

밥블록을 이용한 쌀밥의 경도 및 부착성 측정법

이영진¹ · 황선옥¹ · 박윤서² · 윤운중² · 전재근*¹

¹서울대학교 식품공학과, ²삼성전자 생활시스템 연구소

초록: 전기밥솥으로 지은 일반계(Japonica) 쌀밥의 경도와 부착성을 texturemeter를 사용하여 낱알과 밥블록 상태에서 측정하였다. 밥알 3, 4, 5개씩을 균등하게 배열하고 95%의 압축비에서 plastic plunger 로 측정할 경우 각각 경도는 7.4, 7.5, 10.0 kg이었으며 변이계수가 25.9%에 이르렀다. 원통형 밥블록(15 mm diameter, 20 mm height)으로 성형한 것을 80% 압축비로 측정할 결과, 경도는 2.1 kg이었고 변이계수는 2.8~7.0%의 수준으로 현저히 감소되었다. 밥블록측정법이 정확도와 재현성에서 낱알측정법보다 월등히 좋았으며 밥블록의 성형방법과 측정 방법을 개발하였다. 밥의 부착성은 낱알측정법으로는 불가능하였고, 밥블록을 톱니형의 plunger와 platform을 사용할 경우 가능하였으며 그 값은 0.68 kg·sec이었고 변이계수는 4.6%이었다(1995년 7월 19일 접수, 1995년 9월 13일 수리).

서 론

쌀의 품종개량, 밥 관련 제품의 상품화, 취반 기기류의 고품위화를 위해서 쌀밥의 품질평가기술 요구도가 점점 커지고있다. 밥의 품질은 향미, 맛, 외관, 경도, 차질기 등 물리화학적 여러 인자들이 관여되어있기 때문^{1,2}에 객관적인 지표로 나타내고 평가하기란 쉽지 않다. 밥맛은 쌀 품종과 재배환경과도 밀접한 관계³⁻⁵가 있으며, 쌀 전분의 구조, amylose 함량 등 화학적인 성분은 물론 경도나 차질기와 같은 물리적인 성질과 상관관계가 있는 것으로 보고^{6,7}되었다. 또한 밥의 경도와 부착성은 구강내의 저작기작과 관련되어 측정방법에 관한 많은 연구가 국내외적으로 수행되고있다.^(8-10,13-15)

그러나 쌀밥의 물리, 화학적 자료만으로 밥맛을 판정하기에는 아직 불충분하여 관능검사방법을 이용하는 경향이 더 크며 쌀 품종, 취반방법등에 따른 밥맛의 관능평가연구법을 적용하고 있으나,^{1,11-12} panel 요원의 구성과 평가결과의 객관화 및 재현성 등에서 적지 않은 문제점을 갖고 있다.

식품산업현장에서 화학적 평가법보다는 밥맛의 종합적 기호도에서 그 기여도가 가장 높다고 보고된²바 있는 조직감 측정법과 같은 물리적측정방법을 필요로 하고 있다. 쌀밥의 조직감은 밥을 낱알 상태로 측정하는 Bourme¹³ 등의 낱알 측정법과 밥의 덩어리를 압출하는 extrusion 기법을 이용한 Reyes¹⁴과 민¹⁰ 등의 방법 등이 있다. 그러나 이들의 방법은 사람 구강내의 저작기작과는 상당한 차이가 있을 것으로 생각되므로 실제로 흔히 먹는 김밥 형태인 밥블록으로 성형한 후 조직감을 측정하는 새로운 방법을 개발하고자 시도하였다.

재료 및 방법

재료

쌀은 Japonica 계통의 일반미(경기미)를 구입하여 10°C의 암소에서 저장하면서 사용하였다. 쌀의 수세 및 취반시 가수에는 일반상수도를 사용하였다.

