

김치의 숙성중 색상변화에 관한 연구

김미경 · 하귀현* · 김미정 · 김순동†

효성여자대학 식품가공학과

*경동전문대학 여성교양과

Change in Color of Kimchi during Fermentation

Mee-Kyung Kim, Kye-Hyun Ha*, Mee-Jung Kim and Soon-Dong Kim†

Dept. of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Kyungsan 713 - 702, Korea

*Dept. of Women Culture, Kyungdong Junior College, Kyungsan 713 - 900, Korea

Abstract

Correlation between pH and color of Kimchi during fermentation was investigated to visually evaluate the fermentation degree of Chinese cabbage Kimchi. Color "a" and "H" values in the white part, "a", "H" and "C" values in the green part of the Kimchi showed a high correlation with pH, respectively. "a" and "H" values of Kimchi juice, "L" and "V" values of red pepper attached to Kimchi had a high correlation with pH. The color of the white part was light greenish white in unripened Kimchi, but changed to reddish in ripened Kimchi. Green part changed from light green to reddish green as ripening. Red pepper powder attached to Kimchi showed reddish color in unripening, but changed to yellowish red in over ripening.

Key words : color of Kimchi, visual quality estimation

서 론

김치는 우리나라 식사에 빼놓을 수 없는 대표적인 전통 발효식품이며, 특히 겨울철에 부족되며 쉬운 비타민류 및 무기염류의 중요한 공급원이 되어 왔다^{1,2)}. 종래 김치는 주로 가정단위의 자가제조 형태였으나 주거생활 변화와 함께 주부들의 산업활동 참여가 늘어나고 외국에 수출하는 양도 많아져 공장규모의 생산이 늘어나고 있다. 공장김치의 경우 절임채소류에 갖은 양념을 섞어 버무린 후에 숙성시키지 않은 채 포장, 유통시키므로 유통과정중에 숙성된다. 소비자 측면에서 보면 숙성진행 여부를 포장된 채 또는 먹어보지 않고 평가할 수 있는 방안이 절실히 요구되고 있다. 김치의 숙성정도 판정은 성분 분석에 의한 방법, 관능적 인 평가 방법 및 미생물의 생육상태 조사 등으로 행해지고 있다. 성분 분석에 의한 방법으로는 pH, 산도^{3,4)} 등과 함께 김치의 주요 영양성분으로 알려진 비타민류⁵⁻⁷⁾, 유기산^{8,9)}, 휘발성 성분¹⁰⁾ 등의 함량을 측정한 사례들을

볼 수 있으며 이 중에서 특히 숙성의 진행과 pH 감소는 밀접한 관계가 있음이 알려져 있다⁴⁾. 관능적 평가로서는 맛, 냄새, 기호도, 질감, 종합적인 맛 등을 평가^{11~13)}하고 있으며 미생물의 생육 상태 조사에서는 젖산균의 분포^{8,11)}, 총균수^{9,10,14)}, 호기성 미생물의 생육상태¹⁵⁾ 등을 들 수 있다. 그러나 이 같은 방법은 육안적 품질 평가가 불가능할 뿐만 아니라 소비자 측면에서 신속히 품질을 평가할 수 없는 문제점이 있다.

본 연구에서는 김치숙성의 진행과 pH 감소와 밀접한 관계가 있음을 감안하여 숙성중의 pH 변화와 색상 변화와의 관계를 조사하였다. 배추 김치의 흰색잎부분과 청색잎부분, 국물, 고추가루 등으로 나누어 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 배추는 경북 경산군 하양읍 시장에서 시판되고 있는 짬뽕용 결구배추 (*Brassica pekinensis* R.)로서 포기당 중량이 3kg내외의 것을 사용하였

*To whom all correspondence should be addressed

다. 부재료인 고추는 건조고추가루를, 마늘 및 생강은 신선물을 각각 구입하여 냉장고에서 보관하면서 사용하였고 식염은 한주소금을 사용하였다.

