

발효숙성온도를 달리한 갓 김치의 저장중 이화학적 특성 변화

박삼수[†] · 장명숙 · 이규한

단국대학교 식품영양학과

Effect of Fermentation Temperature on the Physicochemical Properties of Mustard Leaf (*Brassica juncea*) Kimchi during Various Storage Days

Sam-Soo Park[†], Myung-Sook Jang and Kyu-Han Lee

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

The effect of fermentation temperature on the changes of pH, acidity, salt content, color and vitamin C of mustard leaf kimchi during various storage days was investigated. The conditions of fermentation temperature were set at 4°C (sample A) and 20°C (sample B), and 4°C after keeping at 20°C for 12 hours (sample C) and 20°C for 36 hours (sample D). As the fermentation proceeded, pH of sample stored at low temperature (sample A) was dropped gradually from initial pH of 5.24 but there was great pH drop in the sample stored at high temperature (sample B, D). The salt content of the sample B at high temperature increased remarkably, and then the values showed D>A>C. The Hunter values of L and a increased at the optimum ripening period, the higher the initial fermentation temperature (B) and the later the initial fermentation time at 20°C those values, then decreased. The Hunter value of b constantly increased until day of 108. As fermentation time passed, the content of total vitamin C decreased to the range of 9.0mg% to 14.0mg% up to 24 days of fermentation, and at the optimum ripening period, it increased to the range of 14.0mg% to 22.0mg%, and at the final fermentation period (until day 108), it decreased gradually.

Key words : mustard leaf kimchi, temperature, fermentation

서 론

갓 (mustard leaf, *Brassica juncea*)은 십자화가 1, 2년생 경엽채소류 중의 하나로 항균효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 여친시 돌산지방에서 재배되고 있는 갓의 선호도가 높아지고 있다. 돌산 갓은 타지역의 것에 비하여 섬유질이 적어 부드럽고 특쓰는 매운맛이 적어 선호도가 높다(1-5). 돌산 갓 김치에 관한 연구는 돌산 갓의 화학성분(1,2), 항균활성(3,4), 지질대사(5) 등에 관한 연구와 돌산 갓 김치의 품질개선(6-9) 등으로 돌산 갓 원료에 관한 단편적인 연구가 되어 있고, 돌산 갓 김치 품질개선 등 몇편이 연구되어 있을 뿐, 돌산 갓 김치의 발효온도와 시간에 따른 종합적인 연구가 전혀 이루어져 있지않는 실정이다. 발효는 미생물이 관여하는 기전

으로 발효양상에 따라 맛과 성분의 생합성이 차이가 나게되고, 이들 성분이 맛, 색 그리고 저장성에 큰 영향을 미치게 된다. 발효에 관여하는 미생물로 젖산균 중 유익한 젖산균만을 생육할 수 있는 조건을 부여하는 것은 중요한 일이며, 발효숙성온도와 시간은 이들 생육조건에 절대적인 요소라 생각된다. 일반적으로 갓 김치는 저장기간이 긴 장점이 있으나, 이러한 저장기간은 다른 김치류와 비교해 볼 때 발효숙성온도에 의해서 영향을 받을 수 있으며, 일반적으로 가정에서 김치를 담구어 저장할 때는 4°C에 바로 저장하는 방법 보다는 실온에서 몇시간 정도 숙성시킨 후 냉장저장하는 방법을 많이 적용하는 것으로 보인다. 그러므로 본 연구에서는 돌산 갓 김치의 맛과 저장성을 향상시키고자 하는 목적의 일환으로 발효숙성온도와 시간을 달리하였을 때 pH, 산도, 염도, 색도, 비타민 C 등의 이화학적 특성에 미치는 영향을 알아보았다.

