

Aspartame이 김치의 숙성과 품질에 미치는 영향

이 강 자

인천대학교 가정관리학과

Effect of Aspartame on the Quality and Fermentation of Baechu Kimchi

Kang-Ja Lee

Dept. of Home Management, University of Incheon

ABSTRACT

For the purpose of utilizing aspartame as sweetener of kimchi, the kimchi containing 0.01 to 0.08% aspartame was investigated by measuring pH, acidity, texture, color, sensory evaluation test during fermentation of 25days at 10°C. The pH of kimchi added aspartame was a little higher than that of control. The Hunter L-value of kimchi containing 0.01 to 0.04% aspartame was higher than that of control, and "a" and "b" values were also high in 0.06 to 0.08% and 0.01 to 0.08% treatments, respectively. The sweet taste and overall taste of kimchi containing 0.02% were suitable. In spite of the decrease of sweetener's degree by decomposition of aspartame during fermentation, the edible period of the kimchi by decrease of sour taste was also extended.

Key words: Aspartame, Kimchi, Fermentation

I. 서 론

김치의 담금재료로는 배추와 무우 외에도 생강, 마늘, 고추가루, 조미채 등과 젓갈류 등 다양한 해산물이 재료로 이용되고 있고, 또 맛을 좋게 하기 위하여 각종 조미료¹⁾는 물론 당류 및 전분질 재료(glucose, lactose, sucrose 및 potato starch)도 사용하고 있다²⁾. 특히 김치산업이 활성화 되고 수출량이 증가됨에 따라 결절이 형태의 김치가 많이 유통되고 있어 풋내의 제거와 조화된 김치맛을 내기 위하여

감미료의 사용이 보편화 되고 있다³⁻⁵⁾. 감미료로 많이 사용되고 있는 설탕은 1~4% 범위로 사용되고 있는데⁶⁻⁸⁾ 미생물의 영양원이 되므로 숙성을 촉진시킬 뿐만 아니라 숙성의 진행에 따라 감미도가 떨어지는 문제점을 갖고 있다⁹⁾. 김치의 감미료로서 미생물의 영양원이 되지 않고 또 효소 등에 의하여 분해되지 않는 것이 있다면 김치의 과도한 산미를 부드럽게 하여 가식기간을 연장시킬 수 있는 방안도 될 수 있을 것이다.

아스파탐은 aspartic acid와 phenylalanine의 펩

타이드로서 감미도가 설탕의 150~200배¹⁰⁾로 각종 가공식품의 감미료로 사용되고 있다^{11, 12)}. 그러나 pH와 산도에 대한 안정성에 다소 문제점이 있으나 pH 2.5~5.0범위에서도 비교적 안정한 것으로 알려져 있어 유 등¹³⁾은 김치에 설탕 대용으로의 이용 가능성을 연구한 바 있다.

본 연구에서는 김치를 10℃에서 숙성시키면서 아스파탐의 농도별 첨가에 따른 관능적 품질을 조사하는 한편 김치의 숙성에 미치는 영향을 조사하여 김치 감미료로서의 이용 가능성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 김치의 담금과 숙성

10% 소금물(20℃)과 6등분하고 배추를 1.5 : 1의 비율로 하여 20시간 소금절임한 후 흐르는 수도물로 2회 세척하고 10분간 자연탈수시켰다. 담금은 절임 배추 300g, 마늘 5.5g, 생강 1.2g, 고추가루 13.5g, 젓갈 13.5g의 비율로 행하였으며, 순도 99% 아스파탐(Natura Sweet Co.)을 0.01, 0.02, 0.04, 0.06 및 0.08%의 비율로 소량의 온수에 녹여 양념과 잘 혼합한 후 절임배추에 골고루 버무리고 겹잎으로 싸서 0.1mm 두께의 polyethylene film으로 head space 가 없게 포장하였으며, 10℃에서 25일간 숙성시켰다.

2. pH와 산도의 측정

김치를 국물과 함께 파쇄한 후 Miraclath(Bio-chem Co.)로 여과한 여액을 측정용 시료로 사용하였으며 pH는 pH meter(Swiss, Metrohm)로, 산도는 pH meter를 사용하여 0.1N NaOH(factor 1, 0000)로 pH 10.2가 될 때까지 적정한 후 그 소비 ml 수를 lactic acid 함량으로 환산하였다.