(1) 밥짓기 및 보온

쌀 600 g을 4회 수세한 다음 건물량의 1.5배의 물을 붓고 실온에서 1시간 수침한 후, 전기밥솥(삼성, NDA-227B, 10인용)으로 밥짓기 하였으며 밥은 뜬 후에 플라스틱 주걱으로 골고루 저어준 후 73±1°C에서 보온하였다.

(2) 경도 및 부착성의 측정 방법

쌀밥의 조직감 측정은 낱알 방법과 블록방법을 이용하여 Texture analyzer(Stable Micro Systems, TA-XT2, UK)로 측정하였다. Probe는 plastic plunger(cylindrical type, 20 mm diameter)를 사용하였다.

낱알 측정방법에서는 보온중인 밥알을 금속바늘(stainless wire, 0.2 mm diameter)로 찢어 낱개로 취하여 Bourme¹³의 방법에 따라 밥알 3~5개를 그림 1과 같이 배열하여 측정하였다. 이때 사용된 밥알의 크기는 길이/폭의 비가 평균 2.48이었다. Texturemeter는 strain

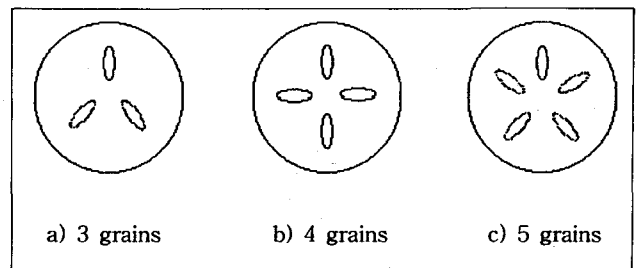


Fig. 1. Alignment of cooked rice grains for texture measurement.

찾는말: 쌀밥, 경도, 부착성, 밥블록, 전기밥솥

*연락처자

mode로 설정한 후 test speed 1 mm/s, 95% strain 하에서 측정하였다.

블록식 측정방법은 본 연구를 통해서 개발한 방법으로 쌀밥을 원통형(20 mm×15 mm, 그림 5참조)으로 성형한 밥블록을 시료로 하여 측정하였다. 이때 측정 조건은 동일한 strain mode에서 test speed 1 mm/s, 80% strain이었다. 또한 측정중 시료의 온도변화를 방지하기 위하여 항온 platform을 제작, 사용하였다.

쌀밥의 부착성 측정은 경도측정 때와 같이 블록밥을 사용하였으며 다만 접착성을 향상시키기 위하여 특별히 설계된 grooved plastic plunger(cylindrical type, 20 mm diameter, 그림 10 참조)를 사용하였고 platform 역시 동일한 groove형을 사용하였다.

결과 및 고찰

밥 낱알식 측정법에 의한 쌀밥의 경도

밥의 경도를 밥알 배열방식으로 경도를 측정하였는데 그 중 3개 배열 방식으로 10회 측정한 경도는 그림 2와 같은데 그 값이 4.0~9.0 kg의 범위로 일정한 값을 얻을

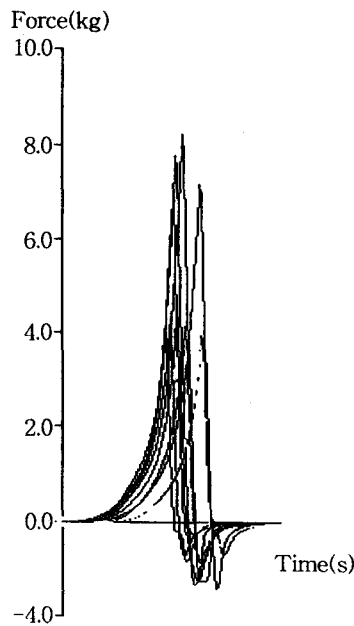


Fig. 2. Texturographs of cooked rice by grain method with 3 grains.