담금 및 숙성

배추김치의 담금 비율은 Table 1과 같으며 먼저 4등분한 배추를 20°C의 15% (w/v) 소금물에 3시간 절인 후 흐르는 수도물에 두세번 세척하고 약 10분간 탈수시켰다. 탈수된 절임배추는 절구에서 빻아 충분히 혼합한 부재료와 함께 잘 버무려 500ml의 유리 용기에 400g 넣어서 20°C에서 8일간 숙성시켰다.

pH

김치를 마쇄하여 여과한 여액을 시료로 사용하여 pH meter (Metrohm 632, Swiss)로 측정하였다.

색상 측정

김치 색상의 측정은 배추의 흰색 잎부분과 녹색의 잎부분, 국물 및 고추가루에 대하여 측정하였으며 Digital Color Measuring/Difference Calculating Meter (Model

Table 1. Composition of Kimchi materials

Materials	Ratio (%)
Salted Chinese cabbage	100
Red pepper powder	2
Garlic	2
Green onion	2
Ginger	1

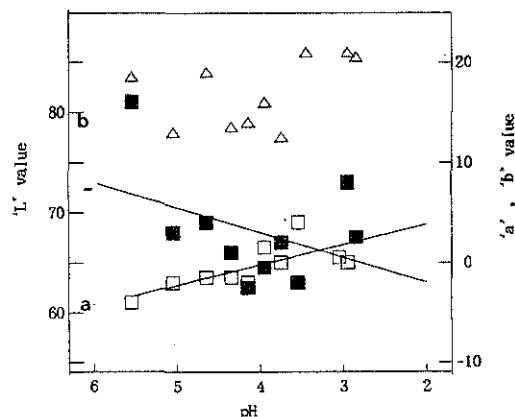


Fig. 1. Correlation between pH and L*, a*, b* values of Chinese cabbage Kimchi stem (white part).

$$\begin{aligned} L &= 2.3628 \times \text{pH} + 58.5550, r = 0.3825 \\ a &= -1.9636 \times \text{pH} + 7.5565, r = -0.7559^* \\ b &= -1.7713 \times \text{pH} + 24.3561, r = -0.4276 \\ *p &< 0.05 \end{aligned}$$

CR-200 Minolta)로 Hunter 'L' 'a' 및 'b' 값과 Munsell 'H' 'V' 및 'C' 값을 측정하였다. 고추가루의 경우는 배추조직에 묻은 것을 모아서 측정하였다.

결과 및 고찰

김치의 숙성 중 pH와 김치 조직의 L, a, b 및 H, V, C값 사이의 상관관계를 나타낸 결과는 Fig. 1~8과 같다. pH 와 배추잎의 백색부분 (white part)의 L, b값 사이에는 유의성이 나타나지 않았으나 a값은 pH 6에서는 -4.2, pH 4.2에서는 -0.01, pH 2에서는 3.6으로 나타내었으며 상관계수가 0.7559로 비교적 높은 방정식 ($a = -1.9636 \times \text{pH} + 7.5565$)을 얻었다. 이로 인해 배추의 백색부는 숙성이 진행되어감에 따라 고추가루의 붉은색이 용출되어 조직으로 스며들어 붉은색을 띠게 됨을 알 수 있다. 따라서 배추 김치의 백색부 잎조직이 연두빛을 품은 흰색을 띠면 미숙시기임을 알 수 있으나 연한 주황색이 되면 상당히 숙성된 상태임을 알 수 있다. 그러나 적숙기와 과숙기의 배추조직의 색상은 육안적 식별이 어려웠다. 배추의 백색부 잎조직의 H값과 pH와의 관계는 $H = 2.08 \times \text{pH} - 4.49$ ($r = 0.7556$)으로 상관관계가 큼을 나타내었다. 김치의 숙성 중 백색부 잎조직의 색상은 미숙시에 8.0Y를 나타내었으나 적숙시에는 4.25Y, 과숙시에는 0.3Y로 점차 적색화하여 a값과 pH와의 관계에서 와 일치하고 있다. 백색부 잎조직의 V (value)값과 pH와의 관계는 L값에서와 같이 유의성이 낮은 반면 C (chroma)값과 pH와는 $C = -0.36 \times \text{pH} + 3.88$