3. 텍스처의 측정

배추김치의 중륵(中肋)부분(mid-rib, 배추 바깥쪽 4번째 잎의 뿌리쪽에서 2cm 위치)을 3×3cm크기로 자른 즉시 Rheoner(RE-3305, 일본 Yamaden)로 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness), 파쇄성(brittleness) 및 고

무성(gumminess)를 측정하였다. 측정조건은 data 격납피치 0.1sec, 측정속도 5.0m/s, preset I 7 mm, preset II 2회, 시료두께 10mm, plunger의 직경 3mm로 하였다.

그리고 측정치의 효율적인 비교, 검토를 위하여 담금일의 시료간 측정치 차이를 동일한 값이 되게 환산하여 비교하였다.

4. 색상의 측정

김치의 색상은 배추김치의 중륵(中肋)부분(배추 바깥쪽 5번째 잎의 뿌리쪽에서 2cm 위치)에 부착된 고추가루 등 양념을 제거한 후 digital color measuring/difference calculating meter(Model CR-200 Minolta)로 Hunter "L", "a" 및 "b" 값을 측정하였다.

5. 관능검사

10명의 관능요원에 의하여 감미와 산미 및 종합적인 맛을 조사하였으며 5점 강도채점법¹⁴⁾으로 측정하였다. 즉 감미와 산미는 각각 매우 적다(1점), 적다(2점), 보통이다(3점), 강하다(4점), 아주 강하다(5점)로 하였고, 종합적인 맛은 아주 나쁘다(1점), 대조구보다 나쁘다(2점), 대조구와 대등하다(3점), 대조구보다 좋다(4점), 대조구보다 아주 좋다(5점)으로 채점하였다.

6. 통계처리

Data는 3반복 실험 평균치로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. pH와 산도

pH와 산도는 김치의 숙성 정도를 판단하는 지표로서 널리 활용되고 있다¹⁵⁾. 아스파탐 첨가 김치의 숙성중 pH와 산도를 측정된 결과는 Table 1 및 2와 같다. 그 결과 아스파탐 무첨가 김치의 경우 숙성 6일째까지는 pH가 5.0이상을 유지하였으며 그 이후 시일이 경과됨에 따라 감소를 보여 숙성 18일째에는 pH 4.0에 도달하였다. 아스파탐을 첨가한 경우 첨가 농도에 따른 일률적인 변화 경향을 보이진 않았

Table 1. Changes in pH of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10°C

Concentration of aspartame(%)	Fermentation days					
	0	5	10	15	20	25
0	5.15	5.10	4.80	4.18	3.89	3.86
0.01	5.29	5.24	4.91	4.15	3.91	3.88
0.02	5.20	5.19	4.82	4.31	3.98	3.96
0.04	5.24	5.20	4.90	4.36	3.98	3.98
0.06	5.18	5.14	4.81	4.22	3.98	3.94
0.08	5.30	5.26	4.98	4.51	3.99	3.98

Table 2. Changes in titratable acidity of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10°C

Concentration of aspartame(%)	Fermentation days					
	0	5	10	15	20	25
0	0.70	0.72	0.91	0.99	1.17	1.21
0.01	0.69	0.70	0.90	1.09	1.17	1.22
0.02	0.70	0.72	0.91	1.09	1.18	1.23
0.04	0.71	0.74	0.92	1.08	1.20	1.24
0.06	0.70	0.74	0.92	1.10	1.20	1.24
0.08	0.70	0.72	0.90	1.08	1.23	1.26

으나 숙성 전반에 걸쳐 첨가구가 무첨가구보다 높은 pH를 보였다.

산도의 경우는 숙성 초중기에는 대조구와 비슷한 값을 보이다가 숙성 15일 이후부터는 첨가구에서 높은 경향을 나타내었다. pH와 산도가 일반적으로 역의 상관 관계를 보이는 것과 반대의 결과를 나타내어 아스파탐을 첨가함으로써 숙성이 다소나마 지연되는 결과를 나타냄을 볼 수 있다. 이러한 결과는 아스파탐이 아미노산으로 결합된 펩타이드로서 완충 작용을 가지는 때문으로 판단된다¹⁶⁾. 장 등¹⁷⁾은 김치재료의 완충능 실험에서 양성이온을 가진 아미노산이나 단백질이 산알칼리에 대한 완충작용이 있음을 보고하였고 이 작용은 아미노산이나 단백질의 종류에 따라 차이가 크다고 하였다.

