

장기 저장 김치 맛 평가에 적합한 관능 척도에 대한 연구

권수호¹ · 이명석¹ · 이동하²

¹IG전자 품질센터 신뢰성 추진팀 / ²수원대학교 산업공학과

A Study on Sensory Measures Suitable for an Evaluation of Taste of Long-term Stored Kimchi

Soo-Ho Kwon¹ · Myung-Seok Lee¹ · Dhong-Ha Lee²

This paper evaluated the 12 sensory measures suitable for evaluating taste of kimchi stored for 64 maturing days in the three kimchi refrigerators each made by the three different electronics companies respectively. The panel composed of 6 married women and 6 married man tasted sample of kimchi 8 times during the 64 maturing days. Analysis of variance results showed that among the 12 sensory measures sour smell, fresh smell, fermenting smell, sour taste, fresh taste, sensory satisfaction, and maturing degree were sensitive to differentiate both maturing days and refrigerators. Among sensory measures, maturing degree showed the most consistently increasing pattern during maturing days and the most consistently differentiating pattern for the refrigerators.

1. 서론

우리 나라의 대표적인 음식물인 김치에 대한 연구는 꾸준히 전개되어 왔으며, 특히 기업에서는 김치를 맛있게 숙성하여 오래 보관하는 제품 연구에 많은 노력을 기울여 왔다. 김치는 재료의 선별, 조미료의 배합 및 김치 제조기술 등 김치의 맛과 풍미 등을 좋게 하기 위한 기술도 중요하나 그 중에서도 가장 중요한 것은 김치의 보존성이다. 김치는 살아 있는 식품이므로 미생물에 의해 계속 진행되는 발효로 인해 각종 유기산과 탄산가스 등의 물질을 생성하면서 맛의 품질변화를 유발한다. 따라서 김치는 숙성 적기에는 영향가가 가장 높고 상쾌한 맛을 가지나, 완숙기가 지나면 산패되어 조식감의 변화와 산패취가 나게 된다(박완수, 1993).

최근 이러한 김치의 산패 과정을 최대한 억제하여 김치의 맛을 최대한 길게 유지시키려는 노력에 의한 산물이 국내 가전 업체의 김치 전용 냉장고이다. 각 업체는 자사가 만든 김치 전용 냉장고가 숙성을 잘하고 보관을 잘하여 오랫동안 맛있는 김치를 먹을 수 있다고 홍보하고 있으며, 실제로 홍보만이 아닌 김치 맛 및 보관성에서의 비교우위를 접하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력의 일환으로 업체에서는 쉽게 접근할 수 있는 평가법으로서 사람이 직접 맛을 보고 느낄 수 있는 김치 관능 평가를 하고 있다. 물론 일부 연구 논문에서

는 맛있는 김치의 조건으로 pH, 산도의 적정 수치를 제시하고 있다(박완수 등, 1993). 그러나 이러한 적정 수치는 온도, 염 농도, 사용 재료, 환경 등으로 달라지며(이현주, 1999; 오지영, 1999), 정확한 최선의 맛을 내는 조건을 제시하기가 매우 어렵다. 따라서 이의 보완을 위해 관능검사가 함께 병행되는데(조재선, 1991), 특히 비교우위를 파악하는 데 관능평가가 적합하다.

관능 평가에는 여러 가지 관능 척도가 사용될 수 있는데, 특히 숙성기간과 김치 냉장고의 제품별 특성을 잘 구별할 수 있는 척도가 필요하다. 이에 본 연구에서는 최근 업체들의 관심이 집중되고 있는 김치 냉장고의 숙성 및 장기적 보관 성능을 여러 가지 관능 척도를 사용하여 평가하고 평가된 결과를 분산 분석하여 숙성일 요인과 제품 요인을 잘 구분하는 관능 척도가 무엇인지를 조사하였으며, 이런 요인에 민감한 관능척도에 대해 평균치 추이, 표준편차 추이, 다른 관능 척도와의 상관관계 등의 분석을 통해 그 특성을 상세히 분석하였다.

