

콩 품종별 두부의 물리적 특성의 비교

장천일 · 이정근 · 김우정

세종대학교 식품공학과

초록 : 대두의 주요품질중 텍스처, 보수력, 색 및 Sag값 등 물리적 특성을 국내에서 재배되는 14가지의 콩 품종에 대하여 비교하였다. 텍스처는 rheometer로 측정하였으며 보수력은 여과지 흡수방법으로 측정하였다. 그 결과 두부의 보수력은 밀양-21호, 단엽콩, 황금콩이 높았고, 수원-138호, 수원-141호, 수원-142호는 낮았다. Sag값은 모두(-)값을 보여 성형시 가해졌던 압력을 제거하였을 때 두부가 부풀었음을 알 수 있었고 부풀음 정도는 수원-138호로 제조한 두부가 가장 높았고, 수원-142호의 두부가 낮았다. 두부의 견고성은 품종별로 큰 차이가 있어 일반적으로 두부의 수분함량이 견고성에 영향을 주었으나 유의적인 관계는 없었다. 가장 단단한 두부는 수원-133호와 장엽이었고 가장 연한 두부는 팔당과 수원-142호이었다. 탄력성과 응집성은 수원-138호 이외에는 큰 차이가 없었으며 그 외의 관능적, 텍스처 성질인 부서짐성, 부착성, 검성은 품종간의 차이가 많았다(1990년 5월 24일 접수, 1990년 9월 20일 수리).

두부는 우리가 즐겨 섭취하는 대표적인 식물성 고단백 식품으로 콩단백질을 응고시켜 제조한 것이다. 두부에 관한 연구는 국내외 연구자들에 의하여 광범위하게 연구된 바 있다. 이 중 물리적 특성에 관한 연구로는 미국산 콩과 일본산 콩으로 제조된 두부의 텍스처 비교¹⁾ 응고제 첨가시 두유 온도에 따른 두부의 품질변화²⁻⁵⁾ 응고제 종류에 따른 두부의 물리적 특성 비교⁶⁻¹⁰⁾ 두부의 수분함량이 텍스처에 미치는 영향¹¹⁾ 및 7S와 11S의 응고특성에 대한 연구가 있다. 그러나 두부색에 관한 연구는 콩의 표피색이 두부색에 영향을 준다는 것¹¹⁾ 이외에는 보고된 바가 없고 두부의 보수력에 관하여도 여과지 흡수에 의한 두부의 보수력 측정 방법¹²⁾을 제시한 것 밖에 없다.

그리하여 본 연구에서는 전보¹³⁾에 이어 두부제조용 콩 품종을 개량하는데 이용하고자, 농촌진흥청에서 추천한 14품종으로 두부를 제조하여 이들의 텍스처, 색, 보수력, 부풀음성 등 물리적 성질을 비교하였다.

재료 및 방법

재료 및 두부의 제조

전보¹³⁾와 동일한 재료와 제조 방법에 따라 보통두부를 만들어 실험하였다.

텍스처특성

두부의 텍스처 측정은 Sag값을 측정한 두부를 지름 5cm, 높이 1.5cm의 원통형으로 절단한 후 Rheometer(Model I&T Co. LTD., Tokyo Japan)를 사용하였다. 측정조건은 full scale의 힘 2kg, table speed 64.3 mm/min, chart speed 120mm/min, clearance 1.5mm였으며 측정에 사용한 probe는 lucite 10mm No. 13이었으며 두부의 typical texture profile analysis curve(TPA)를 이용하여 부서짐성(fracturability), 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(elasticity), gumminess, chewiness등을 계산하였다^{14, 15)}. 여기에서 부서짐성은 first bite의 첫번째 변곡점(H₂)의 높이를 힘(kg)으로 환산하였고, 견고성은 first bite의 가장 높은 peak의 높이(H₁)를 힘(kg)으로 환산하였으며 응집성은 두번째 peak의 면적(A₂)을 첫번째 peak의 면적(A₁)으로 나눈 값으로 표시하였고, 부착성은 A₃의 면적을 의미하며, 탄력성은 peak의 시발점에서 가장 높은 점까지의 거리의 비율인 t₂/t₁로 계산하였고, gumminess는 hardness(H₁)×cohesiveness(A₂/A₁), chewiness는 gumminess×elasticity(t₂/t₁)의 값으로 나타내었다(Fig. 1).

