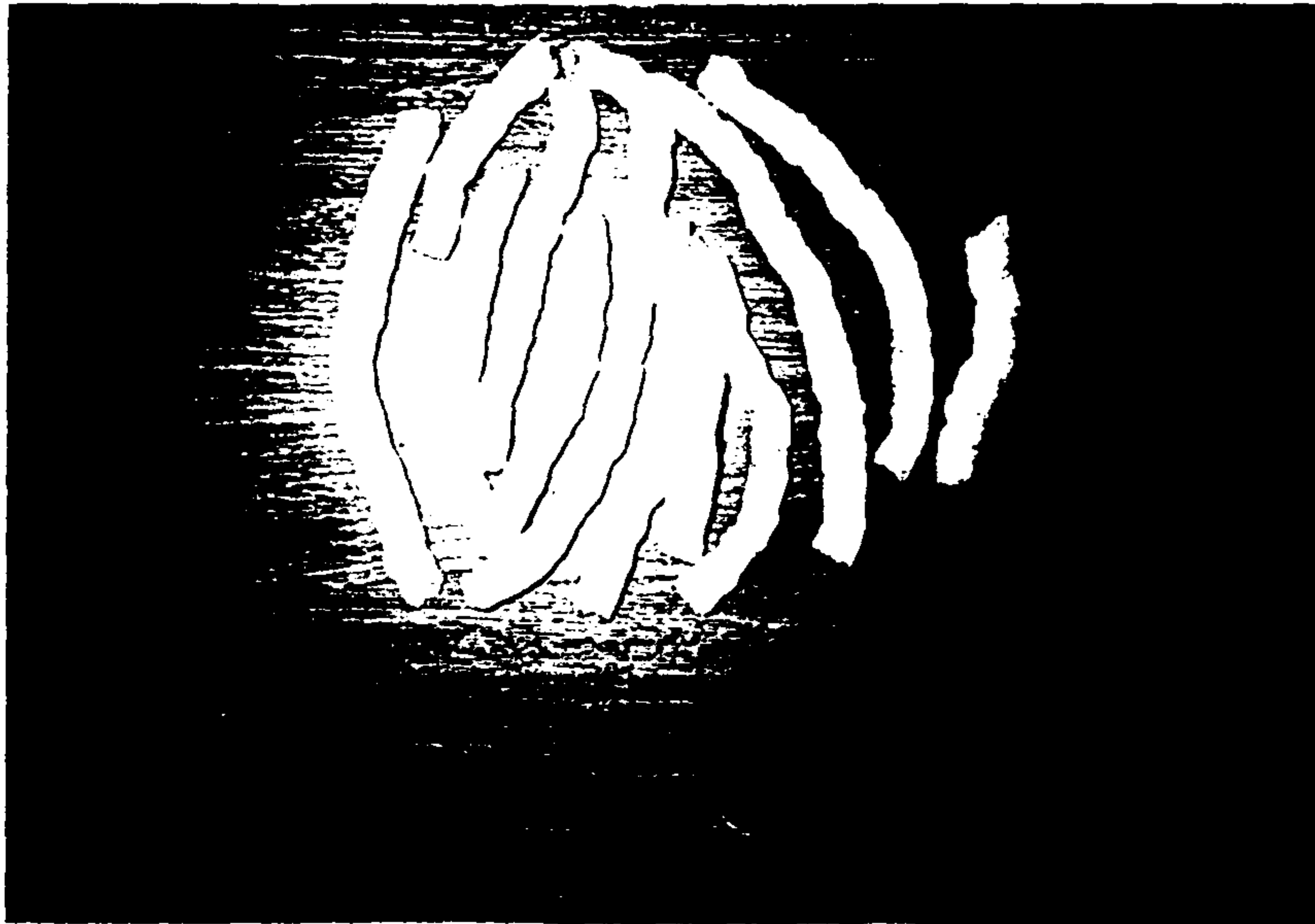


15% moisture  
10% konjac flour  
90% rice flour snack

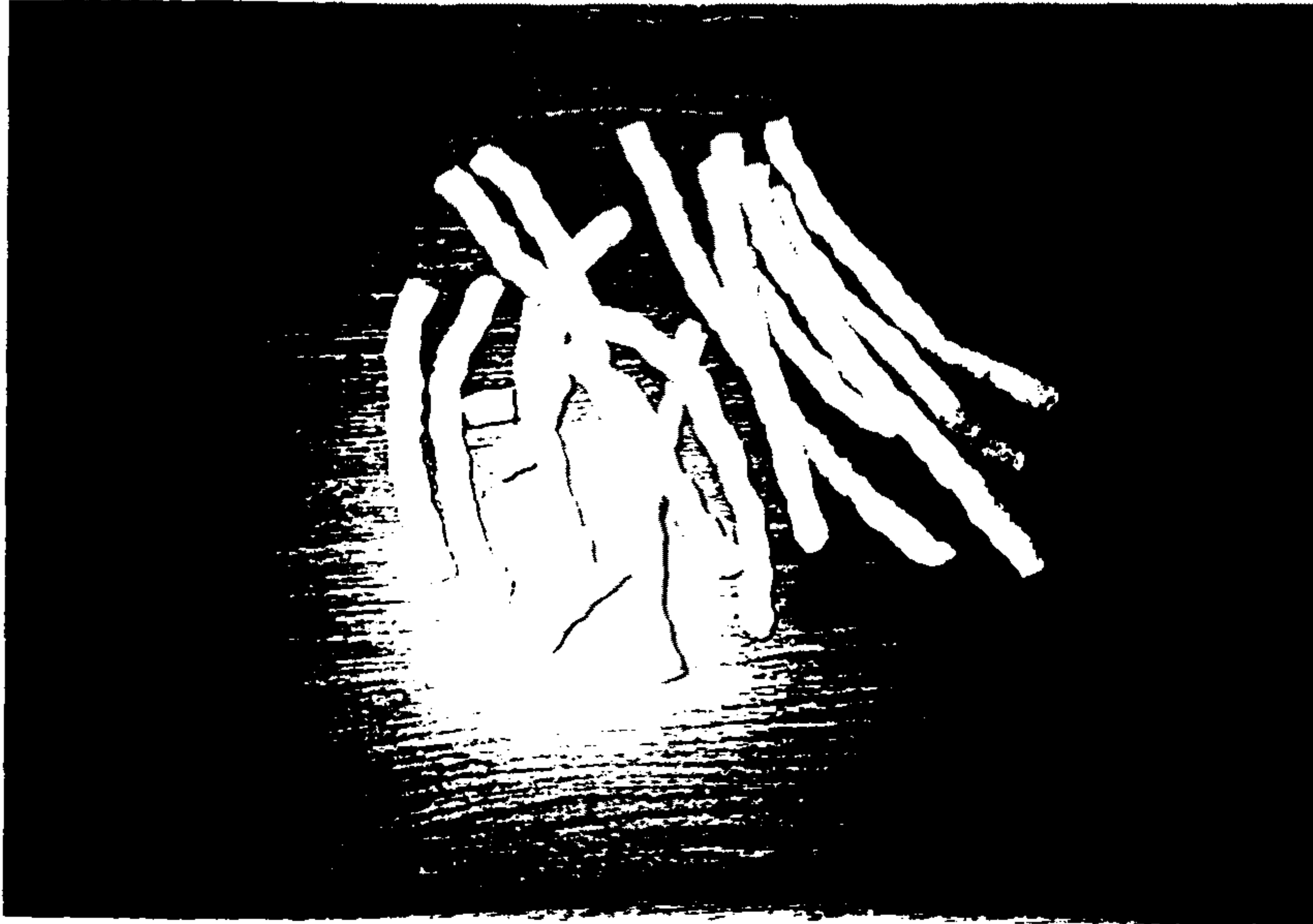
Fig 2. konjak powder첨가 쌀가루 혼합 snack시 제품



15% moisture  
0% konjac flour  
100% rice flour snack



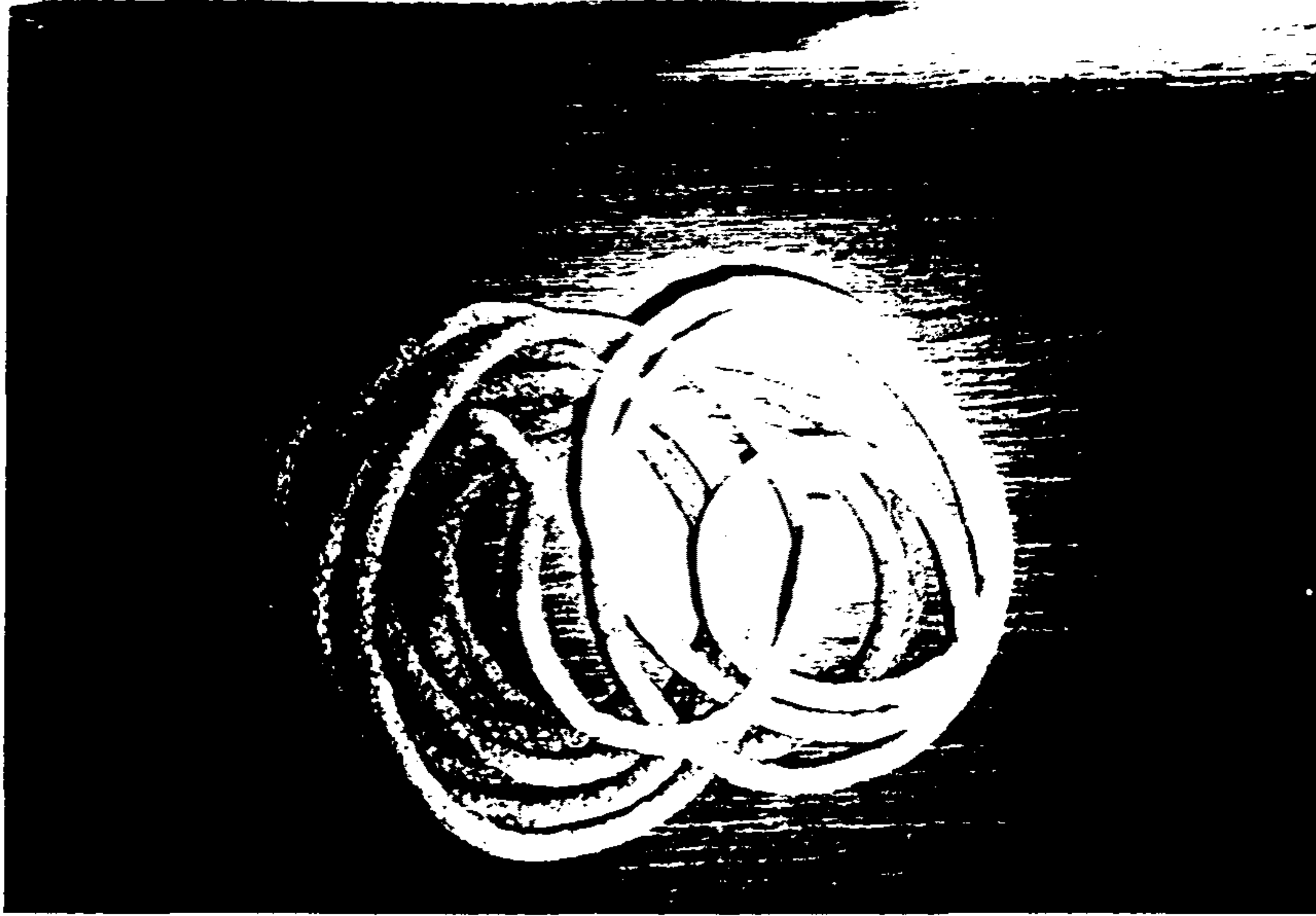
15% moisture  
5% konjac flour  
95% rice flour snack



