

김치의 숙성 지표와 신맛 및 종합적인 기호도와의 상관관계

박소희 · 이종호*

한성식품 기술연구소, *대림대학 호텔관광외식경영과

The Correlation of Physico-chemical Characteristics of *Kimchi* with Sourness and Overall Acceptability

So-Hee Park, Jong-Ho Lee*

Dept. of Hansung Co. Food Research Center

*Dept. of Tourism Hotel & Restaurant Management, Daelim college

Abstract

In order to investigate the correlation of the physical chemical characteristics of *Kimchi* with its sourness and overall acceptability, the pH, the reducing sugar content, the total microbial counts and the lactic acid bacterial counts of *Kimchi* were examined during fermentation at 5 °C, 10 °C and 20 °C.

In regard to pH, the pH of the fermentation at 10 °C and 20 °C was nearly in inverse proportion to the sourness, whereas the pH at 5 °C fermentation was in less than inverse proportion to the sourness. For the correlation of the reducing sugar and the sourness, sourness and the reducing sugar showed an inverse proportion until the acidity reached 0.8%~1.0%. The reducing sugar content at 10 °C and 20 °C was nearly similar for the highest overall acceptability, whereas the reducing sugar content at 5 °C was higher than the reducing sugar content at 10 °C and 20 °C. In the case of the total microbial count, the total microbial count and the sourness of *Kimchi* fermented at 5 °C did not show the highest values at the same point, but the highest values of the total microbial count and the sourness of *Kimchi* fermented at 10 °C and 20 °C were the same at a point. Also, at a point for the best overall acceptability, the total microbial count at 10 °C fermentation was the highest, whereas those at 5 °C and 20 °C fermentation were similar. In case of the lactic acid bacterial count, the lactic acid bacterial count and the sourness at 5 °C fermentation did not show the highest value at the same point, but that at 10 °C and 20 °C fermentation did. For the correlation of the physical chemical characteristics with sourness, the sourness of *Kimchi* fermented at 5 °C showed a very significant correlation with acidity and it also showed a positive correlation with pH and the total microbial count, but these were not significant differences($\alpha=0.5\%$). At 10 °C and 20 °C fermentation, the sourness showed very significant correlation with all the physical chemical characteristics.

Key words : *Kimchi*, physico-chemical characteristics, sourness, overall acceptability

1. 서 론

김치는 각종 주재료를 소금에 절인 후 여러 가지 부재료와 양념류를 혼합하여 발효, 숙성시킴으로써 김치 특유의 맛, 풍미, 질감을 가지게 하는 우리나라 고유의 전통 발효식품이다. 김치는 사용하는 재료와 제조 방법 및 지역에 따라 그 종류가 매우 다양하다. 또한 김치 부재료와 양념류의 성분은 미생물의 생육을 촉진, 억제하기도 하며, 또한 이들의

배합비는 김치 숙성에 큰 영향을 미치기도 한다¹⁻³⁾. 김치는 발효과정 중 수분과 여러 가지 성분의 변화로 관능적 특성에 영향을 주어 독특한 맛을 낼 뿐만 아니라 각종 암 억제효과와 면역증강효과 등⁴⁻⁶⁾을 나타내므로 그 맛과 영양학적 가치가 인정되면서 김치에 대한 관심이 국제적으로 높아지고 있다.

김치 숙성중 젖산발효에 의해서 생성되는 산함량의 증가는 김치의 숙성중 가장 큰 성분변화이므로 산도나 pH의 측정은 김치의 숙성정도를 알 수 있는 지표로 사용되어 왔다. 개인의 기호도에 따라 차이가 있으나 완숙기의 산도는 약 0.6%, pH는 4.2 정도이며 이것보다 산도나 pH가 현저하게 높거나 낮은 경우에는 과숙된 김치로서 품질이 현저하게 떨어진다⁷⁾. 과숙된 김치는 신맛이 강할 뿐만 아니라 휘발

Corresponding author: Jong-Ho Lee, Daelim college, 526-7 Bisan-Dong, Dongan-Gu, Anyang-Si, Kyonggi-Do 431-715, Korea
Tel : 82-031-467-4787
Fax : 82-031-467-4787
E-mail : joh@daelim.ac.kr

성냄새성분이 현저하게 증가하여 냄새도 강하게 된다^{8,9)}. 이와 같이 김치는 숙성이 지나치면 신맛과 냄새가 강해져서 기호성이 크게 떨어진다. 이 밖에 김치 품질지표로는 환원당, 총균수 및 젖산균수 등이 있으며 그 외 비타민 C 함량, 김치 국물내 고형분 함량, 색도, 탄산가스 함량 등이 있다. 이러한 품질 지표들에 관한 연구는 품질변화자체에 대한 연구만 있을 뿐 그 지표들과 신맛 및 종합적인 기호도에 대한 상관관계를 연구한 보고는 아직 없는 실정이다.

