

양배추 김치의 숙성과정 중에 나타나는 이화학적 특성에 관한 연구

박복희 · 조희숙
목포대학교 생활과학부 식품영양학전공

Physicochemical Characteristics of Cabbage *Kimchi* during Fermentation

Bock-Hee Park, Hee-Sook Cho
Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the physicochemical characteristics of Cabbage *Kimchi* with different kinds of jeot-kal. The Cabbage *Kimchis* were stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 49 days. The pH of all samples of Cabbage *Kimchis* decreased during fermentation. The total acidity of Cabbage *Kimchis* increased gradually during fermentation and that of Cabbage *Kimchis* with different kinds of jeot-kal was higher than that of control. Redox potentials and reducing sugar content decreased gradually during fermentation. Total vitamin C content of Cabbage *Kimchis* with different kinds of jeot-kal was much higher than that of control. In color measurement, the lightness value decreased gradually, whereas the redness and yellowness values increased gradually during fermentation. The content of hot water soluble pectin (HWSP) decreased as the fermentation proceeded, but that of hydrochloric acid soluble pectin (HCISP) and sodium hexametaphosphate soluble pectin (NaSP) increased.

Key words : Cabbage *Kimchis*, physicochemical characteristics, redox potential, pectin

1. 서 론

김치는 우리나라의 대표적인 전통 발효식품으로 주식인 쌀밥과 함께 필수적인 반찬으로 식생활에 두루 애용되고 있다. 상차림에서도 밥, 국, 김치는 첩 수와 상관없는 기본 음식이다(Cho IY 등 2005). 김치는 배추, 무, 고춧가루, 마늘, 생강 등 재료 자체가 여러 가지 생리활성을 나타낼 뿐만 아니라 김치의 발효과정 중에 생성된 성분들이 복합적으로 작용하여 상승효과를 나타내는 기능성 식품으로서, 소화증진작용, 변비에 방, 항산화, 항돌연변이 효과 등이 밝혀짐(Park KY 1995, Lee MJ 등 2000)에 따라 동물성 식품 섭취 위주의 식단에서 김치의 수요가 더욱 증가되고 있는 추세

이다. 최근에 느타리버섯(Han SY 등 2002), 우영(Cheigh MJ 등 1998), 인삼(Song YH와 Kim SS 1991), 해조류 및 기호특수재료(Kim JH 2003), 양파(Park KU 등 2004, Park BH 등 2004) 등을 김치의 재료로 활용하는 등 기능성 김치가 다양하게 개발 연구되고 있다. 양배추(*Brassica oleracea* L.)는 십자화과(Lee CB 1982)에 속하는 두 해살이 풀로서 원산지는 지중해 연안 일대와 아시아이며, 재배역사가 가장 오래된 작물 중의 하나로 세계에서 널리 이용되고 있다. 양배추의 영양 성분(Owen RF 1996)으로는 필수아미노산인 라이신이, 지방질 성분으로는 필수지방산인 리놀렌산이, 그리고 탄수화물 중에는 포도당이 많이 함유되어 있으며, 녹색부분에는 비타민 C 뿐 아니라 비타민 A 및 B군도 많이 함유되어 있다(Kim MR 등 1999). 지금까지 알려진 양배추의 효능으로는 암 예방, 위궤양 예방 및 치유, 면역기능 활성화, 혈액 정화, 노화방지와 항산화 효과, 기타 피부병 예방 등에 효과가 있음이 밝혀졌다(Owen RF 1996, Kallithraka S 등 2005). 특히 양배추에

Corresponding author: Bock-Hee Park, Mokpo National University,
Muan, Chonnam 534-729, Korea
Tel: 061-450-2522
Fax: 061-450-2529
E-mail : bhpark@mokpo.ac.kr

는 위계양에 효능을 나타내는 함유성분 S-methyl methionine이 함유되어 있는데, 이는 비타민 U로 알려져 있다(Owen RF 1996). 양배추는 십자화과 채소 중 S-methyl-sulfinylalkyl isothiocyanate, 특히 sulforaphane 함량이 가장 많이 함유된 채소로 알려져 있으며, 그밖에 indole, dittoiolucinine, caffeine acid, perillartine acid 등의 phenolics와 비타민 E, 엽록소 성분 등이 대표적인 성분으로 보고된 바 있다(Han YB 등 1987). 양배추에 관한 연구로는 Yang YH 등(2005)이 자색 양배추를 이용하여 동치미를 담그었을 때 배추를 대신하여 물 김치를 담글 수 있는 좋은 기능성 재료라고 보고하였고, Noh JE 등(2005)이 양배추의 고부가가치 이용 방안 연구의 일환으로 양배추 추출물의 효율적 추출 조건에 관하여 보고한 바 있다. 그러나 양배추 김치에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 세계 어느 곳에서나 쉽게 구할 수 있는 양배추를 이용하여 김치를 제조한다면 새로운 김치소재로서의 이용 가능성을 시도해볼 수 있으리라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 다양한 젓갈(무침가, 토하액젓, 멸치액젓, 새우젓)을 첨가해서 담근 양배추 김치의 숙성 과정 중 나타나는 이화학적 특성에 대하여 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 양배추는 2004년 12월에 생산된 것이고(강원도 대관령, 중량 1.5~2 kg/포기), 고춧가루, 실파, 생강, 마늘은 전남 무안산이었으며, 소금은 순도가 93% 이상인 재제염(꽃소금, 샘표)을, 멸치액젓은 시판되고 있는 청정원 제품을, 새우젓은 신안산을 목포 중앙시장에서 구입하여 사용하였고, 토하액젓은 23% 소금농도로 토하젓을 담가서 5±1℃에서 90일간 숙성시킨 후 토하젓 고형분과 토하액즙(염장토하의 약 72%)을 분리했으며, 분리된 토하액즙을 80℃에서 15분 동안 살균하여 토하액젓을 제조한 후 살균된 유리병에 담아 포장한 후 양배추 김치 제조에 사용하였다. 찹쌀풀은 찹쌀가루와 물을 1:4의 비율(20% 농도)로 섞어 만들었다.