20% moisture  
0% konjac flour  
100% rice flour snack

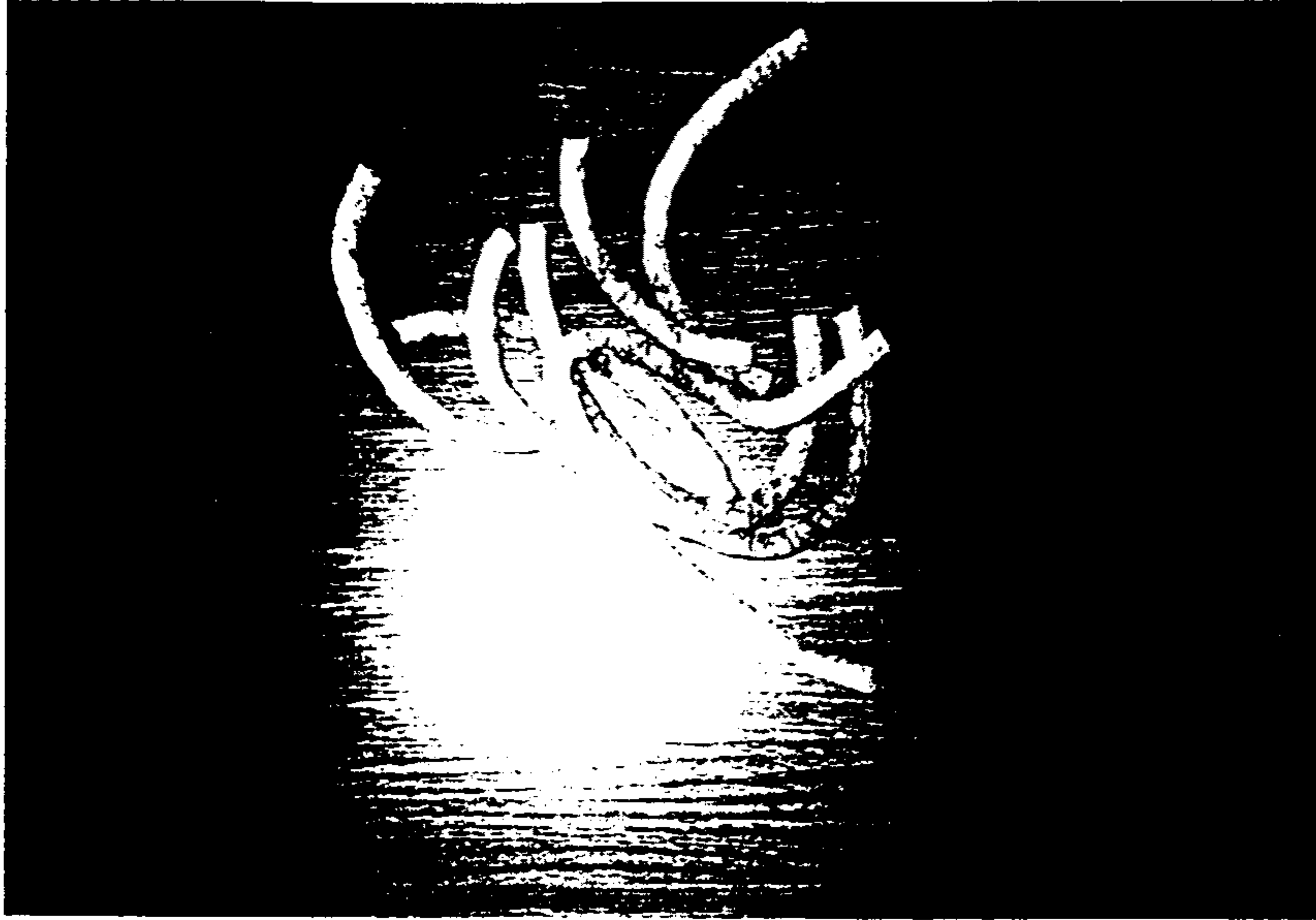


20% moisture  
5% konjac flour  
95% rice flour snack

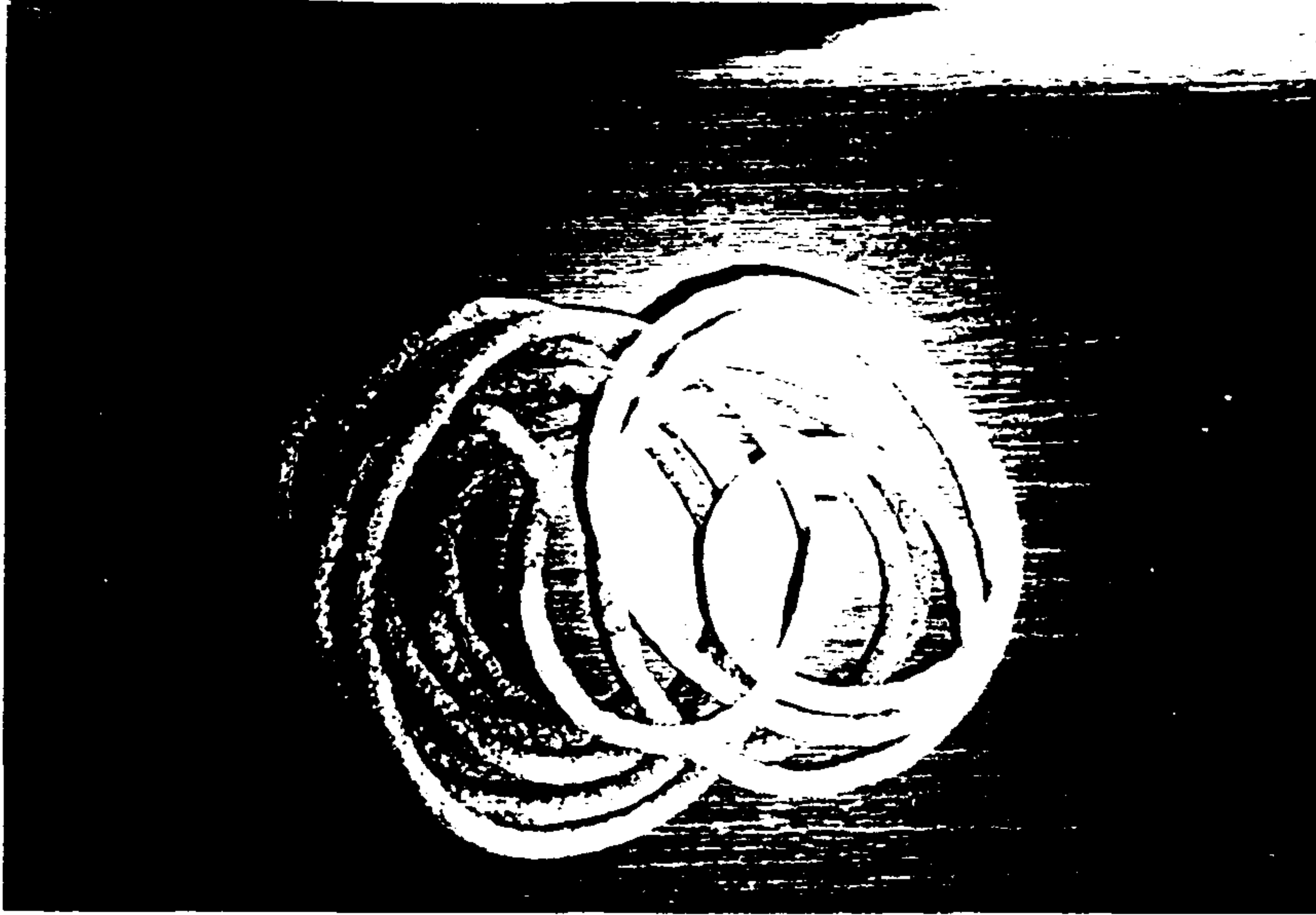


20% moisture  
10% konjac flour  
90% rice flour snack

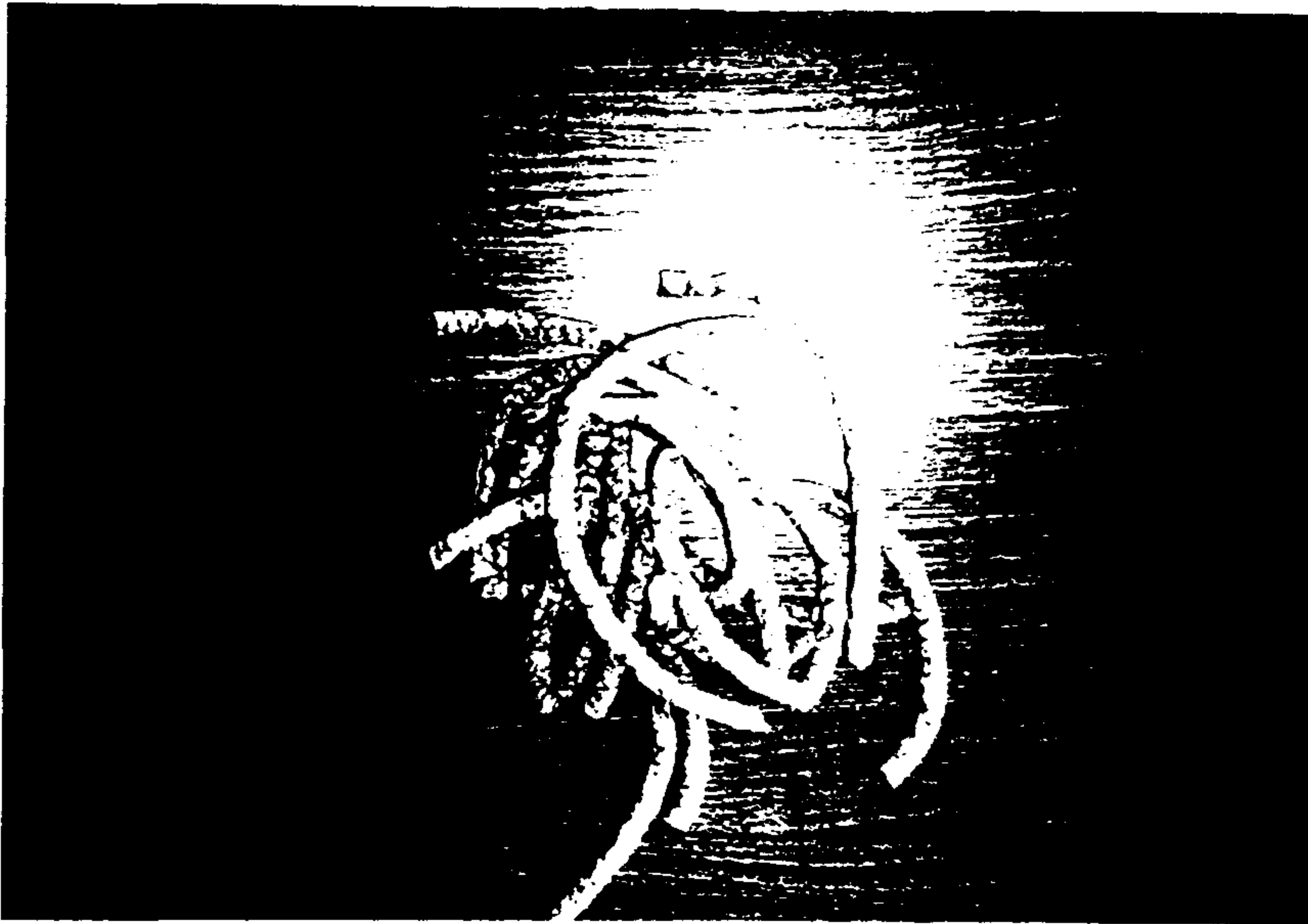




25% moisture  
10% konjac flour  
90% rice flour snack



25% moisture  
0% konjac flour  
100% rice flour snack



25% moisture  
5% konjac flour  
95% rice flour snack

## 제 2 장 : 곤약gel의 물성연구

### 제 1 절 : glucomannan의 물성

1. 지금까지의 konjak powder는 water-wash방법으로 정제하였으나(일반적인 판곤약 제품 생산) 95~100% ethyl alcohol을 사용하는 방법으로 carbohydrate 가 95% 이상되는 powder를 제조하였다.

현재의 water wash 방법은 흡습성 및 보존의 곤란으로 인해 konjak drink 류 및 diet food의 제품을 생산할 수 없음.

방법은 그림 1과 같다.

konjak powder의 정제에는 두가지가 있다.

가. 물정제법 : 물에 녹는 불순물을 물로 계속제거하는 방법이며 비용이 적게 든다. 그러나 단점으로는 물에 의한 glucomannan의 팽윤으로 인하여 즉시 제품화 하지 않으면 안된다. 현재 국내에서 생산하는 판곤약 제품은 이 방법이 사용된다.

나. alcohol 정제법 : 비용이 많이 드나 대규모 공장에서는 alcohol회수 system을 이용하면 비용을 절감할 수 있다. 물정제법에서와 같이 팽윤현상이 없고 높은 흡수성으로 인해 diet food, 약용, drink type의 고부가가치 곤약제품을 생산할 수 있는 장점이 있으며 장기 보존이 가능하다.

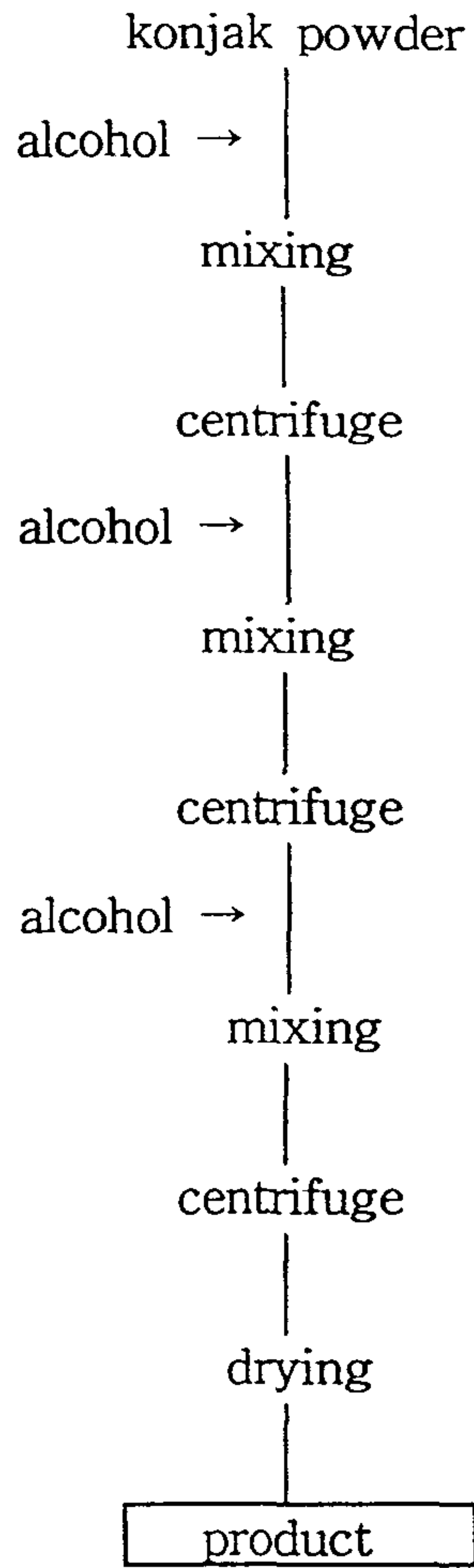
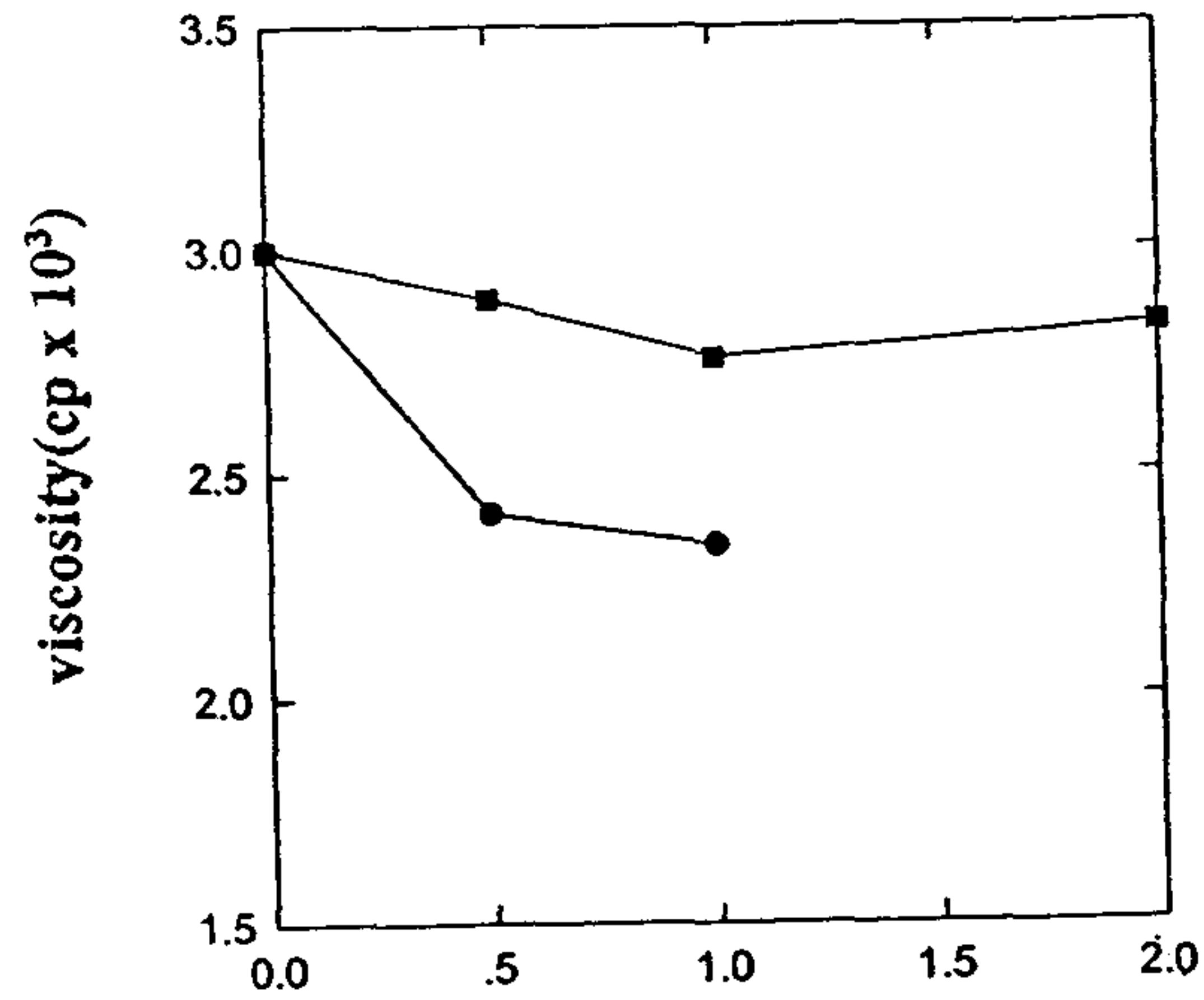


그림 1. alcohol - wash 방법에 의한 정제.

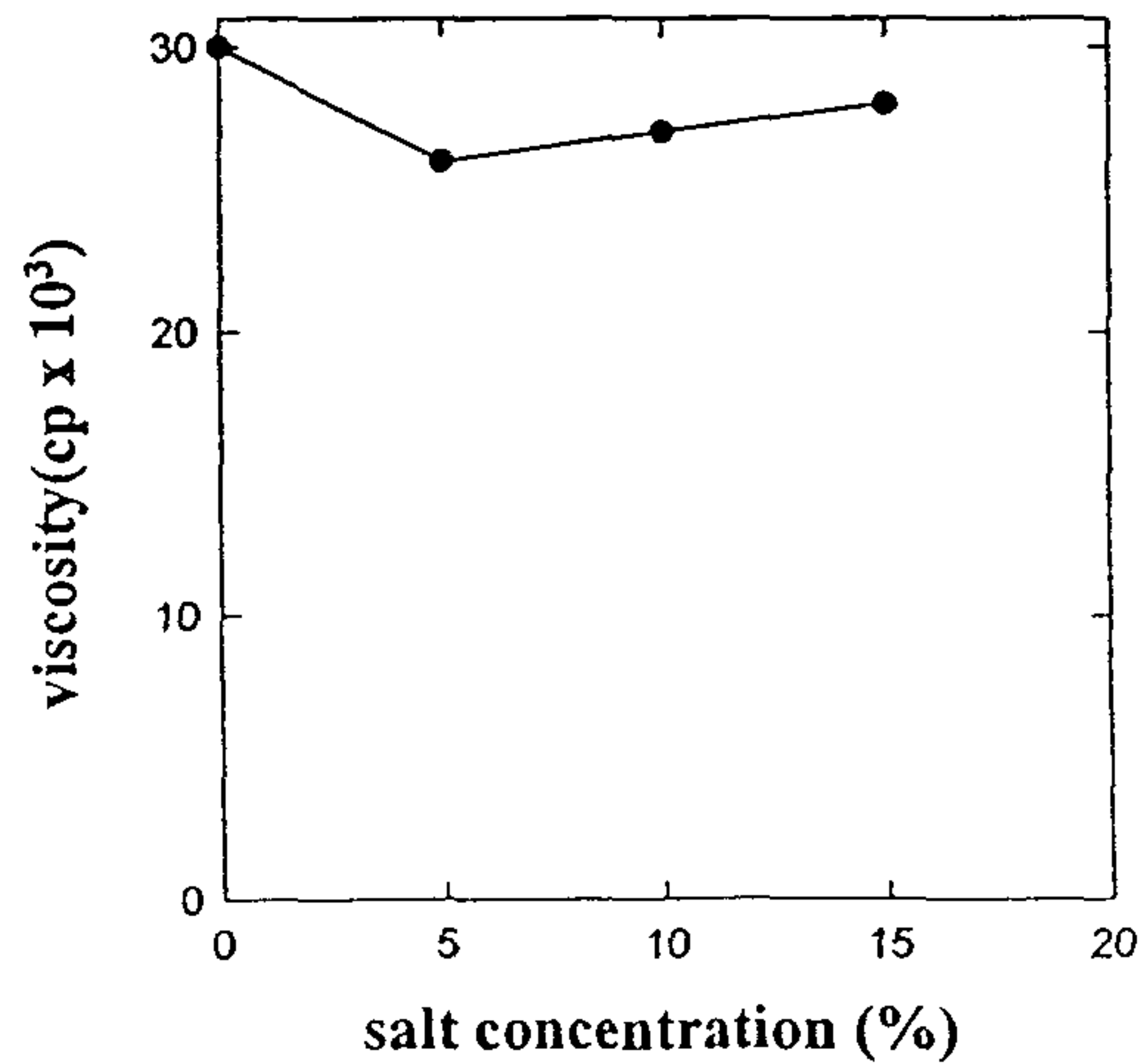
2. 식이섬유 음료를 개발하기 위하여 구약감자로 부터 수용성 식이섬유인 glucomannan의 정제법을 확립하였다. 제조된 glucomannan의 흡습성, 점도와 pH와의 관계, 가열에 의한 점도 변화, glucomann과 gel농도와의 관계는 표1, 그림 1,2,3와 같다.