따라서, 본 연구는 김치의 숙성정도는 품질지표와 밀접한 관계를 갖기 때문에 관능검사시 신맛 강도와 품질지표들 사이에 상관관계를 알아보려고 하였으며, 또한 김치 숙성시 종합적인 기호도와 품질지표들의 변화를 동일 산도에서 동시에 알아봄으로써 가장 좋은 김치맛에 대한 품질지표 범위를 정하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 배추, 고춧가루, 마늘, 생강 등은 실험 당일 수원 농수산물시장에서 구입하여 사용하였고, 젖갈은 질소함량이 1.04~1.37%, 염도 10~13%인 멸치액젓((주) 하선정) 등 시판품을 구입하였다. 소금은 천일염(주식회사, 한주)제품을 이용하여 배추 절임에 사용하였다.

2. 시료 김치의 제조

구입한 시료배추는 결구배추로써 겉잎을 모두 제거하고 양끝에서 5 cm씩 자른 다음 4×4 cm²로 크기로 썰어 배추 무게의 10% 소금을 첨가한 물에서 12 시간 동안 절였고, 이때 소금물의 온도는 10±1 °C로 유지하였다. 침지하는 동안 배추 조직에 염분이 골고루 침투되도록 상층부와 하층부를 3회 교반해 주었고 이것을 흐르는 수돗물에 3회 행궤 탈수시킨 후 Table 1과 같은 비율로 양념을 섞어 김치의 최종 염도가 2%가 되도록 제조하였다. Table 1과 같이 버

Table 1. Formula of Kimchi

Ingredients	(g)
Chinese cabbage	100
Red pepper powder	2
Garlic	1
Ginger	0.5
Salt-fermented anchovy extracts	2
Final salt content was adjusted to 2%	

무린 김치를 뚜껑이 있는 유리 단지에 10 kg씩 넣고 밀봉한 후 5, 10, 20 °C incubator에서 숙성시키면서 동일 산도로 숙성된 김치를 채취하여 분석 시료로 사용하였다.

3. pH 및 산도

시료김치를 국물과 건더기 및 증류과 잎의 구성이 1 : 1이 되도록 고루 채취하여 믹서로 마쇄한 후 cheese cloth 및 여과지(Whatman filter paper No. 2)로 여과하여 고형물을 걸러낸 액을 분석용 시료로 사용하였다. 시료액의 pH는 pH meter(Corning pH meter 220, England)로 측정하였다. 산도는 시료액 1 ml를 취하여 증류수로 50배 희석시킨 후 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1N NaOH 용액으로 적정하였으며, 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid(% , W/V)양으로 환산하였다.

Acidity(% , as lactic acid)

$$= \frac{0.009 \times \text{ml of 0.1N NaOH} \times F \times \text{dilution factor}}{\text{sample(g)}} \times 100$$

(F : factor of 0.1N NaOH)

4. 환원당 함량 측정

환원당의 함량은 DNS(dinitrosalicylic acid) 비색법으로 측정하였다. 즉, 증류수로 100배 희석한 시료액 1 ml와 DNS 시약 3 ml를 혼합하여 끓는물에 5 분간 증탕한 후 방냉시켜 Spectrophotometer(Hitachi 220s, Japan)를 이용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도 값은 glucose의 양으로 계산하고 이를 환원당 함량(mg/ml)으로 나타내었다.

5. 미생물 균수 측정

무균적으로 취한 시료액 1 ml를 멸균수에 10배 희석법으로 희석한 후 희석액 0.1 ml를 취해 총균수는 PCA(Plate Count Agar)배지에, 젖산균수는 MRS(de Man, Rosaga and Sharp agar)배지에 spreading culture method로 접종한 다음 30 °C incubator에서 48시간동안 배양한 후 집락수를 계수하였다.

6. 관능검사

저온 및 고온의 숙성 김치는 동일 산도에 도달한 시점에서 채취하여 건더기와 국물이 증량으로 1 : 1이 되도록 100 g을 맞춘 후 총 11개의 시료를 완전 임의 배열법으로 제시하였다. 시료는 밥과 함께 제시하였으며, 시료 사이사이 매운맛을 줄이기 위해

2% sucrose 용액으로 입을 행구도록 하였다. 관능검사 항목은 신맛과 종합적인 기호도로써 신맛은 특성 차이검사에서 다시료 비교 검사법으로, 종합적인 기호도는 10점 기호 척도법을 사용하였다. 신맛의 특성 차이검사는 9명의 훈련된 패널 요원을 대상으로 기준 검사물(R)은 20 ℃에서 24시간 숙성시킨 김치의 신맛(산도 0.72~0.78%)을 5점, R보다 덜 시다고 한것과 더 시다고 한 것은 차이의 정도에 따라 각각 0~4점 및 6~9점으로 하여 측정하였다. 기호도 조사는 수원시 영통동에 거주하는 30대 주부 30명과 40대 주부 30명을 대상으로 매우 싫다 0점, 좋지도 싫지도 않다. 5점, 매우 좋다 9점으로 하여 scoring 하도록 하였다.

