

동치미의 발효 중 화학적 및 관능적 성질의 변화

강근옥 · 손현주* · 김우정**

국립안성농업전문대학 생활교양과, *한국인삼연초연구소, **세종대학교 식품공학과

Changes in Chemical and Sensory Properties of *Dongchimi* during Fermentation

Kun-Og Kang, Hyun-Joo Sohn* and Woo-Jung Kim**

Department of Cultural Learning, Anseong National Agricultural College

*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

**Department of Food Science and Technology, King Sejong University

Abstract

The chemical and organoleptic properties of *dongchimi* studied for their changes during fermentation at 4°~35°C in 7% NaCl solution with seasonings. It was found that pH decrease showed three variation points in its slope at about pH 5.2, 4.7 and 4.1 during fermentation. A negative linear relationship between total acidity and logarithmic value of pH was obtained. The slope of the relationship curve was increased as the fermentation temperature increased. The reducing sugar was increased until pH reached 4.0~4.2 followed by a small decrease and its amount was lowered as the temperature increased from 4 to 25°C. The major nonvolatile organic acids were lactic and citric acids. The increase in lactic acid were more marked at 25°C than at 4°C. As fermentation proceeded the fresh radish odor significantly decreased while sourness and yeast-moldy odor increased. The crispness of the radish decreased slightly during fermentation.

Key words: *dongchimi*, fermented Chinese radish, pH, acidity, reducing sugar, non-volatile acids, sensory property

서 론

동치미는 각두기와 함께 무우를 주원료로 한 김치류의 한 종류로서 그 신선한 신맛과 짠맛 그리고 조직감으로 우리 식단에 중요한 위치를 차지하여 왔다. 동치미에 대한 연구는 많은 연구가 이루어져 온 배추김치에 비하여 대단히 미흡한 실정으로 현재까지 발표된 동치미의 주요 연구내용은 김 등^(1,2)의 동치미 발효과정 중 pH, 일반성분 및 당분의 변화와 정⁽³⁾이 발표한 동치미의 산도, pH 및 산화 환원전위의 변화, 그리고 지⁽⁴⁾의 비휘발성 유기산에 대한 발표가 있었다. 김치류의 pH나 산도 및 유기산 등 화학적 특성의 변화는 배추김치에 대하여는 많은 보고가 있었으나⁽⁵⁻¹⁵⁾ 동치미의 담금온도의 영향에 대하여는 자세히 검토 보고된 바가 없다.

그러하여 본 연구에서는 발효온도가 동치미의 pH, 산도, 환원당 및 유기산 등의 화학적 성질변화에 어떠한 영향을 주는지 밝히고 동치미의 관능적 특성인 냄새, 맛, 텍스처에 대하여 비교 평가함을 연구의 목적으로 하였다.

재료 및 방법

동치미 제조

동치미의 제조는 전보⁽¹⁵⁾와 같이 제조하였으며, 4°~35°C에서 발효시키면서 시간별로 시료를 채취하였다. 동치미 담금은 2개씩 3회 반복 담고어 다음 성질을 측정하였으며, 각 동치미당 2회 이상 측정하여 얻어진 결과의 산술평균값으로 표시하였다.

pH 및 산도의 측정

동치미액을 3겹의 cheese cloth로 여과한 다음 pH는 pH meter로 측정하였고 산도는 A.O.A.C 방법⁽¹⁶⁾에 의하여 10 ml 김치액을 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH 용량을 적산 함량으로 표시하였다.

환원당 측정

담금액의 환원당은 Somogy법⁽¹⁷⁾으로 측정한 뒤 포도당의 농도(%)로 표시하였다.

