

젓갈 및 젓갈대용 부재료 첨가 김치의 유기산 및 핵산관련 물질의 함량

박덕천* · 김은미 · 김은진¹ · 김영명 · 김선봉¹

한국식품개발연구원, ¹부경대학교 식품생명공학부

The Contents of Organic Acids, Nucleotides and Their Related Compounds in *Kimchi* Prepared with Salted-Fermented Fish Products and Their Alternatives

Douck-Choun Park*, Eun-Mi Kim, Eun-Jin Kim¹, Young-Myung Kim and Seon-Bong Kim¹

Korea Food Research Institute

¹Faculty of Food and Biotechnology, Pukyong National University

Organic acids, nucleotides and their related compounds (NRCs) of *kimchi* prepared with salted-fermented fish products (SFFPs) and their alternatives were analyzed at each optimal fermentation (pH 4.2 ± 0.2 , acidity 0.6~0.8%) during fermentation at 20, 10 and 4°C, respectively. The pH and acidity levels of *kimchi* sharply decreased and increased, respectively until each optimal fermentation period. The levels of organic acids and NRCs in SFFP *kimchi* were affected by fermentation temperature and the type of additive. Compared with the control, organic acid levels were slightly higher in *kimchi* with alternative additives, as were NRC rates in *kimchi* with hydrolysates of oyster and Alaska pollack. Moreover, slightly higher levels of NRC were observed in *kimchi* with alternative additives than in *kimchi* with SFFPs. Consequently, these results show that fermentation temperature and the type of additive (SFFPs and their alternatives) affect not only fermentation, but the levels of organic acids and NRCs in *kimchi*.

Key words: *kimchi*, organic acids, nucleotides, salted-fermented fish products

서 론

최근의 전통식품에 대한 새로운 인식으로 김치의 과학적 해석이 이루어지면서 세계 식품으로서의 김치에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 김치관련 연구는 재료에서부터 품질, 가공, 발효, 식품화학·영양 및 기능성 등에 이르기까지 전반에 걸쳐 다양하게 수행되고 있으며^(1,2) 특히, 90년대 후반 들어서는 김치의 표준화와 규격설정, 김치의 기능성 관련 연구가 활발하게 수행되었는데 이는 전통식품으로서 김치의 식품학적 우수성 확인과 아울러 국제식품규격 확립에 따른 본격적인 세계화에도 큰 기여를 하였다⁽³⁾.

현재까지 진행된 제조 조건별 김치의 숙성 관련 연구로는, 기본 재료에 따른 김치의 맛과 품질에의 영향⁽⁴⁾과 김치 발효에 미치는 소금농도⁽⁵⁾, 향신료⁽⁶⁾, 조미료 및 젓갈(새우젓 및 멸치젓)의 영향⁽⁷⁾이 검토되었으며, 숙성온도를 달리한 김치의

발효 및 관능특성⁽⁸⁾과 부재료에 따른 배추김치 숙성에의 영향에 대한 종합적 고찰⁽⁹⁾ 등이 이루어졌다. 또한, 젓갈과 관련한 김치의 기능성 연구로는, 젓갈 원료로서 수산 가수분해물의 angiotensin 전환효소 저해활성에 따른 고혈압 예방 효과 등⁽¹⁰⁻¹²⁾과 김치 담금에 흔히 사용되는 대표적 젓갈로서 멸치젓갈류, 새우젓갈 및 까나리 젓갈을 비롯 젓갈 대용 부재료의 첨가에 따른 김치 숙성 중 기능활성의 해석^(13,14)이 이루어지는 등 다양한 제조 조건에 따른 김치류의 과학적인 해석이 최근 활발히 시도되고 있다.

젓갈은 그 자체로도 우리나라의 주요 전통발효식품의 하나로서 김치의 숙성을 촉진하는 등 김치 담금에 있어 주요 첨가 소재로 활용되어 왔다. 젓갈 첨가 김치의 숙성 중 유산균 발효에 의해 생성되는 유기산은 핵산관련물질과 함께 김치의 맛과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있으며 이들 물질의 함량은 원료의 종류 및 숙성조건에 따라 차이가 있는 것으로 보고되고 있다^(15,16).

본 연구에서는 김치의 숙성에 대한 온도와 젓갈 및 젓갈대용 부재료의 첨가효과를 검토하고자 상용 젓갈류를 비롯한 젓갈 대용 부재료를 첨가하여 제조한 김치를 숙성 온도별로 20, 10 및 4°C에서 숙성시켜 각 온도별 숙성에 따른 pH, 총산도와 적숙기에서의 유기산 및 핵산관련 물질을 정량하였다.