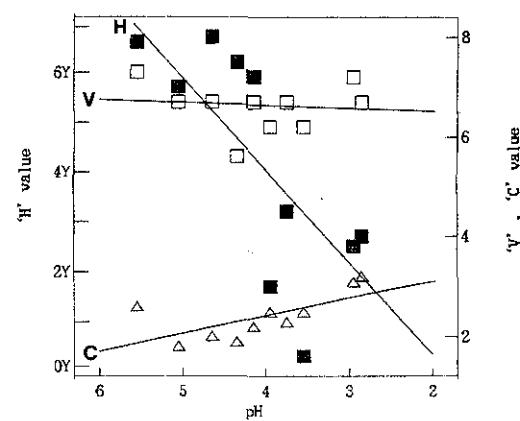


Fig. 2. Correlation between pH and H, V, C values of Chinese cabbage Kimchi stem (white part).

$$\begin{aligned} H &= 2.0810 \times \text{pH} - 4.4876, r = 0.7556^* \\ V &= 0.0423 \times \text{pH} + 6.4117, r = 0.0735 \\ C &= -0.3605 \times \text{pH} + 3.8790, r = -0.6833^* \\ *p &< 0.05 \end{aligned}$$

($r = -0.68$)의 상관관계를 나타내었다. 즉 김치의 pH가 6일 때는 1.7, pH 4.2 일 때는 2.36, pH 2 일 때는 3.2로 pH 감소에 따른 V값의 증가가 인정되었다. 이로 인해 김치의 숙성이 진행됨에 따라 백색부 잎조직의 채도가 높아짐을 알 수 있다. 이러한 현상은 백색의 잎조직이 숙성과 함께 고추가루로부터 우러나온 적색이 침투되면서 숙성 초기에는 밝은 연두색을 품은 백색으로 변했다가 적색기에 가서는 침투량이 많아져 여린 주황색으로 변화되기 때문이라고 생각된다.

Fig. 3과 4는 배추김치의 녹색 잎조직의 색상과 pH

변화와의 관계를 나타낸 것이다. 녹색부 잎조직(green part)의 L값, b값과 pH감소와의 상관관계는 유의성이나 없으나 a값과의 관계는 $a = -4.47 \times \text{pH} + 20.52$ ($r = -0.76$)으로 비교적 높은 유의성을 나타내었다. 숙성의 진행에 따른 녹색부 잎조직의 적색화 정도는 육안적으로 김치의 미숙기, 적숙기 및 과숙기를 식별할 수 있는 기준이 될 수 있다. 즉 숙성초기의 미숙기에는 a값이 -6.3로서 밝은 연두빛을 띠는 녹색이었으며 pH 4.2 정도의 적숙시에는 1.7로서 적색도가 증가하며 pH 4.0 이하의 과숙기에는 11.6으로서 적색과 갈색을 품은 어두

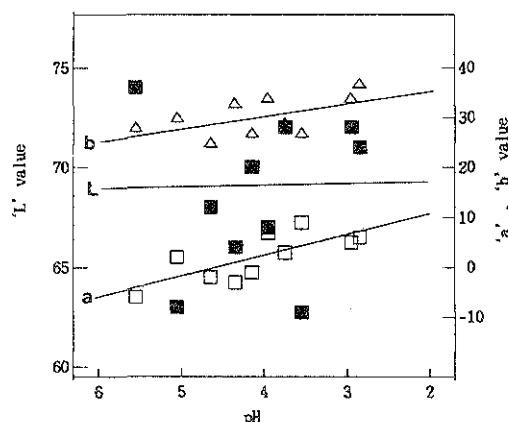


Fig. 3. Correlationship between pH and L, a, b values of Chinese cabbage Kimchi leaf (green part).

