

산 · 학 · 연 논문

쌀밥의 기기적 조직감 측정방법 및 조건에 관한 고찰

최용규 · 최원석[†]

한국교통대학교 식품공학과

A Review on Methods and Conditions of Mechanical Test for Texture of Cooked Rice

Ung-Kyu Choi and Won-Seok Choi[†]

Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Chungbuk 368-701, Korea

서 론

유사 또는 동일한 품목에서 품질을 비교할 때 현재 대부분의 식품은 양적이나 영양·위생적 요소에서 커다란 차이가 없다. 따라서 소비자들이 식품의 품질을 언급할 때 관능적 요소에 의해 판단하는 경우가 크게 증가하고 있다(1).

향미 또는 조직감 등은 관능적 요소 중 하나이며, 따라서 조직감은 식품을 선택하는 데 있어 고려해야 하는 매우 중요한 요소라 하겠다. 이는 조직감 변화에 기인한 식이로부터 쾌락을 얻기 때문이며, 또한 이러한 조직감 변화는 후각경로를 통해 식품의 향미특성에도 영향을 미치기도 한다. 즉 사람들이 음료 등을 제외한 식품을 선택할 경우 조직감이 미치는 영향은 30% 이상이며, 특히 밥, 국수, 고기, 감자칩 등의 식품에서는 조직감이 기호도에 절대적으로 큰 영향을 미친다(2).

쌀은 밀, 옥수수과 더불어 세계 3대 곡물에 속하며, 우리나라를 비롯한 아시아지역에서 오래전부터 재배되고 있는 주요 주식작물로서 우리나라 전체 농업생산액의 40%를 상회하는 매우 중요한 가치를 가지고 있고, 최근 들어 이를 이용한 다양한 가공식품개발이 진행되고 있다(3,4).

쌀밥의 기호도를 결정하는 데 있어 앞서 언급하였듯이 조직감이 매우 중요한 인자로 여겨지며, 민(5)은 쌀밥의 종합적 기호도에서 조직감이 45.8%, 맛은 21.9%, 외관 및 향미는 각각 19.8%와 12.5%를 차지하는 것으로 보고하였고 이와 박(6)은 쌀밥에서 선호되는 조직감으로 말랑말랑, 쫄깃쫄깃, 부드러운 등을 들었으며, 농촌진흥청 보고서(7)에 의하면 찰기(부착성, 탄력성, 응집성)가 강한 밥을 높은 품질로 평가한 반면에 찰기가 없거나 또는 경도가 강하거나 약한 밥을 낮은 품질로 평가하였다.

본 논문에서는 조직감이 기호도에 절대적으로 영향을 미치며, 우리의 주식인 쌀밥에 대해 향후 쌀밥의 품질 향

상을 위한 조직감 연구에 도움을 주고자 지금까지 국내에서 발표된 논문을 바탕으로 기기적 조직감 측정방법 및 조건 등에 대해 종합해보고 더불어 바람직한 조직감 측정에 관한 의견을 제시해보고자 한다.

식품의 기기적 조직감 측정

식품의 조직감을 측정하는 기기적 방법을 경험적(empirical) 방법, 모방적(imitation) 방법 및 기본적(fundamental) 방법으로 분류할 수 있다. 경험적 방법은 빠르고 편리하며 관능적 측정치와 상관성이 높아 일상적이고 반복적인 과정에서 활용도가 높으나 측정결과를 다른 시스템에서 이용하기 어려워 “일회성” 측정에 주로 사용된다. 모방적 방법은 관능적 측정치와 매우 유사한 결과를 보이거나 측정시료의 크기를 제한하고 일상적이며 반복적 과정에는 적합하지 않다. 기본적 방법은 측정하는 시료의 물성에 대한 기본적 정보(분자상태의 변화 등) 제공이 가능하며, 결과 값을 다른 시스템에서도 활용할 수 있으나 관능적 측정값과 상관성이 낮고 측정시간 또한 오래 걸린다는 단점이 있다. 식품의 조직감 측정에는 주로 경험적 또는 모방적 방법을 사용하며, 가장 널리 사용되는 모방적 방법으로는 압축(compression) 실험을 들 수 있고 그중 TPA(Texture Profile Analysis) 실험이 대표적이라 할 수 있다(8,9).

모방적 방법으로 조직감을 측정할 때 간과하기 쉬운 점은 기기적 측정값과 관능적 측정값 사이의 유사성이다. 일부 논문에서 객관적 측정(기기적 측정)에만 의미를 부여하여 이들 관계의 유사성에 대한 언급 없이 특정 조건에서 기기를 활용하여 측정한 조직감 측정값만을 발표하는 경우를 간혹 볼 수 있다.

