

물비율을 달리한 열무 물김치의 발효특성

최성유 · 오지영 · 유정화 · 한영숙*
성신여자대학교 식품영양학과

Fermentation Properties of Yulmoo *Mulkimchi* According to the Ratio of Water to Yulmoo

Sung-Yu Choi, Ji-Young Oh, Jung-Wha Yoo and Young-Sook Hahn*

Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

In the fermentation of Yulmoo *Mulkimchi*, various ratios of Yulmoo to water (1/1.14, 1/1.5, 1/2, 1/2.75, 1/4) were prepared and fermented at 4°C, 15°C, 25°C for up to 10 days. According to the fermentation time, the pH, acidity, total vitamin C content and microbial growth in *Mulkimchi* samples were determined together with sensory evaluation. Fermentation temperature on water addition ratio didn't show any difference in pH and microbial growth of *Mulkimchi*. However, low ratio of water resulted in high acidity and vitamin C content in *Mulkimchi*. In terms of acid odor and acid taste, the least water addition (1/1.4) sample was significantly strong than those of other samples. The ratio of Yulmoo to water, 1/2 showed the highest overall sensorial acceptability and followed by 1/1.5, 1/1.4, 1/2.75 and 1/4 samples. It was found that the content of vitamin C and acid taste of *Mulkimchi* have correlation with its acceptability.

Key words: *Mulkimchi*, vitamin C, ratio of Yulmoo to water, sensory evaluation

I. 서 론

김치는 채소를 주재료로 하여 소금으로 절인 뒤 고춧가루, 파, 마늘 등을 부재료로 하여 담근 전통 발효 식품이다. 주재료로 쓰이는 채소에는 30여종이 있으며 배추와 무가 대표적으로 봄철에는 돌나물, 햇배추, 미나리, 여름에는 열무, 오이, 부추, 양배추, 가을에는 알타리무, 파, 가을갓, 콩잎, 고들빼기, 겨울에는 통배추, 무, 알타리무¹⁾가 주로 쓰이나 요즘은 채소 재배 기술의 발달로 계절과 관계없이 기호에 따라 주재료를 구입해 다양하게 담궈 먹을 수 있다. 이중 열무 김치는 여름철 기온이 높기 때문에 젓갈류 같은 동물성 재료를 사용하지 않고 재료가 단순하여 밀가루, 밥, 설탕 같은 당질 식품을 사용하고 마늘, 생강, 고추와 소금이 기본 재료로서 맛이 비교적 담백하여 많은 사람들이 즐겨 먹는 여름철의 대표적인 김치이다. 열무에는 배추나 무에 비해 총 비타민 A가 28배~2600배 정도 많은 2630 IU가 들어 있으며 당질도 무보다는 적으나 배추보다는 많이 들어있고^{2,3)} 다른 김치와 마찬가지로

숙성중 비타민류의 증가가 보고⁴⁾되고 있다. 이 밖에도 열무에는 무과의 특징적인 향미인 isothiocyanates와 fiber를 비롯한 각종 phytochemical⁵⁾이 다량 함유되어 있어 암을 비롯한 각종 성인병 예방용 식품으로도 기대되는 김치 재료이다. 열무로는 열무김치, 열무 물김치 등의 김치류를 담궈 수 있는데 그 중 열무 물김치는 열무를 절여 물을 자작하게 붓고 만들어 그 시원한 맛에 냉면 국물용으로도 쓰인다. 그러나 그 때 사용되는 물의 양과, 발효 온도에 따라 맛, 발효 특성이 다르리라고 생각되므로 이에 대해서 pH와 산도, 총 비타민 C 함량 및 미생물 변화를 살펴보는 동시에 관능검사를 실시하여 열무 물김치 제조의 표준화 기초를 마련하고자 하였다.

II. 실험 방법

1. 실험재료

(1) 김치 재료

김치 재료 중 열무, 파, 홍고추 및 마늘을 1998년

Table 1. Variation of the ratio of Yulmoo to water on Yulmoo Mulkimchi preparation

Ratio of Yulmoo to Water (g/ml)	1/1.14	1/1.5	1/2	1/2.75	1/4
Yulmoo (g)	1182	1012	843	674.6	506
Water (ml)	1348	1518	1687	1855.4	2024

3월 서울 성북구 동선동 소재 채배시장에서 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였다.