그림 2. 가열에 의한 glucomannan의 점도변화



\* glucomannan 0.7% 수용액을 95℃에서 각 시간대별로 가열 한후 25℃로 식혀서 회전점도계로 측정

그림 3. glucomannan과 식염농도와의 관계



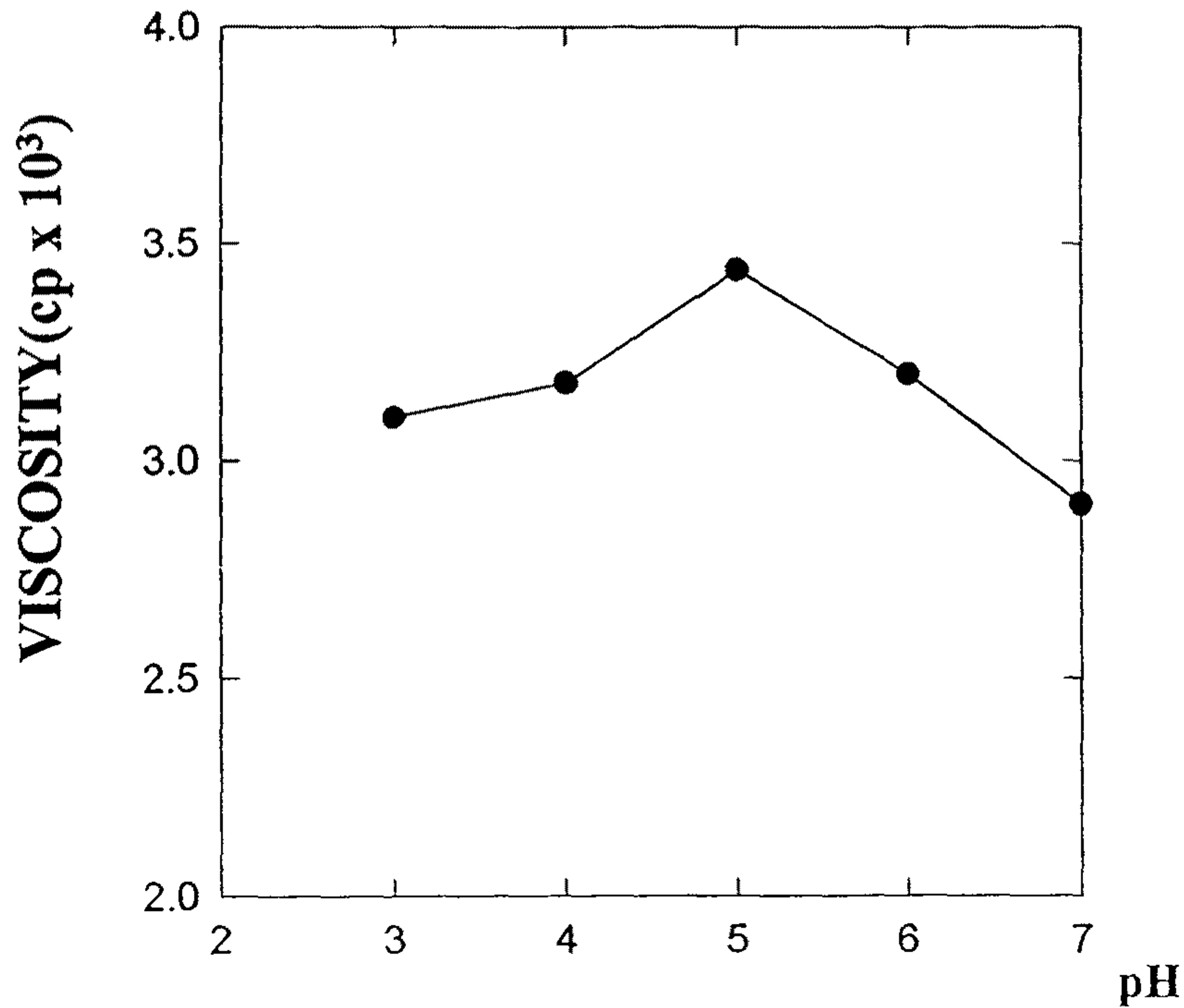
\* glucomannan 농도 0.7%, 측정온도25℃에서 회전점도계로 측정

표-1, Glucomannan의 흡습성

시 료	흡수량 (mg/g)		
	37℃	50℃	70℃
glucomannan	26.2	27.5	28.1
agar	5.8	7.0	11.8
pectin	5	-	-

glucomannan 1g을 물 30ml에 녹이고 각 온도에서 40분 정치한 후, 3000rpm에서 20분간 원시분리후 상정액에서 계산하였다.

그림 1. Glucomannan용액의 점도와 pH와의 관계



\* glucomannan 0.7% 수용액을 25℃ 온도에서 회전점도계로 측정

제 2 절 : 곤약 gel의 물성

1. glucomannan에 물을 20, 35, 40배를 가하여 30분 동안 팽윤 시킨 후에 10% Ca(OH)<sub>2</sub> 용액을 0, 5, 10, 20ml을 첨가한 후 완전히 용해 시켰다. 30분 후에 texture analyzer로 물성을 측정하였다. 그 결과는 아래와 같다.

sample	No.	spring -ness	gummi -ness	cohesive -ness	adhesive -ness	hard -ness	chewi -ness
20	control	0.899	1062.6	0.899	791.204	1181.6	955.1
	5	0.796	795.8	0.588	28.442	1353.4	633.7
	10	0.819	1009.3	0.717	5.143	1407.0	826.7
	20	0.876	1036.1	0.720	11.800	1439.0	908.0
35	control	0.967	345.4	0.941	241.799	366.9	333.8
	5	0.969	190.6	0.757	141.264	251.9	184.6
	10	0.965	147.1	0.686	81.785	214.3	142.0
	20	0.931	75.0	0.625	29.603	120.0	69.8
40	control	0.975	170.0	0.855	128.501	198.8	165.7
	5	0.970	120.0	0.761	88.140	157.6	116.3
	10	0.968	106.0	0.708	66.671	149.8	102.6
	20	0.923	67.8	0.641	24.835	105.3	62.3

2. glucomannan에 물을 20, 35, 40배를 가하여 30분 동안 팽윤 시킨 후에 10% Ca(OH)<sub>2</sub> 용액을 0, 5, 10, 20ml을 첨가한 후 완전히 용해 시켰다. 1시간 동안 끓는 물에 정치하였다. 30분 후에 texture analyzer로 물성을 측정하였다. 그 결과는 아래와 같다.

sample	No.	spring- ness	gummi- ness	cohesive- ness	adhesive- ness	hard- ness	chewi- ness
20	control	0.807	731.9	0.550	52.510	1331.0	590.4
	5	0.844	1892.2	0.716	53.412	2641.3	1596.4
	10	0.786	820.0	0.550	94.664	1490.3	644.3
	20	0.791	447.1	0.558	107.836	801.5	353.7
35	control	0.919	622.2	0.980	244.204	643.8	571.7
	5	0.732	375.9	0.619	100.694	606.9	275.1
	10	0.737	187.0	0.570	103.868	327.9	137.8
	20	0.813	214.5	0.649	163.300	330.7	174.4
40	control	-	-	-	-	-	-
	5	0.731	231.1	0.533	52.187	433.7	168.8
	10	0.900	344.7	0.563	96.673	612.3	310.2
	20	0.881	171.0	0.473	104.635	361.4	150.7



sample	No.	spring -ness	gummi -ness	cohesive -ness	adhesive -ness	hard -ness	chewi -ness
20	control	0.899	1062.6	0.899	791.204	1181.6	955.1
	5	0.796	795.8	0.588	28.442	1353.4	633.7
	10	0.819	1009.3	0.717	5.143	1407.0	826.7
	20	0.876	1036.1	0.720	11.800	1439.0	908.0
35	control	0.967	345.4	0.941	241.799	366.9	333.8
	5	0.969	190.6	0.757	141.264	251.9	184.6
	10	0.965	147.1	0.686	81.785	214.3	142.0
	20	0.931	75.0	0.625	29.603	120.0	69.8
40	control	0.975	170.0	0.855	128.501	198.8	165.7
	5	0.970	120.0	0.761	88.140	157.6	116.3
	10	0.968	106.0	0.708	66.671	149.8	102.6
	20	0.923	67.8	0.641	24.835	105.3	62.3

여 백

### 제 3 장 : 곤약의 생리활성 기능 탐색 및 edible film 제조

#### 제 1 절 : 항보체 활성측정 (Anti-Complementary Activity)

활성 측정시 사용된 감작 적혈구 (IgM hemolytic sensitized sheep erythrocyte, EA cell)는 일본 Biotest연구소로 부터 구입 사용하였으며, 정상인의 혈청(NHS)은 실험에서 직접 신선한 상태로 조제하여 사용하였다.

항보체 활성의 측정은 Mayer방법에 의해 정상인 혈청(NHS), GVM<sup>++</sup> (Gelatin veronal buffered saline, pH 7.5)와 시료용액을 각각 50ml씩 혼합하여 37℃, 30분간 반응 시킨 후, 연속 희석하고 EA Cell (1X10<sup>8</sup> cell s/m)을 이용 잔존 용혈 활성을 측정 하였다. 한편 대조군은 동일조건에서 시료를 넣지 않은 상태로 측정하였으며, 항보체 활성은 대조군 대비 총보체 용혈의 저지율로서 나타내었다.

$$ITCH_{50} (\%) = \frac{TCH_{50} \text{ of control} - TCH_{50} \text{ treated with sample}}{TCH_{50} \text{ of control}} \times 100$$

#### 제 2 절 : ACE 저해 활성 (Angiotensin Converging Enzyme Inhibitory Activity)측정

ACE 저해 작용은 Cheung등의 방법에 의해 측정하였다. 즉 시료 50 $\mu$ l에 hypyruic acid-his-leu를 100ml를 가하여 37℃에서 5분간 방치한 후 여기에 ACE효소액 150 $\mu$ l를 가하고 다시 37℃에서 1시간 반응시킨 다음 0.5N HCl 250 $\mu$ l를 사용하여 반응을 정지시켰다. 공 시험에서는 증류수 50 $\mu$ l를 사용하였으며 대조군은 HCl을 가한후 효소액을 넣고 여기에 Ethylacetate 1.5ml를 넣어 15초간 균질화 시켜 2,500rpm에서 10분간 원심분리 하여 상등액 0.5ml를 취하였다. 이 상등액을 oil bath에서 140℃ 15분간 건조한 후 1M NaCl 3ml를 가하여 용해시킨 후 280nm에서 흡광도를 측정하여 다음식에 의해 ACE저해율(AI%)로 하였다.

$$AI\% = \frac{E_c - E_s}{E_c - E_b} \times 100$$

여기에서  $E_c$ 는 증류수를 첨가하였을때의 흡광도,  $E_s$ 는 시료를 첨가하였을때의 흡광도,  $E_b$ 는 반응정지 후 시료를 첨가하였을 때의 흡광도를 나타낸 것이다.

제 3 절 : SOD 활성 (Superoxide Dismutase Activity) 측정

Superoxide anion radical 소거활성측정은 xanthine, xanthine oxidase를 이용한 superoxide dismutase activity 측정법을 이용하였다. 즉 50mM, pH7.5, phosphate buffer, EDTA, cytochrome C, xanthine이 혼합된 반응액 중에 일정량의 추출액을 섞은 후 Xanthine oxidase 희석액 20 $\mu$ l를 가하여 반응을 개시하였다. 반응개시 후 60초간이 흡광도 변화를 550nm에서 측정하였다.

추출액의 첨가량을 달리하여 5~10회 측정하고 각각에 대하여 550nm에서 cytochrome C의 환원력이 억제되는 비율로 검량선을 작성하였으며 반응액의 총 volume은 1ml되게 하였고 반응액 중 함유물의 최종 농도는 phosphate buffer( $8.70 \times 10^{-2}$ mM), EDPA( $1.74 \times 10^{-3}$ mM), cytochrome( $1.74 \times 10^{-3}$ mM), xanthine( $3.48 \times 10^{-2}$ mM)이 되게 하였다. 한편 xanthine oxidase는 550nm에서의 분광 흡광도 변화가 약 0.02가량 되도록 2.3M(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액으로 희석하여 첨가하였다.

활성은 cytochrome C의 환원을 50%억제하는 양을 1unit로 계산하였고 이때의 시료의 양을 IC<sub>50</sub>으로 나타내었다.

제 4 절 : 혈액의 항응고( Anti-coagulation) 활성

Oxalated plasma를 조제한 후 Calcium recalcification test방법에 준하여 실험하였다. konjak powder 용액 50 $\mu$ l에 oxalated plasma 100을 혼합한후 37 $^{\circ}$ C에서 3분간 preincubation 시킨후, 50mM CaCl<sub>2</sub> 100 $\mu$ l를 첨가하여 fibrin 형성시간을 측정하였다.

결과는 다음과 같다.

항 목	konjak powder (산 또는 알카리 가수분해물)	구기자 (열수추출물)
SOD 활성	130	181
항보체 활성	15	18.2
혈액의 항응고 활성	0	0
ACE 활성	12%	34%

4가지 생리활성을 측정하였으나 구기자의 열수추출물에 비해 뚜렷한 활성을 나타내지 않았다.

제 5 절 : konjak flour를 이용한 edible film의 제조

1. 일반성분 분석

	konjak flour	정제 glucomannan	film	
수분 (%)	11.45		Ⓐ0.5(GM)-0.5(GLY)	6.6
			Ⓑ0.5(GM)-1.0(GLY)	11.3
			Ⓒ1.0(GM)-0.5(GLY)	13.3
			Ⓓ1.0(GM)-1.0(GLY)	8.7
회분 (%)	4.2287	0.3212		

GM ; glucomannan

GLY ; glycerine

2. 정제

konjak flour를 증류수에 0.5%농도로 가한 후 120rpm으로 하룻밤 교반하여 충분히 팽윤 분산시켜, 현탁액을 만들고 진공여과를 행하여 전분질등의 비용해성분 및 기타 불순물을 제거하였다.

여과액에 3 volume의 ethanol을 첨가한 후 잘 흔들어 주어 glucomannan을 응결시켰다. 325mesh의 seive를 통과시켜 용매를 분리시킨 후 105℃ dry oven에서 물로 알콜을 제거하였다. 건조시킨 후 mixer를 사용하여 미세하게 분쇄하여 정제 glucomannan powder를 제조하였다.

(konjac flour 20.00g에서 glucomannan 11.20g이 얻어졌다.)