2. 양배추 김치의 제조

양배추는 싱싱한 것으로 골라 4×4 cm 크기로 자른 다음 양배추 무게의 3%에 해당하는 소금에 1시간 절

인 후 맑은 물로 행구고, 물기를 뺀 다음, Table 1과 같이 절인 양배추에 양념으로 고춧가루, 마늘, 생강, 실파, 찹쌀풀을, 젓갈은 시료 각각에 대조군(젓갈 無첨가), 토하액젓, 멸치액젓, 새우젓을 첨가하여 양배추김치를 제조하였다. 버무린 양배추김치를 PT병에 400 g 씩 담아 뚜껑을 덮어 4±1℃에서 49일 동안 저장하면서 성분변화를 검사하였다.

3. 양배추 김치의 저장기간별 이화학적 성분분석

1) pH 및 총산도 측정

양배추 김치의 pH와 총산함량을 측정하기 위하여 제조한 양배추 김치 시료를 Waring blender로 마쇄한 후 20g을 취하여 증류수 180 mL로 희석하고 여과지(Whatman No. 2)로 여과해서 그 여액을 사용하였다. 김치액의 pH는 pH meter(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)로 측정하였으며, 총산도는 여과한 김치액을 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.05N NaOH로 적정된 후 lactic acid (%)로 환산하여 표시하였다(Yoo EJ 등 1998).

2) 염도 및 산화·환원 전위 측정

염도는 양배추 김치를 Waring blender로 마쇄한 다음 그 즙을 증류수로 10배 희석한 후 10 mL를 채취하여

Table 1. Ingredient of various Cabbage Kimchi samples

Cabbage Kimchi Ingredient	Composition(g)			
	CCK	TCK	ACK	SCK
Salted cabbage	1500	1500	1500	1500
Red pepper powder	53	53	53	53
Garlic	21	21	21	21
Ginger	9	9	9	9
Green onion	21	21	21	21
Glutinous rice paste	45	45	45	45
Jeot-kal	-	49.2	49.2	49.2
NaCl content in salted and fermented jeot-kals	0	11.39 (23%)	11.88 (24%)	11.39 (23%)
Added NaCl	15.44	4.05	3.55	4.05
Total NaCl content(%) of Kimchi ¹⁾	2.88±0.39%	2.88±0.03%	3.42±0.05%	2.96±0.33%

CCK: Control Cabbage Kimchi.

TCK: Cabbage Kimchi samples containing salted and fermented Toha jeot juice.

ACK: Cabbage Kimchi samples containing salted and fermented anchovy juice.

SCK: Cabbage Kimchi samples containing salted and fermented shrimp.

¹⁾ Mean±SD (n=3)

Mohr법(AOAC 1990)으로 측정하였으며, 산화·환원 전위는 platinum redox electrode를 ion analyzer(EA 920, Orion Research INC., U.S.A)에 연결하여 김치액의 산화·환원 전위를 측정하였다(Yi JH 등 1998).

3) 환원당 함량 측정

환원당 함량은 DNS 법으로 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이 측정치를 glucose로 환산하여 표시하였다(Millers GL 1959).

4) Ascorbic acid 함량 측정

총 비타민 C는 혼합 분쇄한 양배추 김치 10 g에 5% 메타인산용액 100 mL를 가하여 교반하고, 원심분리(12,000 rpm, 10분)한 후 상등액을 취하고 여과지(Whatman No.6)로 여과하여 100 mL로 정용한 후 2, 4-dinitrophenyl hydrazine 비색법으로 측정하였다(주현규 외 1995).

5) 색도 측정

양배추 김치 국물만을 취한 후 가제로 여과하여, 색차계(Chromameter CR-200, Minolta, Japan)로 측정하였다. Hunter scale에 의해 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)값을 3회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었으며, 이때 사용되는 표준백색판(standard plate)은 L값 96.95, a값 -0.03, b값 1.42이었다.

6) Hardness 측정

양배추 김치 조직의 경도는 측정용 시료(양배추의 중간잎 줄기 부분의 두께 0.5 cm)를 일정하게 썰어서 Rheometer(Model CR-100D, Japan)로 양배추 김치의 절단변형력을 측정하여 maximum force로 경도를 나타냈으며(Rhee HS 1995), 측정 조건은 Table 2와 같다.

7) Pectin 함량 측정

(1) 펙틴질의 분획

알콜 불용성인 펙틴질은 Ryu BM 등(1996)의 방법으

로 양배추 김치 30 g 중의 알콜 불용성 고형분(alcohol insoluble solid, AIS)을 추출하였다. AIS 0.5 g으로부터 증류수, sodium hexametaphosphate, HCl 등을 용매로 하여 열수가용성 펙틴질(hot water soluble pectin, HWSP), 염가용성 펙틴(sodium hexametaphosphate soluble pectin, NaSP), 산가용성 펙틴(hydrochloric acid soluble pectin, HClSP)을 분획하였다. 이 분획 단계는 Fig. 1과 같다.