결과 분석은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 5% 유의수준에서 시료간 유의적인 차이를 알아보았고, 항목간의 상관관계는 피어슨의 상관분석을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH와 신맛 및 종합적인 기호도와와의 상관관계

저온과 고온 숙성시 김치의 pH와 신맛의 변화는 Fig. 1A과 같다. 5 ℃ 숙성 김치의 pH는 산도 0.4% 부터 0.7%까지 급격히 낮아진 후 완만히 감소하였고, 신맛은 산도 1.0%까지 증가한 후 감소하였으며, 10 ℃ 숙성 김치는 산도 0.4%부터, 20 ℃ 숙성김치는 산도 0.3%부터 pH는 감소하기 시작하여 모두 산도 0.8%까지 급격히 낮아진 후 거의 변화가 없었다.

10 ℃ 숙성 김치의 신맛은 산도 0.8%까지, 20 ℃ 숙성 김치의 신맛은 산도 0.9%까지 증가한 후 감소하였다. 10 ℃와 20 ℃에서는 신맛과 pH의 변화 양상이 거의 반비례하였으나 5 ℃는 그에 비해 반비례 경향이 낮았다. 또한 김치가 적숙기를 지나 과숙기가 되면 신맛과 pH값이 거의 일치하지 않는 것은 과숙 단계에서는 젖산균의 활성과 항균력이 약화하여 부패세균이나 효모 및 그 밖의 잡균류가 번식하여 젖산을 분해하고, 배추의 조직액이 국물에 유출됨으로써 김치의 산은 희석되어 신맛을 감소시키는 반면 pH는 완충작용에 의해 영향을 받지 않았기 때문으로 판단된다.

김치 발효 중 pH와 종합적인 기호도의 변화는 Fig. 1B와 같다. 종합적인 기호도가 가장 높은 산도인 0.5%에서 pH는 숙성 온도가 높을수록 낮은 값을 보였다. 이는 Jeong DR et al(1995)이 김치의 적숙기의 pH는 김치의 저장온도에 따라 영향을 받으며, 온도가 높을수록 적숙기의 pH는 낮아지고 저장온도가 낮을수록 그 pH는 높아진다는 결과와 일치하였다¹⁰⁾.

전반적으로 pH값은 5 ℃ 저온 숙성이 20 ℃ 고온 숙성에 비해 높았으나 오히려 신맛은 더 강하였다. Fabian & Blum(1994)은 유기산의 molar concentration 을 기준으로 lactic, 8.5×10^{-4} , malic, 7.5×10^{-4} , tartaric, 7.0×10^{-4} , acetic, 2.1×10^{-3} , citric, 7.0×10^{-4} 의 농도가 동일한 신맛 강도를 보이며 유기산을 기준으로 볼때는 citric & tartaric < malic < lactic < acetic acid 순으로 신맛이 감소한다고 하여 유기산의 조성이 신맛에 크게 영향을 미친다고 하였다¹¹⁾. 낮은 온도에서(6~

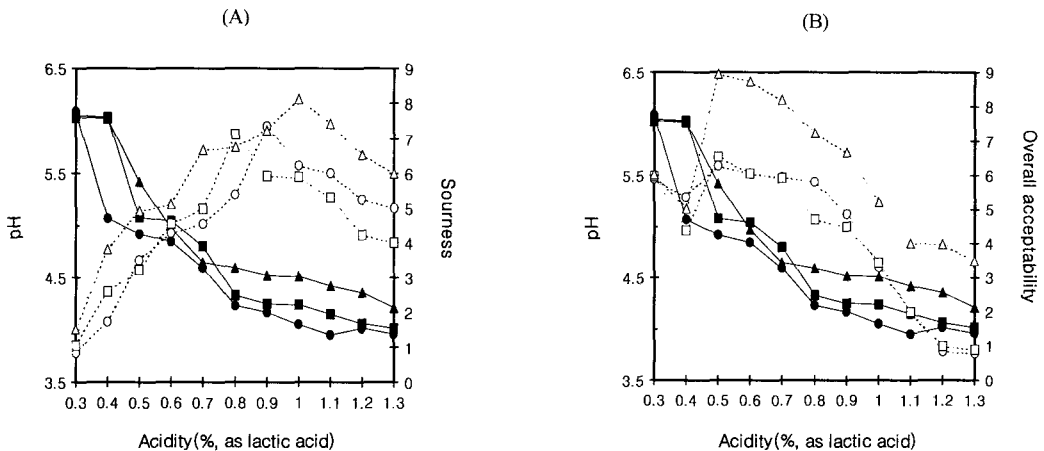


Fig. 1. Changes in (A) pH and sourness, (B) pH and overall acceptability of Kimchi during fermentation at 5, 10, 20 ℃
 —▲— : pH 5 ℃, —■— : pH 10 ℃, —●— : pH 20 ℃