[†] To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 갓은 1994년 11월 여천시 돌산지방에서 구입한 것으로서 길이 50cm, 무게 96g(줄기 : 61.3g, 잎 : 33.3g 2 : 1) 정도의 것을 사용하였다. 고춧가루(태양초), 마늘, 생강, 대파, 멸치액젓(원액 86%, 염도 14%), 천일염(염도 80%)은 실험당일 구입하였으며, 찹쌀가루와 물의 비는 1.4 : 100(w/v)으로 하여 찹쌀풀을 쑤어서 사용하였다.

담금방법

문헌(6,10-13)에 제시된 갓김치 담금법을 기준으로 하여 예비실험한 후 재료의 양(절임 갓 : 230kg, 고춧가루 : 40kg, 마늘 : 11.8kg, 멸치액젓 : 40kg, 대파 : 11.8kg, 생강 : 7.8kg, 찹쌀풀 : 30kg)을 정하였다. 통갓과 소금의 비는 1 : 3(w/v)으로 하여 15%(w/v) 절임용액에서 1시간 30분간 절임하였으며, 절임 중간에 30분 간격으로 1회씩 뒤집어 주었다. 절임이 끝난 통갓은 일단 30분간 탈염 시킨 후 매회 30L의 수돗물에 5회 수세하여 30분간 탈수 시켰으며, 최종 염 농도는 1.5%로 맞추었다. 절임이 끝난 통갓에 대하여 고춧가루 10%, 마늘 3%, 멸치액젓 10%, 파 3%, 생강 2%, 찹쌀풀 7.5%를 첨가하여 잘 버무린 다음 1kg을 포기로 말아서 플라스틱 밀폐용기(27cm×21cm×14.5cm)에 4kg씩 담았다. 매 1kg 위에는 PE film을 덮어 산소와의 접촉을 최소화하였다. 시료 채취는 1kg 포기를 꺼내어 줄기와 잎의 비를 2 : 1로 하여 분석항목별로 사용하였다.

발효숙성 방법

발효숙성 방법으로는 담은 즉시 4°C에 저장하는 방법(A), 20°C에 저장하는 방법(B), 20°C에서 12시간 숙성시킨 후 4°C에 저장하는 방법(C), 20°C에서 36시간 숙성시킨 후 4°C에 저장하는 방법(D)으로 하였다. 방법 C, D는 일반적으로 가정에서 김치를 숙성시킬 때 여름철에는 12시간 정도, 가을철에는 1~2일을 실온에 둔 후 냉장고에 보관하므로 이 방법을 택하였다. 담금시 실온과 절임용액은 18°C였다.

발효숙성 중의 이화학적 특성

pH 및 총산도

국물에 적셔진 갓 김치 100g을 함께 마쇄한 후 여과하여 pH는 상온에서 pH meter(sundex microprocessor 2000A)로 측정하였고 산도는 AOAC법(14)에 의해서

10ml 김치액을 증화시키는데 소요된 0.1N NaOH의 소비 ml를 lactic acid 함량(%)으로 표시하였다.

염도

염도는 염도계(Salinity meter, presto-Tec 10, SM-10)를 이용하여 측정하였다.

색도

갓 김치의 색도(Color and difference meter, Yasuda sekio Japen)는 Hunter L, a, b값으로 측정하였으며, 백판의 L, a, b값은 각각 89.2, 0.921, 0.783이었다.

총 비타민 C의 측정

갓 김치의 총 비타민 C 측정은 2,4-DNP법(15)을 사용하였다.

결과 및 고찰

돌산 갓의 특성

본 연구에 사용한 돌산 갓의 특성은 Table 1과 같다. 돌산 갓의 pH는 6.27로 조(5)의 pH 5.8 보다는 다소 높았고, 총산 함량은 0.0023%로 나타났다. 총 비타민 C 함량에 있어서 35mg%로 식품성분표(16)에 나타난 70.0 mg%와 조(5)의 60.65mg% 보다는 다소 낮게 나타났다. 이는 Data와 Pantastico(17)와 조의 보고에서도 언급한 바와 같이 품종과 재배조건, 시료의 채취시기가 다르기 때문이라 생각된다. 원료 돌산 갓의 색도는 L, a, b 값이 각각 70.0, 3.01, 8.78로 나타났다.