비휘발성 유기산 측정

동치미 담금액의 비휘발성 유기산은 4°C와 25°C에서 발효시킨 것을 동결 건조시킨 뒤 BSA 0.5 ml와 Pyridine 0.5 ml를 첨가하여 1분 동안 vortex mixer로 잘 혼합하

Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, King Sejong University, Gunja-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-747, Korea

였다. 혼합액은 sonicator를 사용하여 10분간 잘 분산시킨 다음 75°C에서 15분간 methylation시켰다. 동치미액의 유기산 분석을 위하여 GC에 사용된 표준유기산은 지⁽⁴⁾가 발표한 동치미의 유기산을 참조하여 lactic, succinic, malic, citric acid를 선정하였다. 이들의 측정은 gas chromatography(Hewlett-packard 5890A)를 사용하여 SPB-1 silica capillary column(0.25 mm×30 m)과 flame ionization detector로 분리 측정하였고 분리조건은 온도를 80°C에서 3분간 유지시킨 뒤 280°C까지 1분당 10°C씩 지속적으로 상승시켰으며 N₂가스의 흐름속도는 1분당 1.0 ml로 하였다.

동치미의 관능적 성질

발효기간에 따른 동치미의 냄새, 맛, 텍스처에 대한 관능적 성질은 향미 묘사법에 의하여 9개의 특성(생무우 냄새와 맛, 군덕냄새와 맛, 시름한 냄새와 신맛, 연함, 질김, 사각사각함)을 선정하였으며, 각 시료의 관능적 특성을 평가한 검사방법은 정량적 묘사분석법을 사용하여 약한 것을 1, 강한 것을 7로한 7점 채점법에 의하여 25°C에서 2, 3, 5일 발효시킨 동치미를 비교하였다. 패널원의 구성은 본 실험에 흥미를 갖고 있고 검사방법을 훈련시킨 10명의 검사원으로 1일 오전과 오후 2회 반복 평가하게 하였다. 관능평가에서 얻어진 결과는 정량적 묘사분석법(QDA)으로 비교하였다.

결과 및 고찰

pH와 총산도

동치미는 다른 김치류 제품과 같이 발효가 진행되면서 유기산의 생성과 함께 pH가 감소하여 이들의 변화는 동치미의 중요한 품질 지표가 된다. Fig. 1은 동치미를 4°~35°C의 범위에서 발효시키는 동안 담금액의 pH 변화를 보여주는 것으로 발효 초기에는 pH가 빠르게 감소하다가 차츰 완만해지는 경향을 보여주었으며 발효온도가 높을수록 감소속도가 빨랐다. 이러한 결과는 배추김치의 경우⁽¹¹⁾나 오이지의 경우⁽²⁰⁾와 유사한 결과였다. pH의 감소경향에서 3개의 변곡점을 볼 수 있었는데 이러한 변곡점들은 주로 낮은 온도에서 더욱 뚜렷하였으며 이는 pH가 감소하면서 성장 변식하는 미생물의 군수의 변화와 종류가 교대되기 때문으로 사료된다. 동치미의 발효 중 첫번째 변곡점은 pH 5.2 내외, 두번째는 pH 4.7 부근, 세번째는 pH 4.1 내외였다. 높은 온도(25°C와 35°C)에서는 발효속도가 빨리 진행되어 첫번째와 두번째의 변곡점은 관찰되지 않았으나 세번째는 pH 3.5 부근으로 낮게 나타났다. 구 등⁽¹¹⁾은 배추김치 발효의 pH 감소 경향에서 처음 완만한 pH 감소를 보인 초기 발효단계, 그 후 급속히 감소하여 pH 4.2~4.4까지 도달한 중간 발효단계 그리고 서서히 pH 4.0 이하로 떨어지는 최종 발효단계로 구분한 바 있는데 동치미는 배추김치와는