(2) 시약

Vitamin C 표준은 Junsei사 제품을 사용하였고, 2,4-dinitrophenyl hydrazine은 Sigma 제품으로 특급품이었으며, PCA, MRS agar는 모두 Difco 제품을 사용하였다.

(3) 열무 물김치 담그기

열무는 깨끗이 씻어 4~5 cm 정도의 길이로 썰어 잎과 줄기를 구분하여 각각 동량으로하여 소금 농도 2.0%가 되도록 일정량의 소금에 1시간 절인 후 파 68 g, 홍고추 51 g 및 마늘 51 g을 넣고 증류수(1차 D.W)를 부어 전체를 2.7 l로 하여 3 l 들이 유리병에 담았다. 이때 파와 홍고추는 4~5 cm 크기로 썰었고 마늘은 얇게 저며서 사용하였다. 김치를 담글 때 열무와 무의 비율은 Table 1과 같이 하여 4°C, 15°C, 25°C에서 10일간 발효·숙성시켰다.

3. pH 및 산도의 측정

시료액의 pH는 pH meter(Mettler, Toledo 345)로 측정하였으며, 산도의 측정은 시료액 10 l를 취하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1N-NaOH용액으로 적정하여, 이 때 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid(%)양으로 환산하였다⁹⁾.

$$\text{Acidity (\%, as lactic acid)} = \frac{0.009008 \times \text{ml of 0.1 N NaOH} \times F \times 100}{\text{sample (g)}}$$

F: factor of 0.1 N NaOH

4. 총 비타민 C의 정량

비타민 C의 함량은 김치국물 2 ml를 취해 indophenol 용액으로 산화시킨 후 2,4-dinitrophenyl hydrazine 비색법⁷⁻⁸⁾에 의해 정량된 양을 총 비타민 C의 양으로 하였으며 표준 비타민 C는 L-ascorbic acid (Sigma co.)를 사용하였다.

5. 미생물수의 측정

김치국물 1 ml를 취하여 0.85% 멸균 식염수로 단계

적으로 희석하여 총균수는 PCA배지⁹⁾를, 젖산균수의 경우는 MRS agar배지¹⁰⁾를 사용하여 spreading culture method로 접종한 후 나타난 균수를 측정하였다.

6. 관능검사

열무와 담금수의 비율을 달리한 열무 물김치의 향, 맛, 텍스처 및 전반적 기호도의 조사를 위해 김치가 가장 맛있는 상태인 pH 4.3~4.5 부근에 도달했을 때 5점 채점법을 사용하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사 요원은 성신여자대학교 식품영양학과에 재학중인 대학원생 6명을 대상으로 하였다. 관능검사를 통해 얻은 data의 통계처리는 각각 이원분산분석(two way ANOVA test)과 multiple-range test로 평균간의 다중비교를 실시하여 유의수준 5%에서 유의성을 검증하였다¹¹⁾.