2. 김치 맛에 대한 관능 평가 방법

2.1 김치재료 및 저장 방법

김치재료는 서울 시내에 있는 아파트 상가 내 김치 판매점에서 담그는 재료로, 배추, 대파, 생강, 마늘, 미원, 설탕, 깨소

금, 사과, 양파, 새우젓, 갓, 멸치젓, 고춧가루 등 일반 소비자가 먹는 재료로 하였다. 고객 집단 표본으로 선정된 패널에 의해 시식회에 사용될 모든 시료는 평가 대상이 된 세 가지 냉장고에 골고루 섞어 배분하여 시료에 의한 맛의 차이가 없도록 하였다. 시료의 보관에는 제조회사가 다른 김치 전용 냉장고 두 대와 일반냉동 냉장고 한 대를 이용하였다.

2.2 실험방법

실험은 아래와 같은 방법으로 진행하였다.

- 위의 실험계료를 사용하여 담근 김치를 64일간 8회(개발 일정 고려)에 걸쳐 패널이 시식할 수 있도록 시식회 일정을 정하였다.
- 김치를 일반가정에서 써는 형태로 즐기와 이파리 부분을 구분하여 썰어 접시에 담아 패널이 맛을 보고 평가하도록 하였다. 패널은 30대 기혼주부 6명과 30대 기혼남성 6명으로 고객 집단에서 무작위로 선발되었고 음식 맛에 비교적 민감한 비흡연자만을 대상으로 선정하였다. 패널 구성은 실험 종료까지 최대한 동일인으로 유지하도록 노력하였으나(日科技連, 1985) 패널구성원의 개인 사정상 2회 시식회당 평균 1.5명의 구성원 변경이 불가피하였다.
- 패널들은 한 시료의 맛을 보고 다음 맛을 볼 때 입안에 남아 있는 맛을 제거하기 위해 실험에 지장을 주지 않을 정도의 따뜻한 물과 밥을 먹도록 하였다. 김치 맛을 보는 순서는 무작위로 하였다.
- 한 시료의 맛을 본 후, 본 연구에서 개발한 12개의 관능 척도에 대해 바로 전 시식한 김치 맛에 어울리는 표현을 찾아 설문지에 표기하도록 하였다.

2.3 관능 척도

관능 척도는 고객이 이해하기 쉽고, 고객이 많이 표현하는 언어를 중심으로 <표 1>과 같이 냄새, 미각, 씹는 촉감 및 맛, 냄새, 촉감을 포함하여 김치를 종합적인 관점에서 평가하는 숙성도와 만족도로 구분하였다. 종합적인 관점에서 평가하는 요소를 제외한 모든 요소에는 한 요소에 두 가지 의미가 들어가지 않도록 하였다.

각 차원에 포함된 관능 척도는 김치관련 논문 및 고객 표

표 1. 관능 척도의 차원

차원	관능 척도
냄새	신내, 풋내, 퀴퀴한내,
맛	신맛, 풋맛, 퀴퀴한맛, 짠맛, 매운맛
씹는 감촉	아삭아삭한 정도, 질긴 정도
종합	숙성도, 만족도

표 2. 냄새와 맛 차원의 관능 척도에 사용된 표현의 예

점수	1	2	3	4	5	6	7
내용	전혀 안남	거의 안남	약간 안남	무어라 말할 수 없음	약간 남	많이 남	매우 많이 남

현언어를 연구하여 김치 맛 평가에 적합한 언어로 선정하였다. 각 관능 척도는 7단계 등간 척도에 의해 표현되도록 하였으며, 점수가 높을수록 해당 관능 요소의 특성치가 강하게 나타나는 것으로 하였다(체서일, 1994). <표 2>는 냄새와 맛의 차원을 나타내는 관능 척도에 사용된 표현의 예를 보인다.

2.4 실험시점

제품측면에서 숙성을 알리는 숙성시작점(김치냉장고에 내장된 프로그램에 의해 숙성을 알려 주는 시점)부터 시작해서 64일간, 숙성시작점에서 1회, 숙성 시작점 후 3일 경과 시점에서 1회, 이후부터는 1주간격으로 3회, 2주간격으로 3회, 총 8회 시점에 시식회를 가졌다. 실험일정은 독립변수가 2개(숙성일(8)×제품(3)), 종속변수가 12개(12개의 관능 척도)인 실험설계를 채택하여 구성하였으며 패널을 균일하게 유지하지 못한 실험 형편상 각 요인조합에 대한 패널의 효과는 단순 반복으로 처리하였다.

3. 실험결과

숙성일과 김치냉장고 제품을 민감하게 구분할 수 있는 관능 척도를 찾아내기 위해 실험 결과 수집된 김치 맛 관능 자료에 대해 분산분석과 관능 척도간의 상관관계 분석을 수행하였다.