2. 텍스처

김치의 텍스처로 경도는 무르다→사각사각한 정도로 표현할 수 있으며, 응집성은 형태를 구성하는 내부적인 결합력으로 파쇄성과 고무성이 2차적 요소가 포함된다. 파쇄성은 부스러진다→쫄개진다 등으로, 고무성은 푸석푸석하다→쫄깃쫄깃하다로, 부착성은 매끈매끈하다→끈적끈적하다로 표현될 수

있다¹⁸⁾. 배추김치는 숙성 중에도 계속해서 소금의 탈수작용이 일어나며¹⁹⁾ 이러한 작용으로 초기에는 배추조직에 부착된 효소들이 용리되어 활성화 하면서²⁰⁾, 세포벽 다당류와 단백질 등의 거대분자를 분해시켜 물성변화를 초래할 수 있다²²⁾. 숙성 중기로 접어들면서 미생물이 번식하고 이들이 생성하는 효소작용에 의하여 더욱 다양한 물성변화가 진행된다^{22, 23)}. 이때 경도는 초기에 일시적으로 증가를 보이다가 감소하는 경향을 나타내는 것이 보통이나 담금 및 숙성조건에 따라서 상이한 양상을 보이게 된다²⁴⁾. 이러한 텍스처 항목이 배추김치의 숙성 중에 어떻게 변화되며 처리별에 따른 차이가 나타나는지를 살펴보고자 하였다. Fig. 1은 10°C에서 10일 동안 숙성시킨 배추김치의 텍스처 커브를 나타낸 것이며, Table 3은 숙성기간 및 아스파탐의 첨가량에 따른 텍스처의 변화를 조사한 결과이다.

경도는 전반적으로 발효 초기에는 서서히 증가하다가 발효가 진행됨에 따라 다시 감소하는 경향을 나타내었으며 아스파탐의 첨가량이 0.01%에서 0.06%까지 높아질수록 높아지는 경향을 보였으나 0.08% 첨가군은 발효초중기에 오히려 대조군보다 낮은 값을 보였다. 응집성은 대조구의 경우 숙성 20일

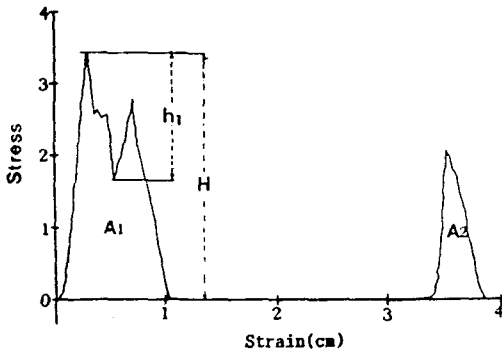


Fig. 1. Texture curve of Baechu Kimchi fermented for 10 days at 10°C.

Hardness= H (dyne/cm²), Cohesiveness= A_2/A_1 , Adhesiveness= A_3 (dyne/cm), Brittleness= h (dyne/cm²), Gumminess= $H \times A_2/A_1$ (dyne/cm²).

재까지는 줄곧 증가하였으며, 그 이후는 감소하는 경향을 나타내었으나 아스파탐 첨가의 경우는 첨가량에 비례하여 낮은 값을 나타내었다. 부착성은 아스파탐을 0.06~0.08% 첨가한 경우도 전 숙성기간을 통하여 대조구보다 높은 값을 나타내었고, 0.01~0.04% 첨가한 경우는 대조구보다 낮은 값을 보였다. 파쇄성의 경우도 아스파탐 무첨가보다 첨가한 경우에 높은 값을 보였다. 고무성은 아스파탐 0.01% 첨가구는 대조구와 비슷한 양상을 나타내었으나 0.02~0.08% 첨가한 경우는 첨가량에 비례하여 낮은 값을 나타내었다. 그러나 이상의 텍스처 측정 결과에서 나타내고 있는 처리간의 차이는 관능검사에서 차이를 느낄 정도는 아니라고 판단되는 값으로 아스파탐의 첨가에 따른 텍스처상의 뚜렷한 차이는 없는 것으로 생각된다.