3. Film Casting 조건 결정

가. 농도 결정 : glucomannan 0.5% 1.0% solution

나. 가소제 결정 : water soluble하면서 저휘발성의 glycerine

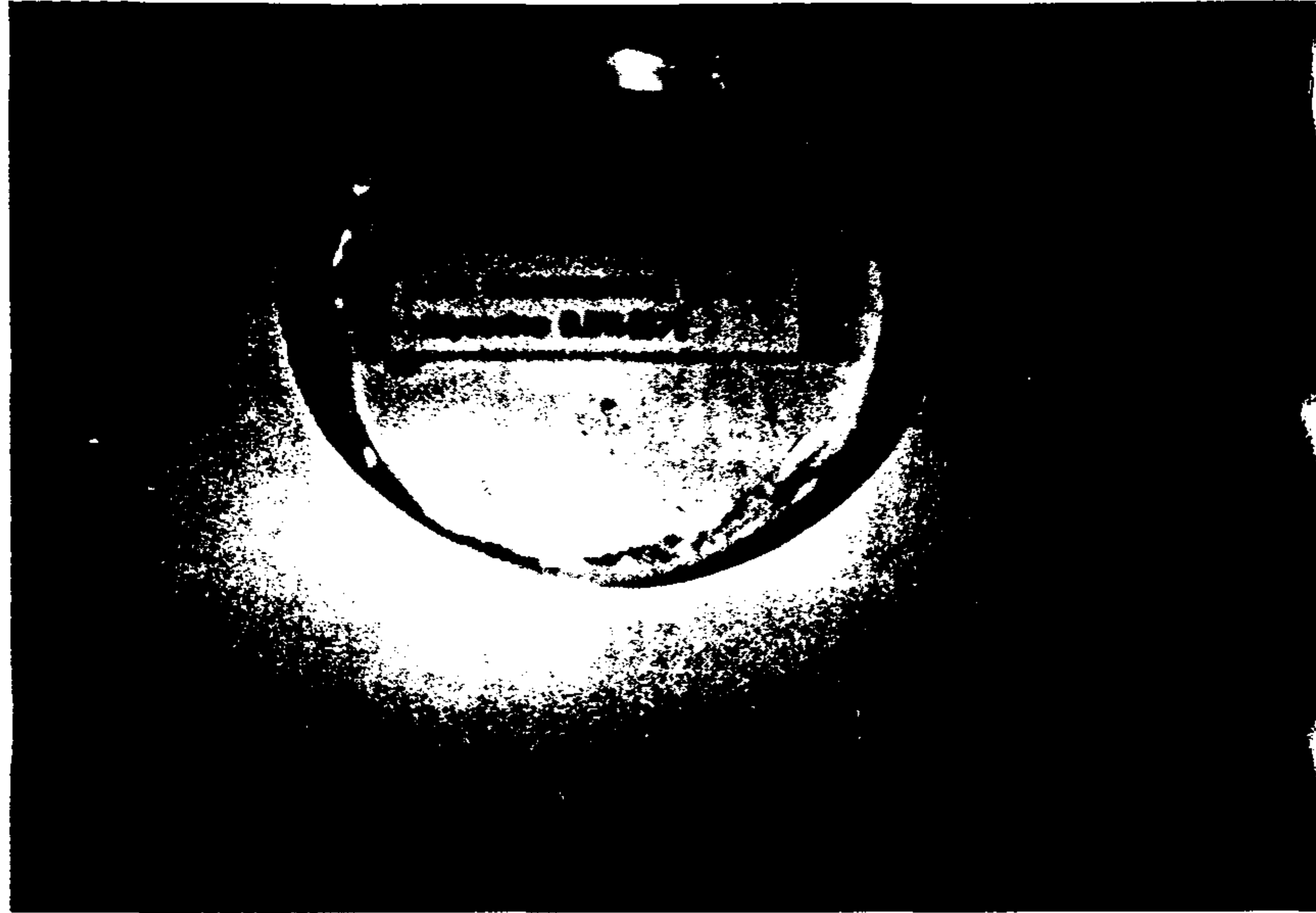
다. 건조 조건 : 60℃. incuvator에서 24hr

라. cating 방법 : glucomannan powder를 각각 [0.5%-1.0%] solution으로 제조한다.

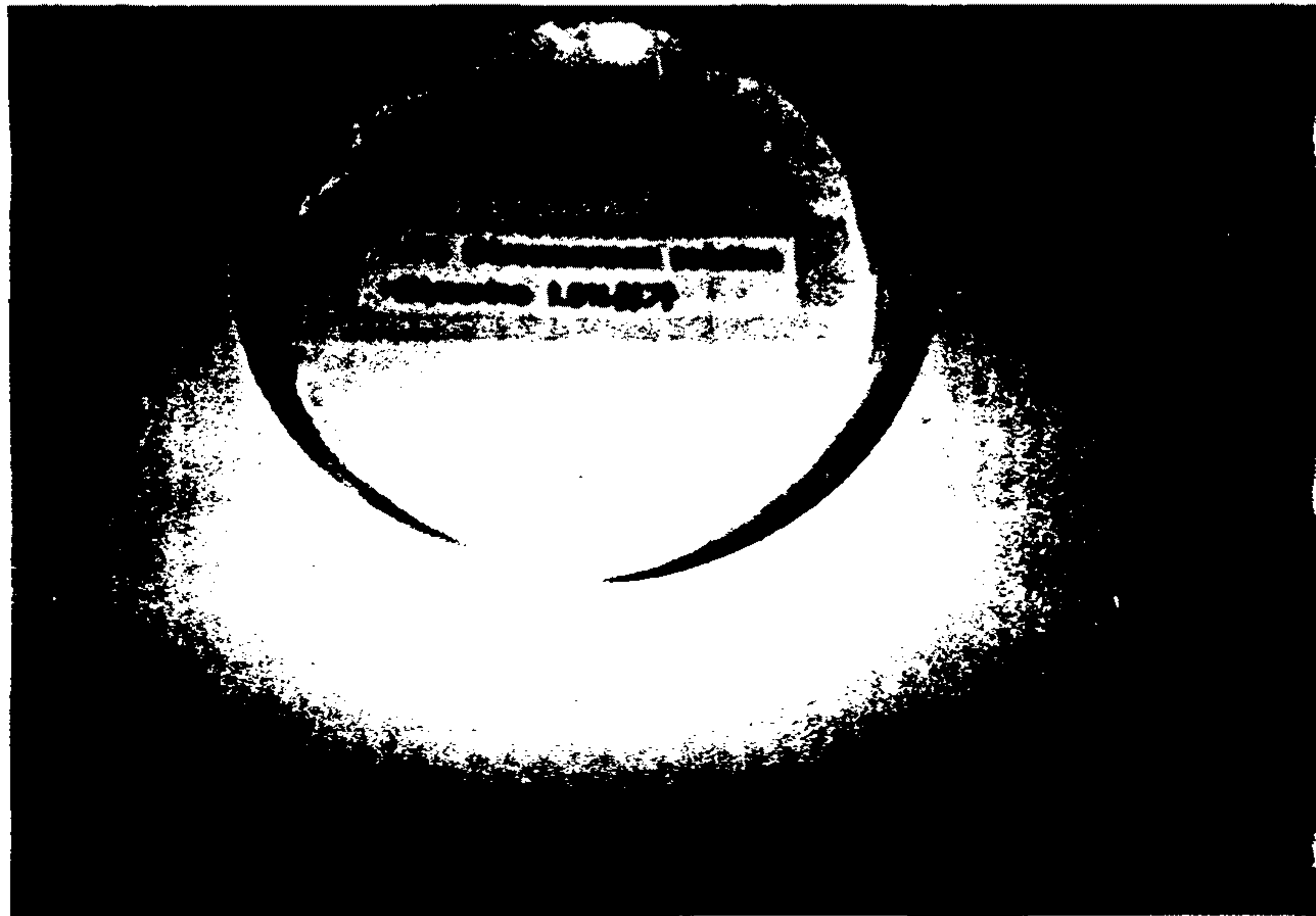
glycerine을 각각 첨가한다. [0.5%-1.0%]

Deaeration은 기포가 없어질 때까지 충분히 한다. (by suction)

disposable petri dish에 casting한 후 oven에서 건조한다.

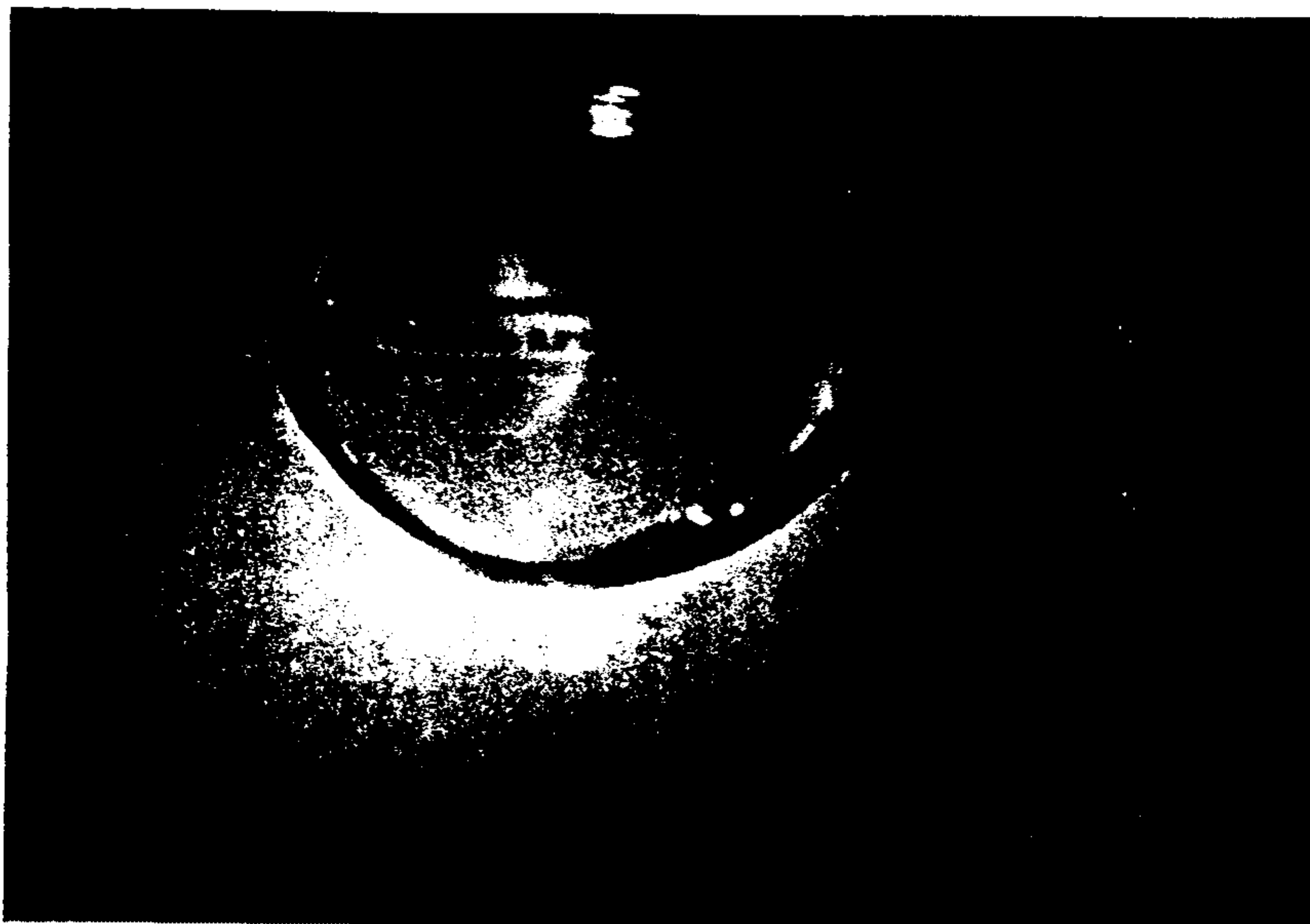


0.5% Glucomannan solution + Glycerine 0.5% 첨가  
edible film

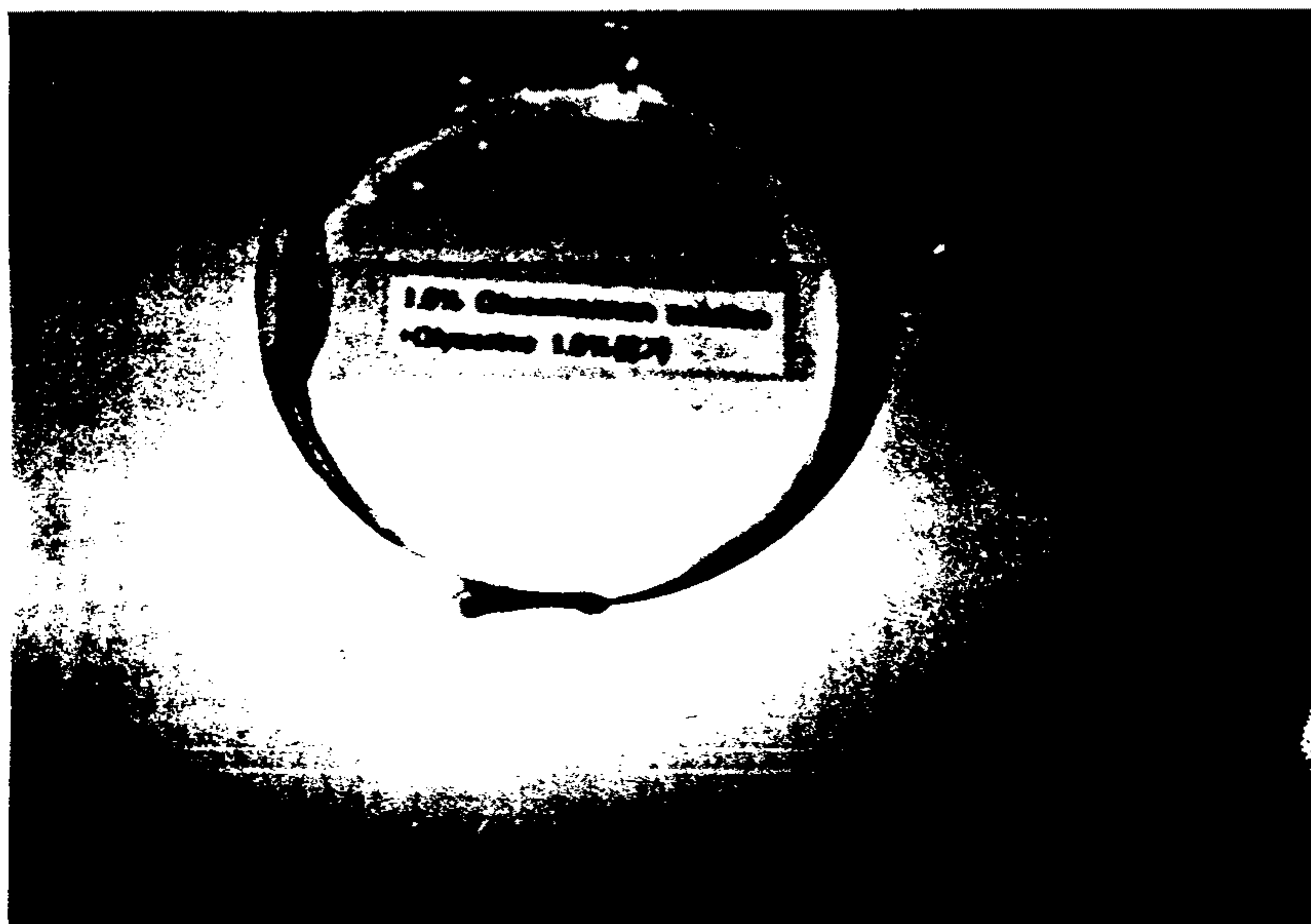


0.5% Glucomannan solution + Glycerine 1% 첨가  
edible film

그림 1. Glucomannan 과 Glycerine 첨가에 의한 edible film 제조



1% Glucomannan solution + Glycerine 0.5% 첨가  
edible film



1% Glucomannan solution + Glycerine 1% 첨가  
edible film

4. 결과

1) film의 수분함량 : 24hr동안의 무게변화를 측정하여 계산한다.

- Ⓐ 6.5876
- Ⓑ 11.3444%
- Ⓒ 13.2567%
- Ⓓ 8.6880%

2) 두께 측정 : micrometer (Teclock, Japan)으로 4-10회 반복측정 후 평균을 내었다.

3) 기계적 Property : Texture Analyzer

- grip distance : 50mm
- pre test speed : 3.0mm/s
- crosshead speed : 1.0mm/s
- post test speed : 3.0mm/s

· Tensile strength (pa)

· Elongation (%)

	TS	표준편차		ELN	표준편차
Ⓐ	10510.31	2208.13	Ⓐ	60.93	3.87
Ⓑ	6353.21	649.86	Ⓑ	72.93	4.42
Ⓒ	20364.65	8908.03	Ⓒ	50.68	15.39
Ⓓ	7380.26	1037.47	Ⓓ	60.98	5.69

제 4 장 : 구약감자 재배법의 확립

구약감자는 식물분류학상 천남성과 구약속으로 분류되며 원산지는 인도차이나 반도로 보는 편이 많고 동남아시아 열대에서 온대에 걸쳐 분포하고 있다. 구약감자의 주요 성분인 mannan은 다당체의 일종으로 보통 구약 mannan으로 불리며 흡수성이 크고 물에 잠기면 팽창함과 동시에 탄력성과 점성을 나타내며 용도는 식용, 약용, 방수용, 糊料, 雨備用具 및 공업용 접착제의 원료로 사용되며 구약감자에 함유된 높은 식물성 섬유 함량을 이용한 건강 식품이 다양하게 개발 시판되고 있다. 우리나라에서는 식용보다는 약용작물로 이용되고 재배면적도 일부 지역에 국한되어 작물로써 이용이 미비한 실정이나 일본의 경우 약 1,400여년전 한국으로부터 전래되어 경제 작물로 장려 보급되었으며 일본인의 기호에 맞는 다양한 식품으로 개발되어 점차 그 수요가 증가하고 있으며 상당량을 중국등지에서 수입하고 있다.