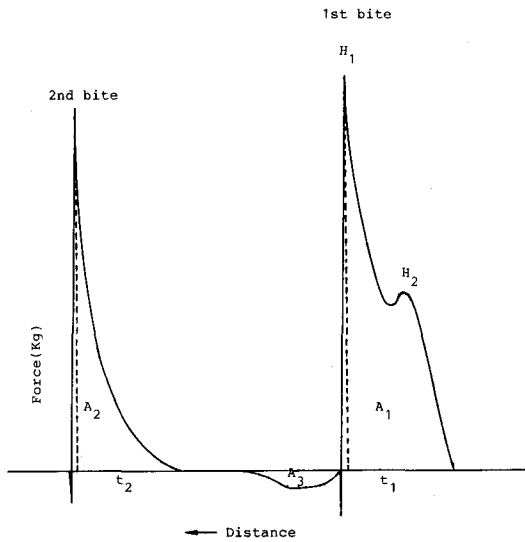


Fig. 1. Typical texture profile analysis(TPA)of soybean curd from Rheometer

Sag값의 측정

두부의 Sag값 측정은 손과 김¹²⁾, Kim등¹⁶⁾의 방법에 따라, 두부성형 후 압력을 제거하는 동시에 상, 하의 원통에 있는 두부를 제외한 중간 원통에 있는 두부를 조심스럽게 분리시켜 지름 5cm, 높이 6cm의 원통형 두부를 즉시 유리판 위에 놓고 Ridgelmeter(Sunkist Growers Ind., CA., U. S. A.)로 30분 동안 매 3분마다 높이의 변화를 측정하였다. 이 때 성형틀에서 압력을 제거한 시점에서 Sag의 측정까지 소요시간은 1분30초로 일정하게 유지하였다. 측정된 높이의 변화는 다음 식에 의하여 Sag값으로 환산하였다.

$$\text{Sag in mm} = (A - B) \times 0.8$$

A : 측정시간에 따른 Ridgelmeter의 눈금값

B : 6cm높이 PVC 원통의 Ridgelmeter의 눈금값

보수력의 측정

두부의 보수력(water holding capacity) 측정은 손과 김¹²⁾의 여과지 흡수방법에 의하였다. 즉, 두부를 직경 1.9cm, 높이 1cm의 원통형으로 절단한 뒤, Whatman filter paper(No. 4)위에 세워놓고 30분간 매 3분마다 젖은 부분의 직경을 측정하여 여과지에 의하여 흡수되는 유리수의 양을 젖은 면적으로 표시하였다.

$$\text{여과지의 젖은 면적} = \frac{\text{여과지의 젖은 부분의 직경} - 1.9}{2} \times \pi$$

색측정

두부의 색은 두부의 표면을 매끄럽게 절단한 다음 digital color measuring/difference calculating meter (Model N-1001 Dp. Nippon Denshoku Kogyo Co., LTD.)로 Hunter 'L', 'a' 및 'b'값을 측정하였다.

관능검사

두부의 견고성, 탄력성, 거칠음성에 대한 관능검사는 전보¹³⁾의 방법에 따라 다시료 비교법(multiple comparison test)으로 평가하였으며 관별원의 구성은 식품공학과 대학원생과 학부생중 품질차이를 식별할 수 있는 7명을 선정하였다. 제시된 시료의 크기는 1x1x0.5cm이었으며, 시료의 제시온도는 상온으로 하였고, 실시시간은 오전 11시와 오후 3시에 실시하였다. 시료의 비교는 시중에서 판매되고 있는 두부를 비교시료(R)로하여 R보다 강도가 대단히 약하면 1, R과 같으면 4, R보다 대단히 강하면 7로 하였다. 관능검사 결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정¹⁵⁾으로 분석하였다.