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 산도의 변화

김치를 열무/물의 비율 1/1.14, 1/1.5, 1/2, 1/2.75, 1/4

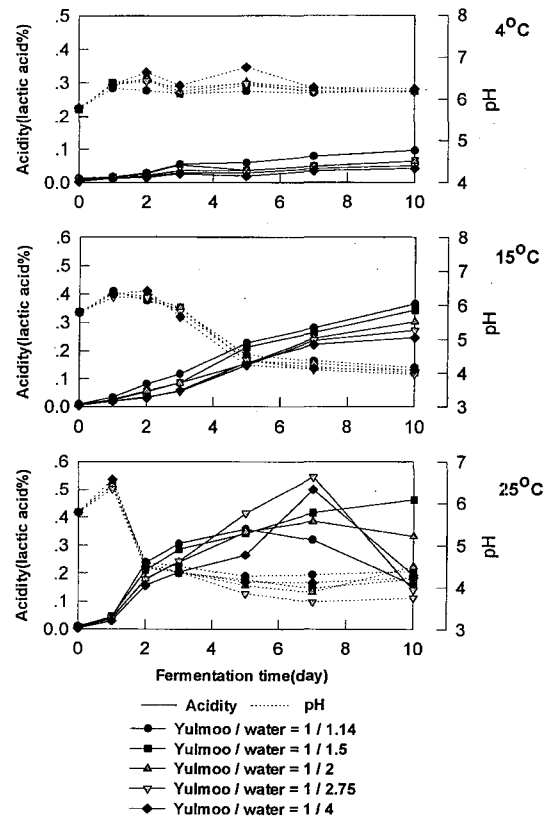


Fig. 1. Effect of Yulmoo vs Water ratio on Acidity and pH during Yulmoo Mulkimchi fermentation.

의 비율로 담궈 숙성 시켰을 때의 pH와 산도 변화는 Fig. 1과 같다.

(1) pH

숙성 초기에는 pH가 5.7~5.8 사이였고, 4°C, 15°C, 25°C 각 온도에서 열무와 물비율간에 큰 차이를 보이지 않았다. 4°C의 경우 숙성 전반에 걸쳐 초기 값과 변화가 거의 없었고, 15°C의 경우 발효 3일 이후 급격히 감소한 후 완만해졌으며, 25°C의 경우 발효 1일 이후로 급격히 감소한 후 최저 pH 3.8 부근에서 완만해졌다.

(2) 산도

4°C와 15°C에서는 물비율이 작을수록 산도가 높게 나타나, 발효 10일경에 4°C는 0.096, 0.081, 0.065, 0.051, 0.042, 15°C는 4°C에 비해 급격하게 증가하여 5일째에 0.2280, 0.2130, 0.1540, 0.1490, 0.158(물비율 1/1.14, 1/1.5, 1/2, 1/2.75, 1/4)로 각각 나타났다. 25°C의 경우 발효 3일까지는 4°C, 15°C와 같은 경향이였다. 이처럼 열무의 양이 많을 수록 즉, 물비율이 작을 수록 산도가 높게 나타나는 것은 유산균이 열무중의 발효성 당을 이용해 산을 생성하기 때문에 열무의 양이 많을 수록 당의 전체량이 많아 생성되는 산의 양도 많기 때문이라고 생각되었다¹²⁻¹⁵⁾ 발효 온도 25°C에서 7일 이후 산도가 감소하는 것은 총 세균수의 증가(Fig. 3)와 관련이 있는 것으로 생각되며 이는 효모 등의 호기성 세균이 증가되어 산을 소비하기 때문¹⁴⁾으로 생각된다.

2. 총 비타민 C 함량의 변화

비타민 C는 인체 하루 필요량이 60~65 mg으로 생체 대사시 필수적인 조효소로서 근래에는 인스턴트 식품 섭취로 인한 식생활의 변화, 스트레스, 흡연등으로 비타민 C 요구량이 증가하고 있으며 또한 김치의 맛과도 관련이 있어 김치의 신맛과 풍미에 좋은 영향을 준다고 한 보고¹⁹⁾도 있으며, 열무에는 비타민 C가 46 mg%나 풍부하게 들어 있으며 발효중 증가 한다¹⁶⁾고 하였다. 열무와 담금수의 비율을 달리하여 제조한 물김치의 숙성 중 비타민 C 함량 변화를 측정하였다 (Fig. 2).

4°C의 경우 발효기간 내내 증가하는 경향이었고, 15°C에서는 1일에 증가하여 그 수준을 유지했으며, 25°C에서는 2일에 증가하였다가 급격히 감소하는 경향을 보였다(물비율 1/1.14, 1/2, 1/4). 전체적으로 물비율이 작았을때 비타민 C 함량이 많은 경향을 나타냈다. 4°C에서는 발효 10일까지 계속 상승하여 발효 10일째 최고함량을 나타내어 각각 21.71, 20.72, 16.77 (물비율 1/1.14, 1/2, 1/4)로 나타났다.