(2) 펙틴질

각 분획물은 Carbazole법(Strak SM 1950)으로 정량하였다. 즉, 각 추출액 0.1 mL에 HCl 6 mL를 가하고 끓는 물에서 10분간 가열한 후 냉각시킨 다음, 0.15% carbazole reagent 0.5 mL를 가하고 잘 혼합하여 25분간 방치한 후 분광광도계로 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. Anhydrogalacturonic acid 0.001~0.01% 용액을 위와 동일하게 처리해서 얻어진 표준곡선으로부터 각 시료의 분획물 함량을 계산하였다. Blank test는 absolute ethanol을 사용하였다.

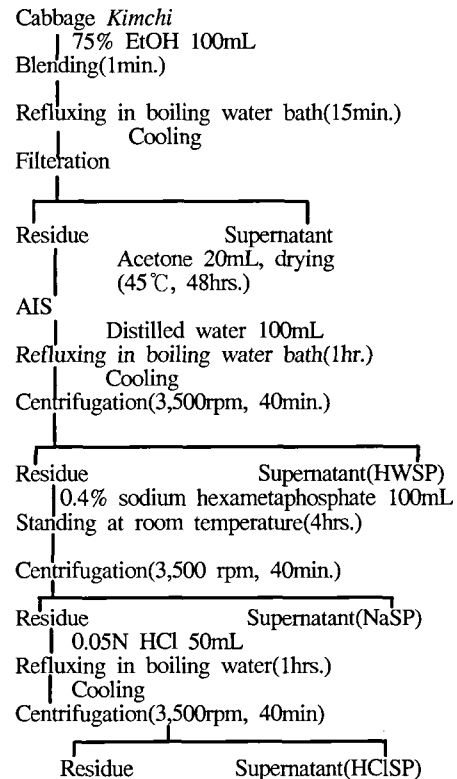


Fig. 1. Scheme for separation of pectic substances from Cabbage Kimchi.

Table 2. Condition of operation of Rheometer

Maximum force	10 kg
Chart speed	120 mm/mim
Table speed	8 mm/sec
Probe type	Knife
Maximum force	Maximum peak force of sample cutting force

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 총산도

여러 가지 젓갈을 첨가하여 담근 양배추 김치를 4±1℃에서 49일 동안 발효시키면서 pH의 변화를 관찰한 결과는 Table 3과 같다. 김치 숙성 시 pH와 총산도는 숙성온도에 영향을 받기도 하지만 첨가되는 부재료에 의해서 그 특성이 달라지는데 모든 양배추 김치 시료가 숙성 초기 pH 6.03~6.30에서 숙성기간이 늘어남에 따라 7일까지 급격히 낮아져 pH 4.40~4.51 부근으로 되었다가 그 이후 약간 증가하였으며, 숙성 49일까지 4.30~4.40의 최적정치를 나타내었다. 김치 맛이 가장 좋을 때의 pH는 4.30~4.40으로 알려져(Mheen TI와 Kwon TW 1984) 있는데, 본 양배추 김치 숙성 중 대조군을 포함한 모든 시료에서 저장 28일경에 pH 4.30~4.40에 도달하였다. 전반적으로 토하액젓을 첨가한 양배추 김치가 숙성되는 동안 pH가 높게 나타났으며, 그 다음으로 멸치액젓을 첨가한 김치가 초기에는 6.03으로 새우젓을 첨가한 김치 6.20보다 낮았지만 숙성됨에 따라 새우젓을 첨가한 김치보다 더 높은 값을 나타

Table 3. Changes of pH in Cabbage Kimchi samples during fermentation time.

Samples	Fermentation time(days)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
CCK*	6.07	4.43	4.43	4.53	4.32	4.40	4.36	4.40
ACK	6.03	4.46	4.49	4.57	4.39	4.38	4.39	4.40
TCK	6.30	4.51	4.46	4.53	4.29	4.38	4.41	4.39
SCK	6.17	4.40	4.20	4.52	4.31	4.38	4.39	4.39

*Symbols are same as in Table 1

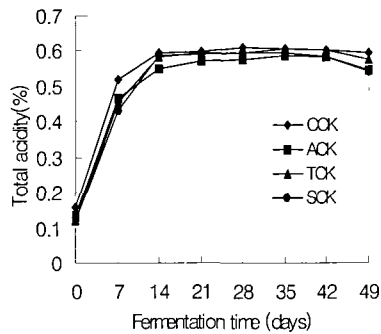


Fig. 2. Changes of content of total acidity in Cabbage Kimchi samples during fermentation time.

*Symbols are same as in Table 1.

냈다. 양배추 김치의 pH는 토하액젓 첨가, 멸치액젓 첨가, 새우젓 첨가 및 대조군 순으로 낮게 나타나 전체적으로 대조군보다 젓갈을 첨가했을 때 pH 변화가 적었다. Park WP 등(2000)과 Ryu BM 등(1996)의 연구에서도 배추김치는 숙성이 진행될수록 pH는 낮아지는 경향을 나타내어 본 연구 결과와 비슷하였다.