90년대 국민소득의 향상과 함께 개인 건강에 대한 관심이 높아지면서 식



물성 섬유와 효능과 이들 가공식품에 대한 수요가 증대되는 현 시정에서 약용으로 주로 재배되었던 구약감자에 대한 인식도 경제작물로 전환할 필요성이 제기된다. 그러나 그동안 작물학적 비중이 미미하였던 관계로 우리나라에서는 구약감자에 대한 품종육성은 고사하고 기초적인 재배법도 아직 정립이 안된 상태인데, 다른 작물과 달리 구약감자는 다년생으로 상품화까지는 3-4년이 소요되며 가을에 수확하여 저장하였다가 봄에 파종하는 등 영농에 많은 번거로움이 있으며 따라서 이에 대한 연구 역시 극히 부진하여 차광정도, 토양피복, 재식거리, 월동시험 등 몇몇 단편적인 연구만 이루어진 실정이다. 일본은 구약감자에 대한 연구가 많이 이루어져 재배법이 정립되고 “하루나구로” “아까기오오다마”같은 우량품종도 육성되어지만 주로 화산회토인 일본에서 정립된 시비방법, 재식거리등이 주로 화강암으로 이루어진 우리나라에 그대로 적용될 수도 없거니와 기온, 강수량, 태풍등의 기상조건이 상이한 지역에서 동일한 파종시기, 토양피복방법이 동일한 효과를 나타낼지도 의문이다.

따라서 본 연구는 구약감자의 작물학적 특성을 고려하여 구약감자 재배에 알맞는 피복재료의 선발과 球莖中에 따른 토양피복재료별 생육특성을 구명하고자 실시하였다.

본 실험에 공시한 구약감자는 2년생 금산수집종이었으며 토양피복재료는 벧짚피복, 흑색차광막 및 고추멀치용 비닐을 사용하였다. 재식방법은 종구의 무게에 따라 대구(91-130g) 60x25 Cm, 중구(61-90g) 60x20 Cm, 소구(40-60g) 60x15 Cm의 재식거리로 5월 1일 파종하였다. 시비량은 10a당 N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O - 부숙퇴비를 가가 15-10-15-1000kg씩 전량 기비로 사용되었다.

처리구의 구당 면적은 1m x 3m씩 분할하였고 시험구 배치는 난피법 3반복으로 하였다.

파종후 출아율과 함께 피복재료별 지중온도를 매일 1-2시 사이 측정하였고 지상부 생육특성은 10월 10일, 지하부 생육특성은 10월 30일에 측정하였다.

#### 제 1 절 : 피복재료별 지중온도의 변화

중구 파종후 부터 개엽기인 6월말까지 매일 오후 1-2시에 측정한 지중온도(지하 10Cm)는 고추멀치용비닐이 가장 높았으며 무처리, 흑색차광막, 벧짚피복순으로 낮았다.

(표 1) 피복재료에 따른 시기별 지온 (°C)의 변화

구 분	5/1-10	5/11-20	5/21-31	6/1-10	6/11-20	6/21-30
벗 짚	17.0	18.5	21.0	21.0	22.0	23.5
흑색차광막	20.0	21.5	23.5	24.1	24.6	26.5
고추멀칭비닐	26.2	27.0	28.2	28.9	30.0	31.1
무 처 리	21.2	22.0	24.5	25.5	26.3	27.5

흑색차광막은 무처리에 비하여 1-2°C 정도 낮았으나 벗짚피복구는 평균°C 정도 낮은 지온을 나타내었으며 고추멀칭비닐 피복구는 맑은 날에는 벗짚 피복구에 비하여 10°C이상의 지온차를 나타내었다. 파종 직후 피복재료별 지온차이가 심하였으나 출아하여 개엽이 이루어짐에 따른 지온차이는 다소 적어지는 경향을 나타내었다.

제 2 절 : 피복재료별 출아율

피복재료별 출아율은 구경중에 따라 다소 차이를 나타내었으나 벗짚피복구와 고추멀칭비닐 피복구에서 출아가 잘 이루어졌다.

(표 2) 피복재료별 출아율(%)

구 분	6/5			6/20		
	대구	중구	소구	대구	중구	소구
벗 짚	55.6	40.9	78.9	88.9	81.8	84.2
흑색차광막	11.1	13.6	10.5	72.2	36.4	31.6
고추멀칭비닐	38.9	31.8	21.1	83.3	68.2	68.4
무 처 리	5.6	4.5	5.3	55.6	18.2	10.5

파종후 35일인 6월 5일의 피복재료별 출아율은 벗짚피복구가 50%정도의 출아율을 나타냈으나 무처리구는 5%정도의 출아율만 나타내었고 구경중에 따른 출아율의 차이는 일정한 경향을 보이지 않았다. 파종후 50일인 6월 20일에는 벗짚피복구가 구경중에 관계없이 80%이상의 출아율을 나타낸 반면 무처리구는 대구에서 55.6%가 출아하였으나 소구는 10.5%가 출아하여 구경중에 따른 출아율의 차이가 심하였다. 흑색차광막 피복구도 구경중에 따른 출아율의 차이가 심하였는데 전체적으로 구경중이 큰것일수록 출아가 잘되

는 경향이였다.

구약감자의 출아에 미치는 환경요인으로서는 토양온도, 토양수분 및 토양경도가 관련되었는데 피복재료별 지중온도에서 벧짚피복구가 제일 낮았고 흑색차광막 피복구와 무처리구의 지중온도가 근사했던 점으로 미루어 보아 구약감자의 출아에는 지중온도보다 토양수분이 더 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

### 제 3 절 : 피복재료별 지상부의 생육특성

피복재료에 따른 구약감자 지상부의 생육과 수확시 지상부 고사정도는 경직경, 엽병장, 엽신장 모두 구경중이 클수록 지상부 생육도 왕상한 것으로 나타났으나 지상부 고사정도는 구경중이 가벼울수록 고사율이 낮았다.

(표 3) 피복재료 및 근중별 지상부 생육특성

구분	경직경(cm)			엽병장(cm)			엽신장(cm)			지상부고사율(%)		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
벧짚	25.1	19.2	17.9	35.1	33.9	25.5	34.3	33.7	25.9	50.0	61.1	15.8
흑색차광막	23.7	19.5	19.3	35.4	35.1	31.4	34.6	34.0	33.6	76.5	38.1	21.1
고추멀칭비닐	25.4	18.3	14.5	31.5	25.5	25.1	30.6	29.6	23.4	68.4	47.6	55.0
무 처리	25.1	18.9	17.4	35.5	32.2	23.1	33.5	30.6	28.9	27.8	28.6	15.8

피복재료별 지상부 생육은 벧짚, 흑색차광막 피복구가 좋았으며 고추멀칭비닐피복구는 무처리구에 비하여 지상부 생육이 불량하였다. 수확시 지상부의 고사율은 무처리구가 가장 낮았는데 이는 다른 피복처리구에 비하여 상대적으로 출아가 늦었던 점에 기인하는 것으로 사료된다.

### 제 4 절 : 피복재료별 지하부의 생육특성

피복재료에 따른 구경중, 구경비대배율, 주당자구수, 자구중등의 지하부 생육특성은 다음과 같다.

구	분(g)		구경중(g)	비대배율(%)	주당자구수	자구1개중
벗	짚	대구	460	383	10.3	12.4
		중구	346	433	9.9	10.6
		소구	290	580	4.9	10.0
흑색차광막		대구	471	393	11.2	11.5
		중구	374	468	6.2	9.4
		소구	292	584	5.4	8.5
고추멀칭비닐		대구	404	337	3.1	10.6
		중구	373	466	4.3	13.3
		소구	288	576	6.1	13.3
무	처리	대구	451	376	7.8	12.4
		중구	230	286	6.5	9.0
		소구	221	442	6.6	7.9

피복재료에 따른 구경의 증대는 흑색차광막피복구가 제일 많았고 그 다음이 벗짚피복구였으며 고추멀칭비닐피복구와 무처리구는 근중에 따라 일치되지 않았다. 근중에 따른 비대배율은 구경의 증량이 가벼운 것일수록 비대배율이 높았으며, 1주당 자구의 수는 지중온도가 가장 높았던 고추멀칭피복구가 가장 적었는데 자구의 생산은 토양온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. 또 한 수확시 무처리구의 지상부 고사율이 가장 낮았으나 수량에 크게 미치지지는 않았다.

## 참 고 문 헌

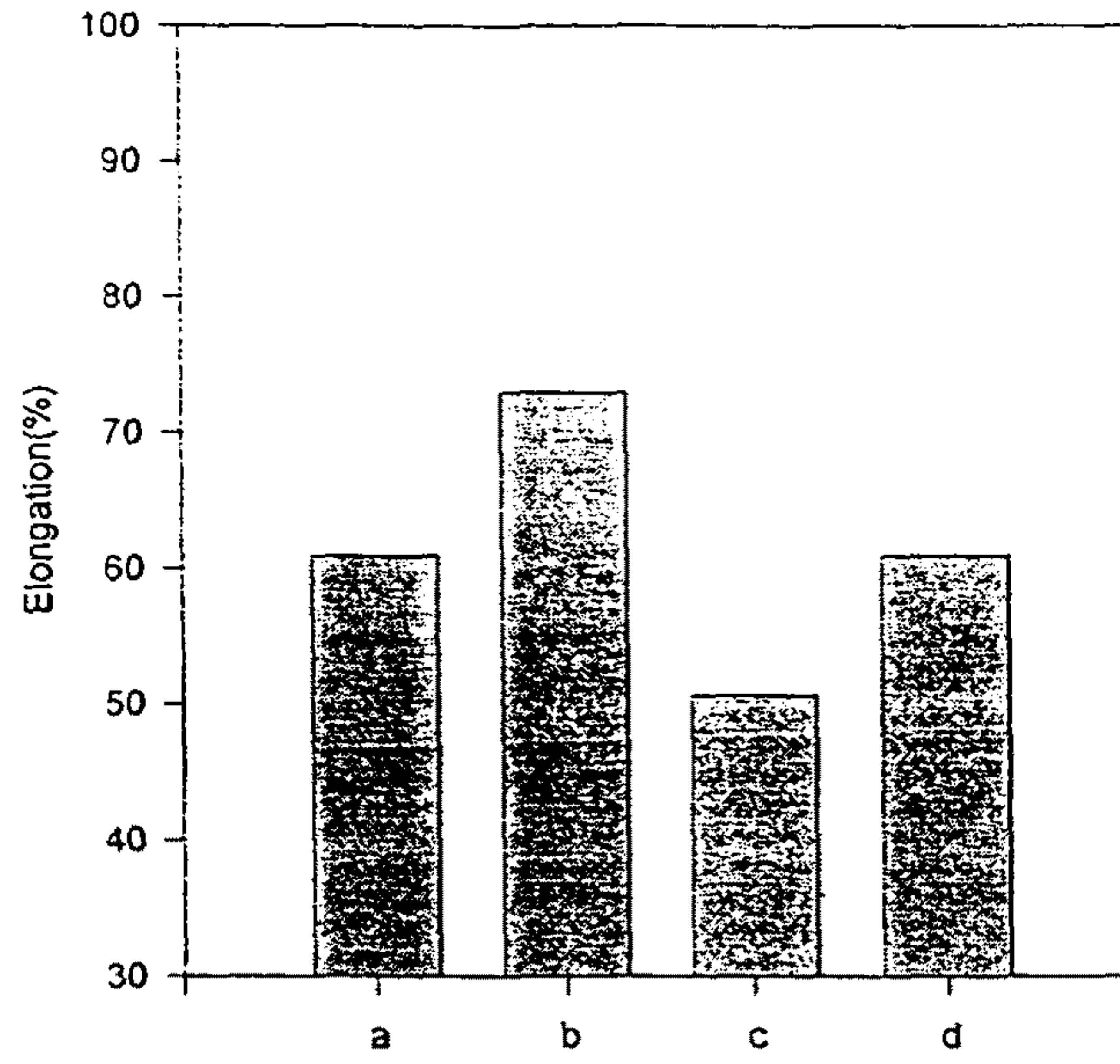
1. Trowell, H.C., Southgate, D.A.T., Wolever, T.M.S., Leeds, A.R., Gassull, M.A. and Jenkins, D.J.A.: Dietary fiber redefined. *Lancet*, 1, 967(1976)
2. Southgate, D.A.T.: Definitions and terminology of dietary fiber. In *Dietary Fiber in Health and Disease*, Vahouny, G. and Kritchevsky, D.(ed), Plenum Press, New York(1982)
3. Wisker, E., Feldhem, W., Pomeranz, Y. and Meuser, F.: Dietary fiber in cereals. *Adv. Cereal Sci. Technol.*, 7, 169(1985)
4. Glicksman, M.: Hydrocolloids and the search for the "oily grail". *Food Technol.* 45(10), 94(1991)
5. Lee, S.C. and Prosky, L.: Dietary fiber analysis for nutrition labeling. *Cereal Food World*, 37(10), 765 (1992)
6. 編集部 : 技能性 素材の 開発の 現状. 食品と 開発, 26(4), 14(1991)
7. Hughes, J.S.: Potential contribution of dry bean dietary fiber to health. *Food Technol.*, 45(9), 122(1991)
8. Sugiyama, N., Shimahara, H. and Andor, T.: Studies on mannan and related compound. I. The purification of konjac mannan. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 45, 561(1972)
9. AOAC: In *Official Methods of Analysis*, 13th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.(1980)
10. Sigma Co.: Manual of total dietary fiber assay. Sigma Tech. Bulletin No. TDFAB-2(1993)
11. Franzen, K.L and Kinsella, J.E.: Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *J. Agric. Food Chem.*, 24(4), 788(1976)
12. Gibert, G.A. and Spragg, S.P.: In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed), Academic Press, New York, Vol.4, p.168(1964)
13. Shiba, K., Ijitsu, T., Hara, H. and Okada, K.: Preparation and characterization of water-soluble hemicellulose(arabinoxylan) from wheat bran. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39(12), 1147(1992)
14. Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, 43(11), 2391(1979)
15. Kishida, N.: Relationship between the quality of konjac flour and the molecular matter nature of konjac mannan. *Agric. Biol. Chem.*, 43(11), 2391(1979)
16. Nishinari, K., Williams, P.A. and Phillips, G.O.: Review of the physicochemical characteristics and properties of konjac manna. *Food Hydrocoll.*, 6(2), 199(1992)
17. Quinn, J.R. and Paton, D.: A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. *Cereal Chem.*, 56(1), 38(1978)
18. Cui, W., Eskin, N.A.M. and Biliaeris, C.G.: Chemical and physical properties of yellow mustard(*Sinapis alba* L.) mucilage. *Food Chem.*, 46, 169(1993)
19. Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Misaki, M., Toda, J., Wada, T. and Ishii, K.: Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agric. Biol. Chem.*, 36(5), 719(1992)
20. Tye, R.J.: Konjac flour, properties and applications. *Food Technol.*, 45(3), 87(1991)
21. Kim, N., Oh, S.L., Nam, Y.J., Min, B.Y. and Suh, K.B.: Comparative studies on the assay method of Stevia sweeteners. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 15, 209(1983)
22. Kim, N., Kwon, D.Y., Hong, H.D., Mok, C., Kim, Y.J. and Nam, Y.J.: HPLC analysis of a backbone compound,  $\beta$ -benzyl-N-carbobenzoxy-L-aspartyl-D-alanine, of intense peptide sweeteners belonging to L-aspartyl-D-alanine amides. *Food Chem.*, 47, 407(1993)