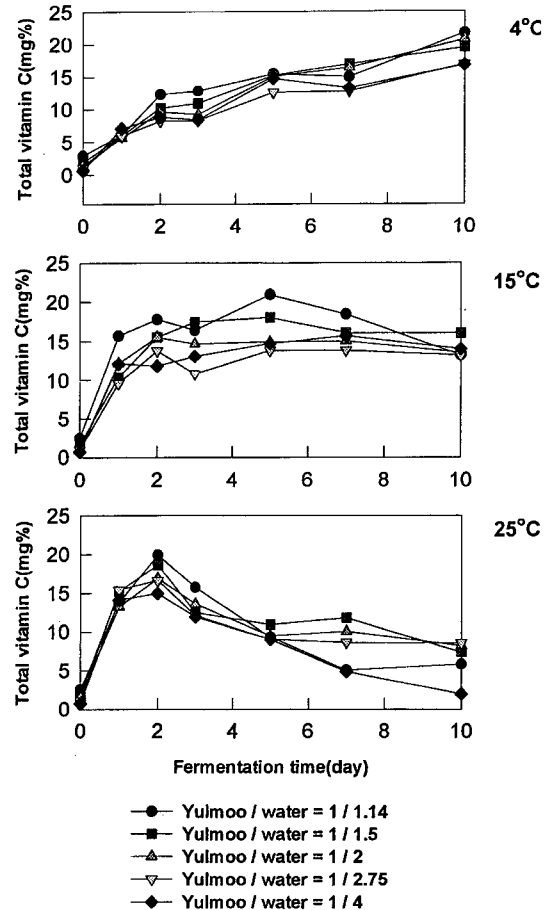


Fig. 2. Effect of Yulmoo vs Water ratio on total vitamin C formation during Yulmoo Mulkimchi fermentation at various temperature.

15°C에서는 발효 5일에 최고 함량을 나타낸 후 감소하여 발효 5일에는 각각 20.96, 14.93, 14.72(물비율 1/1.14, 1/2, 1/4), 25°C에서는 발효 2일에 각각 19.93, 16.92, 15.0(물비율 1/1.14, 1/2, 1/4)로 나타나, 물비율과 총 비타민 C 함량은 반비례함을 나타내었다. 물비율이 작아지면 열무에서의 추출량 내지는 생합성되는 기질, 효소의 양^{13,17)}도 많아지리라는 것은 당연하나 물의 양의 증가 비율에 따라 비타민 생성량이 비례되지는 않았다.

3. 미생물의 변화

주재료인 열무와 담금수의 비율을 달리하여 제조한 열무 물김치의 숙성 중 총균수, 젖산균수의 변화를 살펴본 결과는 Figs. 3~4과 같았다.

(1) 총균수의 변화

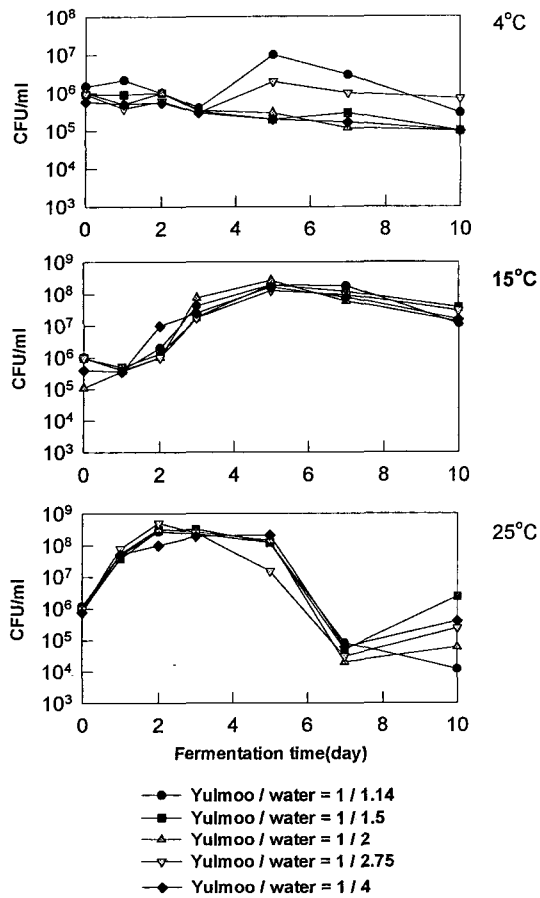


Fig. 3. Changes of total cell number in *Yulmoo Mulkimchi* during fermentation at various temperature.