¹⁾ A : —△— : sourness 5 ℃, —□— : sourness 10 ℃, —○— : sourness 20 ℃

B : —△— : overall acceptability 5 ℃, —□— : overall acceptability 10 ℃, —○— : overall acceptability 20 ℃

7 °C) 김치를 숙성시킬 경우 전반적으로 유기산의 생성이 많으며 휘발성 유기산의 비율이 높고, 같은 총산 함량일 때 pH값은 *Leuconostoc*속 starter 첨가 김치가 *Lactobacillus*속 starter 첨가 김치보다 약간 높았는데 그 이유를 이들 각각의 균주가 생성하는 유기산들의 조성이 다르기 때문이라고 한 So MW et al (1996)의 결과로 볼 때 동일 산도 시점에서 저온 숙성 김치의 pH와 신맛이 고온 숙성에 비해 모두 높은 이유는 유기산 조성의 차이 때문으로 사료된다¹²⁾.

또한 저온 숙성 김치의 신맛이 고온 숙성 김치보다 높은 또 다른 이유로는 산미를 주는 유기산과 함께 생성되는 탄산가스의 국물내 용존량의 차이를 들 수 있다. 탄산가스는 저온에서는 김치 국물에 녹아 특 쏠 맛을 냄으로써 상쾌한 맛을 부여할 뿐 아니라 매운맛을 상승시켜주므로 김치의 전체적인 맛을 향상시키는 작용을 한다¹³⁾. 숙성 말기에 pH가 완만하게 저하되는 것은 발효에 관여하는 미생물이 유도기에 접어들어 유기산 생산량이 완만하고 또 생성된 유기산의 무기이온 및 유리아미노산과의 완충작용 때문이라고 하였다¹⁴⁾.

2. 환원당 함량과 신맛 및 종합적인 기호도와와의 상관관계

김치의 환원당은 미생물의 탄소원으로 사용되며 그 결과 유기산이 생성되므로 환원당 함량과 미생물 균수 및 pH와 산도는 매우 밀접한 관계를 가지며 김치의 단맛과 신맛 생성에 매우 큰 영향을 미친다. 따라서 저온 및 고온 숙성시 김치에서 환원당 함량과 신맛의 변화를 알아보려고 하였고 그와 더불어 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 환원당 함량도 살펴보았다.

김치의 환원당 함량과 신맛의 변화는 Fig. 2A와

같이 환원당 함량은 모든 숙성 온도에서 산도 1.3% 시점까지 계속 낮아졌고 신맛은 5, 10, 20 °C에서 각각 산도 1.0%, 0.8%, 0.9%까지 증가한 후 감소하여 산도 0.8~1.0%까지는 신맛과 환원당 함량이 서로 반비례함을 알 수 있었다. 일반적으로 김치는 적당한 발효 단계인 산도 0.6~0.8%가 지난 상태에서도 배추김치는 1.3%의 잔존당을 함유하며^{15,16)}, 이것이 젖산균에 의해 발효되면 김치는 시어지게 된다고 한 결과와 일치하였다. 또 Fig. 2B에서 보듯이 5, 10, 20 °C 숙성 김치에서 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 환원당 함량은 각각 27.04, 19.28, 20.09 mg/mL로 10 °C와 20 °C는 거의 비슷하였고, 5 °C는 그에 비해 환원당 함량이 높았다.

3. 총균수와 신맛 및 종합적인 기호도와와의 상관관계

김치의 신맛은 발효 과정중 생성되는 미생물들의 부산물인 유기산에 의한 것으로 특히 젖산균수의 변화에 크게 영향을 받는다고 볼 수 있다. 따라서 본 실험에서는 김치를 저온 및 고온에서 숙성시키면서 김치의 신맛과 미생물 균수의 성장 곡선을 직접 비교해 보고자 하였고 더불어 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 총균수 및 젖산균수를 계수하였다.

5, 10, 20 °C 숙성 김치의 총균수와 신맛의 변화는 Fig. 3A와 같다. 5 °C 숙성 김치의 총균수는 산도 0.5%까지 5.15×10^6 CFU/mL로 급격히 증가하여 산도 0.8%에서 1.75×10^7 CFU/mL로 최대를 보였고, 신맛은 산도 1.0%에서 8.00으로 가장 높아 총균수와 신맛의 최고점은 일치하지 않았다. 10 °C 숙성 김치의 총균수는 산도 0.6%까지 5.30×10^7 CFU/mL로 급격히 증가한 후 신맛이 가장 높은 산도 0.8%에서 2.00×10^8 CFU/mL로 최고 균수를 보인 후 조금씩 감소하였고, 20 °C 숙성 김치의 총균수는 산도 0.7%까

Table 2. Sensory test of Kimchi with different fermentation temp.