$$L = -0.4231 \times \text{pH} + 70.2843, r = -0.0945$$

$$a = -4.4684 \times \text{pH} + 20.5199, r = -0.7639^*$$

$$b = -2.4700 \times \text{pH} + 40.6117, r = -0.5515$$

* $p < 0.05$

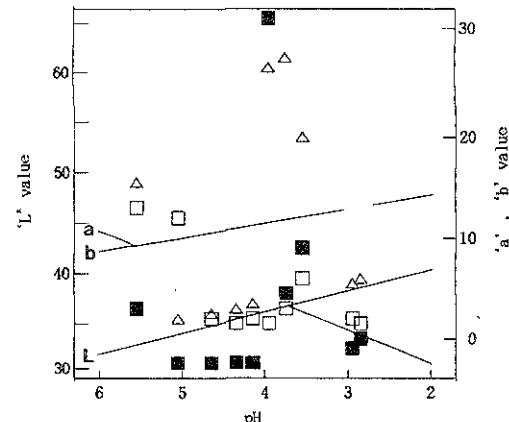


Fig. 5. Correlationship between pH and L, a, b values of Chinese cabbage Kimchi juice.

$$L = -2.1163 \times \text{pH} + 44.9742, r = -0.1621$$

$$a = 3.3372 \times \text{pH} - 9.2302, r = 0.6657^*$$

$$b = -1.3761 \times \text{pH} + 16.9644, r = 0.1148$$

* $p < 0.05$

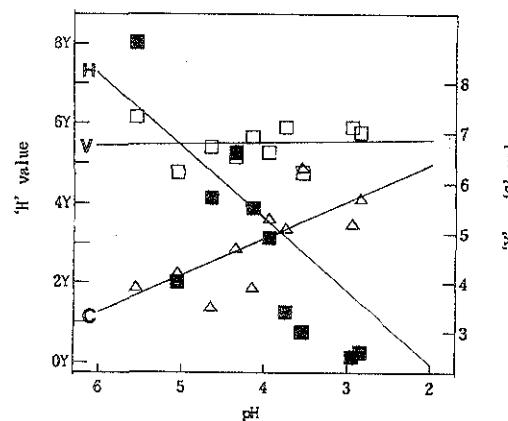


Fig. 4. Correlationship between pH and H, V, C values of Chinese cabbage Kimchi leaf (green part).

$$H = 2.4117 \times \text{pH} - 7.1304, r = 0.8330^{**}$$

$$V = -0.0457 \times \text{pH} + 6.9486, r = -0.1030$$

$$C = -0.7521 \times \text{pH} + 7.9080, r = -0.7327^*$$

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

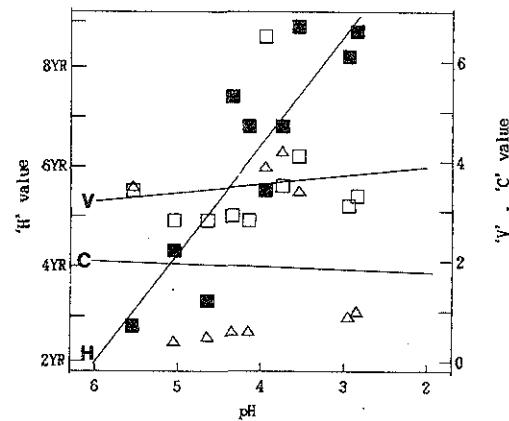


Fig. 6. Correlationship between pH and H, V, C values of Chinese cabbage Kimchi juice.

$$H = -2.2738 \times \text{pH} + 15.5810, r = -0.8693^{**}$$

$$V = -0.1819 \times \text{pH} + 4.2842, r = -0.1392$$

$$C = 0.0408 \times \text{pH} + 1.7364, r = 0.0214$$

** $p < 0.01$

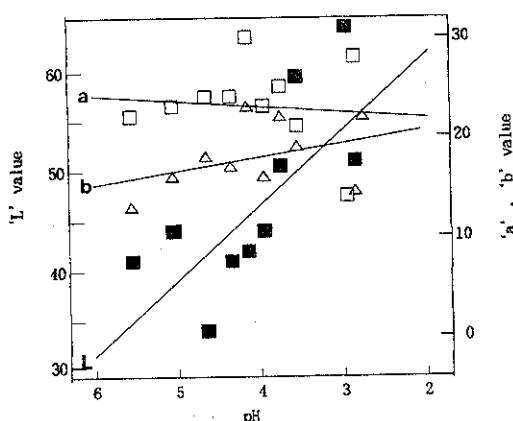


Fig. 7. Correlational relationship between pH and L, a, b values of pepper powder attached to Chinese cabbage Kimchi.