양배추 김치의 숙성 중 총산도의 변화를 살펴보면 Fig. 2와 같이 숙성 초기에 0.120~0.150%이었던 산 함량이 발효 7일째는 0.451~0.495%로 빠르게 상승하여 pH와는 반대로 증가하는 경향을 나타내었고, 발효 21일 이후에는 서서히 증가하여 발효 49일째는 0.60~0.64%로 증가하였다. 이처럼 김치 발효 중에 총산도가 증가하는 현상은 숙성이 진행됨에 따라 유기산이 생성되기 때문이다. 특히 lactic acid의 함량이 높아지는데, 이때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 주게 된다(Noh JE 등 2005, Park BH 등 2001). 시료간의 차이는 대조군, 새우젓 첨가, 멸치액젓 첨가, 토하액젓 첨가 순으로 발효숙성 중 산 함량의 증가를 관찰할 수 있었으며, 토하액젓 첨가 양배추 김치의 총산도는 다른 시료김치에 비교해서 발효숙성 전 기간 중 다소 적었다. 숙성기간 동안 pH와 비교했을 때 총산도는 모든 시료에서 숙성 14일까지 빠르게 증가하다가 그 이후로 거의 완만한 변화를 보였다.

2. 양배추 김치시료의 염도

본 실험에서 제조된 양배추 김치의 초기 염도는 대조군과 토하액젓 첨가 김치는 각각 2.88±0.39%, 2.88±0.03%, 새우젓 첨가 김치는 2.96±0.33%, 멸치액젓 첨가 김치는 3.42±0.05%로 다소 높았다. 발효 숙성이 진행됨에 따라 모든 시료에서 염도가 약간 증가하였으나 숙성기간 중 큰 변화는 없었다.

3. 산화환원전위 변화

pH 7과 25℃의 산화환원전위 값으로 표준화하여 측정값의 정성적 영향을 배제함으로써 널리 쓰이는(Montville TJ와 Conway LK 1982) Eh₇ 값으로 환산한 값의 변화는 Table 4에 나타난 바와 같다. 양배추 김치의 초기 산화환원전위 값은 230.1~236.9 mV를 나타냈는데, 발효가 진행되면서 7일까지 118.1~129.6 mV로 급격하게 감소하다가 발효 숙성 7일 이후는 서서히 감소하였으나, 숙성 35일 이후부터는 증가하는 경향을

보였다. 전체적으로 각 시료간에 큰 차이는 없었고, 대조군이 첫갈 첨가 양배추 김치에 비해 다소 낮은 전위값을 보였다. Yi JH 등(1998)의 부재료를 첨가한 김치 및 Park BH 등(2001)의 염장 토하 액즙을 첨가한 김치를 발효시켰을 때 산화·환원 전위 값은 발효가 진행됨에 따라 감소되다가 후반기에 다시 증가하는 경향을 보였다고 하였는데 본 연구의 결과와도 비슷한 경향을 나타내었다. 산화·환원 전위가 저하되는 것은 환원성 물질이 에너지원으로 쓰이면서 전자를 내 놓고 O₂를 소비하며 미생물들의 생육으로 총 세포 질량이 증가, 김치 액 내의 상태가 좀 더 환원된 상태로 되기 때문이며, 그 이후 산화·환원 전위가 증가하는 것은 환원성 물질이 없어졌거나 많이 생육했던 세포들이 다시 파괴되어 나타나는 현상으로 본다고 밝힌 바 있다 (Jacob HE 1970). 그리고 표준 상태에서 산화·환원 전위 값이 -100 mV 이상일 때 혐기성 균의 생육이 저해된다고 보고되었다(Gerhardt P 1981).

4. 환원당 함량

양배추 김치의 발효기간 중 환원당 함량 변화는

Table 4. Changes of redox potential in Cabbage *Kimchi* samples during fermentation time.

Samples	Fermentation time(days)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
CCK	230.1	118.9	91.8	89.1	74.6	63.1	65.1	82.3
ACK	236.5	129.6	91.3	85.2	83.3	75.6	77.5	67.6
TCK	233.8	122.7	97.4	81.1	80.1	70.3	72.5	68.6
SCK	236.9	106.8	99.5	75.2	83.2	83.5	85.6	64.6

*Symbols are same as in Table 1.

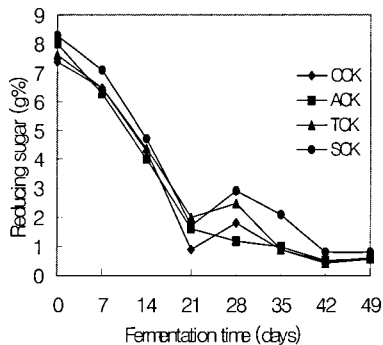


Fig. 3. Changes of content of reducing sugar in Cabbage *Kimchi* samples during fermentation time.

*Symbols are same as in Table 1.

Fig. 3에 나타난 것처럼 초기의 환원당 함량은 7.41~8.30% 정도였던 것이 발효가 진행되면서 급격히 감소하여 발효숙성 21일에는 0.91~2.01%를 나타냈으며, 그 이후에는 약간 증가를 보이다 완전히 감소하였다. 환원당 함량이 감소하는 현상은 Cho Y와 Lee HS (1991)의 배추김치 발효 중 환원당이 미생물(젖산발효균등)의 작용으로 lactic acid, acetic acid, alcohol, carbon dioxide 및 그 외 여러 가지 물질들로 변하기 때문에 김치가 익어감에 따라 환원당 함량이 적어진다 는 보고와 Park BH 등(2001)의 염장 토하 김치 및 Kim KO와 Kim WH(1994)의 배추김치 결과와 비슷하였는데, 이는 김치속의 당을 미생물들이 분해해서 에너지원으로 이용함으로써 발효기간이 지남에 따라 환원당 함량이 감소되는 것으로 사료되었다(Yi JH 등 1998). 제조 당일 환원당 함량은 새우젓 첨가 양배추 김치가 가장 높고 대조군이 가장 낮았으며, 숙성 28일 이후에는 멸치액젓 첨가 양배추 김치가 가장 낮았다. 새우젓 첨가 양배추 김치는 다른 시료에 비하여 발효가 지연되어 환원당 함량이 가장 높게 나타났다. 김치는 숙성 중 젖산균에 의해 김치 재료 중 당분이 분해되어 유리당을 생성한다고 하며, 잔류당이 50%일 때 적속기로 본다고 한다. 주된 유리당으로는 mannose, fructose, glucose, galactose 등이 있으며, 이들은 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소된다고 보고되었다(Ryu BM 1995).