돌산 갓 김치 발효숙성 중 이화학적 특성

pH 및 총산 함량

발효숙성온도를 담금 즉시 4°C에 저장한 군(A), 20°C에 저장한 군(B), 20°C에 12시간 숙성 후 4°C에서 저장한 군(C), 20°C에서 36시간 숙성 후 4°C에서 저장한 군(D)의 4가지로 하여 각각 발효숙성 시킨 돌산 갓 김치의 pH와 산도는 Fig. 1, 2에 나타내었다. 담금 직후 갓 김치의 pH는 5.24이었으며 모든 군(A~D)에서 숙성일

Table 1. Physicochemical properties of mustard leaf

Composition	Content (unit)
pH	6.27
Total acid	0.0023 (%)
Salt	0.46 (%)
Brix	1.0 Brix
Color(L, a, b)	70.0, 3.01, 8.78
Total vitamin C	35.0 (mg%)

수가 경과함에 따라서 pH는 점차로 낮아졌다. 20°C에서 12시간(C), 36시간(D) 숙성시킨 후 4°C에 저장한 갓김치의 pH는 각각 5.13, 5.10으로 담금 직후 4°C에 저장된 A군의 pH 5.24 보다 모두 낮게 나타났으며, 발효가 진행됨에 따라 B군의 경우는 발효 30일 까지 pH가 크게 낮아지다가 그 후로는 점차로 낮아져 발효 42일째에 pH 3.91을 보였고, 나머지 A, C, D군은 pH의 완만한 감소를 보여 각각 pH 4.96, 4.97, 4.95를 나타내었다. 이 결과는 일반 김치의 발효가 진행됨에 따라 점차적으

로 저하되다가 pH 4.0 이하에서 부터는 변화가 거의 없다는 조(18)와 민과 권(19)의 보고와 경향을 같이하고 있다. 총산 함량에 있어서는 담금 직후 0.5%에서 발효가 진행됨에 따라 모든 군에서 총산 함량이 증가하였으며, B군에서는 가장 현저히 증가하였다. 박(7)에 의하면, 돌산 갓김치가 가장 맛있는 시기는 돌산 갓김치의 pH가 4.61~4.82, 국물이 pH 4.2~4.22라고 하였다. 따라서 본 연구에서도 발효숙성 기간 중 관능검사를 실시한 결과 가장 맛있다고 평가된 날짜의 pH가 박(7)의 보

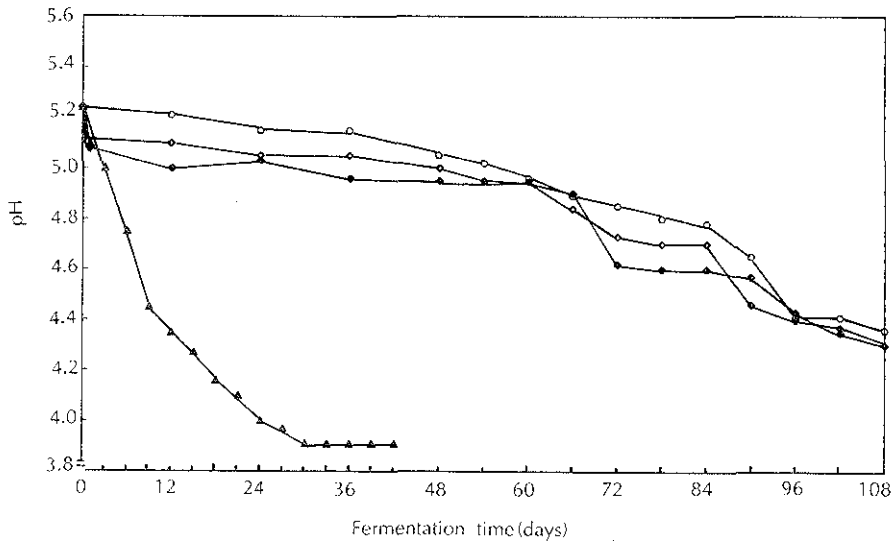


Fig. 1. Changes of pH during storage of mustard leaf kimchi at 4°C and 20°C.