Fig. 3에서는 열무 물김치 숙성·저장중의 총균수의 변화를 나타내었다. 총균수는 25°C의 경우, 2일에 최고치에 달해 108 CFU/ml를 나타냈으며, 숙성 5일까지 그 수준을 유지하다가 급격히 감소하였다. 15°C의 경우 숙성 5일째 최고치를 나타냈으며, 두 온도에서는 시료간 차이를 보이지 않았다. 4°C는 물비율 1/1.14 시료가 비교적 많은 균수를 보여 5일째에는 1.9×10^7 CFU/ml를 나타내었고 물비율 1/2.75 시료는 2.0×10^6 CFU/ml를 나타내었다. 그외 시료에서는 물비율간 차이를 보이지 않았다.

(2) 젖산균수의 변화

Fig. 4에 나타난 젖산균수는 4°C, 15°C, 25°C 모두 물비율에 따른 시료간 차이를 보이지 않았다. 담금 직후에는 초기 균수가 $10^2 \sim 10^3$ CFU/ml로 총균수보다 다소 낮았지만 25°C의 경우 급격히 증가하여 2일째 총균수와 비슷한 수준의 최고치를 나타냈고, 15°C에서는 5일까지 완만하게 증가하여 최고 균수를 보인 후

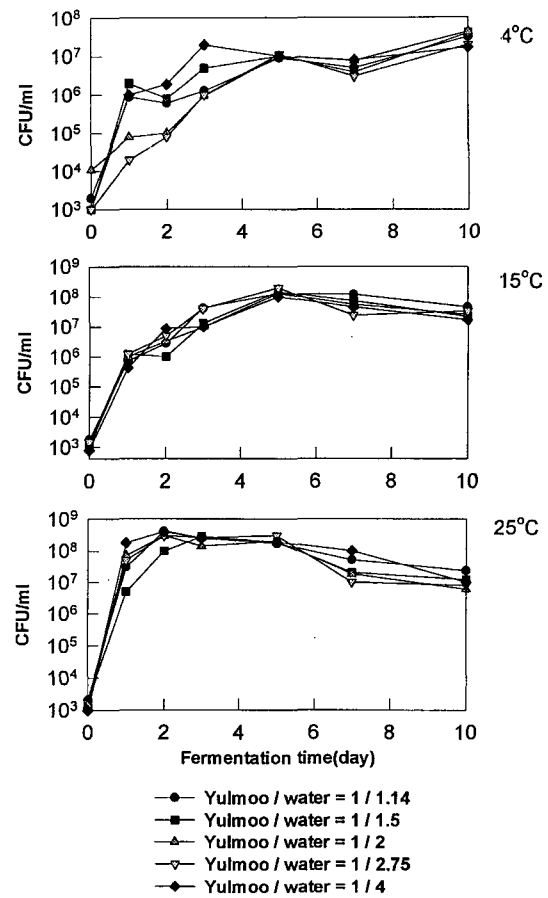


Fig. 4. Changes of lactic acid bacteria counts during *Yulmoo Mulkimchi* fermentation at various temperature.

그 수준을 유지하였으며, 4°C의 경우에는 발효 3일까지 서서히 증가된 후 그 수준을 유지하였다.

4. 관능검사

물비율을 달리하여 제조한 후 발효·숙성시킨 열무 물김치에 대해 4°C, 15°C 숙성의 경우 관능검사 결과 유의적인 차이를 보이지 않았으므로 25°C 숙성 김치를 담근 후 2일 후 관능검사를 하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 관능검사는 김치의 최적 숙성 적기인 pH 4.3~4.5 부근에 도달했을 때 실시하였으며 향(신냄새, 덜익은 냄새, 새콤한 냄새), 맛(신맛, 덜익은 맛, 새콤한 맛), 질감(단단함, 질김), 전반적인 기호도에 대하여 평가하였다. 시료간 차이를 보였던 항목은 25°C 숙성 김치에서 신냄새, 신맛, 새콤한 맛 3가지 항목이었다. 신냄새의 경우 물비율(1/1.14) 시료가 물비율(1/1.5)을 제외한 나머지 시료와 유의적인 차이를 보였다. 신맛은 물비율(1/1.14) 시료가 물비율(1/4) 시료와