5. 총 비타민 C 함량 변화

발효 초기 총 비타민 C의 함량 변화는 Fig. 4와 같이 대조군 20.7 mg%, 토하액젓 첨가 양배추 김치 21.50 mg%, 멸치액젓 첨가 양배추 김치 21.90 mg%, 새우젓 첨가 양배추 김치 22.10 mg%였으며, 발효 숙성 14일에는 모든 양배추 김치가 약간 증가했다가 21일까지는 급격히 감소하였다. 그 이후 35일까지 초기 보다는 약간 낮은 수준으로 증가하다가 감소되는 경향을 보였고, 전체적으로 대조군보다 첫갈 첨가군에서 비타민 C함량이 더 높게 나타났다. No HK 등(1995)은 김치 재료 중의 효소작용에 의해 비타민 C가 생합성된다고 보고하였는데, 본 연구에서도 발효 숙성 21일 이후부터 35일까지 비타민 C가 증가된 것으로 보아 이와 비슷한 경향으로 생각된다. 숙성 49일째에 비타민 C함량은 대조군 15.80 mg%, 토하액젓 첨가 양배추

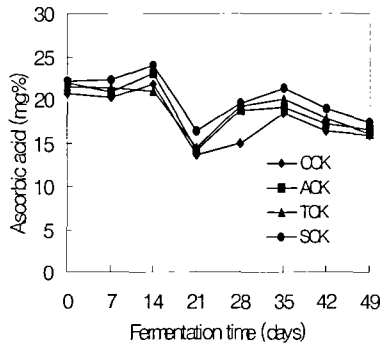


Fig. 4. Changes of content of ascorbic acid in Cabbage *Kimchi* samples during fermentation time.
*Symbols are same as in Table 1.

김치 16.10 mg%, 멸치액젓 첨가 양배추 김치 16.50 mg%, 새우젓 첨가 양배추 김치 17.30 mg%로 감소하였다. 김치는 동절기 과채류의 공급이 부족할 때 비타민 C의 중요한 공급원으로 이용해 왔으며, 김치의 발효 과정에서 나타나는 비타민 C의 변화는 여러 가지 영향을 받는 것으로 알려지고 있는데 조미료나 향신료가 미치는 영향, 김치 담금 용기의 영향, 전분, 당류 및 아미노산의 첨가가 미치는 영향, 발효 조건에 따른 영향 등의 많은 연구가 수행되어 졌다(양세식 1986). 젓갈 종류에 따른 김치 숙성에 관한 연구에서 비타민 C 함량은 발효가 진행됨에 따라서 감소함으로써 숙성 적기 이후의 김치는 비타민 C의 주공급원으로 가치가 저하됨은 보고된 바 있다(양세식 1986).

6. 색도

여러 가지 젓갈을 첨가하여 담근 양배추 김치의 명도(lightness, L)는 Table 5와 같이 담근 직후에는 46.26~46.97이었던 것이, 발효가 진행되면서 저장 14일까지 급격히 감소하여 40.43~41.74를 나타내었다. 이러한 결과는 양배추 김치의 발효숙성이 진행됨에 따라 미생물의 작용으로 가용성 물질들이 빛의 투과를 방해하여 명도가 낮아진 것으로 생각된다(Jang MS와 Moon SW 1995). Kim HR 등(2002)의 열무 물김치 저장 시 발효가 진행됨에 따라 명도가 낮아지는 결과를 나타낸 것과 같은 경향을 보였다. 적색도(redness, a)는 담근 직후에는 13.26~14.22로 낮았는데 발효가 진행됨에 따라 숙성 35일까지 23.31~23.88로 증가하다가 그 이후 감소하였다. 황색도(yellowness, b)는 적색도와 비슷한 경향을 보여 양배추 김치의 담근 직후에는 24.96~25.28이었는데, 발효가 진행됨에 따라 35.85~36.45로 증가하였다가 이후 감소하는 경향을 보였다.

7. Hardness

양배추김치의 숙성과정 중 조직감의 변화를 기계적으로 측정된 결과는 Fig. 5와 같았다. 배추 잎의 조직감은 양배추의 품종, 잎의 부위, 재배시기 등에 따라 크게 달라지므로(Yi JH 등 1998) 일정한 양배추 김치 중간 잎의 줄기부분을 시료로 사용하였다. 김치는 발효 숙성이 경과함에 따라 조직이 연화되어 hardness가 점차 감소하는데 이러한 연화 현상은 protopectinase, polygalacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소의 작용에 의해 펙틴질의 정상변화가 주 요인으로 알려져

Table 5. Changes of color value in Cabbage *Kimchi* samples during fermentation time.