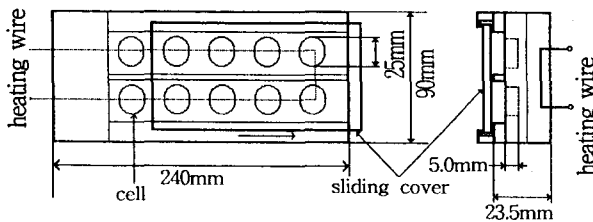


Fig. 3. Thermostat platform for texture measurement of cooked rice.

수 없었고 변이계수가 32.4%에 이르는 큰 오차를 보여 재현성이 거의 없었다. 밥알을 4개와 5 개를 사용하였을 경우에도 정확도와 재현성 면에서 전혀 개선되지 못하였다.

이 측정방법에서 보인 큰 측정 오차의 원인은 두 가지로 볼 수 있는데 밥알 개체의 규격이 일정치 않은 것과 시료를 채취하고 배열하고 측정과정에서 공기에 노출되는 시간이 길어 시료의 온도와 수분함량이 크게 변화되었기 때문으로 생각되었다. 시료채취시 밥의 온도는 73℃이었으나 측정에 5~7분 정도 소요되어 온도의 변화와 시료표면의 수분변화가 발생되었다. 따라서 측정에 소요되는 조작시간을 단축할 수 있고 온도의 변화를 최소화하기 위하여 항온 받침대(thermostat platform)를 그림 3과 같이 acrylate board로 제작하여 사용하였다. 이때 시료는 platform의 cell 속에 넣은 다음 sliding cover로 덮은 상태에서 모든 측정조작을 준비하고 측정시에만 cover를 열 수 있도록 하였다. 이러한 조건하에서 측정된 결과도 그림 4와 표1 에서 볼 수 있듯이 변이계수를 26.0% 수준으로 감소시키는데는 성공하였으나 그 오차가 별로 감소되지 않아 측정환경의 개선만으로는 뚜렷한 개선효과를 거둘 수 없었다.

따라서 오차의 원인이 밥알의 크기가 균일치 않기 때문이라고 생각되는데 그 근거로 그림 4에서 compression peak가 나타나는 시간(Tp)이 시료마다 다르게 나타나 시료의 높이차가 심하다는 것을 알 수 있었다. 그리고 strain mode는 시료의 두께를 일정 비율로 압축하는

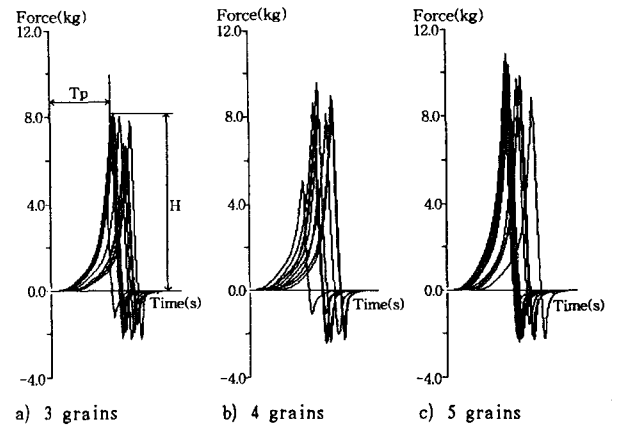


Fig. 4. Texturographs at various grain number. Tp, Peak time of hardness curve; H, Hardness.

Table 1. Hardness measurement of cooked rice with rice grain method

Specimen (grains)	Hardness		Strain rate
	Mean force (kg)	Coeff. of variation (%)	
3	7.4	14.85	95%
4	7.5	25.92	95%
5	10.0	6.52	95%

Table 2. Size of cooked rice grains used for the texture measurement*

Specimen (grains)	Grain width (mm)*			
	W _{avg}	W _{max}	W _{min}	W _{max} -W _{min}
3	2.697	3.168	2.216	0.952
4	2.685	3.324	2.129	1.195
5	2.668	3.426	2.326	1.100

*data from 10 runs *W_{avg}, W_{max}, W_{min} : average, maximum and minimum width.