즉 관능적으로는 조직감의 차이를 느끼지 못함에도 불구하고 모방적 방법으로 측정한 기기적 측정값만의 차이를 바탕으로 식품의 조직감에 대해 유의적 차이 유무를 언급하는 것은 기기적 측정방법으로 기본적 방법이 아닌

[†]Corresponding author

E-mail: choiws@ut.ac.kr, Phone: 043-820-5249

모방적 방법을 선택한 경우에는 결코 바람직하지 않다고 하겠다. 모방적 방법으로 식품의 조직감을 측정 시, 기기적 민감도와 관능적 민감도가 서로 유사한 수준으로 기기적 측정조건(시료의 크기와 모양, 탐침의 재질과 모양, 크기, 변형률, 탐침이동속도 등)을 조절하여 측정하는 것이 매우 중요하며, 이 조건하에서 수행된 측정값들 사이의 유의적 차이 유무만이 모방적 실험에서 의미가 있음을 유념해야 할 것이다(1).

쌀밥의 기기적 조직감 측정

국내에서 기기적으로 쌀밥의 조직감을 측정한 연구는 1980년대부터 현재까지 대략 39편으로 조사되었다. 기간별로 구분하면 1980~1989년 4편, 1990~1999년 17편, 2000~2009년 13편, 2010년 이후 5편 등으로, 조사한 바로는 1982년 'Retort pouch 쌀밥의 가열살균 시 파우치포장내의 진공도가 열전달 및 물성에 미치는 영향'(10)에 관한 논문을 시작으로 최근 들어서는 2014년 '품종별 현미밥의 조직감 특성에 관한 연구'(3)가 대표적이며, 1990년대를 기점으로 쌀밥의 조직감에 대한 연구는 점차적으로 줄어들고 있는 추세이다.

이들 논문들의 주제를 '쌀밥의 조직감' 관점으로 재구성하여 구분한다면 가장 많은 논문들이 '물리적 변화(가공)에 의한 쌀밥의 조직감 특성변화'에 관한 내용(10-27)이었으며, 그다음으로는 '첨가물에 의한 쌀밥의 조직감 변화'에 관한 내용(28-37)이었고 이어서 '품종(종류)별 또는 혼합 쌀밥의 조직감 특징'에 관한 내용(3-4, 38-44)과 끝으로 '쌀밥의 조직감 측정에 관한 방법'에 관한 내용(7, 45)들이었다.

쌀밥의 기기적 조직감 측정방법 및 조건

쌀밥의 조직감을 측정한 국내논문들 중에서 측정기기로 최근 들어 식품의 다목적 조직감 측정에 널리 사용되고 있는 Texture Analyser, Rheometer 및 Instron을 사용하여 실험한 논문이 36편, 기타 기기를 사용하여 실험한 논문은 2편(3, 7)으로, 절대 다수가 앞서 언급한 기기를 사용하여 쌀밥의 조직감을 측정한 것으로 조사되었다.

Texture Analyser, Rheometer 또는 Instron을 이용하여 쌀밥의 조직감을 측정하는 방법으로는 1) 낱알 상태로 측정하는 Bourne 방법(46)과 Okabe 방법(47), 2) 일정틀(full cup)에 담아 측정하는 방법(38), 3) 밥 덩어리를 압출(back extrusion)하는 Rayes와 Jindal 방법(48)과 민 등(20)의 방법 및 4) 원통형으로 성형하여 측정하는 블록식 측정법(14, 16, 45)이 사용되었다. 이들 방법 중 낱알 상태로 측정하는 Okabe 방법 또는 Bourne 방법을 참고한 논문이 대다수였고 일정 틀에 담아 측정하는 방법 또한 여러 논문에서 참고되었다. 반면 참고문헌 언급 없이 측정조건 설정에 대한 이유도 설명하지 않고 조직감을

측정한 논문 또한 여러 편이 조사되었다.