결과 및 고찰

텍스처 측정

두부의 텍스처 특성인 견고성(hardness), 부서짐성(fracturability), 탄력성(elasticity), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹성(gumminess), 씹힘성(chewiness)에 대한 품종법 비교는 Table 1과 같다. 견고성은 수원-133호가 1.02kg으로 가장 높았고 그 다음은 장엽콩(0.91kg), 황금콩(0.87kg), 밀양-21호(0.85kg), 단엽콩(0.83kg)의 순이었다. 낮은 견고성을 보인 품종은 팔달콩(0.58kg), 힐콩(0.6kg)으로 두부의 견고성은 품종에 따라 큰 차이가 있으며 견고성이 높은 두부의 수분함량이 75~78%로 비교적 낮았으며 견고성이 낮은 두부의 수분함량은 78~81%로 비교적 높아¹³⁾ 수분함량이 두부의 견고성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 높은 유의성을 보이지 않으므로, 두부의 견고성은 수분함량 뿐 아니라 다른 요인들에 의하여 영향이 있음을 알 수 있다.

한편, 부서짐성은 수원-133호가 가장 높고, 수원-142호가 가장 낮아 0.20~0.43kg의 범위를 보였다. 탄력성은 장엽이 가장 높고 수원-138호가 가장 낮았으며, 부착성은 힐콩이 가장 높고 황금콩이 가장 낮았고, 응집성은 백운콩이 가장 높고, 수원-138호가 가장 낮게 나타났다. 또한 씹성은 수원-133호가 가장 높

Table 1. Comparison of textural properties of soybean curd prepared with various varieties of soybeans

Soybean variety	Textural properties of soybean curds						
	Hardness (kg)	Fracturability (kg)	Elasticity	Adhesiveness (cm)	Cohesiveness	Gumminess ^a	Chewiness ^b
Paldal	0.58	0.24	0.94	0.97	0.49	0.28	0.27
Baegun	0.80	0.33	0.95	1.06	0.52	0.41	0.30
Bangsa	0.73	0.35	0.96	0.84	0.47	0.35	0.33
Duckyoo	0.62	0.25	0.93	0.85	0.47	0.29	0.27
Jangback	0.64	0.25	0.93	0.82	0.48	0.30	0.28
Hwangum	0.87	0.30	0.92	0.60	0.44	0.38	0.35
Jangyeob	0.91	0.38	0.97	1.02	0.49	0.45	0.43
Danyeob	0.83	0.38	0.95	0.96	0.49	0.41	0.39
Hill	0.61	0.25	0.95	1.08	0.48	0.30	0.28
Suwon-133	1.02	0.43	0.97	1.06	0.48	0.49	0.48
Suwon-138	0.76	0.29	0.87	1.00	0.40	0.31	0.27
Suwon-141	0.65	0.24	0.93	0.88	0.46	0.30	0.28
Suwon-142	0.59	0.20	0.93	0.63	0.49	0.29	0.27
Millyang-21	0.85	0.32	0.95	0.99	0.47	0.40	0.38

^a Gumminess:Hardness × Cohesiveness

^b Chewiness:Hardness × Elasticity × Cohesiveness

고 팔달이 가장 낮았으며, 씹힘성은 수원-133호가 가장 높고 수원-138호가 가장 낮게 나타났다. Wang 등¹¹⁾은 수분함량이 감소할수록 견고성이 증가한다고 보고한 바 있어, 본 실험의 결과와 비슷하였으며 Egziabher와 Summer⁹⁾도 수분함량이 높은 두부가 부드러운 텍스처를 갖는다고 한 바 있다.

두부의 주요한 관능적 성질중 텍스처에 대한 차이를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 품종별 두부의 텍스처는 탄력성($P<0.05$)과 견고함($P<0.01$)에서 유의성을 보였고, 거칠음성에서는 시료간의 뚜렷한 유의성이 없었다. 탄력성에서는 수원-138호가 가장 높고 수원-142호가 가장 낮게 평가되어 Rheometer에 의한 탄력성의 결과와는 큰 차이를 보여 주었다. 두부의 견고함은 황금콩과 수원-188호가 가장 높고 그 다음은 팔달콩, 장백콩이었으며 수원-142호가 가장 낮았다. 거칠음성에 대하여는 전반적으로 시중 두부보다 높은 값을 나타냈고 그 중 팔달콩과 백운콩이 가장 높게 나타났다.