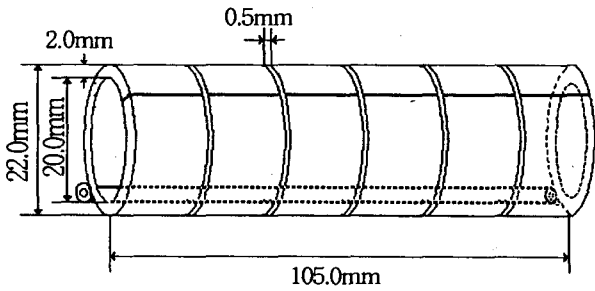


Fig. 5. Rice block shaper.

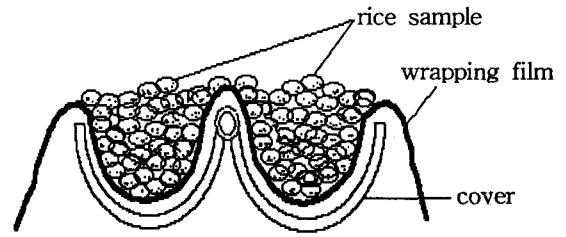
것이므로 표 2와 같이 시료의 높이(두께) 오차가 그대로 압축후의 오차로 나타날 수 있다. 실제로 시료로 사용된 밥알의 두께를 보면 표 2와 같이 평균 2.668~2.697 mm 범위이나 그 편차가 1.0 mm 이상으로 변이 계수가 40% 정도에 이른다. 따라서 일정규격의 시료를 사용하지 못하면 측정의 정확도를 개선하기 힘들 것으로 생각된다.

날알 경도측정법의 또 다른 문제로는 밥솥 내의 부위에 따라 밥알의 수분함량 차가 10% 정도의 차이를 보여 이를 극복하기 위해서는 상당히 많은 양의 시료를 채취하여야 한다는 것이다.¹⁰⁾ 따라서 날알측정방법은 쌀밥의 조직감 측정에 부적합하다고 판단되며 민¹⁰⁾도 이와 같은 문제를 제기한 바 있다.

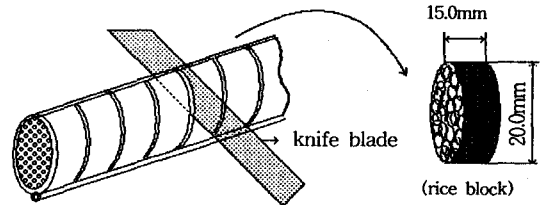
밥 블록의 경도

날알 측정법의 단점이 시료의 규격이 일정치 못하다는데 있으므로 쌀밥을 일정한 규격으로 성형하고 조직감을 측정하는 방법을 고려했다. 밥의 조직감을 측정하는 목적이 사람의 구강내 저작기작과 관련시키고자 하는 것이므로 입속에서 밥을 날알로 씹는 것 보다 덩어리를 씹는 감각이 쌀밥의 조직감과 보다 더 유사하리라 생각되었다.

따라서 밥을 우선 김밥형태의 원통형으로 만들고 동일한 길이로 절단하여 이것을 시료로 사용하는 방법을 고안하였다. 이렇게 할 경우 시료의 규격오차에서 오는 문제를 해결 할 수 있을 것으로 생각하였다. 따라서 쌀밥을 일정한 규격의 밥블록으로 성형 할 수 있는 성형틀을 설계하고 그림 5와 같이 teflon 으로 제작하였다. 그림 6은 밥 블록의 제조방법을 보여주고 있는데 a)와



a) Preparation of rice on the half-opened block shaper



b) Cutting of rice block

Fig. 6 Preparation of rice block.