Characteristics Acidity(%)	Temp.	Sourness			Overall acceptability		
		5°C***	10°C***	20°C***	5°C***	10°C***	20°C***
0.3		1.52±0.32 ^f	1.27±0.47 ^c	1.03±0.21 ^e	6.02±0.42 ^c	6.04±0.23 ^{bu}	6.02±0.12 ^{bu}
0.4		3.93±0.41 ^c	2.61±0.26 ^d	1.88±0.44 ^a	5.00±0.35 ^d	4.46±0.51 ^{cd}	5.58±0.14 ^{bu}
0.5		5.00±0.60 ^d	3.24±0.09 ^{de}	3.70±0.48 ^{cb}	8.92±0.50 ^a	6.60±0.33 ^a	6.31±0.47 ^a
0.6		5.28±0.06 ^{de}	4.64±0.22 ^{cd}	3.34±0.10 ^c	8.84±0.16 ^a	6.03±0.02 ^{ba}	6.03±0.22 ^{ba}
0.7		6.74±0.36 ^{cd}	5.08±0.40 ^b	4.69±0.28 ^{cb}	8.18±0.34 ^{ba}	6.00±0.20 ^{ba}	5.98±0.13 ^{ba}
0.8		6.82±0.25 ^{cd}	7.30±0.42 ^a	5.32±0.08 ^b	7.30±0.42 ^b	4.77±0.34 ^b	5.81±0.20 ^{ba}
0.9		7.19±0.50 ^b	5.96±0.12 ^{bc}	7.22±0.15 ^a	6.72±0.31 ^{cb}	4.53±0.21 ^{cd}	4.94±0.22 ^b
1.0		8.00±0.33 ^a	5.90±0.31 ^{ba}	6.25±0.40 ^{ba}	5.20±0.16 ^{cd}	3.44±0.15 ^c	3.29±0.36 ^c
1.1		7.43±0.03 ^{ba}	5.20±0.16 ^d	5.99±0.24 ^{ba}	4.02±0.30 ^{cd}	2.01±0.10 ^d	2.00±0.39 ^d
1.2		6.58±0.59 ^{cd}	4.19±0.19 ^c	5.40±0.30 ^b	4.00±0.23 ^{cd}	1.08±0.14 ^c	0.80±0.11 ^c
1.3		6.00±0.28 ^c	4.05±0.13 ^c	5.00±0.28 ^{cd}	3.39±0.19 ^c	0.97±0.36 ^c	0.77±0.24 ^c

* Significant at level of $\alpha=0.05\%$

지 5.60×10^8 CFU/mL로 급격히 증가한 후 신맛이 가장 높은 산도 0.9%에서 1.26×10^9 CFU/mL로 최고를 보인 후 산도 1.0%에서 3.36×10^8 CFU/mL로 다시 감소하여 이후에는 거의 일정한 균수를 유지하였다. 전반적으로 5 °C 숙성 김치에서는 총균수의 성장 곡선이 최대를 지난 시점에서 신맛은 가장 높아 총균수와 신맛의 변화 양상은 일치하지 않았다. 이는 신맛이 유기산량 및 조성과 국물내 탄산가스량에 의한 영향을 받으나 총균수는 유기산량 및 조성에만 영향을 미침으로 5 °C 저온 숙성시 신맛은 용존 탄산가스량이 매우 큰 역할을 한다는 것을 의미한다.

Fig. 3B에서 보듯이 5, 10, 20 °C 숙성 김치에서 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 총균수는 각각 5.15×10^6 CFU/mL, 9.46×10^6 CFU/mL, 3.22×10^6 CFU/mL로 10 °C가 가장 높았고 5 °C와 20 °C는 큰 차이를 보이지 않았다.

4. 젖산균수와 신맛 및 종합적인 기호도와와의 상관관계

5, 10, 20 °C 숙성 김치의 젖산균수에 따른 신맛 및 종합적인 기호도 변화는 Fig. 4와 같다. 5°C 숙성 김치의 젖산균수는 산도 0.5%까지 4.37×10^6 CFU/mL