Table 2. Scores of sensory evaluation of Yulmoo *Mulkimchi* fermented at 25°C with various Yulmoo to water ratio

Characteristics		Yulmoo to Water ratio					F-Value
		1/1.14	1/1.5	1/2	1/2.75	1/4	
Odor	sour	4 ^a	3.4 ^{ab}	3.2 ^b	3.2 ^b	3 ^b	3.08*
	fresh Yulmoo	1.2	1.4	1.2	2	1.8	1.83
	well ripe	3.4	3.2	2.8	3.4	3.2	0.80
Taste	sour	4 ^a	3 ^b	3.4 ^a	3.8 ^{ab}	2.8 ^b	4.75*
	fresh Yulmoo	1	1.4	1.2	1.4	2	2.55
	well ripe	4.4 ^a	3.2 ^b	3.6 ^b	3.6 ^b	3.2 ^b	4.00*
Texture	firmness	3.4	3.2	2.8	3.2	3.2	1.18
	chewiness	3	3	2.8	3.2	3	1.0
Overall acceptability		3.2	3.4	3.6	2.8	2.6	0.92

^{ab}Mean scores within raw followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple ranges test.

*: P<0.05 in the ANOVA test.

물비율(1/2) 시료가 물비율(1/1.5), (1/4) 시료와 각각 유의적인 차이를 나타내었다. 새콤한 맛은 물비율 (1/1.14)가 가장 높은 값을 나타내었다. 전반적인 기호도면에서는 물비율 1/2>1/1.5>1/1.14>1/2.75>1/4 순으로 나타나 물비율 1/2 시료가 기호면에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 이 등¹⁸⁾이 보고한 동치미 제조시 무:물의 비

율이 1:1.5와 유사하여 동치미, 열무 물김치 등의 물김치 제조시 적당한 물비율은 1/1.5~1/2가 바람직하다고 생각되었다. 물비율 1/1.14인 경우에는 비타민 C 함량은 높았지만 물과 열무의 비율이 1/2로 물과 열무의 함량이 적당한 경우가 기호면에서는 우수한 것으로 생각되었다.

5. 비타민 C와 맛의 상관 관계

비타민 C가 김치의 신맛에 영향을 준다는 사실로부터 비타민 C를 김치의 숙성지표로 하기 위해 김치의 관능적 특성과 총 비타민 C 함량의 상관 관계를 Fig. 5에 나타내었다. 상관 관계는 회귀분석을 사용하여 $Y=0.2X+0.023$ 회귀식과 상관계수 $r=0.9526$ 값을 얻었다. 총 비타민 C 함량은 최고 함량을 나타낸 김치 발효 2일째의 값으로 하였고 관능검사 값은 관능검사 에서 시료간 유의성을 보인 신냄새, 신맛, 새콤한맛의 3가지 값을 사용하였다. 두 항목의 상관관계는 상관계수가 $r=0.9526$ 으로 높은 양의 상관성을 보여, 비타민 C가 김치의 신맛과 풍미에 긍정적으로 작용한다는 강 등¹⁹⁾과 유사한 결과를 보였다. 따라서, 김치의 맛이 좋을 때 비타민 C 함량도 최고함량을 나타냄을 알 수 있었다.

요 약

물비율에 따른 열무 물김치의 발효특성을 조사하기 위해 담금수의 비율을 1/1.14, 1/1.5, 1/2, 1/2.75, 1/4로 각각 달리하고 발효숙성 온도를 4°C, 15°C, 25°C로 조절하여 열무 물김치를 제조한 후 pH, 산도, 총 비타민 C 함량, 미생물균수의 변화를 측정하였고 물비율이 관능적 특성에는 어떠한 영향을 미치는지 함께 살펴