3. 색 상

김치의 색상은 품질판정에 중요한 지표이다²⁵⁾. 어둡고 탁한 색상에 비하여 밝고 깨끗한 색상이 먹음직스런 김치의 고유 색상이다. 아스파탐 첨가 김치의 숙성에 따른 색상변화를 측정된 결과는 Table 4에서와 같다. 즉 배추김치의 중륵(中肋)부분의 L값은 아스파탐을 0.01~0.04%까지 첨가할 경우 오히

려 대조구보다 높게 나타났으나 0.06%와 0.08%를 첨가한 경우는 전 숙성기간을 통하여 낮은 값을 나타내었다. 배추김치 백색조직의 적색도 "a" 값은 고추에서 우려내는 적색의 carotenoid에 기인하는 것으로 김치의 숙성과 함께 고추가루에서 용출되어 배추조직으로 이행되며, 숙성초중기에는 증가를 보였으나 숙성 20일 이후부터 감소하는 경향을 보였다. 아스파탐 0.06~0.08% 첨가김치의 "a" 값은 대조구보다 높은 값을 보인 반면 0.01~0.04% 첨가시킨 경우는 상호 뚜렷한 차이없이 대조구보다 낮은 값을 나타내었다. 황색도 "b" 값은 전반적으로 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있으며 아스파탐을 첨가한 경우가 대조구보다 높은 경향을 나타내었다. 그러나 이상의 "L", "a", "b" 값의 결과는 육안적으로 큰 차이를 나타낼 정도의 차이는 아닐 것이라고 판단되는 값²⁶⁾으로 아스파탐 첨가에 의한 김치의 육안적 색상변화는 뚜렷하지 않은 것으로 생각된다.

4. 관능검사

김치맛에 대한 기호도는 시대와 생활양식의 변천에 따라 크게 변화되고 있다²⁷⁾. 지나치게 신것과 매운것 및 짠것에 대한 선호도가 떨어져가고 감미가 높으나 칼로리가 낮은쪽의 선호도가 증가되고 있는 경향을 나타내고 있다⁸⁾. 특히 감미는 산미와 매운맛을 동글게 느끼게 하는 특성을 지녀²⁸⁾, 김치의 조미용으로 널리 이용되고 있으나⁶⁾, 김치를 과속시키는 문제점이 있다⁹⁾. 이러한 점을 감안하여 아스파탐을 첨가시킨 김치를 조사한 결과는 Fig. 2~5에서와 같다. 아스파탐 첨가김치의 단맛(Fig. 2)은 0.01~0.02% 범위로 첨가한 경우는 보통 정도 또는 그 이하 수준을 나타내었으며 0.04% 이상을 첨가시킨 경우는 비교적 감미가 강하게 표현되었다. 그러나 김치의 숙성에 따라 점진적인 감미의 감소를 나타내어 담금 초기에는 적당한 감미를 떠던 것이 숙성중후기에는 감소하여 균일한 감미를 떠지 못하는 문제점이 나타났다. 이러한 경향은 아스파탐의 첨가농도가 0.04%가 0.06%일 때 비교적 크게 나타났다. 유 등¹³⁾은 김치의 새로운 감미료로서 아스파탐 연구에서 25°C에서 20시간 숙성시킴으로서 80%정도가 분해

Table 3. Changes in texture of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10°C