앞서 언급하였듯이 모방적 실험방법으로 조직감을 측정할 경우 반드시 확인해야 할 사항 중의 하나는 관능검사와의 상관성인데, 측정조건 설정에 대한 이유(설명) 또는 참고문헌 없이 실험하여 나타난 측정값들은 잘못된 정보를 제공할 가능성이 높으며, 더불어 측정조건에 대해 기기적 측정치와 관능적 측정치 간의 상관성을 입증한 참고문헌을 언급한 경우라도 참고문헌과 동일한 측정조건이 아닐 경우 이 또한 기기적 측정치와 관능적 측정치 간의 상관성에 대한 기초실험이 필요하다 하겠다. 이는 모방적 실험의 경우 시료의 크기와 모양, 탐침의 재질과 모양 및 크기, 변형률, 탐침이동속도 등의 측정조건 차이에 의해 동일한 시료에서조차 측정값들 사이에 유의적 차이가 발생할 수 있다는 점은 앞서 이미 언급한 바이며, 특히 탐침의 이동속도 및 변형률 등의 차이로 인해 기기적 측정치와 관능적 측정치 간의 상관성이 낮아지거나 없어질 수 있기 때문이다(1).

국내논문에서 쌀밥의 조직감을 기기적으로 측정할 경우 측정방법으로 가장 많이 인용되었던 Okabe 방법에서는 소수의 관능검사인원(3~5인)이었지만 관능검사결과와 기기적 측정결과와의 상관성을 조사하였으며, 높은 상관성을 보였다고 보고되어 있다. 측정방법 및 조건을 자세히 살펴보면 밥알 수 3개를 platform에 올려놓은 방법 및 탐침(probe)의 직경은 18 mm, 재질은 합성수지(lucite)를 사용하였고, clearance의 경우 경도(hardness)와 점착성(stickiness) 측정의 경우는 0.2 mm를, 응집성(cohesiveness) 측정의 경우 0.7 또는 0.8 mm로 구분하였으며, 탐침이동속도(cross-head speed)의 경우는 mastication speed(6 strokes/min)의 조건으로 측정하였다(47).

Okabe 방법을 참고하여 쌀밥의 조직감을 측정한 국내 논문들에서의 측정방법 및 조건들을 표 1에 정리해 보았다. 논문들 중 다수는 Okabe 방법과 동일한 방법 및 조건이 아니었고 기기적 측정값과 관능검사 평가값과의 상관관계를 언급하지 않았으며, 일부논문의 경우 상관성이 미약(경도: $r=0.401$, 부착성: 0.352)한 것으로 보고하였고 일부논문에서는 견고성과 부착성의 기기적 측정치와 관능적 측정치가 반대의 결과를 나타내었다고 보고하였다.

결론

쌀밥은 우리나라의 주식작물이며, 기호도를 결정함에 있어 조직감을 매우 중요한 인자로 여기는 대표적 식품이기에 쌀밥의 조직감을 객관적으로 측정하는 것은 더할 나위 없이 중요하다 하겠다. 현재 식품의 조직감을 객관적으로 측정하기 위해 모방적 방법을 원리로 한 기기를 주로 사용하고 있으며, 이들 기기를 통해 '물리적 변화(가공)에 따른 쌀밥의 조직감 특성 변화', '첨가물에 의한 쌀밥의 조직감 변화' 및 '품종(종류)별 쌀밥의 조직감 특징'

표 1. Okabe 방법을 참고로 쌀밥의 조직감을 측정한 국내논문에서 표시된 측정방법 및 조건

저자	밥알수 (개)	Probe 재질	Probe 직경 (mm)	탐침이동속도 (cross-head speed)	Clearance	참고문헌 언급
김명환·김성곤(18)	2	×	20	30 mm/min	0.4 mm	Okabe
최성길·이철(19)	3	×	25.4	0.2 mm/sec	30%	Okabe
이영주 등(21)	3	hardness: sainless-steel, adhesiveness: lucite	hardness: 30, adhesive- ness: 20	hardness: 50 mm/min, adhesiveness: 10 mm/min	hardness: 1.7 mm, adhesiveness: 1.6 mm	Okabe
김동관 등(22)	2	×	20	30 mm/min	0.3 mm	Okabe
김명환(24)	2	×	20	30 mm/min	0.3 mm	Okabe
김명환 등(35)	2	×	20	30 mm/min	0.3 mm	Okabe
김명환 등(36)	2	×	20	30 mm/min	0.3 mm	Okabe
이수정(49)	2	×	20	30 mm/min	0.3 mm	Okabe
금준석 등(17)	3	×	20	60 mm/min	×	×
김애정 등(34)	3	×	20	60 mm/min	0.7 mm	×
이상금 등(41)	3	×	×	40 mm/min	30%	×

¹⁾ 언급 없음

등 쌀밥 조직감에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구들로부터 제공된 다양한 자료들을 서로 비교 가능케 하는 표준화된 기기적 측정방법 및 조건은 아직 국내에서 확립되지 못한 실정이다.