*Corresponding author : Douck Choun Park, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-51-780-9089
Fax: 82-51-780-9059
E-mail: pdc327@hanmail.net

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 재료 중 배추, 고춧가루, 마늘, 생강, 파 등은 부산 부전시장에서 구입하여 사용하고 소금은 천일염을 사용하였다. 젓갈은 김치제조에 상용되는 5종의 젓갈 즉, 멸치액젓(백경식품, 염도 29.2%), 멸치육젓(가락동시장, 염도 27.2%), 새우젓갈(가락동시장, 염도 29.1%)과 연구실에서 전기 투석(Asahi Glass Co.)하여 탈염한 저염 멸치액젓(백경식품, 염도 4.4%) 및 저염 까나리액젓(대운식품, 염도 5.0%)을 사용하였고 젓갈 대용물로는 명태육 가수분해물과 굴 가수분해물(이상 °Brix 30) 및 청각 에탄올추출물(°Brix 10)을 사용하였다.

저염 젓갈 및 젓갈 대용물의 제조

전보^(13,14)와 같다. 즉, 저염 액젓은 전기 투석기(Asahi Glass Co.)를 이용하여 염 함량을 5% 이하로 탈염하여 사용하였다. 청각 추출물은 건조 청각을 20배량의 50%(v/v) 에탄올로 추출(50°C, 5시간)하고 여과(Whatman No. 4) 및 농축(°Brix 10)하였으며 굴 가수분해물 및 명태육 가수분해물은 원료에 동량의 물을 가하고 2%(w/w) Flavourzyme™(대중상사)으로 분해(45°C, 4시간)시킨 후, 농축(°Brix 30)하였다.

김치 및 액즙의 제조

전보^(13,14)와 같다. 즉, 4등분 한 배추를 4시간 절이고, 흐르는 물로 3회 세척한 후, 적당한 크기로 잘랐다. 절임 배추에 파, 고춧가루, 마늘, 생강 등의 부재료를 일정 비율로 잘 혼합하고 젓갈 및 젓갈 대용물을 최종염도 2.8~2.9%가 되도록 첨가하여 김치를 제조하였다. 김치 액즙은 김치를 적당히 갈아서 두 겹의 거즈로 압착 여과하여 제조하였다.

pH 및 산도의 측정

pH는 pH meter(ORION, model 420A)를 사용하여 실온에서 측정하였고, 산도는 AOAC법에 의해, pH를 젠 시료에 0.1 N NaOH 용액을 적정하여 pH 8.3이 되도록 하여 0.1 N NaOH의 적정 소비량(mL)을 측정한 후, 아래의 계산식에 따라 총산량(total acid)을 구하였다⁽¹⁷⁾.

$$\text{총산(\%)} = a \times f \times F \times 10 \times \text{mL/g} \times 100$$

a: 0.1 N NaOH 용액의 소비 mL 수, f: 0.1 N NaOH 용액의 factor

F: 0.1 N NaOH 1 mL에 상당하는 유기산 계수 (젓산인 경우 0.009)

유기산의 정량

시료 1 mL를 취하여 95% ethanol 3.5 mL를 가하고 침전물을 여과하여 제거한 다음 0.45 μL millipore filter로 여과한 것을 시료액으로 하였다. Column은 μ-Bondapak C₁₈ 3.9×300을 사용하였고 용매는 0.02% potassium phosphate buffer (pH 2.4)를 사용하여 210 nm에서 분석하였다.

핵산관련 물질의 정량

시료 1 mL를 취하여 0.6 M HClO₄ 5 mL를 가한 뒤 3,000 ×g에서 5분간 2회 원심분리하고 상층액을 모아 50% KOH로 pH 6.5로 조정된 다음 침전물은 여과하여 제거하였다. 여액을 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 6.5)를 사용하여 10 mL로 정용하고 다시 0.45 μL millipore filter로 여과한 것을 시료액으로 하였다. Column은 μ-Bondapak C₁₈ 3.9×300을 사용하였고 용매는 50 mM potassium phosphate buffer (pH 6.8)를 사용하여 254 nm에서 분석하였다. 사용한 약어는 다음과 같다. ATP(Adenosine 5'-triphosphate), ADP(Adenosine 5'-diphosphate), IMP(Inosine 5'-monophosphate), AMP(Adenosine 5'-monophosphate), HxR(Inosine).