Fermentation days	Addition amounts of aspartame (%)					
	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08
Hardness: ($\times 10^7$ dyne/cm ²)						
0	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
5	1.23	1.27	1.37	1.45	1.51	1.18
10	1.23	1.27	1.42	1.54	1.60	1.15
15	1.25	1.29	1.38	1.58	1.61	1.15
20	1.20	1.24	1.28	1.55	1.58	1.18
25	1.08	1.12	1.20	1.50	1.45	1.16
Cohesiveness ($\times 10^{-1}$)						
0	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
5	1.46	1.37	1.18	1.03	0.81	0.71
10	1.79	1.97	1.30	1.05	0.80	0.61
15	2.21	2.23	1.51	1.09	1.81	0.51
20	2.42	2.26	1.66	1.27	0.71	0.58
25	2.36	2.23	1.64	1.20	0.72	0.71
Adhesiveness ($\times 10^5$ dyne/cm)						
0	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
5	0.81	0.62	0.39	0.36	1.15	0.99
10	0.84	0.50	0.37	0.37	1.20	1.00
15	0.77	0.45	0.34	0.38	1.30	0.97
20	0.50	0.45	0.34	0.34	1.35	0.90
25	0.17	0.21	0.35	0.30	1.32	0.98
Brittleness ($\times 10^5$ dyne/cm ²)						
0	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
5	-1.55	0.74	0.78	0.30	0.00	0.18
10	-0.95	0.30	0.34	0.11	-0.04	0.10
15	-1.00	-0.02	0.02	-0.11	-0.10	0.08
20	-0.88	-0.20	-0.15	-0.10	0.04	0.26
25	-0.91	-0.24	-0.15	0.00	0.12	0.35
Gumminess ($\times 10^6$ dyne/cm ²)						
0	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
5	1.79	1.74	1.62	1.50	1.22	0.84
10	2.20	2.50	1.85	1.62	1.28	0.70
15	2.76	2.88	2.08	1.71	1.30	0.58
20	2.90	2.80	2.12	1.97	1.12	0.69
25	2.55	2.50	1.97	1.80	1.06	0.82

된다고 보고하였으며 이는 김치내의 젖산균에 의한 것보다 배추조직에서 유래하는 효소에 기인된다고 하였다. 수출용 김치는 0~4°C에서 수송되어 10°C의 판매장에서 일주일 이내에서 판매되고 있음과 이들 연구자의 연구결과와 본 실험에서의 결과를 종합하여 볼 때 아스파탐은 김치의 숙성 중에 분해되는

단점이 있으나 0.02% 수준으로 첨가할 경우 담금질부터 20일 정도까지는 김치의 김치용 감미료로서 사용될 수 있음을 알 수 있다.

Fig. 3은 아스파탐에 의한 감미가 산미에 미치는 영향을 조사한 결과로서 아스파탐의 첨가로서 산미가 감소됨을 알 수 있다. 이러한 산미의 감소 효과는

Table 4. Changes in Hunter color of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10°C

Fermentation days	Addition amounts of aspartame (%)					
	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08
"L"						
0	69.48	72.98	72.05	71.07	65.51	69.25
5	63.80	62.24	63.76	67.61	61.86	56.72
10	59.80	61.00	62.56	65.01	56.81	56.21
15	59.00	60.51	60.52	63.87	55.06	55.42
20	61.03	63.53	61.00	64.12	55.98	56.82
25	62.31	65.27	64.62	65.52	61.66	63.84
"a"						
0	0.94	-0.15	0.25	0.40	0.68	0.82
5	3.96	3.12	2.68	3.00	5.16	4.79
10	4.06	2.95	2.62	2.80	5.25	5.23
15	5.20	3.90	3.70	3.70	6.13	5.83
20	5.25	4.33	4.50	4.75	6.43	6.02
25	3.90	3.50	3.61	3.73	3.40	4.12
"b"						
0	12.22	16.65	15.30	16.40	13.52	13.62
5	20.09	23.31	23.90	24.20	26.54	26.62
10	20.15	24.50	25.30	25.72	24.12	25.36
15	20.22	25.73	26.90	22.88	23.75	24.10
20	26.79	25.60	29.01	29.21	27.70	24.10
25	21.54	21.65	21.90	23.34	22.23	25.64

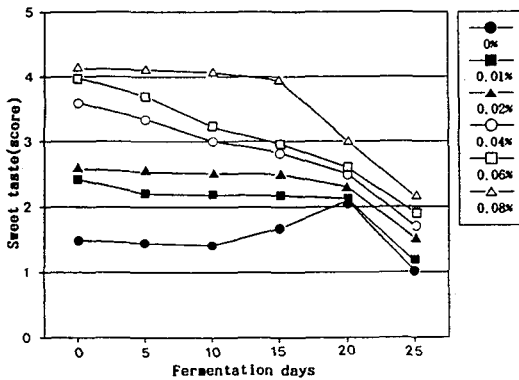


Fig. 2. Changes in sweet taste of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10 °C.