Samples	Hunter value	Fermentation time(days)							
		0	7	14	21	28	35	42	49
CCK*	L	46.26	45.08	40.43	40.77	40.62	40.62	42.01	41.37
	a	13.87	14.03	20.15	20.71	21.25	23.44	23.32	20.07
	b	24.96	26.03	30.77	30.85	32.18	35.85	35.26	32.31
ACK	L	46.77	46.45	41.57	41.29	41.26	41.43	42.96	41.50
	a	14.22	14.90	20.43	21.17	21.47	23.88	23.45	20.05
	b	25.10	27.35	30.73	31.22	32.62	36.45	36.16	31.20
TCK	L	46.97	46.56	41.74	40.87	40.75	41.44	42.62	41.04
	a	13.26	14.53	20.55	21.09	21.17	23.31	23.09	20.38
	b	25.17	27.41	30.94	31.28	32.20	35.09	35.08	31.63
SCK	L	46.38	45.99	40.80	40.62	40.52	41.33	42.90	41.45
	a	13.95	14.37	20.26	21.04	21.48	23.84	23.65	20.27
	b	25.28	27.48	30.84	32.24	32.48	35.83	35.15	32.34

*Symbols are same as in Table 1.

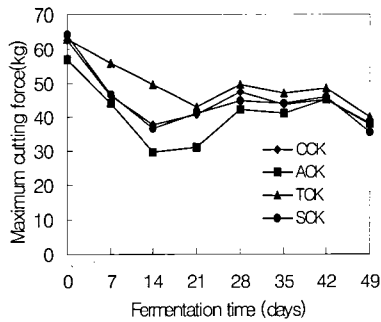


Fig. 5. Changes of maximum cutting force of texture in Cabbage Kimchi samples during fermentation time.

*Symbols are same as in Table 1.

있다(Lee YH와 Rhee HS 1986). 양배추 김치 조직의 경도는 발효숙성 14일까지 감소하다가 그 이후 증가하였으며 발효숙성 42일 이후에는 감소하였다. 멸치액젓 첨가 양배추 김치의 경우 대조군보다 더 조직이 물러지는 것으로 나타났으며, 양배추 김치 발효숙성 전 기간동안 토하액젓을 첨가한 양배추 김치가 대조군, 멸치액젓 첨가 김치 및 새우젓 첨가 양배추 김치보다 조직이 덜 물러지는 것을 알 수 있었다. 이는 No HE와 Lee MY(1995)과 Rhee HS와 Lee GJ(1994)의 연구에서 키토산 첨가 김치와 키토산 첨가 무의 조직감이 대조군에 비해 향상되었다고 보고한 바 있으며, Park BH 등(2001)에 따르면 토하액젓에는 저분자 chitin

Table 6. Changes of hot water soluble pectin(HWSP), sodium hexametaphosphate soluble pectin(NaSP) and hydrochloric acid soluble pectin(HCISP) during fermentation of Cabbage Kimchi

Samples	Composition(%)	Fermentation time (days)		
		0	28	49
CCK*	HWSP	17.25	13.49	10.25
	NaSP	29.25	30.16	31.25
	HCISP	53.50	56.35	58.50
TCK	HWSP	21.27	14.37	11.52
	NaSP	23.53	24.56	25.27
	HCISP	55.20	61.07	63.21
ACK	HWSP	21.35	14.15	11.43
	NaSP	22.35	25.15	26.22
	HCISP	56.30	60.70	62.35
SCK	HWSP	19.85	15.25	11.27
	NaSP	20.20	23.40	24.52
	HCISP	59.95	61.35	64.21

*Symbols are same as in Table 1.

oligosaccharide를 함유하고 있어 이러한 성분들이 김치 발효숙성 중 김치조직의 연화를 대조군이나 멸치액젓 첨가 김치, 새우젓 첨가 김치보다 더 지연시키는 것으로 보고된 바 있다.

8. 펙틴질

알콜 불용성 고형물(AIS)은 과일이나 채소에서 경도를 유지하는데 큰 영향을 주며 AIS 함량이 높을수록 경도가 높으므로 김치의 숙성이나 마늘 첨가 시 AIS의 감소로 인해 김치 텍스처의 경도가 감소되는 것으로 알려져 있다(Yoo EJ 등 1998, Kattan AA 1963). 본 실험의 양배추 김치 발효 중 각 시료로부터 얻은 AIS 함량의 변화는 담금 직후에는 1.55~1.61 g이었는데 발효가 진행됨에 따라 감소하여 숙성 28일에는 1.29~1.33 g을 나타냈으며, 숙성 49일에는 1.33~1.42 g으로 약간 증가되었다. AIS의 함량은 김치의 숙성기간이 길어질수록 단시간 내에 더욱 많은 양이 감소된다고 하며(Lee YH와 Rhee HS 1986), 김치를 4°C에서 숙성시킬 때 4.3~5.4%이던 AIS가 4주 후에는 3.4~3.6%로 감소되었다는 보고도 있다(Ryu BM 등 1996). 알콜 불용성 고형물(AIS)로부터 분리해 낸 가용성 펙틴의 함량은 Table 6에 나타난 바와 같이 양배추 김치를 담금 직후, 대조군의 가용성 펙틴은 발효숙성 초기부터 말기까지 산가용성, 염가용성, 열수가용성 펙틴의 순으로 그 함량이 높게 나타났으며, 발효숙성 기간이 경과함에 따라 수용성 펙틴질인 열수가용성 펙틴 함량은 감소하였고, 저 methoxyl 기를 가진 염가용성 펙틴과 protopectin인 산가용성 펙틴 함량은 증가하였다. 젓갈을 첨가한 양배추 김치의 가용성 펙틴도 대조군과 같이 발효숙성이 진행됨에 따라 열수가용성 펙틴의 함량이 감소하고 염가용성 펙틴이 증가하는 현상은 비슷하였으나, 젓갈 첨가군은 대조군에 비해 산가용성 펙틴의 함량이 많은 것으로 나타났다. Park BH 등 (2003)의 전남 지역 김장 배추김치의 품질특성에서 가용성펙틴의 함량은 산가용성, 염가용성, 열수가용성 펙틴의 순으로 그 함량이 높게 나타나 본 연구 결과와 비슷한 경향이였다. 한편, Ryu BM 등(1996), Yoo MJ 등(2001)의 연구에서는 멸치 첨가 김치 및 묵은 김치에서는 숙성이 경과함에 따라 열수가용성 펙틴은 약간씩 증가하였고, 염가용성 펙틴과 산가용성 펙틴 함량은 감소하는 것으로 보고되어 본 실험의 결과와는 다소 다르게