결과 및 고찰

젓갈류 및 젓갈대용물을 각각 첨가하여 제조한 김치와 이들 물질을 첨가하지 않은 대조구를 20, 10 및 4°C에서 숙성 중 pH 및 산도의 변화와 각 시험구별 적숙기에서의 유기산 및 핵산관련 물질의 함량을 분석하였다. 한편, 김치는 숙성 중 유산균에 의해 유기산이 생성되어 pH가 저하되고 산도는 증가되는데, 적숙기 김치의 pH는 4.2, 산도는 0.6~0.8%로 알려져 있어⁽¹⁸⁾, 본 실험에서도 이에 준하여 적숙기를 판정하였다.

젓갈첨가 김치의 숙성온도에 따른 pH 및 산도의 변화

젓갈별 첨가 김치를 20, 10 및 4°C 숙성 중, pH 및 산도의 변화를 Fig. 1과 Fig. 2에 각각 나타내었다. 그 결과, 20°C 숙성의 경우, pH는 저염 까나리액젓 첨가구가 숙성 1일에 pH 4.3까지 비교적 빠른 감소를 보였으며 대조구를 포함, 멸치 젓갈류 및 새우젓갈 첨가구에서는 1일 이후 2일까지 빠른 감소를 보이다 3일 이후 5일까지는 완만한 감소(pH 3.7~4.0)를 보였다. 한편, 산도는 저염 까나리액젓이 숙성 1일부터 비교적 빠른 증가를 보였으며 기타 시험군에서는 1일 이후 3일(0.73~1.1)까지 빠르게 증가한 다음 완만한 증가를 보였다. 그러므로, 20°C 숙성의 경우, 적숙기는 저염 까나리액젓 첨가구가 숙성 1일(pH 4.3, 산도 0.7)이었고, 대조구를 포함한 기타 젓갈류 첨가구들은 2일(pH 4.1~4.6, 산도 0.3~0.9)을 적숙기로 하였다.

10°C 숙성의 경우, 저염 까나리액젓 첨가구가 숙성 초기부터 비교적 빠른 pH의 감소를 보이면서 5일에 저염 멸치액젓 및 멸치육젓 첨가구와 함께 pH 4.3~4.4를 보였으며 7일 이후 모든 시험구에서 일정 수준(pH 4.2~3.9)을 유지하였다. 한편, 산도는 저염 까나리액젓 첨가구가 숙성 1일, 비교적 빠른 증가를 보였으나 5일부터 저염 멸치액젓 첨가구가 비교적 높은 산도를 보였다. 그러므로, 10°C 숙성의 경우, pH (4.3~4.6)와 산도(0.52~0.75)를 고려하여 저염 멸치액젓 첨가구는 숙성 4일, 저염 까나리액젓 첨가구와 멸치육젓 첨가구는 5일, 대조구를 비롯한 멸치액젓과 새우젓갈 첨가구는 6~7일을 적숙기로 하였다.

4°C 숙성의 경우도, 저염 까나리액젓 첨가구에서 숙성초기부터 빠른 pH의 감소를 보였으며 다른 시험구에서는 대체로

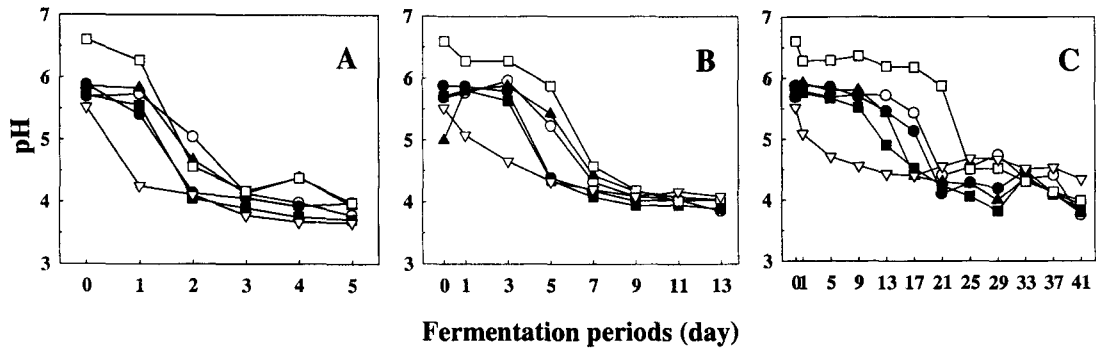


Fig. 1. pH changes of kimchi prepared with different kinds of salted-fermented fish products during fermentation at 20°C (A), 10°C (B) and 4°C (C), respectively.

-○-: Control, -■-: Salted and fermented anchovy added kimchi, -▲-: Salted and fermented anchovy juice added kimchi, -●-: Desalted and fermented anchovy juice added kimchi, -□-: Salted and fermented shrimp added kimchi, -▽-: Desalted and fermented sandlance added kimchi.