○—○— Stored at 4°C
 ◇—◇— Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hr
 ▲—▲— Stored at 20°C
 ◆—◆— Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hr

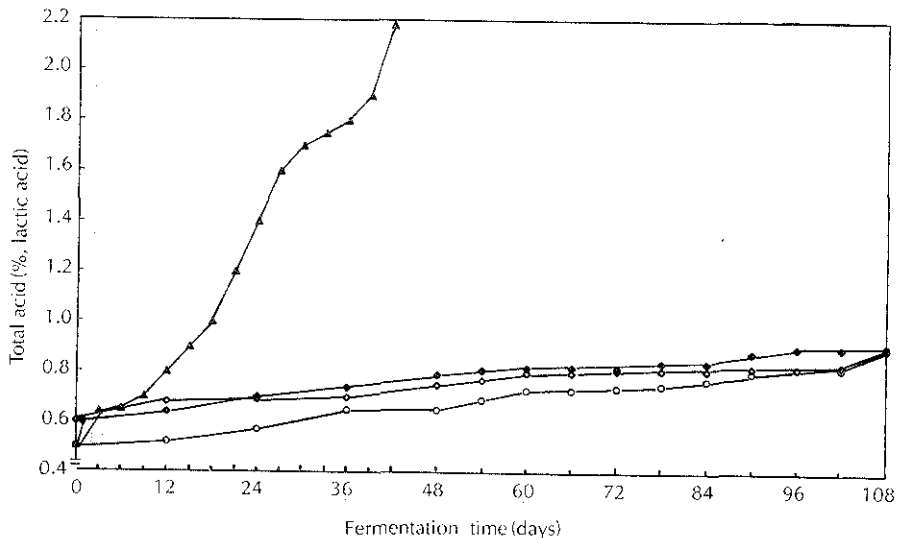


Fig. 2. Changes of lactic acid content during storage of mustard leaf kimchi at 4°C and 20°C.

○—○— Stored at 4°C
 ◇—◇— Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hr
 ▲—▲— Stored at 20°C
 ◆—◆— Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hr

고와 일치하여 이때가 적숙기임을 알 수 있었다. 일반적으로 발효단계는 신맛이 들기 전의 초기 발효 단계, 신맛이 적절하게 들었을 때 중간 발효 단계, 그리고 최종 발효 단계로 나누어지는데, 본 연구의 갓 김치 담금 초기의 pH는 5.24~4.30으로 적숙기인 pH 4.8~4.6에 이르는 시기는 A군이 담금 후 78일, B군은 6일, C, D군은 68일이었다. 적숙기는 A군이 18일 동안, B군은 3일, C, D군은 20일 동안 유지되었다. 이 시기의 총산 함량은 A군이 0.78~0.82%, B군 0.65~0.70%, C군 0.8~0.81%, D군이 0.82~0.84%이었다. 이것으로 보아 발효속성온도

가 높을수록 맛있는 시기에 도달하는 시기가 빨라짐을 알 수 있다.

염도

생갓의 염도는 0.4%였고, 절임 갓의 염도는 1.5%였다. 14%의 멸치액젓이 첨가된 돌산 갓 김치의 최종 염도는 3.0%로 발효속성 중의 염도변화는 Fig. 3과 같다.