3.1 분산분석

SPSS 통계 패키지를 사용하여 숙성일과 제품을 모수인자로, 관능척도를 종속변수로 하여 분산 분석을 실시하였고 그 결과를 <표 3>과 같이 정리하였다.

분석결과 신내, 풋내, 퀴퀴한내, 신맛, 풋맛, 퀴퀴한맛, 만족도 및 숙성도는 제조회사간, 숙성일간 및 숙성일×제조회사간 교호작용에 유의하여 중요한 관능척도임을 알 수 있었다. 아삭아삭한 정도는 교호작용은 없으나 숙성일간, 제조회사간 차이를 보여 관능 비교 실험시 중요한 관능 척도로 볼 수 있다. 매운맛, 질긴맛은 제조회사간 뚜렷한 차이를 보이지 않아 관능 척도로서 중요성이 떨어짐을 알 수 있었다.

숙성일과 제품별 특성을 상세히 분석하기 위해 교호작용이 유의한 관능 척도에 대해 숙성일별, 제품별 평균값과 표준편차의 추이를 그래프로 표시하였다(<그림 1>).

각 관능 척도에 대한 실험일정별 평균값의 추이를 보면 풋

표 3. 김치 맛 관능 척도에 대한 분산분석

구 분		유의확률 값
신내	실험일	0.000
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.000
풋내	실험일	0.000
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.003
귀귀한내	실험일	0.002
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.001
신맛	실험일	0.000
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.013
풋맛	실험일	0.000
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.009
귀귀한맛	실험일	0.000
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.001
짠맛	실험일	0.815
	제조회사	0.009
	실험일*제조회사	0.434
매운맛	실험일	0.409
	제조회사	0.756
	실험일*제조회사	0.911
아삭아삭한 정도	실험일	0.036
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.940
질긴 정도	실험일	0.005
	제조회사	0.777
	실험일*제조회사	0.998
관능종합	실험일	0.001
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.000
숙성도	실험일	0.000
	제조회사	0.000
	실험일*제조회사	0.015

내와 풋맛은 시간이 경과하면서 값이 하향되고, 신내, 신맛, 숙성도는 상향되었다.

가와 나 회사 제품은 귀귀한내, 귀귀한맛의 변화가 완만하나 다 제품은 54일 시점부터 이들 맛의 변화가 급속도로 증가함을 볼 수 있다. 만족도는 가와 나 제품에서 완만한 상승추이를 보이고 있으나 숙성이 많이 진행되어 귀귀한맛과 귀귀한

내를 많이 내는 다 제품은 실험일 26일 시점부터 하향되고 있다. 하향추이를 보이는 풋맛과 풋내도 시간이 54일 시점에 이르러 하향추이가 약화되고 제품간 평균값의 차이도 적어져 54일 시점부터 풋맛과 풋내의 민감도가 떨어짐을 알 수 있었다. 반면 신맛, 신내는 실험일 전 기간에 걸쳐 꾸준히 증가되고 있으며, 특히 숙성도의 상향추이가 뚜렷함을 알 수 있었다.

만족도와 숙성도의 그래프를 비교해 보면 숙성도는 꾸준한 상승추이를 보이나 만족도는 상승추이가 완만해 숙성도에 비해 만족도가 패널에게 덜 민감했음을 알 수 있다. 다 제품의 경우 26일 시점부터 하향하고 있어 만족도가 제품의 특성에 많이 영향받았음을 알 수 있었다.