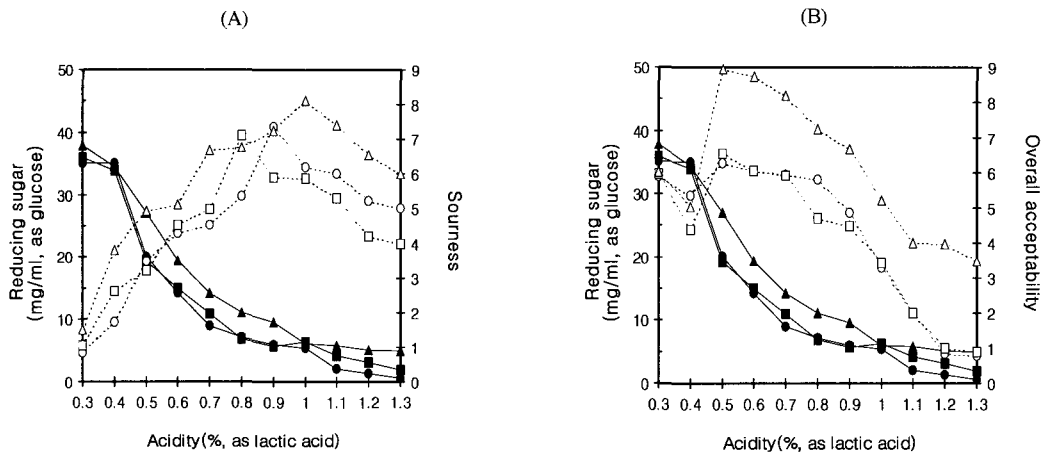


Fig. 2. Changes in (A) reducing sugar content and sourness, (B) reducing sugar content and overall acceptability of *Kimchi* during fermentation at 5, 10, 20 °C

—▲— : reducing sugar content 5 °C, —■— : reducing sugar content 10 °C, —●— : reducing sugar content 20 °C
 1) Notes are the same as Fig. 1.

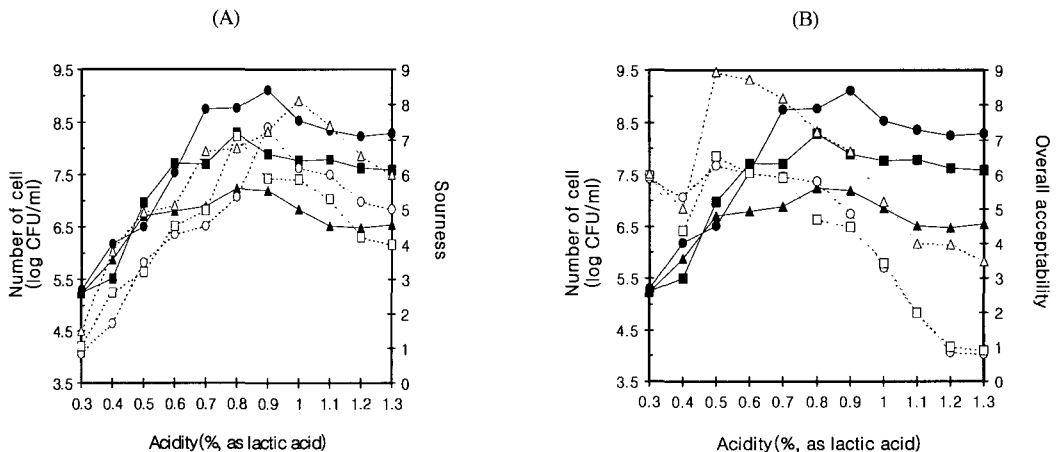


Fig. 3. Changes in (A) total microbial count and sourness, (B) total microbial count and overall acceptability of *Kimchi* during fermentation at 5, 10, 20 °C

—▲— : total microbial count 5 °C, —■— : total microbial count 10 °C, —●— : total microbial count 20 °C
 1) Notes are the same as Fig. 1.

로 급격히 증가한 후 산도 0.8%에서 2.36×10^7 CFU/mL로 최고를 보였고 신맛은 산도 1.0%에서 가장 높았다. 10 °C 숙성 김치의 젖산균수는 산도 0.5%까지 1.38×10^7 CFU/mL로 급격히 증가한 후 신맛이 가장 높은 산도 0.8%에서 1.27×10^8 CFU/mL로 가장 높았고 이후에는 약간 감소하였다. 20 °C 숙성 김치의 젖산균수는 산도 0.7%까지 4.31×10^8 CFU/mL로 급격히 증가한 후 신맛이 가장 높은 산도 0.9%에서 8.11×10^8 CFU/mL로 최고값을 보인 후 완만히 감소하였다. 김치발효 및 숙성에 관여하는 주발효균은 *Leuconostoc*속의 저온균으로 김치를 숙성시키며, *Lactobacillus*속의 젖산균은 적숙기를 지나 김치가 시어졌을 때 많이 출현하기 때문에 김치의 산패에 관여한다고 알려져 있다¹⁷⁾. 총균수의 경우와 마찬가지로 동일 산도시점에서 저온이 될수록 젖산균수가 더 적은 이유는 온도가 낮아질 수록 김치발효에서 산패를 일으키는 *Lac. plantarum*과 *Ped. cerevisiae*의 생장이 억제되었기 때문이다⁴⁾. 5, 10, 20 °C 숙성 김치에서 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 젖산균수의 범위는 각각 $4.37 \times 10^6 \sim 1.77 \times 10^7$ CFU/mL, $1.38 \times 10^7 \sim 7.94 \times 10^7$ CFU/mL, $2.75 \times 10^6 \sim 2.81 \times 10^7$ CFU/mL로 10 °C의 젖산균수가 가장 높았고 5 °C와 20 °C는 서로 비슷하였다.