$$L = -7.8717 \times \text{pH} + 79.4300, r = -0.7419^*$$

$$a = 0.6297 \times \text{pH} + 20.6374, r = -0.1282$$

$$b = -1.5215 \times \text{pH} + 24.2458, r = -0.3902$$

* $p < 0.05$

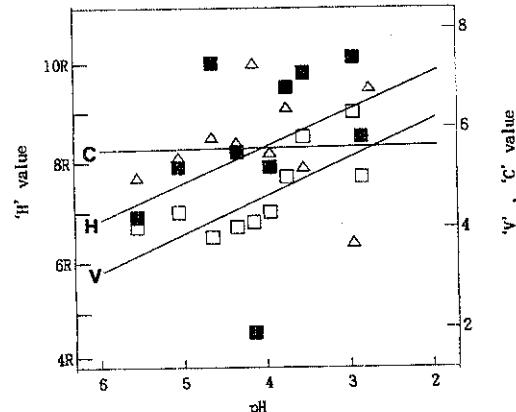


Fig. 8. Correlational relationship between pH and H, V, C values of pepper powder attached to Chinese cabbage Kimchi.

$$H = -0.7329 \times \text{pH} + 11.2968, r = -0.3761$$

$$V = -0.7414 \times \text{pH} + 7.7219, r = -0.7584^*$$

$$C = -0.0263 \times \text{pH} + 5.7767, r = -0.0228$$

* $p < 0.05$

운 녹색을 나타낸다. 일부분의 실측된 H값은 담금초기에 8Y로 나타내었으나 과숙된 김치에서는 0.5Y로 크게 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 적녹색화하는 현상으로 부재료로 사용한 고추가루로 인해 붉은색이 조직내로 침투함과 함께 숙성의 진행과 더불어 염록소가 조직 밖으로 침출되는 현상에 기인되는 것으로 보이며, 이후 다시 녹색의 chlorophyll이 갈색의 pheophytin으로 변하면서 연한 잎조직이 손상되어 조직으로부터 polyphenol 성분들의 산화가 이루어지기 때문이다. 또 녹색 일부분의 C값은 pH 감소와 함께 $C = -0.75 \times \text{pH} + 7.91 (r = -0.73)$ 의 관계식을 나타내었다.

국물의 색상과 pH와의 상관관계를 나타낸 결과는 Fig. 5 및 6과 같다. 국물의 L, a, b 값과 pH와의 상관관계 (Fig. 5)에서 보면 L, b와의 유의성은 없었으나 a값과 pH 감소와의 관계는 $a = 3.34 \times \text{pH} - 9.23 (r = 0.67)$ 으로 유의성이 인정되었다. 김치국물의 색상은 육안적으로 보았을 때 미숙일 때는 붉은빛을 띠나 적숙기에는 옅은 붉은빛에 푸른빛이 깃든 색으로 변화되고 과숙기에는 진한 어두운 색으로 된다. 이러한 현상은 숙성에 따른 고추가루 색상의 용출과 녹색 잎조직의 염록소 용출 및 과숙기의 산화현상과 관련이 있는 것으로 보인다. 국물의 H값은 $H = -2.27 \times \text{pH} + 15.58 (r = -0.87)$ 로 높은 상관율을 보였는데 숙성초기에 1.9YR에서 숙성후기에는 10YR로 증가되었다.

고추가루의 색상과 pH와의 상관관계를 나타낸 결과는 Fig. 7 및 8과 같다. L, a, b값과 pH와의 상관관계를 조사한 결과 (Fig. 7) a값과 b값과 pH 감소와의 유의성

은 낮았으나 L값과는 $L = -7.87 \times \text{pH} + 79.43 (r = -0.74)$ 으로 비교적 높은 상관성이 인정되었다. 이는 숙성이 진행됨으로 인해 L, V값이 동시에 증가되는 것으로 보아 색상이 점점 밝아져가는 것을 나타낸다. 고추가루는 미숙시엔 붉은색이었다가 적숙시엔 밝은색으로 되고 과숙시엔 노란빛이 또는 연한 붉은색으로 된다. 고추에 함유된 적색색소는 carotenoid계 색소로서 산에 약한 특성^[16]을 지니고 있으며 김치가 숙성함에 따라 산성으로 되면서 광도가 높은 옅은 색상으로 변화되는 것으로 추정된다. 고추가루의 H, V, C와 pH와의 상관관계를 보면 (Fig. 8) H, V, C값과는 상관성이 낮았으나 V값과는 $V = -0.74 \times \text{pH} + 7.72 (r = -0.76)$ 로 비교적 높은 상관관계를 나타내며 L값의 결과와 일치한다.