관능적 평가와는 상관관계가 없거나 낮은 조건에서의 모방적 방법을 원리로 한 기기측정만으로 시료들 간의 조직감 차이에 대한 유의성 여부를 언급하는 것은 행여나 사람이 인지하지 못하는 시료 간의 차이를 과장하거나, 또는 사람이 인지한 차이를 축소시킨 잘못된 정보를 제공할 수 있다. 더불어 외국인 대상의 관능검사를 바탕으로 설정된 기기적 측정조건을 국내에서 그대로 사용할 경우 한국인과 외국인의 관능적 차이를 감안하지 않았기에 이 또한 우리나라에 적합한 정보제공 측면에서는 바람직하지 않을 수 있다. 따라서 모방적 방법을 원리로 한 기기를 사용하여 쌀밥의 조직감을 측정할 경우 기기적 측정치와 한국인을 대상으로 한 관능적 측정치 사이의 상관관계를 조사하여 상관성이 높은 측정조건으로 실험할 때 왜곡되지 않고 용도에 부합된 자료를 제공받을 수 있을 것이다.

참고문헌

- 최원석. 2011. 미세구조가 식품의 조직감에 미치는 영향 및 기기적 물성측정과 관능평가와의 관계. 식품과학과 산업 44: 50-56.
- Nishinari K. 1996. New texture modifiers for food, interactions among different food hydrocolloids and their potential of application. *Kagaku to Seibutsu* 34: 197-204.
- 윤미라, 이점식, 이정희, 박지은, 천아름, 원용재, 김보경. 2014. 품종별 현미밥의 조직감 특성 비교. 한국식품영양학회지 27: 294-301.
- 최인덕. 2010. 아밀로스 함량이 다른 쌀 품종의 이화학적 특성. 한국식품영양과학회지 39: 1313-1319.
- 민봉기. 1993. 취반조건이 밥의 조직감에 미치는 영향. 박사학위논문. 서울대학교, 서울. p 26.
- 이철호, 박상희. 1982. 한국인의 조직감표현용어에 관한 연구. 한국식품과학회지 27: 783-788.
- 농촌진흥청 작물시험장. 2003. 쌀 품질 및 식미평가. 농촌진흥청.
- DeMan JM, Voisey PW, Rasper VF, Stanley DW. 1976. *Rheology and texture in food quality*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT, USA.
- Bourne MC. 1982. *Food texture and viscosity*. Academic Press, New York, NY, USA.
- 최광수, 김창식. 1982. Retort pouch 쌀밥의 가열살균시 파우치포장내의 진공도가 열전달 및 물성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 11: 17-24.
- 박재남, 송범석, 한인준, 김재훈, 윤요한, 최종일, 변명우, 손희숙, 이주운. 2009. 우주식품개발을 위한 건조쌀밥의 품질평가. 한국식품영양과학회지 38: 909-913.
- 하주영, 이중미. 2005. 취반 및 해동방법에 따른 쌀밥의 이화학적 특성. 한국식생활문화학회지 20: 253-260.
- 이유석, 오상희, 이주운, 김창호, 이중욱, 이효구, 변명우. 2004. 감마선조사가 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 33: 582-586.
- 이주현, 김상숙, 서동순, 김광옥. 2001. 냉장쌀의 저장형태 및 기간에 따른 쌀밥의 관능적 특성. 한국식품과학회지 33: 427-436.
- 권미라, 한진숙, 안승요. 1999. 보온조건이 쌀밥의 관능특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 31: 45-53.
- 김두운, 정해옥, 이중욱. 1998. 쌀밥의 텍스처와 고형물 손실에 미치는 수세의 영향. 산업식품공학 2: 75-78.
- 금준석, 한역, 김용환. 1996. 마이크로파재가열이 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 25: 504-512.
- 김명환, 김성곤. 1996. 취반조건과 취반 후 저장시간이 쌀밥의 조직감에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 25: 63-68.
- 최성길, 이철. 1995. 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향. 한국식품과학회지 27: 783-788.
- 민봉기, 홍성희, 신명곤, 정진. 1994. 밥의 압출시험에 의한 취반가수량 결정에 관한 연구. 한국식품과학회지 26: 98-101.
- 이영주, 민봉기, 신명곤, 성내경, 김광옥. 1993. 전기보온밥솥으로 보온한 쌀밥의 관능적 특성. 한국식품과학회지 25: 487-493.