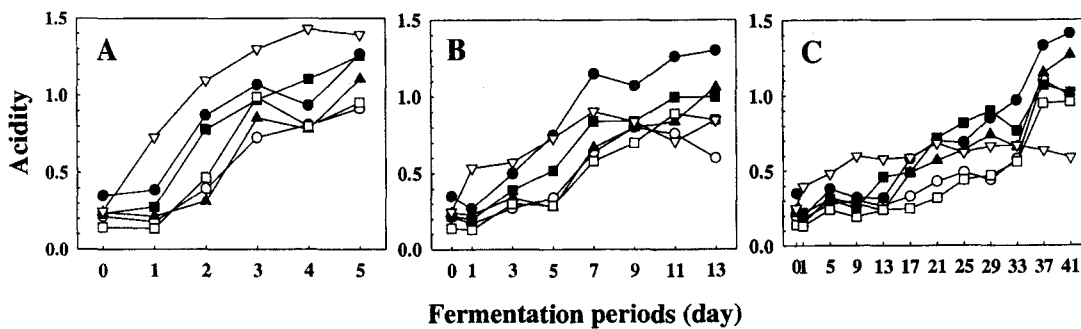


Fig. 2. Changes of titratable acidities of kimchi prepared with different kinds of salted-fermented fish products during fermentation at 20°C (A), 10°C (B) and 4°C (C), respectively.

-○-: Control, -■-: Salted and fermented anchovy added kimchi, -▲-: Salted and fermented anchovy juice added kimchi, -●-: Desalted and fermented anchovy juice added kimchi, -□-: Salted and fermented shrimp added kimchi, -▽-: Desalted and fermented sandlance added kimchi.

9일에서 17일까지 pH 5 이상을 유지하다가 이후 빠르게 감소하여 21일 pH 4.2~4.4의 수준을 보이며 이후 완만히 감소하였다. 한편, 산도는 시험구에 따라 13일 이후부터 증가하는 경향을 보였는데 멸치젓갈류 및 저염 까나리액젓 첨가구에서 21일째 0.6~0.7로 비교적 높은 산도를 보였다. 그러므로, 4°C 숙성의 경우, pH(4.4 내외)와 산도(0.6~0.7)를 고려하여 멸치젓갈류 및 저염 까나리액젓 첨가군은 21일을, 대조구와 새우젓갈 첨가군은 33일을 적숙기로 하였다.

이상의 결과, 젓갈류 첨가 김치의 온도별 숙성에 따라 pH는 대체로 감소한 반면 산도는 증가하였으며 숙성 온도가 높을수록 pH와 산도의 변화 속도도 빨랐다. 또한, 젓갈을 첨가하지 않은 대조구에 비해 젓갈 첨가군의 pH는 대체로 낮았고 산도는 높은 경향을 보여 숙성 온도와 함께 젓갈류 첨가가 김치의 숙성에 주요 영향 요인인 것으로 밝혀졌다. 숙성 초기 새우젓갈 첨가구의 pH가 비교적 높았는데 이는 김과 김의 결과⁽¹⁹⁾에서도 나타난 바 있으며 전보⁽¹⁴⁾에서도 같이 숙성 초기 아질산염 함량이 비교적 높았으므로 아질산염에 의한 환원작용 때문으로 사료되었다. 또한, 숙성 초기, 저염 까나리액젓 첨가구의 pH가 비교적 낮은 반면 산도는 높은 것과 멸치젓갈류 첨가구가 대조구 및 새우젓갈 첨가구에 비해 대체로 높은 산도를 보인 것은 젓갈별 특이성, 즉 첨가 젓갈별로 내재하는 유기산 및 핵산 관련물질의 함량이 다름으로

인해 이들 젓갈 첨가 김치의 숙성초기 pH 및 산도에 차이를 보인 것으로 사료되었다. 김치는 숙성되면서 pH는 감소하는 반면 산도는 증가하며 고온에서 비교적 빨리 숙성되는 것으로 알려져 있는데⁽¹⁸⁾ 갓김치⁽²⁰⁾나 토하젓 첨가 김치⁽²¹⁾에서도 동일한 경향을 보인 바 있으며 본 연구에서도 5종의 젓갈 첨가구 김치에서 다소의 차이는 있으나 대체로 유사한 경향을 보였다.