모든 군(A~D)에서 발효속성일수가 경과함에 따라 염도가 증가하였고, 온도가 높은 B군에서 증가폭이 컸으며, 다음으로는 D>A>C 순으로 염도가 증가하는 것

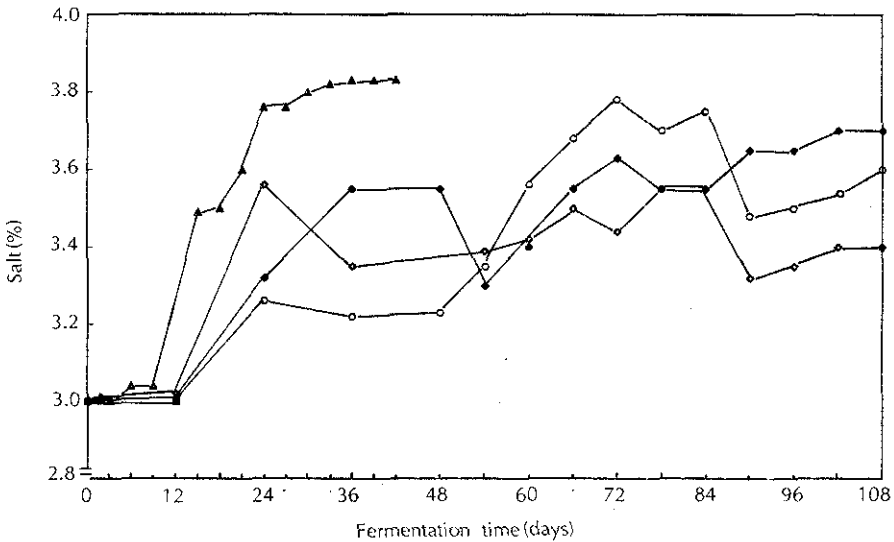


Fig. 3. Changes of salt content during storage of mustard leaf kimchi at 4°C and 20°C.

○ Stored at 4°C
 ▲ Stored at 20°C
 ◇ Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hr
 ◆ Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hr

Table 2. Changes in Hunter color values of mustard leaf kimchi during fermentation of various temperature

Sample value (days)	A			B			C			D		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	68.2	7.2	9.4	68.2	7.2	9.4	68.2	7.2	9.4	68.2	7.2	9.4
12hr	68.2	7.2	9.4				68.5	9.0	9.6			
36hr	68.2	7.2	9.4							67.5	8.1	10.5
6				67.9	6.0	10.8						
12	67.5	8.1	10.5	67.2	12.0	12.5	68.5	7.8	9.6	67.0	8.1	10.5
24	68.6	6.5	10.3	68.2	6.5	9.8	67.2	6.0	10.2	69.1	4.0	9.1
30				67.5	3.4	9.2						
36	68.5	6.5	9.8	67.5	3.4	9.2	67.8	10.2	10.6	68.1	6.9	10.3
42				66.9	8.4	11.3						
60	68.7	6.7	9.3				68.2	8.8	10.3	66.9	9.8	10.5
66	68.7	6.7	9.3				68.2	8.8	10.3	66.9	9.8	10.5
78	67.3	7.5	10.1				68.2	4.9	8.9	66.9	9.8	10.5
90	67.3	7.1	10.3				67.2	8.4	10.7	67.2	6.9	10.7
102	68.1	6.1	10.1				67.2	8.4	10.7	67.2	6.9	10.7
108	68.1	6.0	10.0				67.2	8.4	10.7	66.8	8.8	11.4

A : Stored at 4°C
 C : Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hr

B : Stored at 20°C
 D : Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hr

으로 나타났다. 이는 갓 자체에 Na^+ 함량이 높고(5), 갓 김치의 국물에 녹아있는 NaCl 이 삼투압의 원리에 의하여 이동함으로써 염도가 증가되는 것으로 생각된다. 이 등(20)에 의하면 배추의 경우 염장에 의해서 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ 함량은 감소하였으나 Na^+ 함량은 현저한 증가를 보였는데 이것은 pectin 분자내에 결합되어 있던 Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 이 NaCl 의 Na^+ 과의 이온 교환에 의하여 pectin 분자로 부터 이탈된 것이라 하였다.