23. Kishida, N., Okimasu, S. and Kamata, T.: Molecular weight and intrinsic viscosity of konjac glucomannan. *Agric. Biol. Chem.*, 42(9). 1645(1978)
24. SAS Institute Inc.: Sas/STAT Guide for Personal Computers, Cary, North Carolina(1987)
25. ASTM. 1987. Standard methods for water voper transmission of materials (E 96-80). Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadephia, PA.
27. ASTM. 1989. Standard methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 882-88). Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadephia, PA.
28. Crank, J. and Park, G.S. (Ed.). 1968. Diffusion in Polymer, p. 173-175. Academic Press, London and New york.
29. Gennadios, A. and Weller, C.L 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol.* 44(10): 63-69.
30. Gennadios, A., Brandenburg, A.H., Weller, C.L., and Testin, R.F. 1993. Effect of pH on properties of wheat gluten and soy protein isolate film. *J.Agric. Food Chem.* 41: 1835-1839.
31. Gennadios, A. and Weller, C.L., and Gooding, C.H. 1994. Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films. *J. food Eng.* 21: 395-409.
32. Greener, I.K. and Fennema, O. 1989a. Barrier properties and surface characteristics of edible, bilayer films. *J. Food Sci.* 54: 1393-1399.
33. Greener, I.K. and Fennema, O. 1989b. Evaluation of edible, bilayer films for use as moisture barriers for food. *J. Food Sci.* 54: 1400-1406.
34. Guilbert, S. 1986. Technology and appilcationof edible protective films. In *Food Packaing and Preservation. Theory and Prectice*, M. Mathlouthi (Ed), p. 371. Elsevier Applied Science Publishing Co., London, England.
35. Hagenmaier, R.D. and Shaw, P.E. 1990. Moisture permeability of edible films made with fatty acid and hydroxypropyl methylcellulose. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1799-1803.
36. Kamper, S.L. and Fennema, O. 1984a. Water vapor permeability of edible bilayer films. *J. Food Sci.* 49: 1478-1481, 1485.
37. Kamper, S.L. and Fennema D. 1984b. Water vapor permeability of an edible, fatty acid, bilayer film. *J. Food Sci.* 49: 1482-1485.
38. Karel, M., Proctor, B.E., and Wiseman, G. 1959. Factors affecting water Vapor transfer through food packaging films. *Food Technol.* 13(1): 69-74.
39. Kester, J.J. and Fennema, O. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technol.* 40(12): 47-59
40. Kester, J.J. and Fennema, O. 1989. An edible film of lipids and cellulose esters: Barrier properties to moisture vapor transmission and structural evaluation. *J. Food Sci.* 54: 1383-1389
41. Krochta, J.M. Hudson, J.S. Camirand, W.M, and Pavlath, A.E 1988. Edible film for lightly-processed fruits and vegetables. ASAE Meeting Pregentation. Paper No.88-6523.
42. Krochta, J.M. 1992. Control of mass tansfer in foods with edible coatings and films. In *Advances in Food Engineering*, R.P Singh and M.A. Wiraakrtakusma(Ed), p. 517-538. CRC press, Inc, Boca Raton, FL.
43. Martin-polo, M., Voily, A, Blond, G., Colas, B.,Mennier,M., and Floquet,N. 1992 *J.Agric. Food Chem.*40: 413-418.
44. Park.H.J., Bunn, J.M.,Weller, C.L., Vergano,P.J and Testin, R.F. 1994.Permeability and mechanical properties of cellulose-based edible film. *J. Food Sci.*58: 1361-1364, 1370
45. Rico-Pena, D.C. and Toress, J.A.1990.Edible methylcellulose-based films as

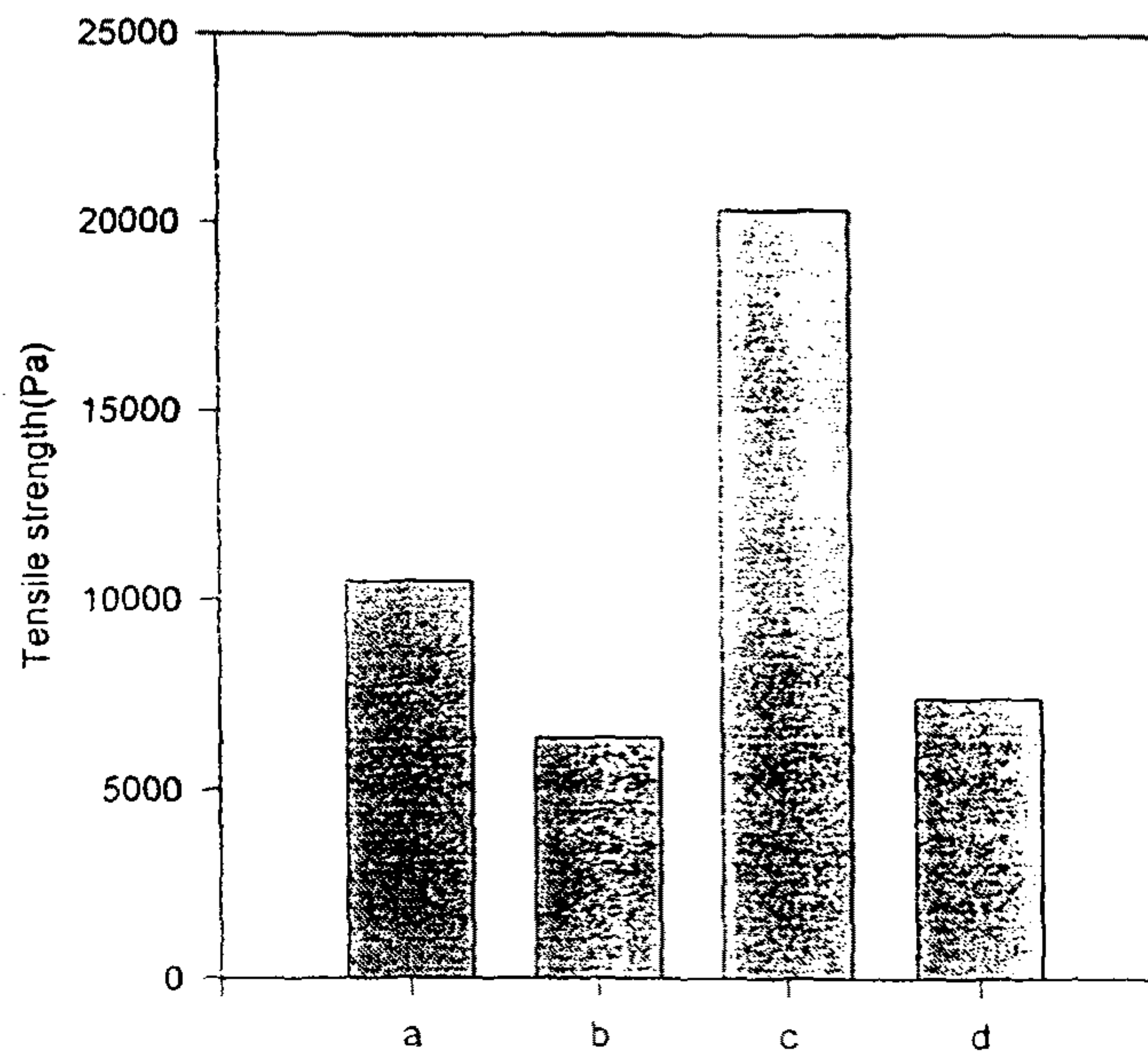
- moisture-impermeable barriers in sundaes ice cream cones. *J. Food Sci.* 55:1468-1469.
46. Vojdani, F. and Torres, J.A. 1990. Potassium sorbate permeability of methylcellulose and hydroxy-propyl methylcellulose coatings: Effect of fatty acids. *J. Food Sci.* 55: 841-846.  
Ms received 11/28/93; revised 3/2/94; accepted 4/4/94.

부록1

Elongation



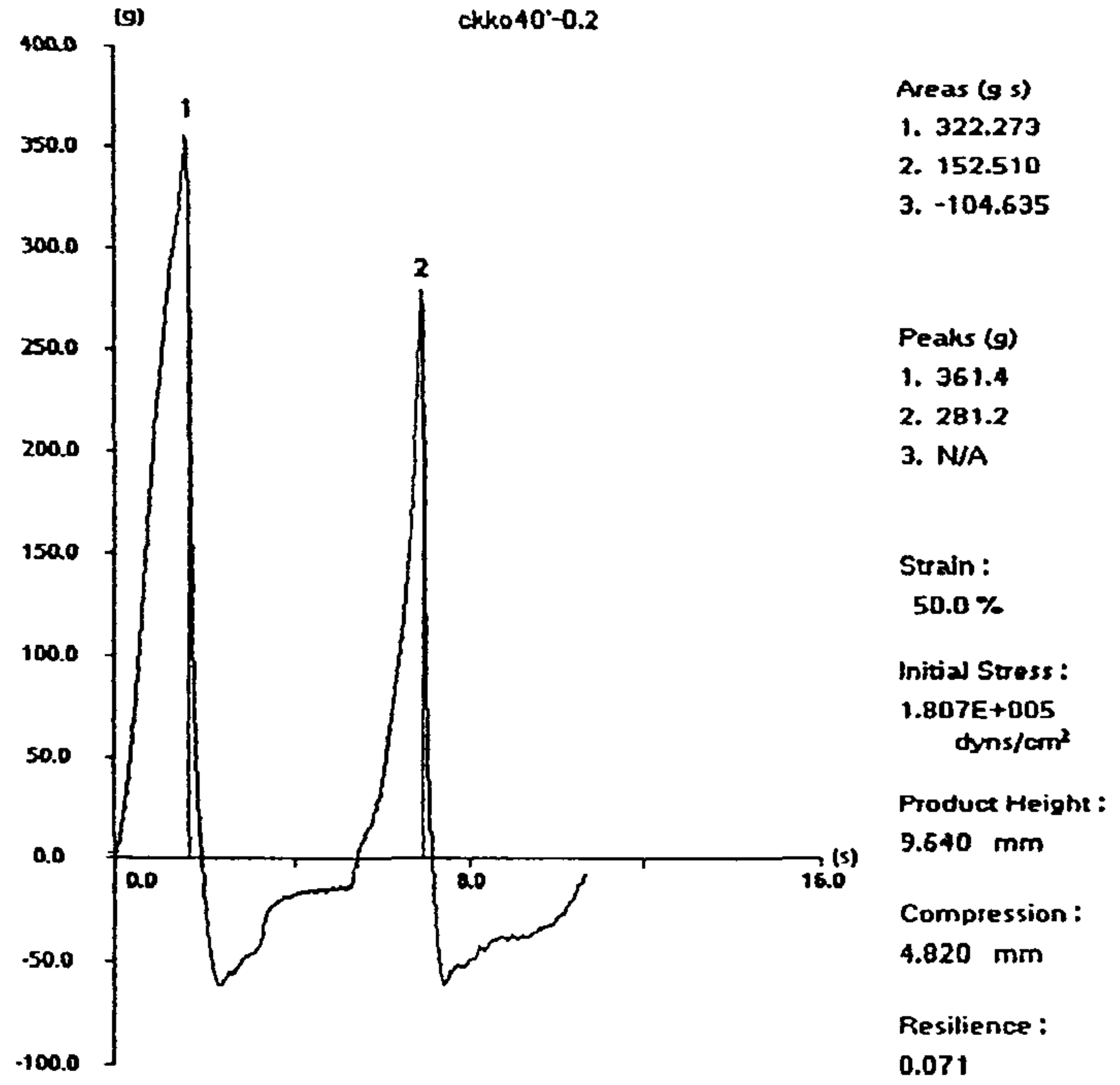
Tensile Strength





부록2

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G



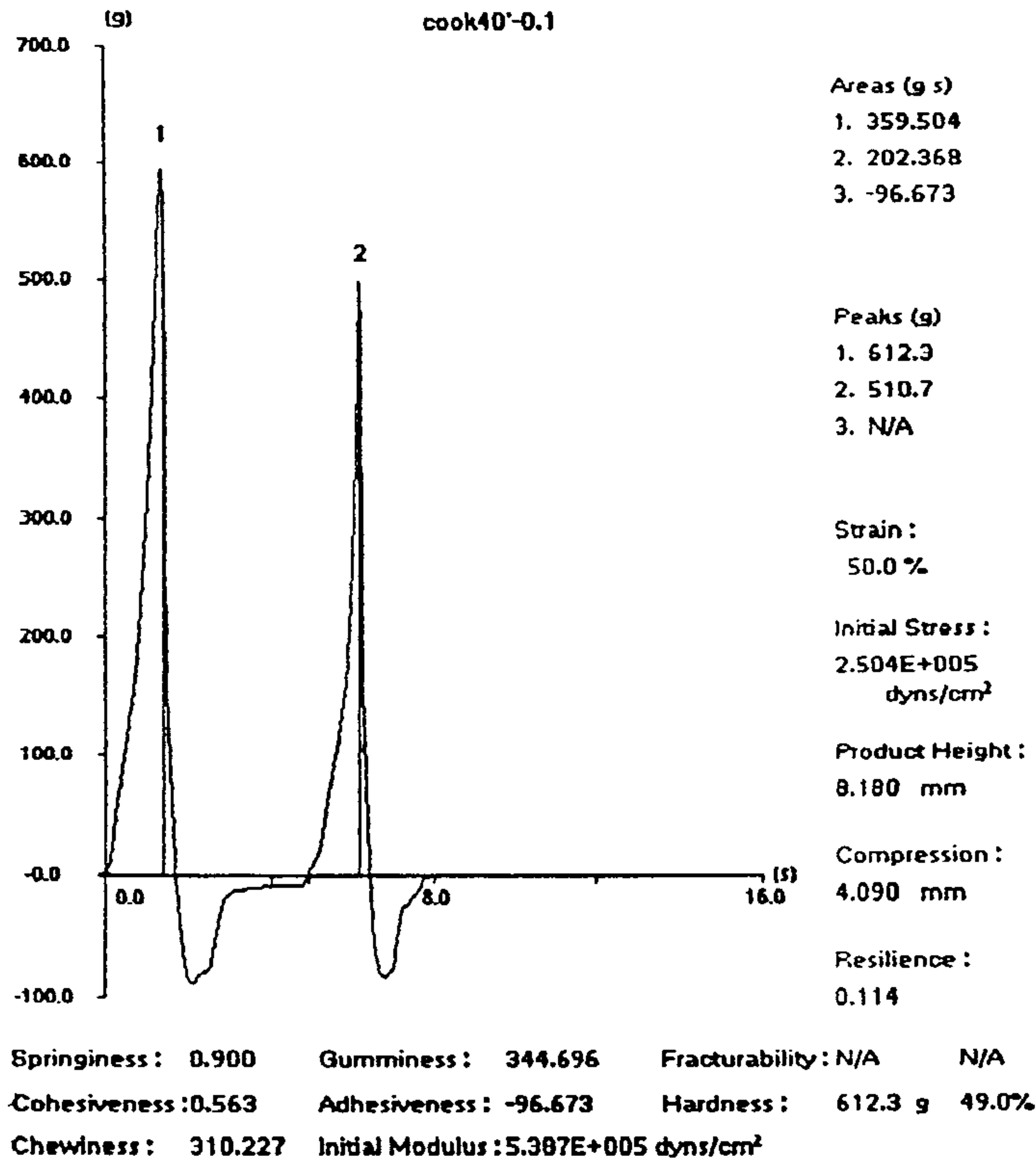
Springiness : 0.881    Gumminess : 171.009    Fracturability : N/A    N/A  
 Cohesiveness : 0.473    Adhesiveness : -104.635    Hardness : 361.4 g 49.1%  
 Chewiness : 150.737    Initial Modulus : 3.875E+005 dyns/cm<sup>2</sup>

Sample Rate : 200.00 pps    Test Time : 10.70 s  
 Force Threshold : 20.0 g    Dist. Threshold : 0.50 mm  
 Sample Area : 125.60 mm<sup>2</sup>    Contact Force : 5.0 g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s    PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s    POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g    DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

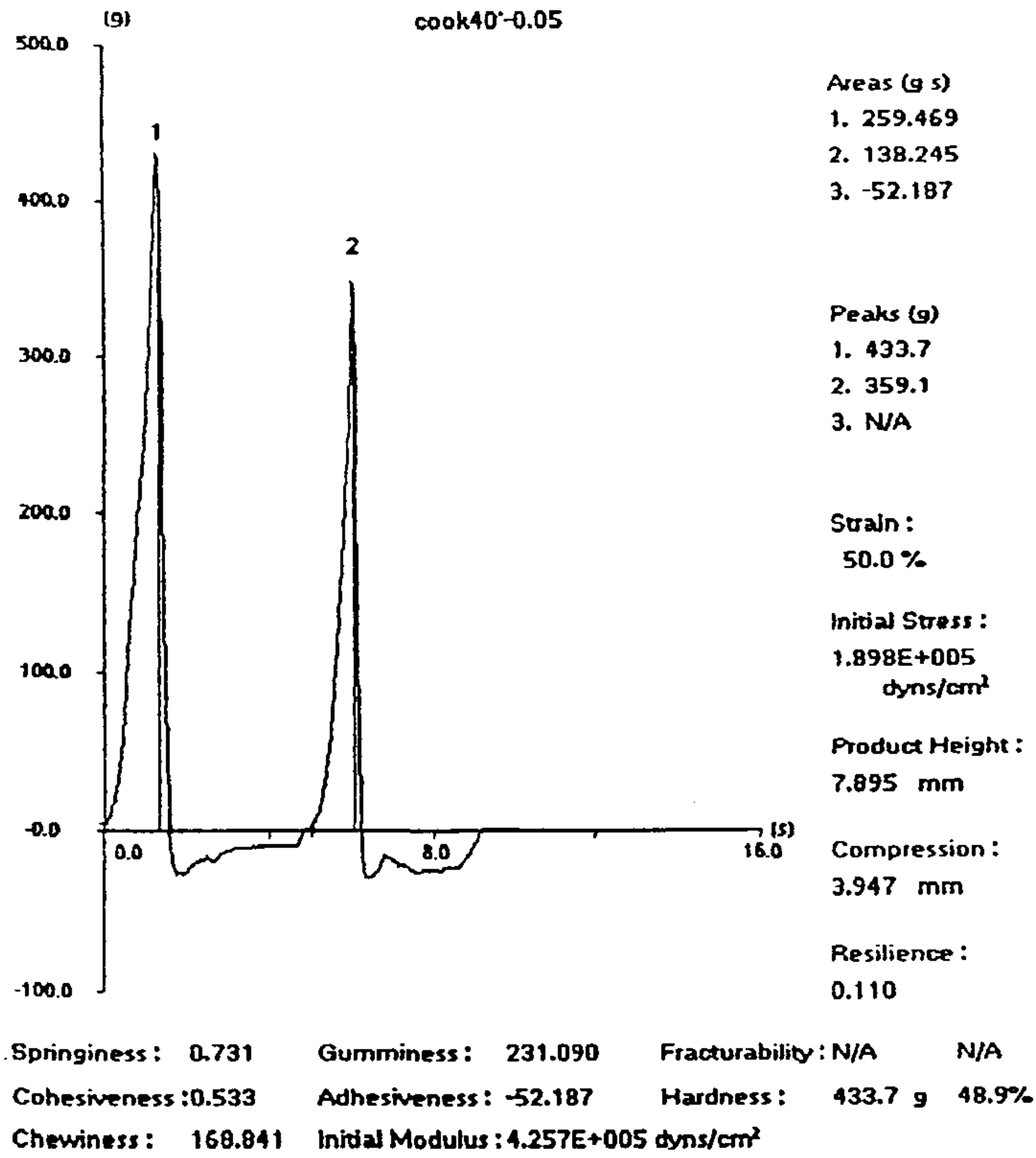


Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	10.15	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