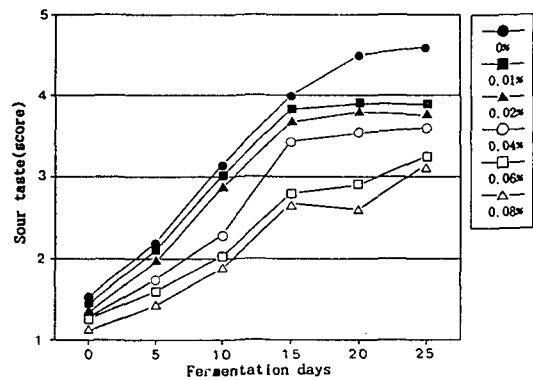


Fig. 3. Changes in sour taste of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10 °C.

아스파탐의 첨가량이 높을수록 컸으나 감미도면에서 비교적 양호하였던 0.02% 첨가구에서의 결과는 숙성말기인 숙성 20일에서 25일 사이에 그 효과가

컸다. 아스파탐 첨가에 의한 산미 저하 효과를 구체적으로 살펴보기 위하여 감미도 / 산미도의 비를 나타낸 결과는 Fig. 4에서와 같으며 이 결과는 아스파

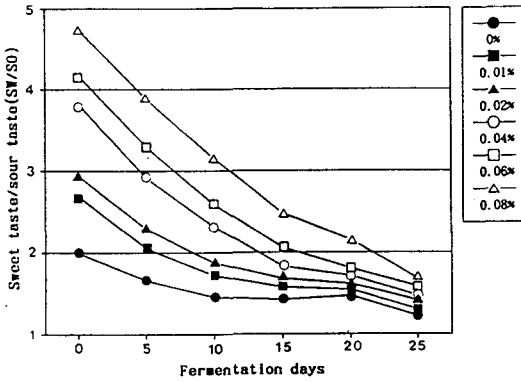


Fig. 4. Changes in sweet taste(SW) and sour taste (SO) ratio(SW/SO) of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10°C.

탐의 감미가 김치 숙성 중에 감소함에도 불구하고 전 숙성기간을 통하여 산미의 감소 효과가 더욱 큼을 나타내고 있다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 아스파탐의 첨가는 김치의 가식기간을 연장시키는 간접적인 효과가 있는 것으로 판단되며 김치의 맛을 향상시킬 수 있는 재료로서의 사용 가치성이 크다고 생각된다. 종합적인 맛을 측정한 결과(Fig. 5)에서는 담금일에는 0.02%를 첨가한 것이 양호한 것으로 평가되었고, 숙성 5~10일까지는 0.04%, 그리고 숙성말기에는 역시 0.02% 첨가구에서 높은 평가를 받았다.

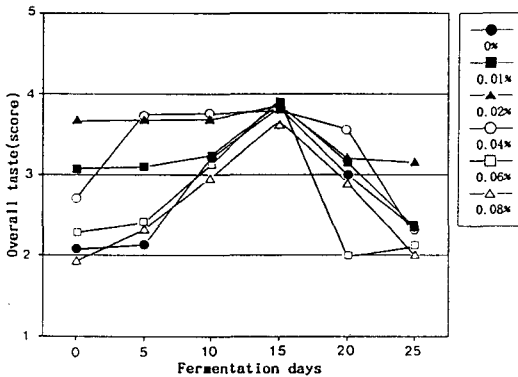


Fig. 5. Changes in overall taste of Baechu Kimchi added aspartame during fermentation at 10°C.

IV. 적 요

김치의 감미료로서 아스파탐의 이용 가능성을 검토하고 숙성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 아스파탐의 첨가량을 0.01~0.08% 범위로 첨가한 후 10°C에서 25일까지 숙성시키는 동안 pH, 산도, 텍스처, 색상 및 관능검사를 행하였다.

아스파탐 첨가김치는 대조구보다 다소 높은 pH를 보였고, 0.01~0.04%를 첨가한 경우 L값이 대조구보다 높았다. 아스파탐 첨가김치의 a값은 대조구보다 낮았으나 0.06~0.08% 첨가한 것은 높았다. b값은 첨가구 모두가 대조구보다 높았다. 감미와 종합적인 맛은 아스파탐을 0.02% 첨가한 경우가 양호하였으며 산미를 떨어뜨려 가식기간을 연장시키는 효과가 있었고, 김치 숙성중에 아스파탐의 분해에 의한 감미도 감소보다 산미를 감소시키는 율이 더욱 높았다.

V. 감사의 글

본 연구는 1995년도 인천대학교 연구비 지원에 의해 수행되었음.