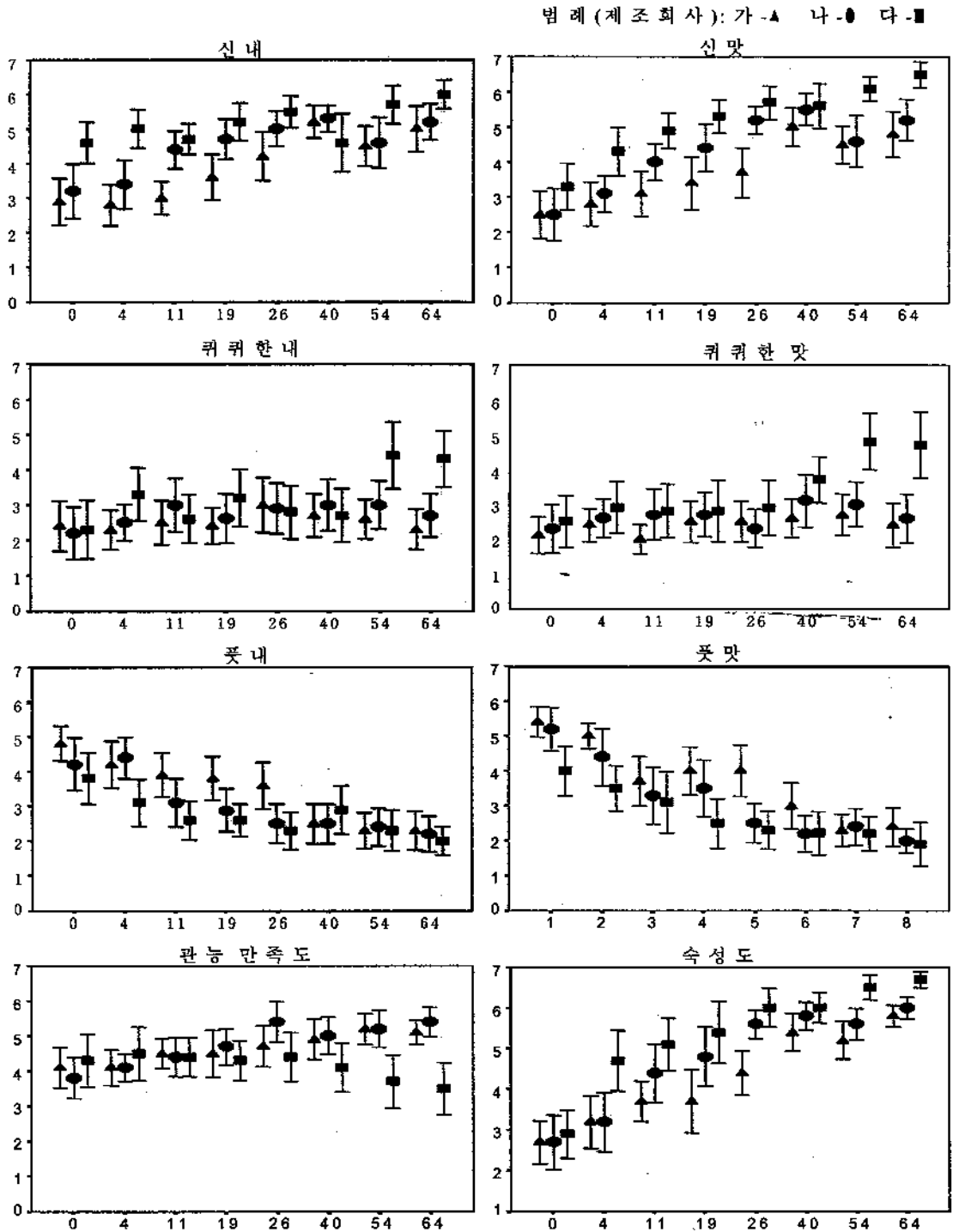
각 관능 척도에 대해 제조회사간 평균값을 비교하면 대부분의 관능 척도에서 보듯이 특정회사 제품이 일정시점에서 평균값에서 우위를 보이면 대부분의 기간에서 우위를 보이는 현상이 나타났다. 이러한 현상은 기업, 소비자 단체에서 많이 실행하고 있는 제품간 비교 실험시 제품의 보관 기간 전체에 걸쳐 실험할 필요 없이 짧은 기간만 실험을 해도 제조회사간의 우위가 쉽게 파악될 수 있다는 사실을 시사한다.

각 관능 척도에 대한 제조회사별 표준편차 추이를 보면 숙성도에서 표준편차 값의 수렴정도가 세 제조회사 모두에서 강하게 나타나고 있다. 반면 신내, 풋내, 신맛, 풋맛은 숙성도에 비해 약한 수렴을 보여주고 있다. 이와 같이 숙성도에 대한 패널 평가의 수렴 정도가 시간이 경과함에 따라 강하게 나타나는 이유의 하나로서는, 대부분의 패널이 실험 기간 내내 참여하고 있어 시식하고 있는 김치의 숙성기간을 기억하고 있으므로 숙성도에 대한 관능 그 자체보다 숙성기간으로 머무러 숙성도를 평가한 영향이 작용한 것으로 사료된다. 한편 귀귀한내, 귀귀한맛은 수렴하지 않아 패널이 느끼는 관능의 폭이 컸음을 알 수 있다. 만족도에 있어서 다 제품의 경우 최적의 맛을 내는 시점(제 26일)을 지나 만족도가 떨어지면서 표준편차가 넓어져 과도하게 숙성되어 가는 김치에 대해 넓은 취향의 폭을 보였다.