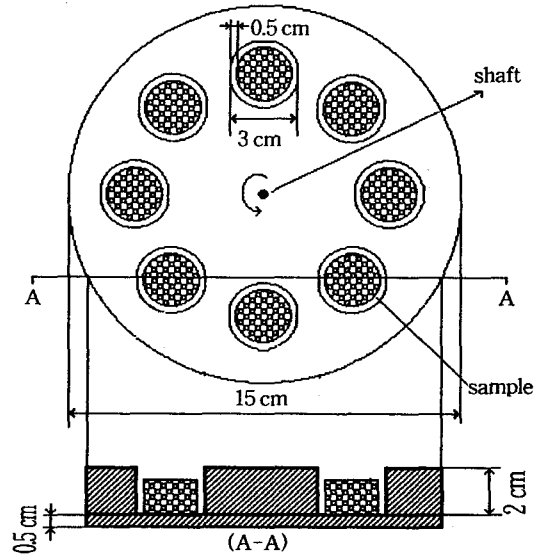


Fig. 7. Platform for the texture analysis of rice block.

같이 성형틀을 열고 그 위에 wrapping film을 깔고 여기에 밥 30 g을 고루 퍼 놓는다. 다음 b)와 같이 성형틀을 닫고 gap 부분을 면도날을 써서 절단한다. 절단된 밥블록은 수분과 품온의 변화를 최소화하기 위하여 성형틀속에 담긴채로 밥통 속에 넣고 측정할 때 마다 한 블록씩 꺼내어 사용하였다. 밥의 경도는 texturemeter의 platform 상에 놓여지는 시료와 probe의 접촉 상태가 중요함으로 이러한 조치를 취하는 과정에서 발생하는 시료의 상태변화를 최소화하는 것이 바람직하다. 따라서 시료를 신속하고 정확하게 위치시킬 수 있는 platform을 제작하여 사용하였다. Platform은 그림 7과 같이 회전형 acrylate board에 8개의 시료를 담을 수 있는 cell을 마

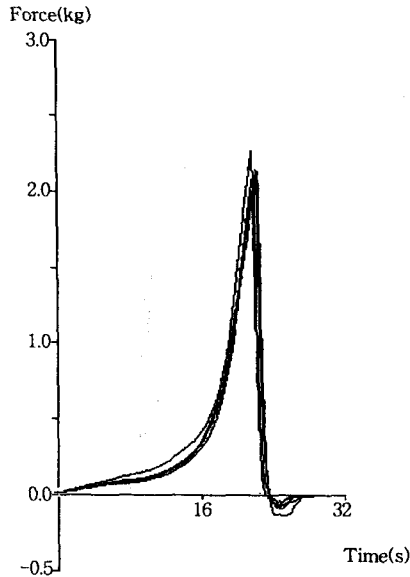
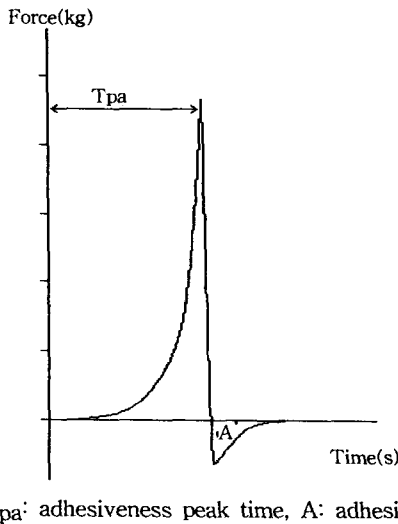


Fig. 8. Overlap of the texturographs obtained from 5 runs of rice block test.



T_{pa} : adhesiveness peak time, A: adhesiveness

Fig. 9. Definition of adhesiveness of cooked rice.

련하여 여러 개의 시료를 순차적으로 측정할 수 있게 하였으며 한 시료를 측정하는 시간도 1분 이내에 완료할 수 있었다. 이때 plunger(cylindrical type)의 수직압 축동작중 수평 x축방향 응력의 영향을 최소화하기 위하여 밥블록 주위의 wrapping film을 벗겨낸 후 시료를 cell 중앙에 위치 시켰으며 cell 벽과의 간격을 5mm로 하였다.