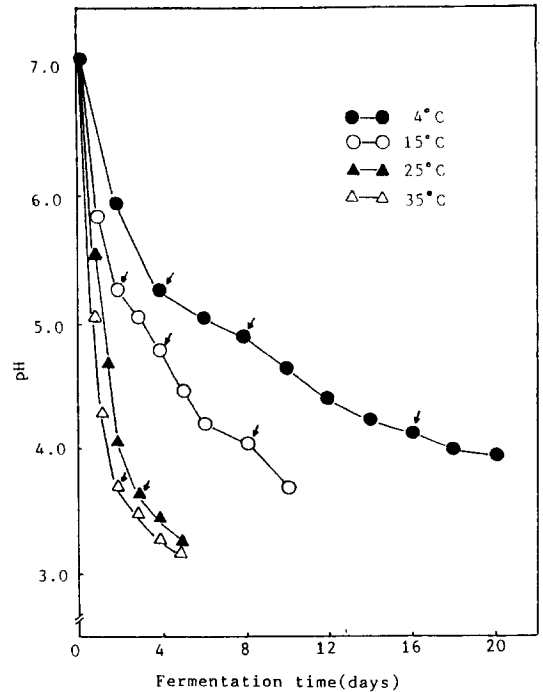


Fig. 1. Changes in pH of brining solutions during *dongchimi* fermentation at 4°~35°C

다르게 처음에는 빠르게 감소하였다가 차츰 완만해지는 경향을 보였다.

총산도의 증가(Fig. 2)는 pH의 감소 경우와 같이 발효온도가 높을수록 빨리 증가하였으며, 변곡점들은 대체로 pH의 경우와 비슷하거나 약간 빠르게 나타났다. 한편 pH의 감소와 총산도의 증가간에는 pH값을 대수 함수로 하였을 때 Fig. 4와 같이 직선적인 관계가 있음이 밝혀졌다. 따라서 이들의 관계는 $Y(\text{총산도}) = -a \log(\text{pH}) + b$ 로 표시할 수 있었으며 상관관계는 0.88 이상의 높은 값을 보여주었다(Table 1). 기울기 a의 값은 온도가 높을수록 a의 절대값이 커져서 발효온도에 따라 생성된 유기산의 조성이 다를 수 있음을 짐작할 수 있었다.

환원당

동치미의 발효온도 및 시간에 따른 담금액의 환원당은 Table 2와 같이 4°~25°C 발효온도 범위에서는 pH 4.0~4.2 또는 산도 0.3~0.5% 내외에 도달할 때까지 약간 증가하였으나 그 후 감소하였으며 발효 말기에서는 다시 증가하여 미생물의 번식과 다당류의 분해와의 관계를 짐작케 하여 주었다. 전반적으로 발효온도가 높아지면서 환원당의 양이 감소하였다. 그러나 35°C에서는 전 발효 기간 동안 지속적인 증가를 보여주었으며 환원당의 양도 15°C나 25°C보다 높아 이들과는 발효에 의한 당류의 분해과정에 차이가 있음을 보여주었다. 이같은 결과는 김

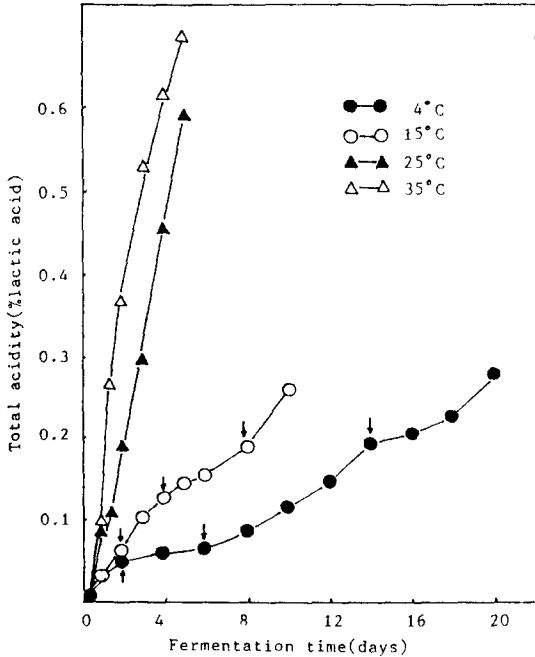


Fig. 2. Changes in total acidity of brining solutions during *dongchimi* fermentation at 4°~35°C