결론적으로 각 관능 척도에 대한 분산분석, 평균, 표준편차 추이 분석을 종합해 보면 관능척도 중에서 숙성도의 추이가 숙성일과 제조회사를 구별하는 데 가장 명확했다. 신맛, 신내는 숙성도와 동일한 방향의 상향 추이를 보이나 숙성도만큼 추이가 명확치 않았음을 알 수 있고, 숙성도와 반대의 추이를 보이는 풋내, 풋맛 역시 일정시간 경과 후 그 추이가 약화됨을 보여 숙성도만큼 뚜렷한 추이를 보이지 않았다. 숙성도의 표준편차는 시간 경과와 함께 표준편차가 강하게 수렴되고 있어 장기 보관 관능 비교 평가의 종료 시점 결정시 중요 기준으로 시사되었다.

3.2 숙성도와 다른 관능 척도간의 상관관계 분석

관능 척도 중 숙성도나 만족도는 맛, 냄새, 촉감 등의 차원요소들이 복합된 차원의 척도이므로 숙성도나 만족도에 기여하



(비고) 그래프 중 가운데의 기호는 제조회사별 평균값이며, 평균값을 기준으로 상하로 그려진 막대는 해당 제조회사 해당 평가 요소의 표준편차 크기를 표시함.

그림 1. 평가요소별 평균값 및 표준편차 추이 그래프.

는 맛, 냄새, 촉감의 요소가 어떤 것들인가를 밝히는 것이 김치 맛 연구에 중요하다. 숙성도가 다른 관능 척도와의 연관성을 조사하기 위해 이들에 대한 상관관계 값을 실험기간 중 세 시점, 즉 숙성시작점, 보관 26일 시점, 보관 64일 시점에서 각각 구하여 <표 4>에 나타냈다.

그 결과를 보면 초기단계인 숙성시작점에서는 숙성도와 만족도간 비교적 높은 유의한 상관관계를 보였으며, 다음으로는 신맛과 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 보관 26일 시점에서는 신내, 풋내, 신맛, 풋맛, 쫄맛과 비교적 높은 상관관계가 있었고, 후각적인 측면보다는 미각적인 측면에서 상관관계

표 4. 숙성도와 다른 관능 척도간의 상관관계수

평가요소	숙성 시점	보관 26일	보관 64일	
냄새	신내	0.112	0.328**	0.486**
	꽃내	-0.044	-0.367**	-0.403**
	퀴퀴한내	0.037	-0.194	0.563**
맛	신맛	0.269*	0.677**	0.599**
	꽃맛	-0.246	-0.628**	-0.331**
	퀴퀴한맛	-0.105	0.056	0.495**
	짠맛	-0.057	-0.401**	0.089
	매운맛	-0.002	-0.149	0.206
촉감	아삭아삭한 정도	-0.239	-0.012	-0.334**
	질긴 정도	0.010	-0.015	0.098
관능 만족도	0.411**	-0.107	-0.386**	
숙성도	-	-	-	

(비고) 1. '*'은 유의수준(Pearson의 Test) 10%에서 유의함을, '**'은 유의수준 5%에서 유의함을 나타냄.
2. '-'는 음의 상관관계를 의미함.

가 높았음을 알 수 있다. 보관 64일 시점에서는 짠맛, 매운맛, 질긴 정도를 제외한 관능 척도와 유의한 상관관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 기간별 유의한 상관관계 변화를 보면 보관 기간이 경과하면서 퀴퀴한맛, 퀴퀴한내, 아삭아삭한 정도가 유의한 상관관계를 보이고 있어 보관기간이 길어질 때 이들이 숙성도와 관련이 있는 요소임을 알 수 있다. 만족도는 숙성도와 유의한 상관관계가 시점에 따라 일정치 않음을 보여주었다. 즉, 초기와 후기에는 유의한 상관관계를 보이나 중간 시점(보관 26일 시점)에서는 상관관계가 미약했다. 매운맛, 질긴 정도는 숙성도와 미약한 상관관계를 보이고 있어 숙성도에 주는 영향이 작았음을 알 수 있다.