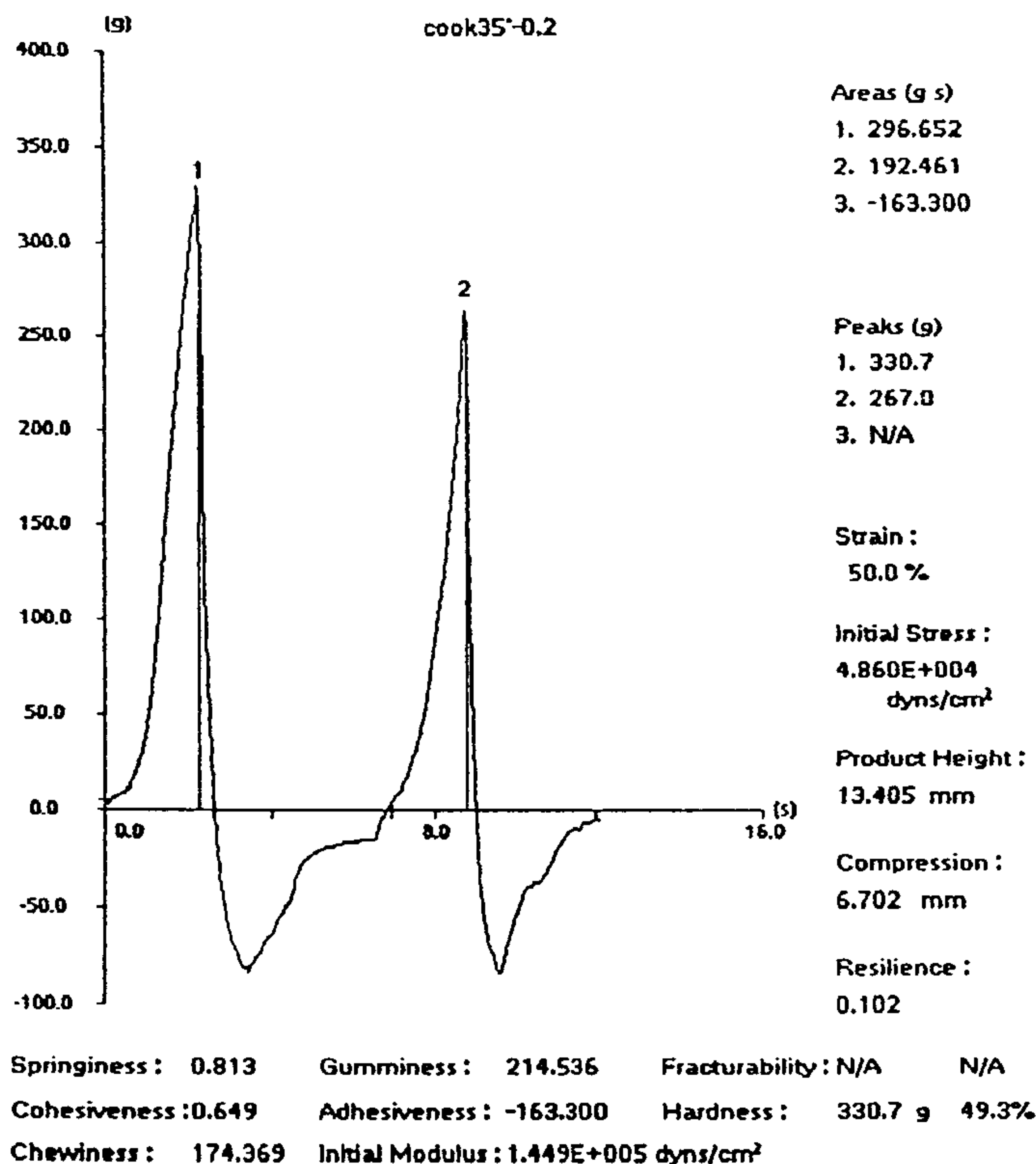


Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	10.06	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

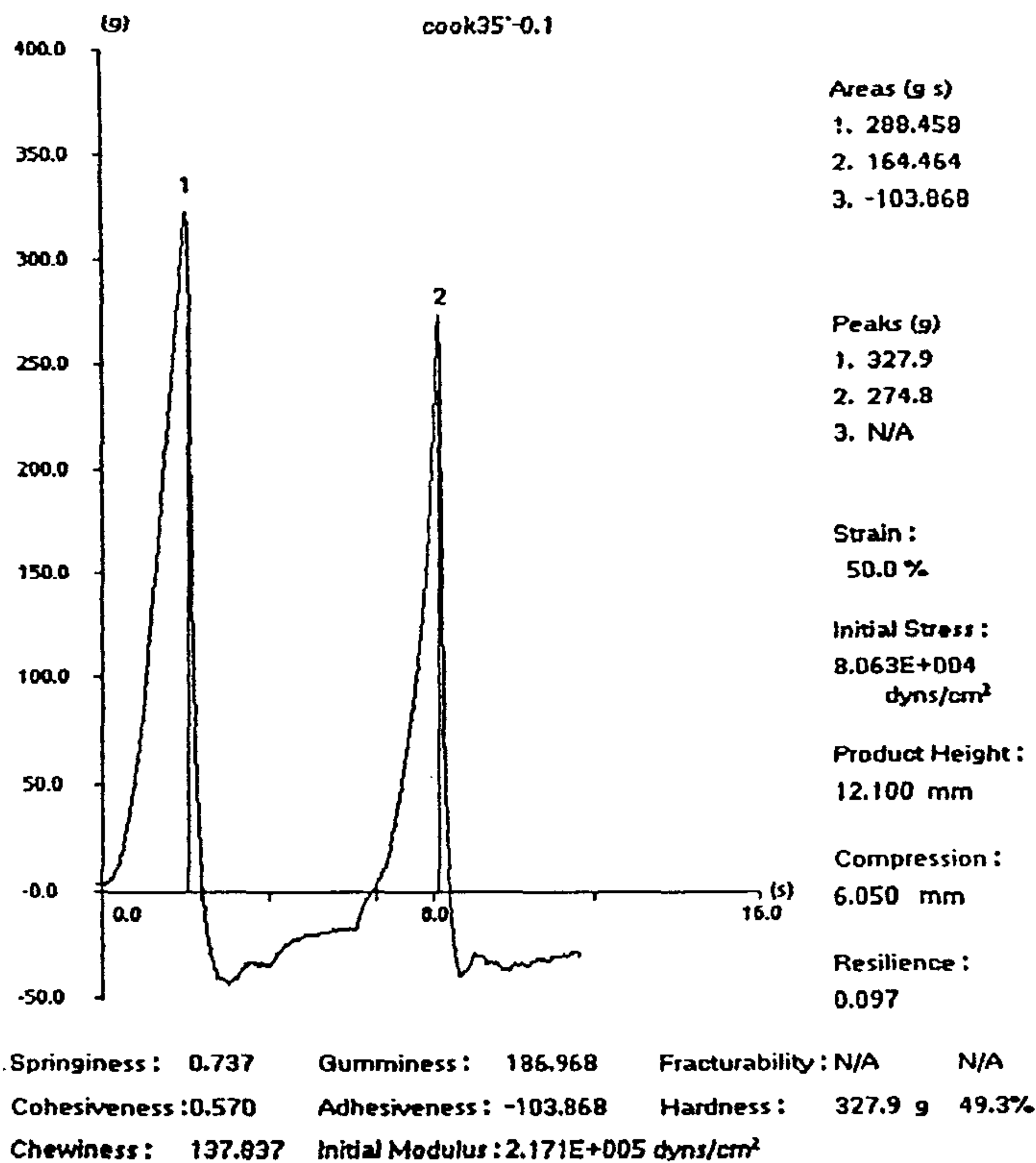


Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	12.10	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

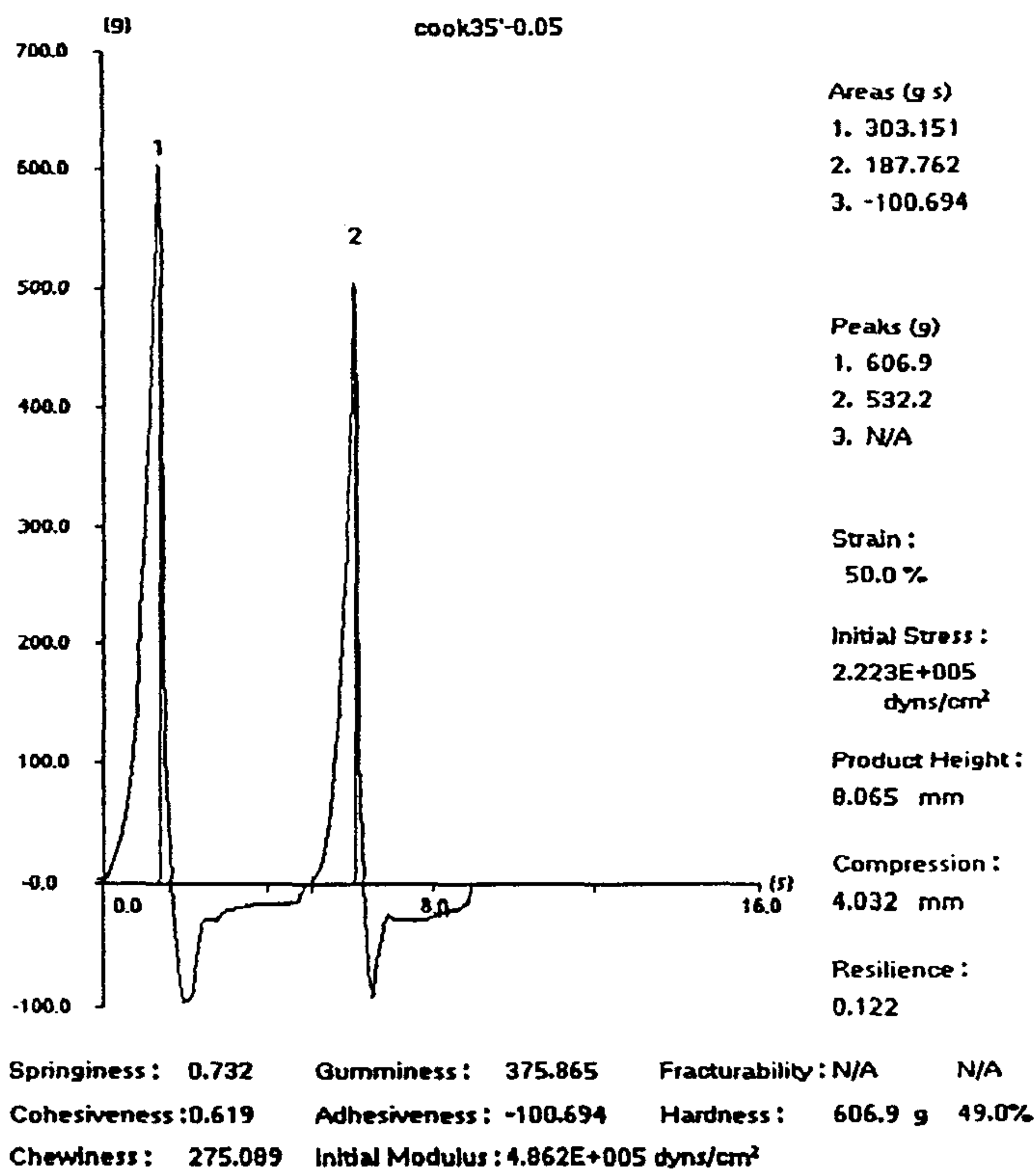


Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	11.65	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

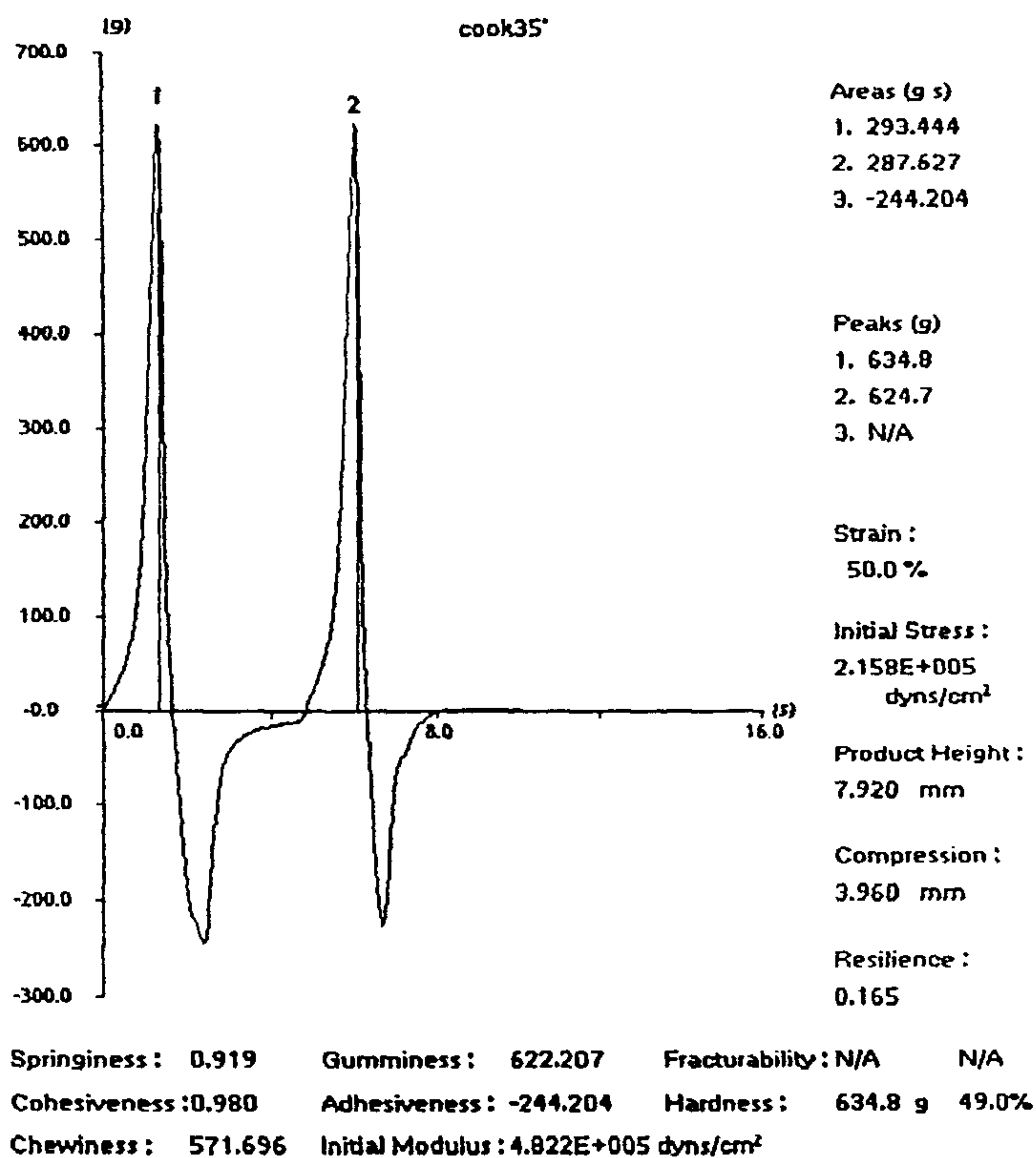


Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	10.10	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