색도

원료 갓의 L, a, b 값은 70.0, 3.01, 8.78이었고, 갓 김치의 발효숙성 중 색도의 변화는 Table 2와 같다. 담금 초기에 갓 김치의 L, a, b 값은 68.2, 7.2, 9.4로 발효숙성 일수가 경과함에 따라 L값과 a값은 각 군의 적숙기에 증가한 후, 점차 감소하였고 b값은 계속 증가하는 경향을 보였다. 발효숙성 온도별로 비교하여 보면 온도가 높은 B군에서 L, a, b값의 변화가 다소 컸으며, 적숙기에 L값의 증가는 갓 김치의 색상이 밝아지는 것으로 볼 수 있었고 적숙기 이후에 가서는 다소 어두워지는 현상이었으며 이는 온도가 높은 B군에서 현저하였다. 또한 갓 김치의 발효숙성 일수가 경과함에 따라 갓 김치의 색이 녹색에서 적색과 황색으로 변화하는 경향을 볼 수 있었다. 관능검사 결과 B군을 제외한 모든 군(A, C, D)에서 모든 시기에 갓 김치의 색상이 좋은 것으로 평가되었고, 최종 갓 김치의 색은 $C > D > A > B$ 순으로 좋게 나타났다. 이는 갓 김치의 담금시 사용한 고춧가루의 배합비가 10%로 일반 배추 김치의 배합비 보다

다소 높게 첨가되었고, 고추의 매운맛 성분인 capsaicin이 산화작용에 의해서 고추의 변색이 일어난 것을 방지하여(21) 갓 김치의 색을 안정화시켜 준 것으로 생각된다. 노 등(22)에 따르면 배추 김치의 품질평가에서 L, a, b값의 평가는 담금 초기의 a값이 발효가 진행됨에 따라 증가하였다가 다시 감소하였고 a/b의 값이 1 이상 혹은 1에 가까울 때 가 미숙기, 0.8 부근일 때 적숙기, 0.8 보다 작아질 때 과숙기로 옮겨간다고 하였는데 본연구 결과 a와 b값에 있어서는 약간의 차이가 있었다. 그러나 노 등(22)의 보고에서도 지적하였듯이 김치의 종류가 다르고, 재료와 부재료의 배합비가 달라지기 때문에 돌산 갓 김치의 색상에 관한 숙성도의 평가는 지속적인 연구가 필요하리라고 생각된다.

총 비타민 C

생갓의 총 비타민 C 함량은 35.0mg%이었고, 발효숙성 중에 돌산 갓 김치의 비타민 C의 함량 변화는 Fig. 4와 같다. 생갓의 비타민 C 함량이 식품성분표(16)의 70.0 mg% 보다 낮은 것은 조(5)의 보고에서도 언급된 바와 같이 품종과 재배조건, 시료의 채취시기가 다르기 때문이라 생각된다. 또한 담금 직후에는 25.0mg%를 나타내었는데, 이 결과는 갓 김치의 전처리 중의 손실로 특히 절임 중 세포막의 변성으로 성분 이동이 자유롭게 일어나게 되어 수용성 비타민 C가 용출됨으로서 다소 감소된 것으로 생각된다. 발효숙성 일수가 경과함에 따라 숙성 온도별로 총 비타민 C 함량을 보면, A군은 발효 초기에는 총 비타민 C의 함량이 서서히 감소하여 발효일수