3.3 만족도와 다른 관능 척도간 상관관계

어떤 관능 요소들이 만족도와 관련이 있는지를 조사하기 위해 숙성도와 동일하게 만족도와 다른 관능 척도간의 상관관계를 <표 5>와 같이 기간별로 구했다. 그 결과 초기단계에서는 신맛, 질긴 정도가 만족도와 유의한 상관관계를 보였다. 중간시점인 보관 26일 시점에서는 꽃내, 퀴퀴한맛, 아삭아삭한 정도가 유의한 영향을 주었고, 신맛, 신내가 주는 영향은 적어졌음을 알 수 있다. 보관 후기시점(보관 64일)에는 신내, 퀴퀴한내, 신맛, 퀴퀴한맛, 아삭아삭한 정도가 유의한 영향을 주었음을 알 수 있다.

시간경과별 상관관계를 보았을 때 숙성시작점에서는 만족도에 영향을 주는 요소가 신맛, 질긴정도였으며, 시간이 경과하면서 아삭아삭한 정도, 퀴퀴한맛, 퀴퀴한내가 주는 영향이 커졌음을 알 수 있었다. 꽃맛, 짠맛, 매운맛은 전 기간에 걸쳐 만족도에 기여하는 영향이 아주 적었음을 알 수 있다. 숙성도

표 5. 만족도와 다른 관능 척도간의 상관관계수

평가요소	숙성 시점	보관 26일	보관 64일	
냄새	신내	0.059	-0.085	-0.316**
	꽃내	0.007	-0.316**	0.121
	퀴퀴한내	-0.086	-0.461**	-0.470**
맛	신맛	0.184*	-0.132	-0.368*
	꽃맛	-0.219	-0.171	-0.035
	퀴퀴한맛	-0.076	-0.269*	-0.577**
	짠맛	-0.153	-0.021	0.008
	매운맛	-0.183	0.181	0.048
촉감	아삭아삭한 정도	0.015	0.484**	0.561**
	질긴 정도	-0.290*	-0.227	-0.111
관능 만족도	-	-	-	
숙성도	0.411**	-0.107	-0.386**	

(비고) 1. '*'은 유의수준(Pearson의 Test) 10%에서 유의함을, '**'은 유의수준 5%에서 유의함을 나타냄.
2. '-'는 음의 상관관계를 의미함.

는 초기에는 만족도에 비례적인 상관 관계였으나 후기에는 반비례적인 관계로 바뀌었다. 이는 초기에는 김치가 숙성된 맛을 보일수록 패질의 만족도가 높아졌지만 어느 시점 이후부터는 숙성도가 커질수록 만족도가 낮아졌다는 사실을 의미한다. 숙성도의 증가에 따라 만족도가 낮아지는 시점 이후의 관능 평가는 사실상 무의미하므로 관능 평가실험의 종료시점은 대략적으로 만족도와 숙성도간의 상관관계가 양에서 음으로 넘어가는 시점이 될 수 있을 것이다.

4. 결론

김치 숙성과정에는 다양한 미생물이 관여하고, 관여하는 미생물도 온도별, 시간대별로 다양하여 김치의 맛도 다양한 형태로 나타나고 있다. 업체는 이렇게 다양하게 변화되는 김치를 고객이 입맛에 맞게 발효시켜 오래 보관할 수 있는 김치냉장고에 많은 연구 투자를 하고 있으며, 그중 하나가 고객의 입맛에 맞는지를 직접 확인하는 고객 관능평가이다. 물론 연구의 결과에 따른 이화학적 조건에 의거하여 맛있는 조건을 찾을 수도 있으나, 업체 내에서 이화학적인 분석을 위한 환경도 미흡하고, 너무나 복잡한 요인 조합으로 인하여 단순한 이화학적인 검증만으로 정확한 비교우위 검증을 할 수 없음이 인정되고 있다. 이에 본 연구에서는 고객이 느끼는 김치 맛의 형태를 맛, 냄새, 씹는 촉감, 복합 느낌(숙성도, 만족도) 등 여러 가지 언어로 표현하는 관능 척도를 제시하고 이를 이용하여 김치 맛을 평가했을 때 숙성일과 김치저장 냉장고의 제품특성을 잘 구별하는 척도가 무엇인가를 조사하였다. 세 종류의 김치 냉장고 제품에 대해 64일간 총 8회에 걸쳐 시식 실험을 하여 다

음과 같은 의미 있는 결과를 얻었다.