나타났다. 매실 및 청각채를 첨가한 동치미의 숙성 중 펙틴 함량은 발효숙성이 진행될수록 수용성 펙틴질인 열수가용성 펙틴 함량은 감소하였고, 저 methoxyl기를 가진 염 가용성 펙틴과 protopectin인 산 가용성 펙틴 함량은 증가하여 본 실험의 결과와 비슷하였다(Park BH와 Cho HS 2004, Park BH와 Cho HS 2005). 열수가용성 펙틴은 토하액젓 첨가 양배추 김치에서 가장 높게 나타났고, 산가용성 펙틴의 경우 발효숙성 0일째에는 새우액젓 첨가 양배추 김치, 멸치액젓 첨가 양배추 김치, 토하액젓 첨가 양배추 김치 및 대조군의 순으로 많은 함량을 보이다가, 49일째에는 새우젓 첨가 양배추 김치, 토하액젓 첨가 양배추 김치, 멸치액젓 첨가 양배추 김치 및 대조군의 순이었다.

IV. 요 약

토하액젓, 멸치액젓 및 새우젓을 각각 첨가하여 담근 양배추 김치를 4±1℃에서 49일 동안 발효 숙성시키면서 이화학적 특성 및 경도의 변화를 조사하였다. 발효 숙성이 진행됨에 따라 pH는 모든 군에서 점차로 낮아졌고, 총산함량은 증가하는 경향을 나타내었는데, 젓갈 첨가 양배추 김치의 경우 대조군보다 전반적으로 낮게 나타났다. 산화환원전위 값은 발효가 진행되면서 7일 전까지는 급격하게 감소하다가 그 이후에는 서서히 감소하는 경향을 보였다. 환원당 함량은 발효가 진행되면서 감소하였는데, 새우젓 첨가 양배추김치에서 가장 많이 증가하였고, 총 비타민 C 함량은 젓갈 첨가군이 대조군에 비하여 높게 나타났다. 양배추 김치의 발효숙성 중 명도는 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하여 멸치액젓 첨가 양배추 김치가 가장 완만하게 감소하였으며, 적색도는 발효가 진행됨에 따라 점차로 증가하였다가 35일 이후부터 다시 감소하였고, 황색도는 적색도와 비슷한 경향으로 발효가 진행됨에 따라 증가하였다. 경도는 발효숙성 14일까지 모든 시료에서 감소되었으며, 그 이후 증가하였다가 감소하였는데, 멸치액젓 첨가 양배추 김치, 대조군, 새우젓 첨가 양배추 김치 및 토하액젓 첨가 양배추 김치의 순으로 높게 나타났다. 가용성 펙틴의 함량은 숙성과정 중 산가용성, 염가용성 및 열수가용성 펙틴의 순으로 그 함량이 높게 나타났으며, 발효숙성 기간이 경과함에 따라 수용성 펙틴질인 열수가용성 펙틴 함량은 감소하였고, 저

methoxyl 기를 가진 염가용성 펙틴과 protopectin인 산가용성 펙틴 함량은 증가하였다. 또한 젓갈 첨가군이 대조군에 비해 산가용성 펙틴의 함량이 많은 것으로 나타났다. 다양한 젓갈을 첨가하여 담근 양배추 김치에서 대조군보다는 토하액젓과 새우젓 첨가 양배추 김치가 환원당, 총 비타민 C, 경도, 열수가용성 펙틴 및 산가용성 펙틴에서 높게 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2005학년도 목포대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

- 양세식. 1986. 방사선 조사에 의한 김치 저장에 관한 연구. 원광대학교 대학원 석사학위논문.
- 주현규, 조광행, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조. 1995. 식품 분석법. 유림출판사, p 355.
- Cheigh MJ, Han JS, Lee SH, Park KY. 1998. Standardization of ingredient ratios of Wooung kimchi. J Korean Soc Food Sci Nutr 27(3): 618-624
- Cho IY, Lee HR, Lee JM. 2005. The quality changes of less salty Kimchi prepared with extract powder of Fine Root of ginseng and Schinzandra Chinensis Juice. Korean J Food Culture 20(3): 305-314
- Cho Y, Lee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on Kimchi fermentation. Korean J Soc Food Sci 7(1): 15-21
- Gerhardt P. 1981. Manual of methods for general bacteriology. American Society for Microbiology, p 293-299
- Han SY, Park MS, Seo KL. 2002. Changes in the food components during storage of oyster mushroom kimchi. Korean J Food Preserv 9(1): 51-55
- Han YB, Kim MR, Han BH, Han YN. 1987. Studies on anti-oxidant component of mustard leaf and seed. Kor J Pharmacogn 18(1): 41-49
- Jacob HE. 1970. Redox potential in methods in microbiology. vol. 2, Academic Press, London and New york.
- Jang MS, Moon SW. 1995. Effect of licorice root(*Glycyrrhiza Uralensis Fischer*) on Dongchimi fermentation. Korean J Soc Food Sci 7(0): 15-21
- Kallithraka S, Mohdaly AAA, Makris DP, Kefalsa P. 2005. Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.): association with antiradical activity. J Food Composition & Analysis 18(3): 375-386
- Kattan AA, Littrell DL. 1963. Pre-and post- harvest factors