첨가젓갈 및 숙성온도별 적숙기 김치의 유기산 함량

첨가 젓갈별 김치의 0일차 및 숙성온도별 적숙기에서의 유기산 함량은 Table 1과 같다. 그 결과, acetic acid는 숙성 온도별 모든 시험구에서 0일차 대비 함량이 대체로 높았다. 멸치젓갈류 첨가구는 20°C 숙성에서 비교적 높은 함량(3.41~6.29 mg/mL)을 보인 반면, 새우젓갈 첨가구는 10°C와 4°C 숙성(1.2~3.8 mg/mL)에서 다소 높았다. Lactic acid는 숙성 온도별 모든 시험구에서 0일차(0.25~0.64 mg/mL) 대비 함량이 대체로 높았으며 10°C(2.30~3.60 mg/mL) 및 4°C(0.56~2.51 mg/mL)에서 20°C(0.33~0.78 mg/mL)보다 다소 높았다. Malic acid는 첨가 젓갈류에 따라 증감하면서 20°C 숙성(2.35~4.21 mg/mL)에서 비교적 높았다. Succinic acid는 대조구를 비롯한 모든 시험구의 10°C(3.64~5.25 mg/mL) 및 4°C 숙성구(2.35~3.99 mg/mL)에서 비교적 높은 함량을 보였다.

Table 1. Organic acid contents (mg/mL) of optimally fermented kimchi prepared with different salted-fermented fish products during fermentation at 20, 10 and 4°C, respectively

Fermentation temperature	Kimchi with salted-fermented fish products	Optimally fermented period (day)	Acetic acid	Lactic acid	Malic acid	Succinic acid
Start	Control		0.00	0.25	0.67	3.46
	Salted and fermented anchovy juice added kimchi		1.11	0.47	2.09	3.13
	Salted and fermented anchovy added kimchi		0.00	0.64	0.00	2.22
	Desalted and fermented anchovy added kimchi		0.00	0.39	0.67	2.82
	Desalted and fermented sandlance added kimchi		0.45	0.99	1.93	0.40
	Salted and fermented shrimp added kimchi		0.00	0.37	0.00	1.47
20°C	Control	2	0.90	0.64	3.39	2.20
	Salted and fermented anchovy juice added kimchi	2	4.88	0.33	2.35	2.15
	Salted and fermented anchovy added kimchi	2	3.41	0.50	4.21	2.42
	Desalted and fermented anchovy added kimchi	2	6.29	0.78	3.98	2.06
	Desalted and fermented sandlance added kimchi	1	2.78	3.18	2.49	2.03
	Salted and fermented shrimp added kimchi	2	1.01	0.52	3.58	2.00
10°C	Control	6~7	1.05	2.38	0.10	3.66
	Salted and fermented anchovy juice added kimchi	6~7	1.23	2.50	0.09	4.49
	Salted and fermented anchovy added kimchi	5	0.98	3.28	0.15	5.20
	Desalted and fermented anchovy added kimchi	4	1.00	2.30	0.59	3.64
	Desalted and fermented sandlance added kimchi	5	4.22	1.71	4.12	2.50
	Salted and fermented shrimp added kimchi	6~7	1.21	3.60	0.31	5.25
4°C	Control	33	0.89	1.62	0.03	2.73
	Salted and fermented anchovy juice added kimchi	21	0.43	0.79	0.04	2.61
	Salted and fermented anchovy added kimchi	21	1.18	2.42	0.12	2.89
	Desalted and fermented anchovy added kimchi	21	0.82	2.51	0.30	2.50
	Desalted and fermented sandlance added kimchi	21	3.19	1.38	1.51	3.99
	Salted and fermented shrimp added kimchi	33	3.84	0.56	1.54	2.35

이상의 결과로부터, 같은 숙성 온도라도 첨가 젓갈류에 따라, 동일 젓갈류라도 숙성온도에 따라 유기산 함량에 차이를 보여 김치의 숙성 및 기호성 등에 숙성 온도와 첨가 젓갈류가 주요 변수임을 확인하였다. 김치의 자연발효 시 생성되는 주요 유기산은 lactic acid와 succinic acid이며 acetic acid와 malic acid는 미량이라 보고된 바 있으나⁽²²⁾ 본 결과에서는 acetic acid도 첨가 젓갈에 따라 적숙기에서 상당량 검출되었는데 이는 첨가 젓갈의 종류, 첨가수준 및 숙성온도 등의 영향 때문으로 사료된다. 또한, lactic acid와 succinic acid는 고온(22~23°C)에서보다 저온(6~7°C) 숙성에서 대체로 높았다는 김과 이의 결과⁽¹⁵⁾와도 대체로 일치하였다.