첫째, 제품별 관능 비교 실험시 분산분석에서 유의한 결과를 보인 신내, 풋내, 퀴퀴한내, 신맛, 풋맛, 퀴퀴한맛, 아삭아삭한 정도, 숙성도, 만족도가 제품별 김치맛 평가에 중요한 관능요소임을 확인하였다.

둘째, 장기간 보관실험에서 신내, 풋내, 퀴퀴한내, 신맛, 풋맛, 퀴퀴한맛, 아삭아삭한 정도, 질긴 정도, 숙성도, 만족도가 숙성일별 김치 맛 평가에 중요한 관능요소임을 확인하였다. 이 중 신맛, 신내 등의 여타 기본적 관능 척도들은 숙성도만큼 뚜렷한 상향추이 또는 수렴추이를 보여주지 못했다. 따라서 복합 관능 척도이기는 하지만 숙성도가 김치 맛 평가에 가장 중요한 관능 척도임이 확인되었다.

셋째, 복합관능척도인 만족도와 숙성도에 영향을 주는 기본적인 관능 요소가 시간경과에 따라 변화하고 있음을 확인하였다. 초기에는 신맛이 후기에는 퀴퀴한내, 퀴퀴한맛, 아삭아삭한 정도 등이 중요한 관련 요소로 확인되었다.

넷째, 만족도를 제외한 대부분의 관능 척도에서 제조회사간 유의한 차이가 실험 일정 전기간에 걸쳐 일관성 있게 유지되었다. 이러한 현상은 관능 비교실험 일정을 길게 잡지 않아도 제품별 비교우위를 파악할 수 있음을 시사했다.

다섯째, 장기 보관 김치에 대한 관능 평가시 패널이 보이는

숙성도 평가치에 대한 표준편차의 수렴정도 또는 숙성도와 만족도간의 상관관계가 양에서 음으로 넘어가는 시점은 실험 종료 시점을 결정하는데 도움이 될 수 있다.

본 연구에서는 김치 맛을 평가하는 패널을 일관성 있게 유지하지 못하였고 참여자의 수도 충분치 않았으며 김치 맛에 대한 좀더 객관적인 이화학적인 척도 등을 동원하지 못하였으므로 그 결과의 일반화에는 한계가 있다. 이들에 대한 보완이 이루어진 후속 연구가 요망된다.

참고문헌

박성현 (1988), *현대 실험 계획법*, 대영사.
 박성현 (1991), *통계적 품질관리*, 민영사.
 박원수, 구영조, 조동욱, 이인선(1993), 김치냉장고를 이용한 김치의 발효 및 숙성에 관한 연구, 한국식품개발원.
 오지영, 한영숙 (1999), 염농도 및 발효 온도가 물김치의 품질특성에 미치는 영향, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(2), 421-426.
 이현주, 주윤정, 박찬신 (1999), 파김치와 배추김치의 발효 양상, *Korean J. Food Sci Technol.*, 31(2), 421-426.
 조계선 (1991), 김치숙성중 미생물의 동태와 성분변화.
 채서일 (1994), *마케팅 조사론*, 학현사.
 채서일, 김병중 (1989), *SPSS/PC+를 이용한 통계 분석*, 법문사.
Sensory Evaluation Handbook (1985), 日科技連관능검사위원회.



권수호
 전북대학교 전기공학과 학사
 숭실대학교 산업공학과 석사
 숭실대학교 산업공학과 박사과정
 현재: LG 전자 신뢰성 추진팀장
 관심분야: 신뢰성 Management, Test, 분석, 품질경영



이동하
 서울대학교 산업공학과 학사
 한국과학기술원 산업공학과 석사
 한국과학기술원 산업공학과 박사
 현재: 수원대학교 산업공학과 부교수
 관심분야: 인간공학, HCI, 산업안전



이명석
 경희대학교 산업공학과 학사
 서울대학교 산업공학과 석사
 현재: LG 전자 품질센터 신뢰성 추진팀 선임 연구원
 관심분야: 사용성 품질 분석, 고객 Needs 조사/분석