이와 같은 방법을 사용하여 5회 측정된 texturograph는 그림 8과 같았는데 이때 평균경도는 2.1 kg이었으며 그 변이 계수는 최소 2.8%, 최대 7.0%이었다. 이 값은 밥 낱알 방식 측정법에 비하면 크게 향상된 값이다. 특히 측정결과의 재현성 면에서 뛰어난 결과를 얻을 수 있었고 peak time(T_p)도 거의 일정하였다.

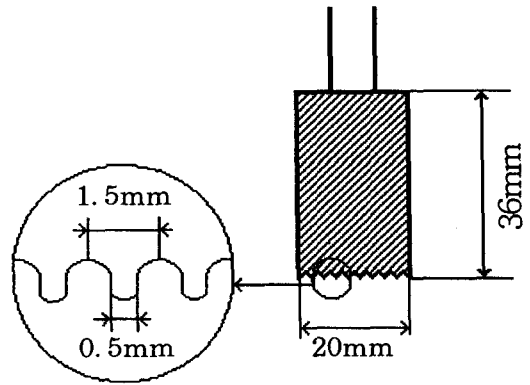


Fig. 10. Structure of grooved plunger.

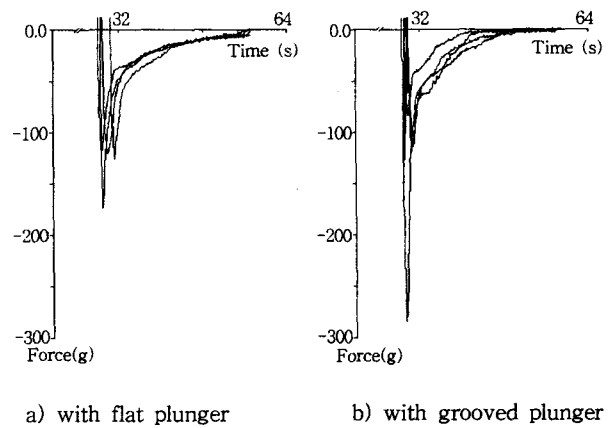


Fig. 11. Adhesiveness curve obtained from 4 runs of rice block test.

Table 3. Adhesiveness of cooked rice block.

Type of plunger	Adhesiveness	
	Mean area (kg·sec)	Coeff. of variation (%)
Flat	0.58	40.4
Grooved	0.68	4.6

쌀밥의 부착성

쌀밥의 부착성(adhesiveness)은 그림 9와 같이 probe가 압축방향의 반대방향으로 이동할 때 얻어지는 texturograph의 peak 면적인데,¹⁶⁾ peak 면적이 너무 적을 뿐 아니라 cylinder probe에 시료가 붙는 경향이 커서 측정 자체가 곤란하였다. 따라서 이런 점을 개선할 목적으로 밥블록을 시료로 사용하고 시료와 probe와의 접촉성을 향상시키기 위하여 grooved plunger를 그림 10과 같이 제작하여 사용하였다. 이때 사용되는 platform의 표면도 동일한 톱니 규격의 grooved platform을 제작 사용하였다.

그 결과 그림 11과 표 3에서 볼 수 있는 바와 같이 평평한 plunger 보다 groove형 plunger로 측정된 값이 0.10 kg·sec정도 더 크게 나왔으며 측정치와 재현성 면에서도 뚜렷이 개선된 결과를 얻었다. 또한 부착성