22. 김동관, 김명환, 김병용. 1993. 건조방법이 복원된 즉석밥의 물리적 성질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 22: 443-447.
23. 조영인, 오영애, 김미향, 이명숙, 김명환, 김순동. 1992. 즉석건조쌀밥의 최적가공조건. 식품과학지 4: 23-36.
24. 김명환. 1992. 쌀의 침지조건이 취반 후 조직감에 미치는 영향. 한국식품과학회지 24: 511-514.
25. 고하영, 박무현. 1990. 살균온도 및 포장재내 공기량이 레토르트 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지 22: 150-154.
26. 김영상, 이현유, 김영명, 신동화. 1987. 취반방법이 즉석쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지 19: 480-485.
27. 최광수. 1983. Retort pouch 쌀밥의 수분함량이 제품의 열전달 및 물성에 미치는 영향. 자원문제연구논문집 2: 73-78.
28. 조용식, 이경하, 하현지, 박신영, 최윤희, 김은미. 2010. 복합약용식물추출물이 쌀밥의 이화학적특성에 미치는 영향. 한국응용생명화학회 53: 219-224.
29. 김은미, 양효진, 김영희, 장규섭. 2008. 식기개선제 첨가에 따른 쌀밥의 품질특성. 산업식품공학 12: 1-7.
30. 박나영, 이신호. 2007. 취반시 키토산 첨가가 *Bacillus* sp.에 오염된 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 36: 1589-1595.
31. 유경미, 이연경, 김세희, 황인경, 이부용, 김성수, 홍희도, 김영찬. 2005. 민들레추출액 농도에 따른 민들레코팅쌀밥의 품질에 관한 연구. 한국식품조리과학회지 21: 117-123.
32. 김재훈, 오상희, 이주운, 이창용, 변명우. 2004. Glucono delta-lactone의 첨가가 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 33: 1698-1702.
33. 신두호, 이연화. 2004. 분말녹차가 쌀밥의 관능적 특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 17: 266-271.
34. 김애정, 노정옥, 우경자, 최원석. 2003. 뽕잎추출액코팅농도에 따른 뽕잎쌀밥의 품질에 관한 연구. 한국식품조리과학회지 19: 571-580.
35. 김명환, 이상규, 김성곤. 1997. 첨가물에 따른 저장쌀밥의 텍스처 특성. 한국농화학회지 40: 422-426.
36. 김명환, 김병용, 김성곤. 1997. 자당지방산 에스테르 또는 이소말토올리고당 첨가가 저장쌀밥의 텍스처에 미치는 영향. 산업식품공학 1: 107-112.
37. 김경자, 양화영, 오미향, 구정선. 1993. 쌀소비 촉진을 위한 쌀밥 조리 개선연구. 한국식품조리과학회지 9: 25-29.
38. 박찬은, 김윤숙, 박동준, 박기재, 김범근. 2011. 유통 중인 쌀의 호화 및 관능적 특성. 한국식품과학회지 43: 401-406.
39. 오세관, 김대중, 천아름, 윤미라, 홍하철, 최임수, 오예진, 오기백, 김연규. 2010. 무균포장밥 가공 적합품종 주안벼의 식미특성. 한국식품과학회지 42: 721-726.
40. 천아름, 송진, 김기중, 김재현, 손종록, 오예진. 2007. 벼 품종에 따른 무균 포장밥의 식미특성 및 품질변이. 한국작물학회지 52: 439-446.
41. 이상금, 문세훈, 신말식. 1997. 청무벼 쌀가루의 이화학적 성질 및 쌀밥의 텍스처 특성. 한국식품영양과학회지 26: 1091-1095.
42. 길복임, 임양순, 안승요. 1988. 쌀전분의 이화학적 성질과 쌀밥의 경도. 한국농화학회지 31: 249-254.
43. 황진선, 김종균, 변명우, 장학길, 김우정. 1987. 쌀품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성 연구. 한국농화학회지 30: 118-125.
44. 오금순, 나환식, 이유석, 김관, 김성곤. 2002. 찰흑미와 찰벼를 첨가한 혼합밥의 텍스처. 한국식품과학회지 34: 213-219.
45. 이영진, 황선옥, 박윤서, 윤운중, 전재근. 1995. 밥블록을 이용한 쌀밥의 경도 및 부착성 측정법. 한국농화학회지 38: 398-402.
46. Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol* 32: 62-72.
47. Okabe M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J Texture Stud* 10: 131-152.
48. Rayes VG, Jindal VK. 1989. A small sample back extrusion test for measuring texture of cooked rice. *J Food Qual* 13: 109-118.
49. 이수정. 1996. 취반가수율에 따른 품종별 쌀밥의 텍스처 특성. 한국식품영양과학회지 25: 810-816.