첨가젓갈 및 숙성온도별 적숙기 김치의 핵산관련물질의 함량

첨가 젓갈별 김치의 0일차 및 적숙기에서의 핵산관련물질의 함량은 Table 2와 같다. 그 결과, ATP는 0일차 함량(0.10~0.36 $\mu\text{mol/mL}$) 대비 20°C 숙성에서 0.03~0.42 $\mu\text{mol/mL}$ 및 10°C와 4°C에서 0.00~0.36 $\mu\text{mol/mL}$ 로 다소 낮았으며 ADP도, 대조구와 멸치젓갈류 첨가구에서 0일차 함량(0.07~0.27 $\mu\text{mol/mL}$) 대비 10°C 및 4°C 숙성구(0.00~0.21 $\mu\text{mol/mL}$)가 다소 낮았다. 이는 시판 멸치젓갈을 첨가한 청갓(mustard leaf) 김치 중 adenosine 등의 핵산관련물질은 각종 관능기들의 이탈에 따라 감소하였다는 김 등⁽²³⁾의 보고와 유사하였다. 단, 새우젓갈 및 저염 까나리액젓 첨가구는 0일차(0.01 및

0.20 $\mu\text{mol/mL}$)보다 각 온도별 숙성구에서 0.11~0.38 $\mu\text{mol/mL}$ 및 0.24~0.72 $\mu\text{mol/mL}$ 로 다소 높은 함량을 보여 첨가 젓갈에 따라 차이가 있었다. 0일차 함량 대비 AMP는, 대체로 감소하거나 비슷한 수준이었으며 IMP와 HxR은 비슷하거나 다소 증가하는 경향이었는데 특히, HxR은 0일(0.01~0.23 $\mu\text{mol/mL}$) 대비 0.01~2.3 $\mu\text{mol/mL}$ 로 숙성구의 함량이 다소 높았다. 이는 hypoxanthine이 적숙기까지 점진적으로 증가하였다는 박 등⁽²⁰⁾의 결과와 유사하였다.

이상의 결과, 유기산 함량에서와 같이 핵산관련 물질의 함량도 숙성 온도 및 첨가 젓갈별로 차이를 보였으며 향후, 다양한 젓갈류 및 부재료의 첨가에 따른 김치의 표준화 연구도 수행될 수 있을 것이다.

젓갈대용물 첨가 김치의 숙성온도에 따른 pH 및 산도의 변화

젓갈대용물별 첨가 김치를 20, 10 및 4°C에서 숙성하는 동안의 pH 및 산도의 변화를 Fig. 3과 Fig. 4에 각각 나타내었다. 그 결과, 온도별 숙성 김치의 pH는 숙성초기에 pH 4.5 내외까지 빠른 속도로 감소한 다음, 완만하게 감소하거나 대체로 일정한 수준을 유지하는 경향이였다. 반면, 산도는 초기에 대체로 급증한 후, 완만한 증가를 보임으로써 젓갈류 첨가구의 결과와 유사하였다. 즉, 20°C 숙성의 경우, 모든 시험구에서 숙성 1일 pH 4.2~4.3, 산도 0.7~0.8%를 보여 1일을 적숙

Table 2. Contents of nucleotides and their related compounds ($\mu\text{mol/mL}$) of optimally fermented *kimchi* prepared with different salted-fermented fish products during fermentation at 20, 10 and 4°C, respectively

Fermentation temperature	<i>Kimchis</i> with salted-fermented fish products	Optimally fermented period (day)	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR
Start	Control		0.18	0.14	0.54	0.14	0.02
	Salted and fermented anchovy juice added <i>kimchi</i>		0.20	0.07	0.50	0.12	0.01
	Salted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>		0.13	0.12	0.38	0.12	0.01
	Desalted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>		0.36	0.27	0.68	0.12	0.04
	Desalted and fermented sandlance added <i>kimchi</i>		0.22	1.03	0.22	0.64	1.23
	Salted and fermented shrimp added <i>kimchi</i>		0.10	0.01	0.19	0.05	0.01
20°C	Control	2	0.06	0.02	0.16	0.14	0.02
	Salted and fermented anchovy juice added <i>kimchi</i>	2	0.03	0.16	0.09	0.07	0.01
	Salted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>	2	0.42	0.09	0.11	0.17	0.01
	Desalted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>	2	0.04	0.20	0.15	0.07	0.05
	Desalted and fermented sandlance added <i>kimchi</i>	1	0.35	2.72	0.28	1.11	3.32
	Salted and fermented shrimp added <i>kimchi</i>	2	0.05	0.18	0.03	0.09	0.01
10°C	Control	6~7	trace	0.05	0.21	0.05	0.23
	Salted and fermented anchovy juice added <i>kimchi</i>	6~7	0.20	0.00	0.03	0.14	0.80
	Salted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>	5	0.31	0.21	0.32	0.85	0.41
	Desalted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>	4	0.02	0.02	0.73	0.05	0.10
	Desalted and fermented sandlance added <i>kimchi</i>	5	0.36	2.31	0.33	0.75	1.13
	Salted and fermented shrimp added <i>kimchi</i>	6~7	0.00	0.11	0.54	0.08	0.23
4°C	Control	33	0.01	0.03	0.29	0.28	0.99
	Salted and fermented anchovy juice added <i>kimchi</i>	21	trace	0.03	0.15	0.13	1.93
	Salted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>	21	0.31	0.12	0.39	0.34	1.59
	Desalted and fermented anchovy added <i>kimchi</i>	21	0.01	0.01	0.03	0.16	2.26
	Desalted and fermented sandlance added <i>kimchi</i>	21	0.31	2.24	0.00	0.57	1.38
	Salted and fermented shrimp added <i>kimchi</i>	33	0.05	0.38	1.25	0.57	1.98