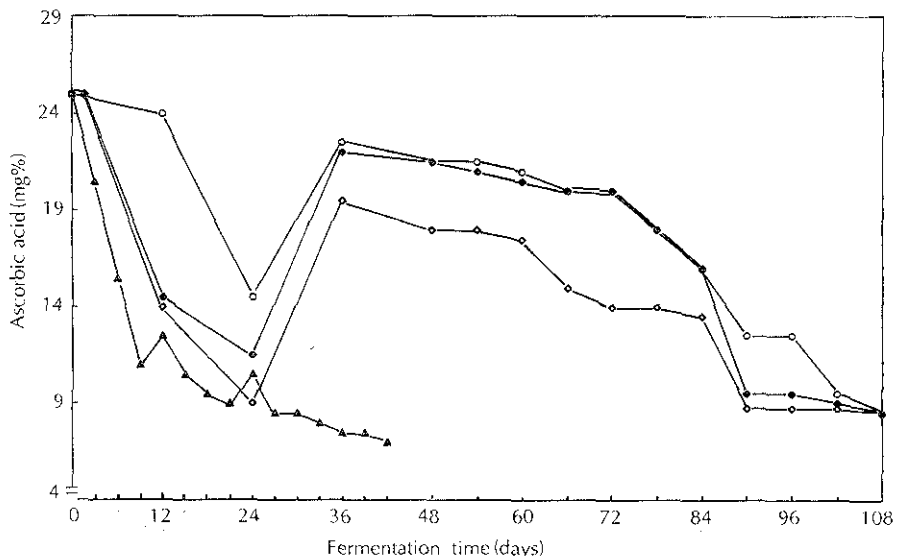


Fig. 4. Changes of ascorbic acid content during storage of mustard leaf Kimchi at 4°C and 20°C.

—○— Stored at 4°C

—◇— Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hr

—▲— Stored at 20°C

—◆— Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hr

24일이 되는 시기에 15.0mg% 까지로 감소되었다가 적속기에 가서는 최고 19.5~22.0mg% 까지 증가되었고, B군은 발효속성온도가 높은 만큼 발효속성 9일에서 11.0mg%로 되었다가 적속기에 13.0mg%로 증가폭이 낮았다. C, D군은 발효 24일이 되는 시기에는 11.0mg%로 다소 큰 폭으로 감소되었다가 적속기에 14.0~20.0mg% 까지 증가되었다가 발효 90일 이후에 감소하는 비슷한 경향을 나타냈다. 발효 후기의 총비타민 C의 보유량은 A>D>C>B 순으로 높게 나타났다. 이것은 갓 김치를 10°C 저장에서 숙성 13일 이후의 적속기에 비타민 C 함량이 높았다는 보고(6)와 일반적으로 김치숙성 중 비타민 C 함량이 초기에 감소하다가 다시 증가하여 숙성적기에 처음량 또는 그 이상으로 최고량이 되었다가 완만하게 감소한다(23)는 보고에서 보면 갓 김치의 저장성에 따른 증가의 시기는 다르나 그 경향은 같이하고 있다.

요 약

발효속성 온도를 달리한 돌산 갓 김치의 저장 중 pH, 산도, 염도, 색도, 비타민 C 등의 이화학적 특성을 알아 보았다. 발효속성 방법으로는 4°C(A), 20°C(B), 20°C에서 12시간 숙성시킨 후 4°C에 저장하는 방법(C), 20°C에서 36시간 숙성시킨 후 4°C에 저장하는 방법(D)으로 하였다. 돌산 갓 김치 담금 직후의 pH는 5.24이었고, 20°C에서 12시간과 36시간 숙성시킨 후 4°C에 저장된 C, D군에서 각각 pH 5.13, pH 5.10으로 A군 보다 모두 낮았으며 B군에서는 급속하게 변화하였다. 갓 김치의 적속기라 할 수 있는 pH 4.6~4.8이 되는 시기는 A군이 발효 78~96일, B군은 6~9일, 그리고 C, D군은 모두 68~88일로 같게 나타났다. 총산 함량에 있어서는 담금 직후 0.5%이었고 C, D군은 모두 0.6%으로 A군의 0.5% 보다 모두 높게 나타났다. 또한 pH 4.6~4.8이 되는 시기의 총산 함량에 있어서 A군은 0.75~0.82%, B군은 0.65~0.70%, C군은 0.80~0.81%, D군 0.82~0.84%이었다. 갓 김치의 염도는 20°C인 B군에서 증가폭이 컸고, 다음으로 D>A>C 순으로 나타났다. 색도는 발효가 진행됨에 따라 L, a 값은 증가했다가 다시 감소하였고 b값은 증가하였다. 특히 B군에서 L 값이 적속기에 증가하여 밝아지는 현상을 나타내었으나, 최종 갓 김치의 색은 C>D>A>B 순으로 좋게 나타났다. 발효속성일수가 경과함에 따라 총 비 비타민 C 함량은 9.0~14.0mg%까지 감소하였으며 적속기에 가서 22.0mg%로 다소 증가 하다가 후기에 서서히 감소 하였다. A군은 완만한 감소(25~22mg%)를 보인 반면 B군은 다