Sag의 값

일반적으로 pectin gel은 세워놓는 시간에 따라 gel이 가라앉게 되어(+)의 Sag값을 나타내는데¹⁶⁾ 반하여 두부의 경우는 반대로 높이가 증가하여(-)의

Table 2. Comparison of organoleptic textural properties of soybean curd prepared with various varieties soybeans

	Texture		
	Elasticity	Hardness	Chalkiness
Paldal	5.43	5.64	5.43
Baegun	5.21	5.29	5.50
Bangsa	4.86	4.93	4.36
Duckyoo	4.86	4.93	4.71
Jangback	5.43	5.64	4.64
Hwangum	4.86	5.79	5.21
Jangyeob	5.21	5.14	4.54
Danyeob	5.00	5.57	5.00
Hill	5.00	4.93	4.86
Suwon-133	5.29	4.86	4.57
Suwon-138	5.57	5.79	4.93
Suwon-141	4.43	5.07	4.71
Suwon-142	4.07	4.56	4.36
Millyang-21	4.79	4.79	4.07
F value	2.04*	2.19**	1.58

* $P<0.05$ in ANOVA test

** $P<0.01$ in ANOVA test

Sag값을 보여주고 있다. 손과 김¹²⁾은 이러한 현상이 두부를 제조할 때 압력을 가하여 성형시켰으므로 가압상태(48.38 g/cm²)에서 상압으로 압력이 감소하면서 조직이 풀어져 그 부피가 증가하기 때문이라고 하였다.

본 실험에서는 두부의 Sag값을 매 3분마다 30분간 측정하면서 부풀음 정도를 품종별로 비교하였다(Fig. 2). 두부높이의 증가는 전반적으로 초기에 급격히 증가하였으나 시간이 지남에 따라 완만해졌는데 이는 조직내의 압력이 대기압과 평형에 도달하였음을 의미하며 이 결과는 손과 김¹²⁾의 결과와 일치하였다. 가장 변화가 적은 두부는 힐풍으로 제조한 것으로서 12분 경과하였을 때 Sag값이 -0.28mm로 된 후 거의 변하지 않았으나, 수원-138호는 가장 크게 증가하여 12분일 때 -1.28mm이고 그 후에도 지속적으로 증가하여 30분일 때 -1.49mm의 값을 보여주고 있다.

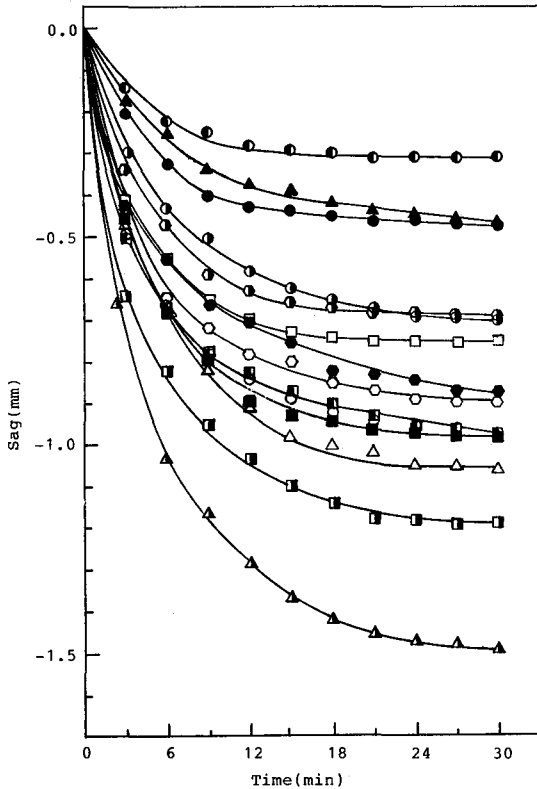


Fig. 2. Changes in Sag values of soybean curd prepared with various varieties soybeans as a function of measuring times.

●—● Paldal, ○—○ Baegun, ■—■ Bangsa, □—□ Duckyoo, ▲—▲ Jangback, △—△ Hwangum, ●—● Jangyeob, ○—○ Danyeob, ○—○ Hill, ■—■ Suwon-133, △—△ Suwon-138, ●—● Suwon-141, ○—○ Suwon-142, ■—■ Millyang-21.

두부의 Sag의 값은 Table 1의 두부의 텍스처 특성 중 견고성과 비교하였을 때 높이의 증가가 큰 수원-133호, 황금콩등의 견고성이 비교적 높았으며 높이의 증가가 비교적 작은 팔달콩, 장백콩, 힐풍의 견고성은 낮았다.