기로 하였다. 10°C 숙성의 경우, 대조군과 굴 및 명태육 가수분해물 첨가군은 숙성 4일(pH 4.4~4.6, 산도 0.5~0.8%)을, 청각추출물 첨가군은 5일(pH 약 4.3, 산도 약 0.7%)을 적숙기로 하였다. 또한, 4°C 숙성에서는 대조군과 굴가수분해물 첨가군은 숙성 13일(pH 4.2~4.3, 산도 0.6~0.8%), 명태육 가수분해물 첨가군은 21일(pH 4.6, 산도 약 0.7%), 청각추출물 첨가군은 25일(pH 약 4.6 및 산도 0.6%)을 적숙기로 하였다.

이상의 결과, 젓갈대용물 첨가 김치의 온도별 숙성에서 pH 및 산도의 변화는 젓갈 첨가구의 경우와 유사한 경향이었다. 단, 굴 가수분해물 첨가구의 총산 함량이 대조군보다 비교적 높았는데 이는 굴 가수분해물이 젓산발효를 촉진하는 것으로 사료되었으며 박과 김⁽⁷⁾의, 굴 첨가에 따라 김치 숙성 중 산도가 대조군보다 높았다는 결과와 일치하였다. 한편, 젓갈류 첨가구에서는 숙성초기 pH 및 산도가 일시적으로 완만한 증감을 보였으나 젓갈대용물 첨가구에서는 바로 급격히 증감하는 경향을 보였는데 이는 젓갈대용물이, 젓갈류보다 아미노산류에 의한 pH 완충작용⁽²⁰⁾이 미흡하고 젓산균에 의한 산 생성이 숙성 초기부터 활발히 진행된 때문으로 사료되었다. 또한, 비교적 고온숙성에서 대조군 대비 시험구의 편차가 적은 것으로 나타났는데 이는 고온숙성에서 발효의 전반적인 촉진으로 젓갈 대용물별 특성이 제대로 나타나지 못했기 때문으로 사료되었다.

첨가젓갈대용물 및 숙성온도별 적숙기 김치의 유기산 함량

젓갈대용물별 첨가 김치의 0일차 및 숙성온도별 적숙기에 서의 유기산의 함량은 Table 3과 같다. 그 결과, acetic acid는 모든 시험구에서 0일차 함량(0.26~3.27 mg/mL) 대비 0.69~5.60 mg/mL로 대체로 높은 함량이었다. 류 등⁽²⁴⁾은 pH의 감소에 따라 acetic acid의 함량은 대체로 증가한다 하였는데 시험구별 적숙기에서 함량이 0일차 대비 대체로 높은 것으로 나타난 본 실험의 결과와도 유사하였다. Lactic acid의 경우, 모든 시험구의 온도별 숙성에서 0일차 함량(0.24~0.99 mg/mL)보다 대체로 높았으며 20°C(2.84~5.47 mg/mL)의 경우가 10°C(1.38~3.78 mg/mL)나 4°C(1.06~1.38 mg/mL)경우 보다 비교적 높아 젓갈류와는 반대 경향이었는데 이는 젓갈대용물 첨가로, 젓산균에 의한 산생성 촉진효과가 비교적 고온 숙성에서 상승작용을 보인 때문으로 사료되었다. Malic acid는, 0일차 함량(0.18~2.52 mg/mL) 대비 온도별 숙성에 따라 대조군은 0.57~0.77 mg/mL로 다소 낮았고 명태육 가수분해물 및 청각추출물 첨가구는 각각 3.42~4.66 mg/mL 및 0.90~1.29 mg/mL로 다소 높았다. 한편, 굴 가수분해물(2.42 mg/mL) 첨가구는 20°C 숙성(4.28 mg/mL)에서 높았으나, 4°C 숙성에서는 1.53 mg/mL로 비교적 낮은 함량이었다. Succinic acid는 명태육 가수분해물 첨가구가 0일차 함량(4.31 mg/mL) 대비 2.42~3.18 mg/mL로 다소 낮았으나 그 밖의 시험군은 0일차(0.2~