VI. 참고문헌

1. 장경숙 : 배추 김치의 숙성에 미치는 monosodium glutamate의 영향. 한국영양식량학회지, 19, 342, 1990.
2. 우순자, 이해준 : 김치의 첨가물들이 김치 숙성도에 미치는 영향. 고려대 농림논집, 31, 141, 1991.
3. 전희정 : 김치 관리상으로 본 vitamin C와 pH 변화. 숙명여대 대학원, 석사학위논문, 1964.
4. Woo, K. J. : Environmental effect on the biosynthesis of ascorbic acid in Kimchi. thesis the degree of MS. Seoul National University, 1968.
5. Hwang, H. Z. : Stability of ascorbic acid in the solutions of sugar and amino acid. The

- Korean J. of Nutrition Society 15(1), 22, 1982.
6. 박우포, 김재욱 : 향신료가 김치 발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(3), 235, 1991.
 7. Hwang, H. Z. : Studies on the effect of spices and havoring on ascorbic acid content. The Korean J. of Nutrition Society 7 (1), 37, 1974.
 8. 정하숙, 고영태, 임숙자 : 당류가 김치발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 18(1), 36, 1985
 9. 신선영 : 김장김치와 양념사용. 식품과 영양, 5, 27, 1984.
 10. Davidkova, E. Hebelka, M. Prudel, M. and Zboril M. : Present experience coith the use of a sweetening usal in non-alcoholic beverages. kvas. Prum. 29, 36, 1983.
 11. New Artifical Sweetner, PAL, Ajinomoto., Nippon chemtec consulting Inc. (XIII-92-1), 1984.
 12. Clonigner, M. R., Baldwin, R. E. : Aspartyl-phenylalanine methylester : A low calorie sweetner, science 170, 81, 1970.
 13. 유주현, 유효상, 김명희, 유행준, 문동상, 황규인 : 김치 발효중 aspartame의 분해. 한국식품과학지, 21(1), 45, 1989.
 14. 지옥화 : 염도를 달리한 무우김치(동치미, 잔지)의 숙성기간에 따른 비휘발성 유기산의 변화. 충남대학교 대학원, 1987.
 15. 박홍주 : 김치연구 문헌조사. 식품과 영양, 8 (2), 30, 1987.
 16. Barry E. Homler : Properties and stability of aspartame. Food Tech., 7, 89, 1984.
 17. 장경숙 : 김치용 천연 pH조정제 연구. 한국영양식량학회지, 18(3), 321, 1989.
 18. 이철호 : Food Texture 연구에 관한 최근 동향. 한국식품과학지, 11(4), 314, 1979.
 19. 구영조, 최신양 : 김치의 과학기술. 한국식품개발연구원, 기술신서 제 2집, 57, 1990
 20. 최국지 : 김치에서 분리한 효모에 관한 연구, Pectinase의 활성에 관하여. 강원대학 연구논문집, 11, 93, 1977.
 21. 김순동, 강명수, 김광수 : 고추의 성숙에 따른 세포벽다당류의 변화와 β -galactosidase isozymes의 분리. 한국영양식량학회지, 14(2), 157, 1985.
 22. 김순동, 이신호, 김미정, 오영애 : pH조정제를 이용한 저염배추김치의 숙성중 pectin질의 변화. 한국영양식량학회지, 17(3), 255, 1988.
 23. 구영조, 최신양 : 김치의 과학기술. 한국식품개발연구원기술신서 제 2집, 127, 1991.
 24. 백형희, 이창희, 우덕현, 박관화, 백운화, 이규순, 남상봉 : 펙틴 분해효소를 이용한 김치 조직의 연화방지. 한국식품과학회지, 21(1), 149, 1989.
 25. 김미경 : 김치숙성중 색상변화와 밀폐용기에서의 숙성에 관한 연구, 효성여자대학교 석사학위논문, 1994.
 26. 노홍균, 이명희, 이명숙, 김순동 : 김치액의 색상에 의한 배추김치의 품질평가. 한국영양식량학회지, 21, 163, 1992.
 27. 임변삼 : 우리나라 전통발효식품의 연구개발동향. 한국식문화학회지, 4(3), 265, 1989.
 28. 이성우, 김광수, 김순동 : 식품화학. 수학사, 서울, 169, 1995.