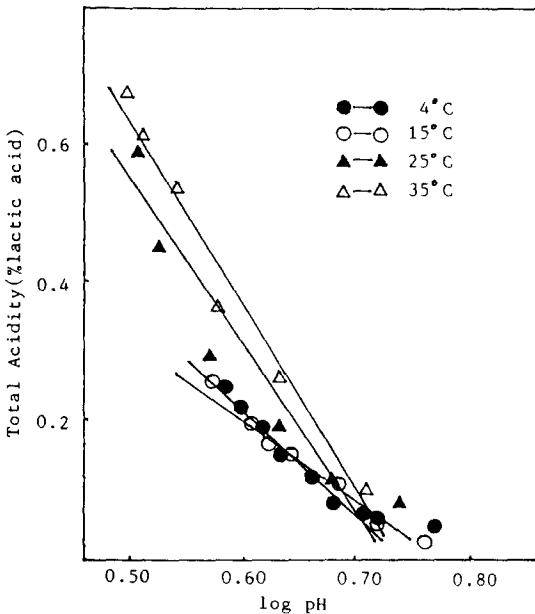


Fig. 3. Relationship between total acidity and log pH of *dongchimi* fermented at 4°~35°C

등⁽²⁾의 동치미 환원당이 발효기간 동안 산의 증가와 더불어 증가한다고 한 보고와 육 등⁽²¹⁾이 무우김치의 환원당 실험에서 김치가 익을 때까지 환원당이 증가되었다가 그 이상이 되면 감소하였다고 한 결과와 유사한

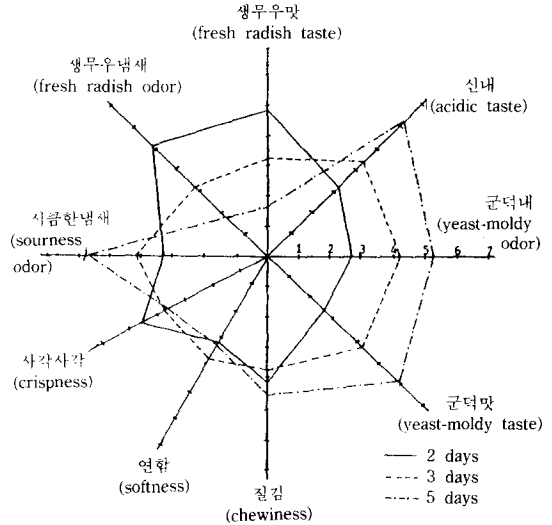


Fig. 4. Changes in QDA of *dongchimi* as fermentation proceeded at 25°C

Table 1. Data calculated from the linear relationship between total acidity and logarithmic value of pH

Temperature (°C)	-a	b	r
4	0.11	0.65	0.94
15	0.10	0.61	0.97
25	0.20	1.20	0.88
35	0.28	1.50	0.96

^aa, b and r are slope, intercept and correlation coefficient of the equation of $y = a \log \text{pH} + b$, respectively, where y is total acidity

것이였다.

비휘발성 유기산

동치미의 발효과정 중 gas chromatography에 의하여 분리 확인된 담금액의 비휘발성 유기산은 lactic acid, succinic acid, citric acid로 lactic acid가 대부분이였다. 4°C와 25°C에서 발효시키는 동안 측정된 비휘발성 유기산의 변화는 Table 3과 같이 발효전 유기산이 전혀 함유되어 있지 않았던 소금용액은 발효가 진행되면서 유기산의 함량이 급격히 증가하는 경향을 보였다. Lactic acid의 경우 발효 초기에는 생성량의 증가가 비교적 완만하였다가 발효 중반기 이후에 급격히 증가하였는데 4°C의 경우는 12~16일부터 빠른 증가를 보여 20일에 222.15 mg/100 ml의 최고치를 나타내었고, 25°C에서는 5일에 624.10 mg/100 ml를 나타냄으로서 높은 온도가 낮은 온도에서보다 lactic acid의 증가 경향이 더 현저할 뿐만 아니라 그 함량이 약 3배 정도 많았음을 알 수 있었다. 이러한 lactic acid의 증가 경향은 지⁽⁴⁾의 무우를 재료로한 저염 김치 실험에서 lactic acid 함량이 발효 초기에는