5. 저온 및 고온 숙성시 신맛과 숙성 지표와의 상관관계

저온 및 고온 숙성시 신맛과 숙성 지표와의 상관관계는 Table 3과 같다. 5 °C 숙성 김치의 신맛은

산도와 매우 유의적인 양의 상관관계를, 환원당 함량과는 매우 유의적인 음의 상관관계를 보였고, pH와 미생물 균수와는 양의 상관관계를 보였으나 유의적인 차이($\alpha=5\%$)는 보이지 않았다. 10 °C와 20 °C 숙성에서의 신맛은 모든 숙성 지표와 매우 유의적인 상관관계를 보여주었다.

즉, 5 °C에서 숙성시킨 김치에서 신맛과 산도 및 환원당 함량과의 상관관계가 pH와 미생물균수보다 높은 것은 5 °C에서는 신맛이 최고로 상승하기 전에 pH는 급격히 낮아지고 미생물 균수는 급격히 상승한 뒤 하강하고, 신맛이 최고로 증가할 때는 pH는 감소한 후 거의 변함이 없는 단계이며 미생물균수는 계속 감소하는 단계로 신맛 변화 양상과 다른 경향을 보여 낮은 상관관계를 보였다고 판단된다.

Ryu JY et al(1984)은 유기산, 산도, 탄산함량과 같은 이화학적 측정치와 관능적 특성간에는 관계가 없다고 하여 이와 다른 경향을 보고하였다⁸⁾. 이와

Table 3. Correlation of pH, acidity, reducing sugar, lactic acid bacteria and total microbial count with sourness of various Kimchi during fermentation at 5, 10, 20 °C

Items ^{o)}	Sourness		
	5 °C	10 °C	20 °C
pH	-0.6833	-0.8412*	-0.9667*
acidity	0.9673*	0.9864*	0.9845*
reducing sugar	-0.8438*	-0.8645*	-0.9635*
lactic acid bacteria	0.6982	0.9423*	0.9668*
total microbial count	0.7049	0.9298*	0.9398*

* Significant at level of $\alpha=0.05\%$

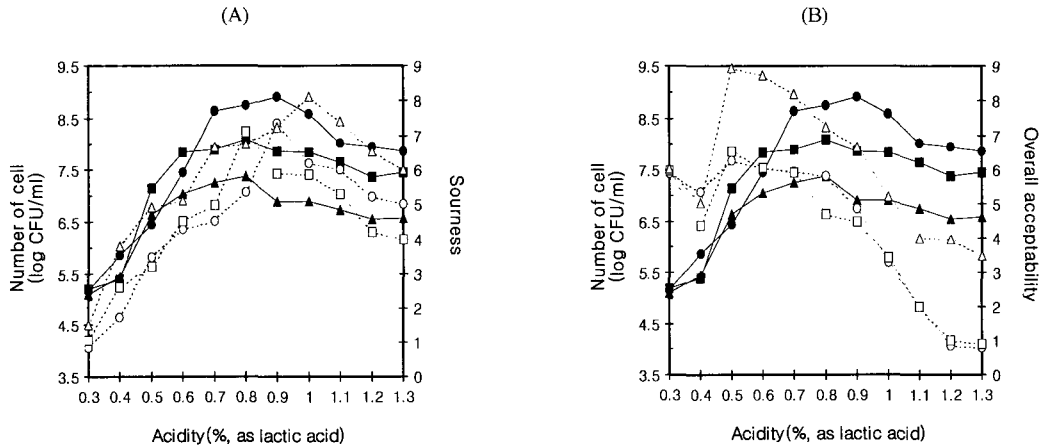


Fig. 4. Changes in (A) lactic acid bacteria and sourness, (B) lactic acid bacteria and overall acceptability of Kimchi during fermentation at 5, 10, 20 °C

—▲— : lactic acid bacteria 5 °C, —■— : lactic acid bacteria 10 °C, —●— : lactic acid bacteria 20 °C

¹⁾ Notes are the same as Fig. 1.

반대로 Jeong DR et al(1995)은 김치의 숙성과정에서 가장 뚜렷하게 변하는 물리화학적 변수인자는 pH와 총산도로서 이들은 김치의 관능검사결과와 상관성이 매우 높다고 하였으며¹⁰⁾ Lee KH et al(1991)은 김치의 품질지표인 총산 생성량을 사용하여 10℃ 이상의 저장온도에서 관능검사 결과치와 품질 지표의 관계를 실험한 결과 잘 일치되었다¹⁸⁾고 하여 본 실험 결과와 동일한 경향을 보였다.