보수력

식품의 보수력은 주로 원심분리의 방법을 이용하여 측정하였으나 두부는 스폰지와 같은 조직을 갖는 응고된 상태이므로 원심분리방법은 어렵다고 판단되어 손과 김¹²⁾의 방법과 같이 여과지 흡수방법을 택하여 시간에 따라 수분이 흡수된 여과지의 면적을 보수력으로 하여 상대적으로 비교하였다(Fig. 3).

젖은 면적의 확산은 초기에는 거의 직선적으로 증

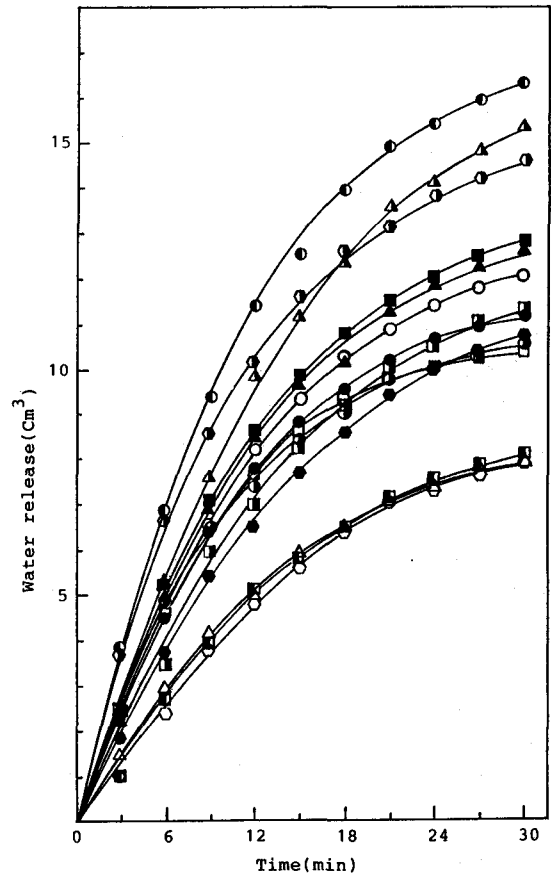


Fig. 3. Changes in area of water absorbed by filter paper from soybean curd as a function of measuring times.

●—● Paldal, ○—○ Baegun, ■—■ Bangsa, □—□ Duckyoo, ▲—▲ Jangback, △—△ Hwangum, ●—● Jangyeob, ○—○ Danyeob, ○—○ Hill, ■—■ Suwon-133, △—△ Suwon-138, ●—● Suwon-141, ○—○ Suwon-142, ■—■ Millyang-21.

가하였으나 일정시간이 지난 후 차츰 완만해 졌다. 전보¹³⁾의 결과, 두부의 수분함량과 비교할 때 두부의 수분함량이 비교적 적은 단엽콩, 황금콩, 밀양-21호의 증가속도는 완만하여 보수력이 높은 것으로 여겨지며 수분함량이 높은 수원-138호, 수원-141호는 보수력이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 팔달의 경우 수분함량이 높으면서도 다른 품종들보다 보수력이 비교적 높았고 수원-142호는 수분함량이 평균치 이하이지만 보수력이 가장 낮았다.

이러한 성질은 두부에 존재하는 수분함량과 비결함수의 확산 성질과 관계가 있을 뿐 아니라 응고된 단백질 또는 다른 성분의 흡수력 차이에 의한 것이라고 여겨진다.

두부의 색

두부의 색을 측정한 Hunter 'L', 'a' 및 'b'로 표시한 값은 Table 3과 같다. 두부의 전반적인 색은 유백색을 갖고 있는 것으로 품종별 'L'값이 범위는 78.8~82.2의 범위로 큰 차이는 없었고 황금콩으로 제조한 두부가 가장 높은 값을 나타내어 가장 백색에 가까웠으며, 수원-141호와 팔달콩이 낮은 값을 보였다.