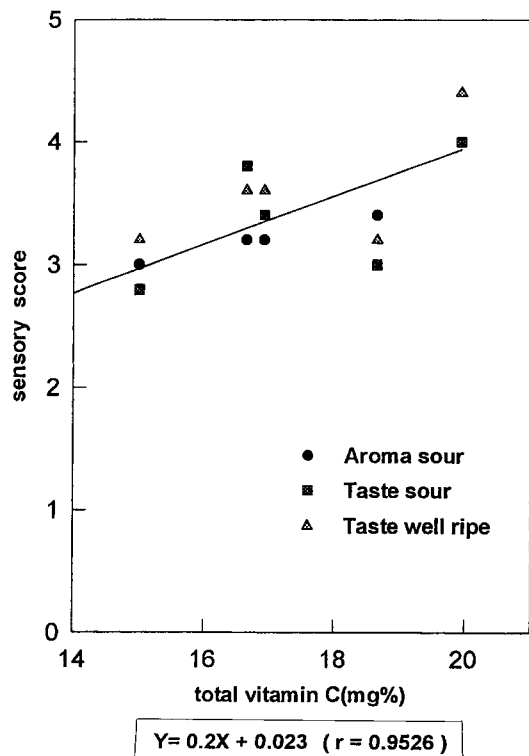


Fig. 5. Correlation of the sensory score with total vitamin C contents in the Yulmoo *Mulkimchi*.

보았다. 위의 비율대로 열무 물김치를 제조했을 때, pH와 미생물 변화는 온도별, 시료별로 큰 차이를 보이지 않았고 산도는 온도와 상관없이 물비율이 작을수록 높게 나타났다. 총 비타민 C 함량도 물비율이 작을수록 높음을 알 수 있었다. 관능검사에서는 신냄새, 신맛, 새콤한 맛에서 시료간 차이를 보였는데 각각의 항목에서 물비율 1/1.14 시료가 다른 시료들과 유의적으로 강하게 나타났다. 전반적인 기호도면에서는 유의적인 차이는 없었지만 물비율 1/2가 가장 우수했으며 이어서 1/1.5, 1/1.14, 1/2.75, 1/4 순으로 높게 나타났다. 또한, 총 비타민 C가 김치의 신맛과 풍미와 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 최홍식: 한국인의 생명 · 김치. 밀알 (1995).
2. 한국인구보건연구원: 한국인의 영양 권장량(제 5차 개정). 고문사 (1989).
3. 농촌진흥청: 식품 성분표(제 4차 개정판). (1991).
4. 김유진, 오지영, 이태녕, 한영숙: 담금수의 수질이 열무 물김치의 비타민 C 함량에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **30**(1): 175 (1998).
5. Alegria, B. Caragay: Cancer-Preventive Foods and Ingredients. *Food technology*, 65 (1992).
6. 박우포, 김재욱: 향신료가 김치 발효에 미치는 영향, 한국농화학회지. **34**: 235 (1991).
7. 假屋園璋:食品學實驗 ノト. 建帛社 (1989).
8. 주현규, 조규성: 식품분석법. 학문사 (1995).
9. Difco Laboratories: Difco Manual. 10th edition, Difco Lab., Detroit Michigan 48232 U.S.A. (1984).
10. Shigeo, M. and Toshio, O.: Selective media for enumerating lactic acid bacteria groups from fermented pickles (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**(9): 610 (1988).
11. 오지영: 염농도 및 발효 온도를 달리한 물김치의 발효 특성 및 미생물 균총변화. 성신여자대학교 석사학위논문, (1997).
12. 구경형: 김치의 물리화학적 및 관능적 성질에 관한 연구. 세종대학교 석사학위 논문, (1987).
13. 박희옥, 김유경, 윤 선: 김치 숙성과정중의 Enzyme System에 관한 연구. 한국 조리과학회지, **7**(4): 1 (1991).
14. 하덕모: 최신 식품미생물학, 신광출판사 (1991).
15. 강수기, 박완수, 최태동: 김치, 수지맞는 사업 추진과 경영, 농민신문사 (1995).
16. 김정자: 하기 열무 김치의 Vitamin C에 관하여. 이화여자대학교 대학원 논문, (1960).
17. 우경자: 김치의 숙성환경이 Vitamin C 생합성 및 파괴에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위논문, (1968).
18. 이매리, 이혜수: 동치미의 맛성분에 관한 연구. 한국 조리과학회지 **6**(1): 1 (1990).

(1998년 8월 10일 접수)