- affecting firmness of canned sweet potatoes. Proc Amer Soc Hort Sci 83(3): 641-649
- Kim HR, Park JE, Jang MS. 2002. Effect of perilla seed paste on the *Yulmoo Mul-Kimchi* during fermentation. Korean J Soc Food cookery Sci 18(3): 290-296.
- Kim JH. 2003. Effect of Rosemary leaf on quality and sensory characteristics of *Kimchi*. Korean J Food & Nutr 16(4): 283-288
- Kim KO, Kim WH. 1994. Changes in properties of *Kimchi* prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation. Korean J Food Sci Tech 26(3): 324-329
- Kim MR, Kim JH, Wi DS, Na JH, Sok DE. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(5): 1201-1207
- Lee CB. 1982. A pictorial book of the Korean flora. Hyangmunsa, p 559
- Lee MJ, Kim HS, Lee SC, Park WP. 2000. Effects of sepiae os addition on the quality of *Kimchi* during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 29(4): 592-596
- Lee YH, Rhee HS. 1986. The changes of pectic substances during the fermentation of *Kimchis*. Korean J Soc Food Sci 2(1): 54-58
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration of *Kimchi* fermentation. Korean J Food Sci Tech 16(4): 443-448
- Millers GL. 1959 Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal Chem 31(3): 426-435
- Montville TJ, Conway LK. 1982. Oxidation-reduction potentials of canned foods and their ability to support *Clostridium botulinum* toxigenesis. J Food Sci 47(6): 1879-1983
- No HK, Lee MY. 1995. Isolation of chitin from crab shell waste. J Korean Soc Food Nutr 24(1): 105-113
- No HK, Park IK, Kim SD. 1995. Extension of shelf-life of *Kimchi* by addition of chitosan during salting. J Korean Soc Food Nutr 24(6): 932-938.
- Noh JE, Choi YK, Kim HK, Kwon JH. 2005. Pre-establishment of microwave-assisted extraction conditions for antioxidative extracts from cabbage. Korean J Food Preserv 12(1): 62-67
- Owen RF. 1996. Food chemistry-3rd edition. Marcel Dekker, Inc., p 337-339
- Park BH, Oh BY, Cho HS. 2001. The quality characteristics of *Kimchi* prepared with salt fermented Toha jeot juice. Korean J Soc Food cookery Sci 17(6): 625-633
- Park BH, Cho HS. 2004. Fermentation properties of Dongchimi added maesil(*Prunus mume*). J East Asian Dietary Life 14(6): 582-590
- Park BH, Cho HS. 2005. Effect of glue plant(*Codium fragile*) on physicochemical characteristics of Dongchimi during fermentation. Korean J Food Cul 20(5): 508-515
- Park BH, Cho HS, Oh BY. 2004. Physicochemical characteristics of onion *Kimchi* prepared with Jeot -kal and Chitosan. Korean J Food Cookery Sci 20(4): 358-364
- Park BH, Cho HS, Yoo MJ. 2003 Quality characteristics of *Kimchi* prepared for the winter around Chonnam area. Korean J Human Ecology 6(2): 57-65
- Park KU, Kim JY, Cho YS, Yee ST, Jeong CH, Kang KS, Seo KL. 2004. Anticancer and immuno-activity of onion *kimchi* methanol extract. J Korean Food Sci Nutr 33(6):1439-1444
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. J Korean Soc Food Nutr 24(2): 169-182
- Park WP, Park KD, Kim JH, Cho YB, Lee NJ. 2000. Effect of washing conditions in salted chinese cabbage on the quality of *Kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr 25(3) : 460-465
- Rhee HS. 1995. The measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. Korean J Soc Food Sci 11(1): 83-91.
- Rhee HS, Lee GJ. 1994. Effects of preheating treatment and chitosan addition on the textural properties of Korean Radish during salting. Korean J Dietary Culture 9(1): 53-59
- Ryu BM, Jeon YS, Moon GS, Song YS. 1996. The changes of pectic substances and enzyme activity texture, microstructure of anchovy added *Kimchi*. J Korean Soc Food Nutr 25(3): 470-477
- Song TH, Kim SS. 1991. A study on the effect of ginseng on quality characteristics of *kimchi*. Korean J Soc Food Sci 7(1): 81-88
- Stark SM. 1950. Determination of pectic substances in cotton, colorimetric reaction with carbazole. Anal Chem 22, 1158
- Yang YH, Park SH, Ann SM, Kim KM, Kim MR. 2005. Physicochemical and sensory characteristics of *Mul-Kimchi* (watery *Kimchi*) prepared with Red Cabbage. J East Asian Soc Deitary Life 15(5): 574-581
- Yi JH, Cho Y, Hwang IK. 1998. Fermentative characteristics of *Kimchi* prepared by addition of different kinds of minor ingredients. Korean J Soc Food Sci 14(1): 1-8
- Yoo EJ, Lim HS, Kim JM, Song SH, Choi MR. 1998. The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 27(5): 869-874
- Yoo MJ, Kim HR, Chung HJ. 2001. Changes in physicochemical and microbiological properties in low-temperature and long-term fermented *Kimchi* during fermentation. Korean J Food Cul 16(5): 431-441

(2006년 6월 20일 접수, 2006년 10월 11일 채택)