적색과 녹색의 범위를 표시하는 'a'값은 낮은(+)-값을 보여 아주 연한 적색을 보이며 황색과 청색의 범위를 표시하는 'b'값은 10이상의 높은 값을 보여 연황색이 완전함을 알 수 있었다. 품종간의 'b'값은 팔달콩, 수원-142호가 각각 9.6, 10.9로 낮은 값을 나타냈으며 그 외에는 12이상의 값을 보였고 황금콩으로

Table 3. Hunter values of soybean curd prepared with various varieties of soybeans

Soybean variety	L	a	b
Paldal	79.1	0.5	9.6
Baegun	81.4	0.8	12.9
Bangsa	80.4	1.3	13.9
Duckyoo	80.9	0.3	12.2
Jangback	80.9	0.9	13.3
Hwangum	82.2	0.8	14.4
Jangyeob	81.5	0.7	12.6
Danyeob	80.2	1.0	12.1
Hill	81.1	0.7	12.4
Suwon-133	80.3	1.2	13.9
Suwon-138	80.2	1.6	12.6
Suwon-141	78.8	2.0	12.0
Suwon-142	80.2	0.7	10.9
Millyang-21	81.0	0.5	12.5

제조한 두부가 14.4로 제일 높았다.

그러므로 황금콩으로 제조한 두부가 가장 백색에 가까운 연황색의 두부를 보이며 수원-141호가 가장 어두운 색이면서 약간의 황적색이 있음을 알 수 있다. 팔달콩으로 제조한 두부의 색이 어두운 것은 팔달콩이 검은 hilum을 갖기 때문으로 여겨지며, 이는 Wang¹¹⁾이 보고한 검은 hilum을 갖는 대두품종으로 제조한 두부의 색이 어두웠다는 보고와 일치하였다.

참 고 문 헌

- Smith, A. K., Watanabe, T. and Nash, A. M. : Food Technol., 14 : 332(1960)
- Yeh, S. W. : Gelation characteristics of Illinois soybean beverage base, Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana(1984)
- Shurtleff, W. and Aoyagi, A. : Tofu and soy milk production-the book of Tofu(II), New-Age Food Study Center(1979)
- Hashizume, K., Maeda, M. and Watanabe, T. : Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 25(7) : 387(1978)
- Saio, K. : Cereal Foods World, 24(8) : 342(1979)
- Tsai, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S. and Chen, S. C. : J. Food Sci., 46 : 1734(1981)
- Kantha, S. S., Hettiarachchy, N. S. and Erdman, J. W. JR. : J. Food Sci., 48 : 441(1983)
- Hashizums, K. and Ka, G. : Nippon Shokuhin Kogyo Gokkaishi, 25(7) : 383(1978)
- Egziabher, A. G. and Summer, A. K. : J. Food Sci., 48 : 375(1983)
- Lee, C. H. and Rha, C. K. : J. Food Sci., 43 : 79(1978)
- Wang, H. L., Swain, E. W. and Kwolek, W. F. : Cereal Chem., 60(3) : 245(1983)
- 손정우, 김우정 : 한국식품과학회지, 17(6) : 523(1985)
- 장천일, 이정근, 구경형, 김우정 : 한국식품과학회지, 22(4) : 439(1990)
- Bourne, M. C. : Food Technol., 32(7) : 62(1978)
- 이영화, 이관영, 이수례 : 한국식품과학회지, 6(1) : 42(1974)
- Kim, W. J., Smith, C. J. B. and Rao, V. N. M. : 한국식품과학회지, 18(5) : 364(1986)

Comparison of soybean varieties for physical properties of *Tofu*

Cheon-Il Chang, Jung-Kun Lee and Woo-Jung Kim(Department of Food Science, King Sejong University, Seoul, Korea)

Abstract:The physical characteristics of texture, water holding capacity, color and swelling of soybean curd were studied for 14 varieties of soybeans grown in Korea. The relative water holding capacity, measured by moisture absorption method with using filter paper, was high for Millyang-21. Danyeob and Hwangum, low for Suwon-138, -141 and -142. All of the soybean curd prepared showed negative Sag values, which indicates swelling properties of *Tofu* as it as released from pressed condition. The most swollen variety was Suwon-138 and the least one was Suwon-142. Generally, soybean curd having high moisture content had low valuss in hardness but no significant relationship was found. Elasticity and cohesiveness showed a little differences except Suwon-138. Other textural characteristics of fracturability, adhesiveness and gumminess showed a wide range in their values among the varieties.