IV. 요약

김치의 이화학적 지표에 따른 신맛과 종합적인 기호도간의 상관관계를 알아보기 위해 5℃, 10℃, 20℃로 나누어 발효과정 중의 pH, 총 당함량, 총균수 및 젖산균수를 분석하였다. pH와 신맛의 관계에서 10℃와 20℃에서는 신맛과 pH의 변화 양상이 거의 반비례하였으나 5℃는 그에 비해 반비례 경향이 낮았다. 환원당 함량과 신맛의 관계에서 산도 0.8~1.0%까지는 신맛과 환원당 함량이 서로 반비례하였고, 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 환원당 함량은 10℃와 20℃는 거의 비슷하였고, 5℃는 그에 비해 환원당 함량이 높았다. 총균수의 경우 5℃ 숙성김치에서 총균수와 신맛의 최고점이 일치하지 않았으나 10℃와 20℃ 숙성김치에서는 최고점이 일치하였으며, 이후 점차 감소하는 경향을 보였다. 또한 종합적인 기호도가 가장 높을 때의 총균수는 10℃ 숙성김치가 가장 높았고, 5℃와 20℃ 숙성김치는 큰 차이를 보이지 않았다. 젖산균의 경우, 5℃ 숙성김치에서는 젖산균과 신맛의 최고점이 일치하지 않았으나 10℃와 20℃ 숙성김치에서 일치함을 보였다. 저온과 고온 숙성시 신맛과 숙성지표와의 상관관계에서 5℃ 숙성김치의 신맛은 산도와 매우 유의적인 상관관계를 보였고, pH와 미생물균수와는 양의 상관관계를 보였으나 유의적인 차이($\alpha=0.5\%$)는 보이지 않았고, 10℃와 20℃ 숙성김치에서 신맛은 모두 숙성지표와 매우 유의적인 상관관계를 보였다.

참고문헌

1. Cheigh, HS (1995) : Critical review on biochemical characteristics of *Kimchi*(Korean fermented vegetable products). J, East Asian Soc Diet Life 5(1): 89-101
2. Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ (1994) : *Kimchi* preparation with bined chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. Korean J, Soc. Food Sci

- Technol., 26(3): 231-238
3. Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH (1994) : Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. Korean J, Soc. Food Sci Technol., 26(3): 239-245
4. Cheigh HS, Park KY (1994) : Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of *Kimchi* (Korean fermented vegetable products). Cric Rev, Soc. Food Sci Nutr., 34(1): 75-203
5. Park KY (1995) : The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *Kimchi*. Korean J, Soc. Food Sci Nutr., 24(2): 169-182
6. Kim SH (1991) : Comutagenic and antimutagenic effects of *Kimchi* components. Doctoral thesis. The Pusan National University of Korea. p 80-81
7. Ko YT, Baik IH (2002) : Changes in pH, Sensory Properties and Volatile Odor Components of *Kimchi* by Heating. Korean J, Soc. Food Sci Nutr., 34(6): 1123-1126
8. Ryu JY, Lee HS, Rhee HS (1984) : Changes of organic acids and volatile flavor comounds in *Kimchis* fermented with different ingredients. Korean J, Soc. Food Sci Technol., 16(2): 169-174
9. Hawer WD, Ha JH, Seog HM, Nam YJ, Shin DW (1988) : Changes in the taste and flavour compounds of *Kimchi* during fermentation. Korean J, Soc. Food Sci Technol., 20(4): 511-517
10. Jeong DR, Lee HJ, Woo SJ (1995) : Evaluation of the degree of maturity of Chinese cabbage blades and midribs pretreated with dilute acetic acid solutions during *Kimchi* fermentation. Korean J, Soc. Food Cookery Sci., 11(1): 37-43
11. Rudolf, Kenji Mori (1994) : Taste chemistry. p 288-302
12. So MW, Shin MY, Kim, YB(1996) : Effects of Psychrotrophic Lactic Acid Bacterial Starter on *Kimchi* Fermentation. Korean J, Soc. Food Sci Technol., 28(5): 806-813
13. Kim DH (1985) : Food Chemistry. 1st ed. TamGuDang, Seoul. p 171-224
14. Nam CW (1974) : Study on *Kimchi*. Part i. Forth Collection of learned papers. DongKook University. p 156-168
15. Lee NJ, Jeon JG (1981) : Studies on the *Kimchi* Pasteurization - Part 1. Method of *Kimchi* Pasteurization with Chinese Cabbage *Kimchi* and its effect on the Storage. Korean J, Soc. Food Agri Chem., 24(3): 213-217
16. Gil GH, Kim KH, Chun JK (1984) : Pasteurization of Chinese radish *Kimchi* by a Pilot Scale Continuous *Kimchi* Pasteurizer. Korean J, Soc. Food Sci Technol., 16(2): 94-95
17. Mheen TI, Kwon TW (1984) : Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. Korean J, Soc. Food Sci Technol., 16(3): 443-450
18. Lee KH, Cho HY, Pyun YR (1991) : Kinetic Modelling for the Prediction of Shelf - life of *Kimchi* Based on Total Acidity as a Quality Index. Korean J, Soc. Food Sci Technol 23(3):306-310

(2005년 1월 21일 접수, 2005년 2월 23일 채택)