Table 2. Percent changes in reducing sugar as glucose in brining solution during *dongchimi* fermentation at 4°~35°C

Temperature (°C)	Time (days)	Glucose (%)
4	4	0.049
	8	0.067
	12	0.136
	16	0.220
	20	0.345
15	2	0.022
	4	0.035
	6	0.101
	8	0.026
	10	0.191
25	1	0.038
	2	0.039
	3	0.064
	4	0.058
	5	0.064
35	1	0.032
	2	0.022
	3	0.113
	4	0.168
	5	0.264

완전히 증가하다가 그 후에 급격히 증가한다고 한 보고와 비슷한 경향을 보였다.

한편 succinic acid는 발효 말기에 조금 나타났을 뿐 생성량이 극히 낮았는데 이는 다른 김치류에 비해 담금액의 높은 소금농도가 succinic acid 생성 미생물의 번식에 영향을 주었기 때문이라고 사료된다. Citric acid는 4°C에서 lactic acid에서와 같은 증가경향을 보여 주었으나 25°C에서는 변화경향이 뚜렷하지 않았다. 이 결과는 발효 중 citric acid가 감소한다고 보고한 지⁽⁴⁾의 연구와는 반대의 경향을 나타낸 것이었다. 또한 malic acid에 대해서는 천과 이⁽²²⁾ 그리고 지⁽⁴⁾가 배추 및 무우김치에서 발효 중 malic acid의 감소를 보고한 바 있으나 본 동치미 결과에서는 검출되지 않아 이들의 결과와는 큰 차이를 보여주었다.

관능적 성질

발효기간에 따른 동치미의 맛, 냄새, 텍스처가 어떻게 변화하는지 전체적으로 비교하기 위하여 25°C에서 2, 3, 5일간 발효시킨 동치미의 9개의 묘사에 대하여 7점 평점법으로 평가한 뒤 이들의 평균값을 QDA 묘사법에 의하여 비교한 결과는 Fig. 4와 같다. 그 결과 발효가 많이 될수록 생무우냄새와 생무우맛은 현저히 감소하는 반면 시큼한 냄새와 신 맛 그리고 군덕내와 맛은 증가하였다. 한편 무우조직의 특성은 연함과 질김에서는 별 차이가 없었으나 사각사각함은 3일과 5일 발효가 되었을 때 2일의 것보다 감소함이 뚜렷하였다. 동치미의 발효가 진

Table 3. Changes in non-volatile organic acids(mg/100 ml) in brining solution during *dongchimi* fermentation at 4°~25°C

Fermentation		Lactic acid	Succinic acid	Citric acid
Temperature	days	acid	acid	acid
4°C	4	2.18	—	0.77
	8	58.62	—	5.41
	12	128.43	0.64	7.47
	16	187.12	—	15.43
	20	222.15	—	15.85
25°C	1	50.60	—	2.98
	2	125.51	—	7.41
	3	288.53	—	6.70
	4	301.30	2.74	2.97
	5	624.10	0.83	6.46

행되면서 일어나는 전체적인 모양의 변화에서 이들 특성이 고루게 갖춘 때인 발효 3일의 것이 좋은 맛으로 평가되었다. 또한 신맛과 군덕맛은 발효 5일에 대단히 뚜렷하며 지나친 발효는 신맛, 군덕맛과 함께 무우조직 특유의 사각사각함이 상실됨을 알 수 있었다.