요약

김치의 숙성중 숙성과 밀접한 관련이 있는 pH의 변화와 색상과의 상관관계를 조사하여 숙성정도를 육안적으로 식별할 수 있는 방안을 검토하였다. 배추 김치의 백색잎 조직의 a, H값과 pH감소와는 각각 $r = -0.76, r = 0.76$ 으로 상관성이 인정되었으며 미숙시엔 연두빛을 품은 백색을 띠나 숙성이 진행됨에 따라 점차 적색화되어 연한 주황색으로 되었다. 녹색잎 부분의 a, H 및 C값과 pH 감소와의 관계는 각각 $r = -0.76, r = 0.83, r = -0.73$ 으로 비교적 높은 상관성을 나타내었으며 숙성에 따라 밝은 연두빛을 품은 녹색이 점차 붉은색이 많이 가미된 어두운 녹색으로 변화되었다. 국물의 색상과 pH

감소와의 관계는 a값과 H값에서 각각 $r=0.67$, $r=-0.87$ 으로 상관성이 인정되었다. 고추가루는 L값, V값과는 각각 $r=-0.74$, $r=-0.76$ 으로 미숙시는 붉은색, 적숙시는 밝은 붉은색, 과숙시에는 황색빛을 띠는 연한 붉은색으로 되었다.

문 현

1. 박전영, 최홍식 : 김치와 니토로소아민. 한국영양식량학회지, 21(1), 109 (1992)
2. 박우포, 이상준, 김재욱 : 중량법에 의한 김치 숙성도 관정에 관한 연구. 한국농화학회지, 33(3), 257 (1990)
3. 황인자, 우순자, 이혜문 : 칼슘급원 및 보존료 첨가가 김치발효중 비타민 항량 변화에 미치는 영향. 대한가정학회지, 26(1), 309 (1988)
4. 구강형, 강근옥, 김우정 : 김치발효과정중 품질변화. 한국식품과학회지, 20(4), 476 (1988)
5. 이승교, 김화자 : 절임조건별 배추에 의한 김치 숙성 중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량 변화. 한국영양식량학회지, 4(2), 161 (1989)
6. 이선화, 우순자 : 배추김치 숙성중 일부 첨가재료가 진산염, 아질산염 및 비타민 C 함량의 영향에 미치는 영향. 한국식문화학회지, 4(2), 161 (1989)
7. 김덕순, 조의순, 이근배 : 김치의 유기산 및 비타민

- 함량. 대한생화학회지, 1(2), 111 (1964)
8. 유재연, 이혜성, 이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화. 한국식품과학회지, 16(2), 169 (1954)
9. 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7(2), 74 (1975)
10. 지옥화 : 온도를 달리한 무우김치의 숙성기간에 따른 비휘발성 유기산의 변화. 충남대학교 석사학위 논문 (1988)
11. 조영 : 김치의 맛성분에 관한 연구. 한국방송통신대학 논문집, 제1집, p.485 (1983)
12. 이서래 : 김치의 맛과 영양, 김치와 전통식생활. 식품과 영양, 8(2), 20 (1987)
13. 혀우덕, 하재호, 석분호, 남명중, 신동화 : 김치의 저장중 향미성분 변화. 한국식품과학회지, 20(4), 511 (1988)
14. 천종희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8(2), 90 (1976)
15. 박운희, 조도현 : 김치에서 분리한 *Pediococcus*의 미생물 생육저해. 한국농화학회지, 22(2), 207 (1986)
16. 장경숙, 김미정, 오영애, 강명수, 김순동 : 배추김치의 숙성중 부재료와 젓산균에 따른 carotene의 함량 변화. 한국영양식량학회지, 20(1), 5 (1991)

(1994년 1월 28일 접수)