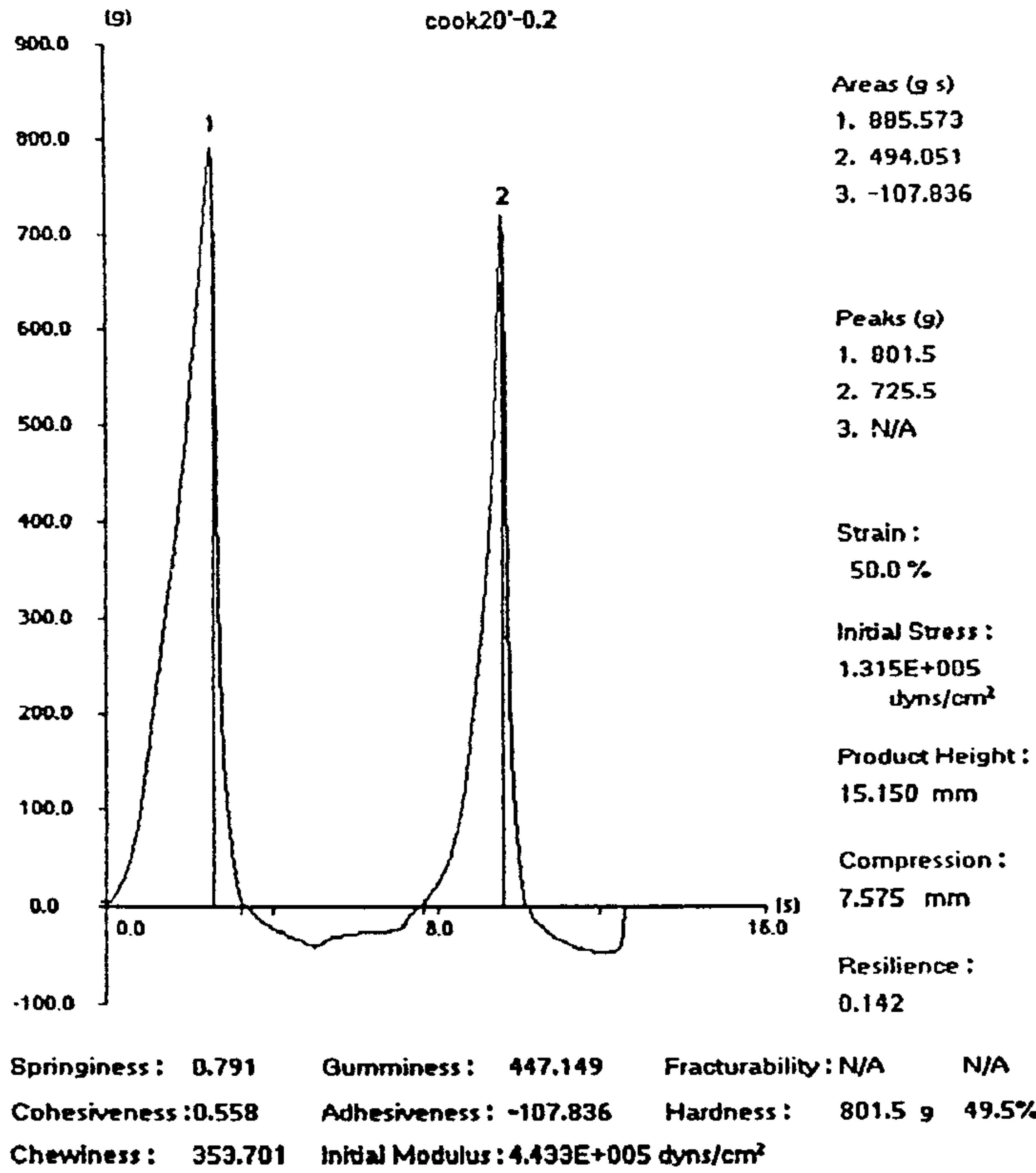


Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	10.06	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G



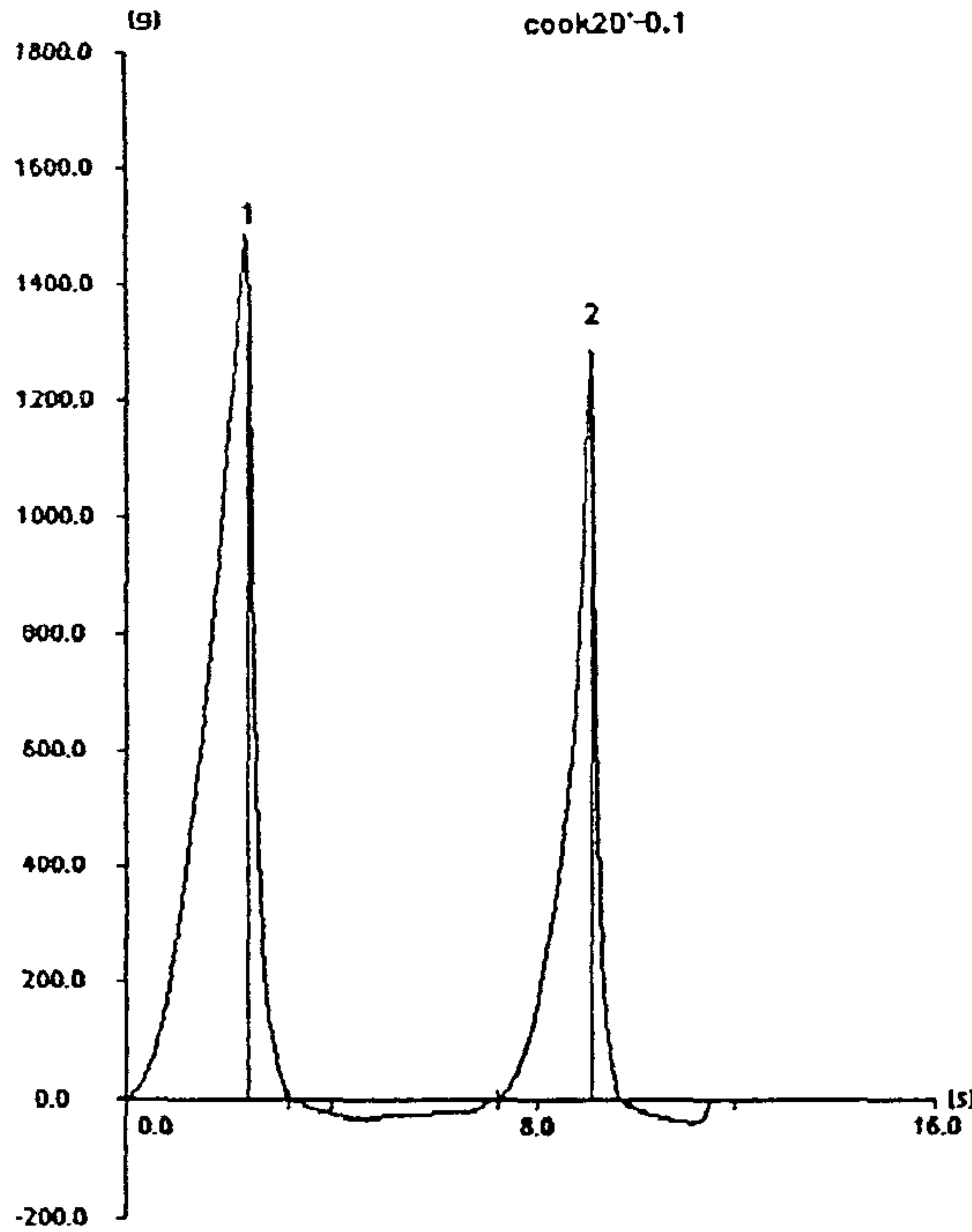
Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	12.81	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s



Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G



Areas (g s)  
 1. 1508.331  
 2. 829.834  
 3. -94.664

Peaks (g)  
 1. 1490.3  
 2. 1316.3  
 3. N/A

Strain :  
 50.0 %

Initial Stress :  
 2.464E+005  
 dyns/cm<sup>2</sup>

Product Height :  
 14.065 mm

Compression :  
 7.032 mm

Resilience :  
 0.164

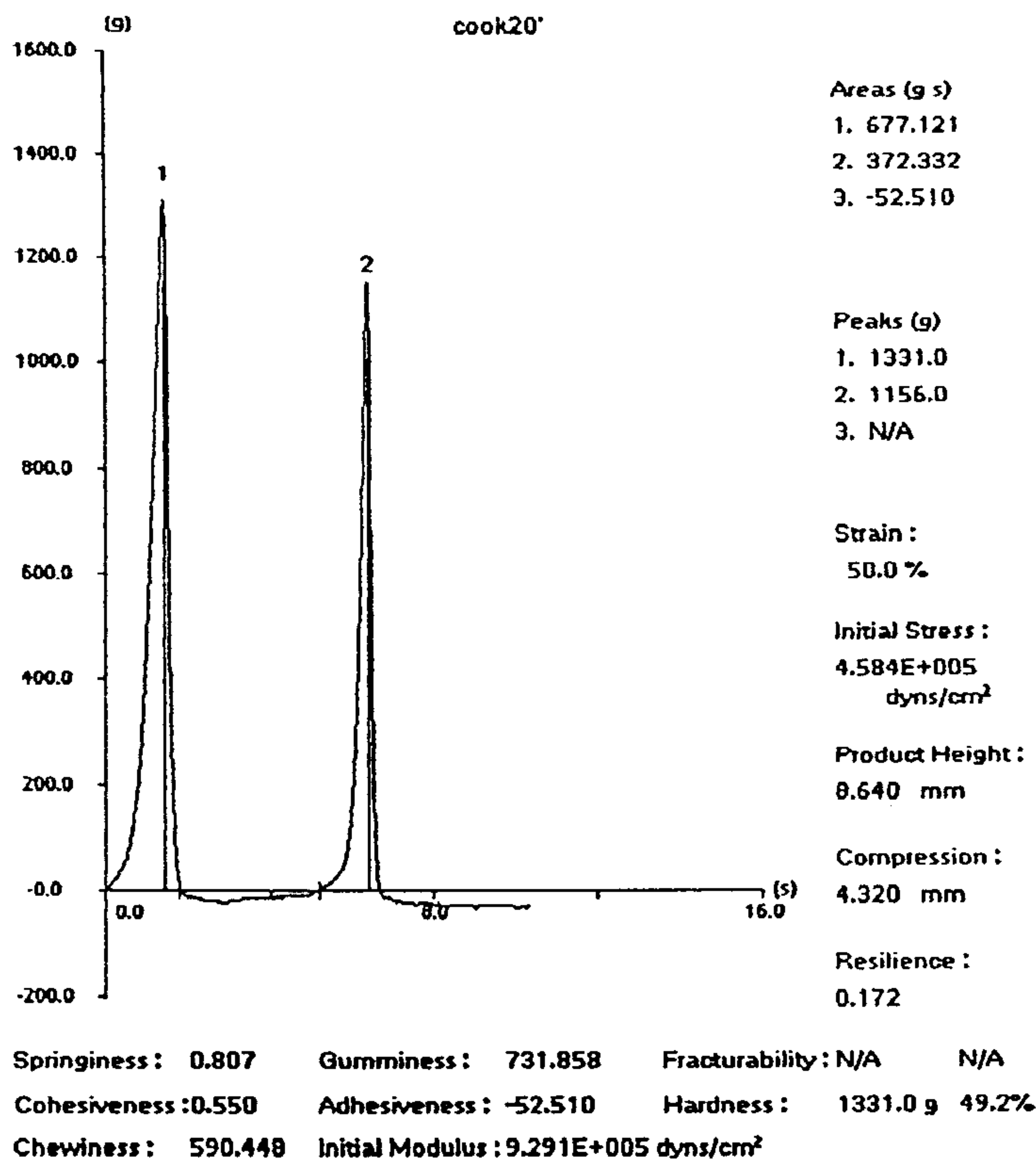
Springiness : 0.786    Gumminess : 819.934    Fracturability : N/A    N/A  
 Cohesiveness : 0.550    Adhesiveness : -94.664    Hardness : 1490.3 g    49.4%  
 Chewiness : 644.234    Initial Modulus : 7.713E+005 dyns/cm<sup>2</sup>

Sample Rate : 200.00 pps    Test Time : 12.35 s  
 Force Threshold : 20.0 g    Dist. Threshold : 0.50 mm  
 Sample Area : 125.60 mm<sup>2</sup>    Contact Force : 5.0 g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s    PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s    POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g    DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G

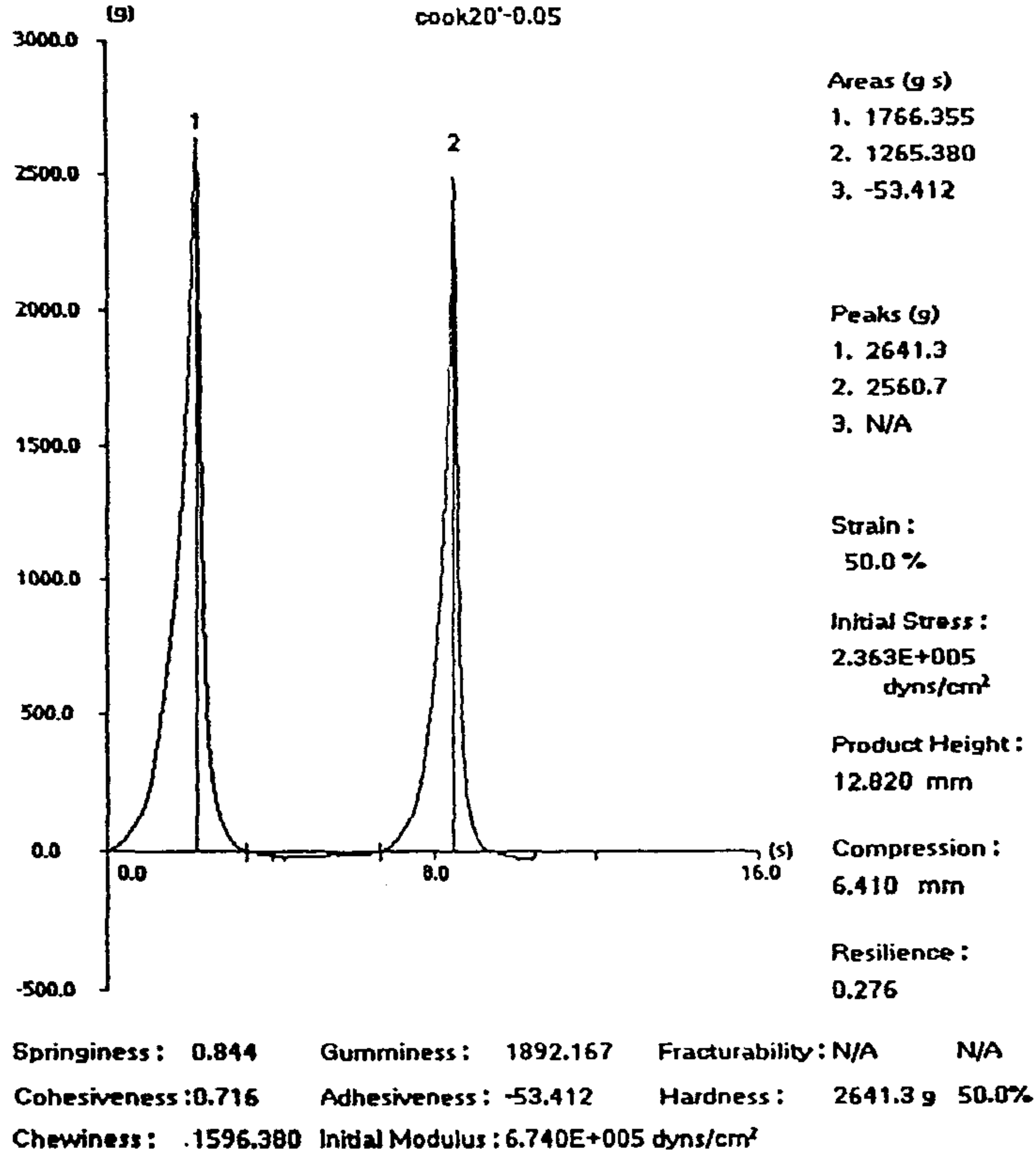


Sample Rate : 200.00 pps Test Time : 10.35 s  
 Force Threshold : 20.0 g Dist. Threshold : 0.50 mm  
 Sample Area : 125.60 mm<sup>2</sup> Contact Force : 5.0 g

T.P.A

SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s

Stable Micro Systems - XT.RA Dimension V3.7G



Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	11.90	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	125.60	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

T.P.A  
 SPEED: 3.0 mm/s PRE TEST SPEED: 4.0 mm/s POST TEST SPEED: 4.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 50.0 %  
 TIME: 2.00 s