소 감소폭(25~7.0mg%)이 컸다. 발효 후기의 총 비 비타민 C 보유량에는 A>D>C>B 순으로 높게 나타났다.

문 헌

1. 여천시농촌지도소 : 돌산 갓 재배기술 영농기술교재, p. 4(1994)
2. 조영숙, 박석규 : 돌산 갓의 휘발성 유기산, 무기질, 지방산 및 섬유소 조성. 한국영양식량학회지, 22, 52(1993)
3. 강성구, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규 : 갓의 에탄올 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 23, 1014(1994)
4. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규 : 갓 추출물의 항균활성 검색. 한국영양식량학회지, 23, 1008(1994)
5. 조영숙 : 갓의 성분조성과 그 식이가 쥐의 지질대사에 미치는 영향. 경상대학교 박사학위논문, p.34 (1994)
6. 김용두 : 돌산 갓 김치 품질개선에 관한 연구. 93년도 농업기술개발연구(1993)
7. 박석규, 조영숙, 박정로, 문주석, 이용수 : 갓 김치 숙성중 당, 유기산, 유리아미노산 및 핵산 관련물질 함량변화. 한국영양식량학회지, 24, 48(1995)
8. 전순실, 최옥자, 조영숙, 박석규, 박정로 : 돌산 갓 김치 숙성 중 매운맛 성분의 변화. 한국영양식량학회지, 24, 54(1995)
9. 조영숙, 박석규 : 돌산 갓 김치 숙성 중 맛 성분 및 미생물의 변화. 음식문화연구원보고서, p.1(1992)
10. 황혜성 : 고향의 맛. 향토요리. 삼성출판사, p.12(1983)
11. 조은자, 장명숙 : 식품가공저장. 효일문화사, p.125(1991)
12. 이재열, 이재은 : 한국요리. 한림출판사, p.41(1993)
13. 여천시 돌산 농협 : 돌산 갓 김치. 돌산농협협동조합(1994)
14. A.O.A.C. : Official methods of analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C., p.988(1990)
15. 식품위생검사지침 : 이화학편. 일본식품위생편, p. 47(1991)
16. 농촌영양개선연수원 : 식품성분표(제4차 개정판). 농촌진흥청, p.48(1991)
17. Data, E. S. and Pantastico, E. B. : Loss of ascorbic acid in fresh vegetables subjected to light and different wind velocities. Philippine Agriculturist, 65, 75(1982)
18. 조영 : 깻살근과 온도가 김치발효에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문, p.38(1990)
19. 민태익, 권태환 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 447(1984)
20. 이희섭, 이철호, 이귀주 : 배추의 염장과정중 성분변화와 조직감의 변화. 한국조리과학회지, 3, 68(1987)
21. 김동연, 이종구 : 건조고추 저장중의 변색에 관한 연구. 한국식품과학회지, 12, 54(1980)
22. 노홍관, 이명희, 이명숙, 김순동 : 김치액 색상에 의한 배추김치의 품질평가. 한국영양식량학회지, 21, 169(1992)
23. 박건영 : 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항산화 효과. 한국영양식량학회지, 24, 169(1995)

(1995년 8월 1일 접수)