요 약

동치미의 발효과정 중 주요 품질지표인 담금액의 pH, 총산도, 환원당 및 유기산 등의 화학적 성질과 냄새, 맛, 텍스처 등 관능적 특성의 변화를 측정하였다. 동치미의 제조는 파, 마늘, 생강 등 양념을 첨가하여 7% 소금용액에 무우를 담그고 4°~35°C의 범위에서 발효시켰다. 그 결과 담금액의 pH와 총산도의 감소경향에서 3개의 변곡점이 측정되었고 pH의 대수값과 총산도에는 부의 직선관계가 있었다. 이 직선의 기울기는 발효온도가 높을수록 높았다. 환원당은 pH 4.0~4.2될 때까지 상승하다가 감소하였으며 발효온도가 4°C에서 25°C로 상승하면서 그 양은 감소하는 경향을 보였다. 비휘발성 유기산은 젖산과 구연산이 주성분이었고 발효 중 젖산의 증가는 4°C보다 25°C에서 더욱 현저하였다. 관능적 특성 중 생무우냄새나 맛은 현저히 감소하는 반면 신맛과 군덕내는 증가하였으며 무우조직의 사각사각함은 약간 줄어들었다.

감사의 말

본 연구는 1986년도 한국과학재단 연구비에 의하여 이루어진 결과의 일부로서 심심한 감사를 드립니다.

문 헌

1. 김점식, 김일석, 정동효: 동치미 숙성과정에 있어서의 성분동태. 과연회보, 4, 35(1959)

2. 김집식, 김일식, 권태완 : 채류 침채식품에 관한 연구. (제1보) 동치미 원료 및 동치미 당분에 관하여. 과연휘보, 3, 201(1958)
3. 정동효 : 김치성분에 관한 연구. (제3보) 동치미 산화환원 전위에 대하여. 한국식품과학회지, 2, 34(1970)
4. 지옥화 : 염도를 달리한 무우김치(동치미, 짬지)의 숙성기간에 따른 휘발성 유기산의 변화. 충남대 석사학위논문 (1987)
5. 이성우 : 중, 한, 일에서의 김치의 변천과 교류에 관한 연구. 한국영양식품학회지, 4, 71(1975)
6. 권숙표 : 김치의 세균학적 연구. (제1보) 분리한 균에 대하여. 중앙화학연구소 보고, 4, 42(1952)
7. 김호식, 전재근 : 김치 발효 중의 세균의 동적변화에 관한 연구. 원자력연구 논문집, 6, 112(1966)
8. 이혜수 : 김치에 대한 조리과학적 연구(배추를 절이는 소금의 농도와 시간). 대한가정학회지, 10, 35(1972)
9. 민태익, 권태완 : 김치 발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443(1984)
10. 김덕순, 조의순, 이근배 : 김치의 유기산 및 비타민 함량. 대한생화학회지, 1, 111(1967)
11. 구경형, 강근우, 김우정 : 김치의 발효과정 중 품질변화. 한국식품과학회지, 20, 476(1988)
12. 유재연, 이혜성, 이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화. 한국식품과학회지, 16, 169(1984)
13. 김호식, 조덕현, 이춘영 : Gas Chromatography에 의한 김치의 유기산 검색. 서울대 논문집(생농계), 14, 1 (1963)
14. 하재호, 허우덕, 김영진, 남영중 : 김치 숙성 중 유리당의 변화. 한국식품과학회지, 21, 633(1989)
15. 강근우, 구경형, 김우정 : 동치미 발효 중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 23, 262(1991)
16. A.O.A.C: *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.420(1984)
17. A.O.A.C: *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.56(1984)
18. Larmond, E.: *Method for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture (1970)
19. Jellinek, G.: *Sensory Evaluation of Food. Theory and Practice*. Ellis Horwood, Chichester, England(1985)
20. 김종균, 최희숙, 김상순, 김우정 : 발효 중 오이지의 물리화학적 및 관능적 품질의 변화. 한국식품과학회지, 21, 838(1989)
21. 육철, 장금, 박관화, 안승요 : 예비 열처리에 의한 무우김치의 연화방지. 한국식품과학회지, 17, 447(1985)
22. 천종희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8, 90(1976)

(1990년 12월 24일 접수)