peak가 나타나는 시간(T_{pa})도 32 sec값에서 수렴하였다. 이상의 결과에서 밥 블록측정방법은 쌀밥의 조직감측정법으로 충분히 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 김우정, 김종근, 김성곤 (1986) 쌀밥의 관능적 품질 평가 및 비교. 한국식품과학회지 **18**, 38-41
2. 이철호, 박상희 (1982) 한국인의 조직감 표현용어에 관한 연구. 한국식품과학회지 **14**, 21-29.
3. 홍영희, 안홍석, 이승교, 전승규 (1988) 일반계 및 다수계 쌀의 성질 및 밥의 텍스처 특성. 한국식품과학회지 **20**, 59-62.
4. 김종근, 황진선, 김우정 (1987) 쌀 품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성 연구 I. 한국 농화학회지 **30**, 109-117.
5. 황보정숙, 이관녕, 정동효, 이서래 (1975) 통일미와 진흥미의 취반 기호 특성에 관한 연구. 한국식품과학회지 **7**, 212-220.
6. 김성곤, 채제천, 임무상, 이정행 (1985) 쌀의 아밀로오스 함량과 물리적 특성간의 상호관계. 한국작물학회지 **30**, 320-325.
7. 노은숙, 안승요 (1989) 밥의 텍스처와 아밀로오스 분자량분포에 관한 연구. 한국식품과학회지 **21**, 486-491.
8. Mossman, A. P., Fellers, D. A. and Suzuki, H. (1983) Rice stickiness I. Determination of rice stickiness with an Instron tester. *Cereal Chem.* **60**, 286-292.
9. Ken'ichi Ohtsubo, Julie J. H. Siscar, Bienvenido O. Juliano, Tetsuya Iwasaki, and Masao Yodoo (1990) Comparative study of texturometer and Instron texture measurements on cooked japanese milled rices. *Rep. Natl. Food Res. Inst.* **54**, 1-9.
10. 민봉기, 홍성희, 신명곤, 정 진 (1994) 밥의 압출시험에 의한 취반 가수량 결정에 관한 연구. 한국식품과학회지 **26**, 98-101.
11. 김혜영, 김광옥 (1986) 압력술 및 전기술 취반미의 관능적특성. 한국식품과학회지 **18**, 319-324.
12. 민봉기, 홍성희, 신명곤 (1992) 쌀밥의 취반시 취반용량별 최적가수율 규명에 관한 연구. 한국식품과학회지 **24**, 623-624.
13. Bourne, M. C. (1978) Texture Profile Analysis. *Food Technol.* **32**, 62-72.
14. Rayes, V. G. and Jindal, V. K. (1989) A small sample back extrusion test for measuring texture of cooked rice. *J. Food Quality* **13**, 109-118.
15. B. Y. Lee, I. H. Yoon, Iwasaki Tetsuya, Kamoi Ikugi and Tetsugiro (1989) Cooking Quality and Texture of Japonica-Indica Breeding Type and Japonica Type Korean Rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **21**, 613-618.
16. 이광호, 채제천, 임무상, 조수연, 박래경 (1988) 쌀 품질의 연구현황, 문제점 및 방향. 한국작물학회지 (품질연구 1호), 1-17

Measurement of Hardness and Adhesiveness of Cooked-Rice

Y. J. Lee¹, S. W. Hwang¹, Y. S. Park², W. J. Yoon² and J. K. Chun^{1*} (¹Department of Food Sci. & Tech., Seoul National University; ²Samsung Electronics Co., Ltd)

Abstract: Hardness and adhesiveness of cooked rice were measured with rice grain and rice block methods by texturometer. In grain method 3, 4 and 5 grains were arranged and subjected to the texture test with a plastic plunger at 95% strain and 0.5 mm/sec speed. The hardness were 7.4 kg, 7.5 kg and 10.0 kg, respectively and the coefficient of variation ranged from 37.0% to 25.9%, which was mainly due to the irregular geometry of the grains in each specimen set. Adhesiveness could not be measured with this method. A cylindrical rice block(H/D=20 mm×15 mm) was made for the texture analysis. The hardness was 2.1 kg with coefficient of variation ranging from 2.8 to 7.0%, and the block method was more reproducible compared to the grain method. A grooved plastic plunger and platform were designed for the measurement of adhesiveness of cooked rice block. The adhesiveness was 0.68 kg-sec and the coefficient of the variation was 4.6%.

*Corresponding author