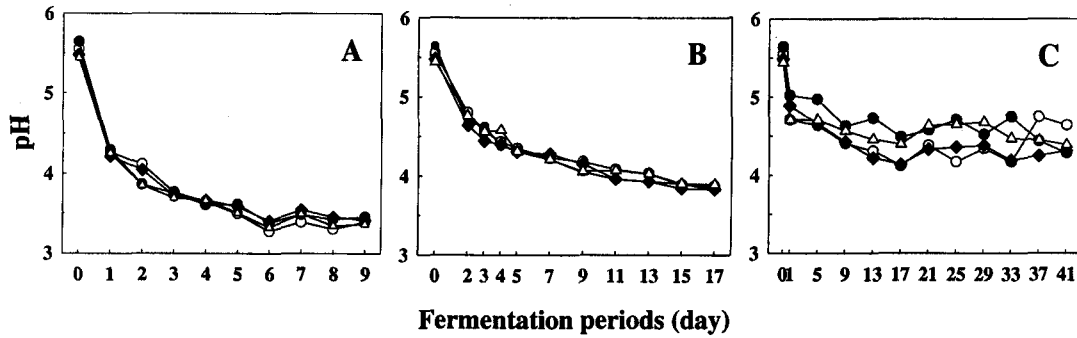


Fig. 3. pH changes of kimchi prepared with different kinds of the alternatives of salted-fermented fish products during fermentation at 20°C (A), 10°C (B) and 4°C (C), respectively.

-○-: Control, -◆-: Oyster hydrolysate added kimchi, -●-: Alaska pollack hydrolysate added kimchi, -△-: Sea-staghorn extract added kimchi.

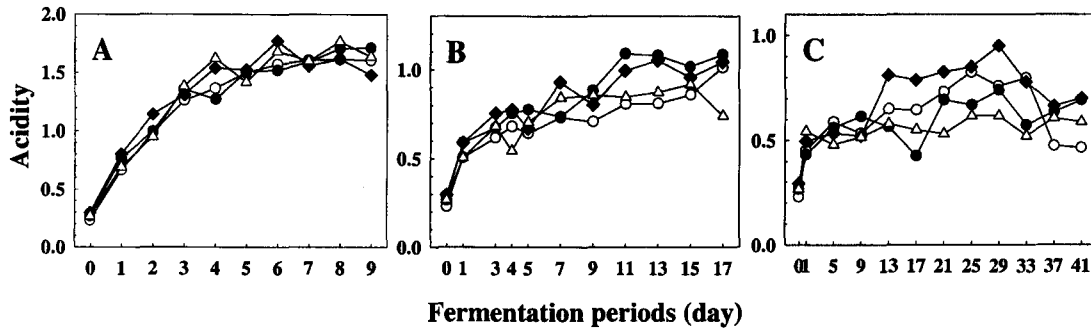


Fig. 4. Changes of titratable acidities of kimchi prepared with different kinds of the alternatives of salted-fermented fish products during fermentation at 20°C (A), 10°C (B) and 4°C (C), respectively.

-○-: Control, -◆-: Oyster hydrolysate added kimchi, -●-: Alaska pollack hydrolysate added kimchi, -△-: Sea-staghorn extract added kimchi.

2.28 mg/mL) 대비 20°C 숙성에서 굴 가수분해물 첨가구(4.20 mg/mL), 10°C 숙성에서 청각추출물 첨가구(3.83 mg/mL)가 비교적 높은 함량을 보였다.

이상의 결과, 젓갈대용물 첨가 김치의 적숙기 유기산 함량은 대조구 대비 대체로 높은 경향을 보여 젓갈 대용물이 유기산의 생성에 영향 요인의 하나로 사료되었다. 또한, acetic acid와 lactic acid는 젓갈 대용물에 따라 0일차 대비 대체로 높은 함량이었으나 succinic acid는 명태육 및 굴 가수분해물 첨가구에서 0일차에서도 상당량 검출된바 첨가 부재료별로 이미 내재하는 것으로 판단되었다.

첨가젓갈대용물 및 숙성온도별 적숙기 김치의 핵산관련물질 함량

젓갈대용물 첨가 김치의 0일차 및 숙성온도별 적숙기에서의 핵산관련 물질의 함량은 Table 4와 같다. 그 결과, ATP의 경우, 대조구와 청각추출물 첨가구의 온도별 시험군에서 0일차(0.35 및 0.38 μmol/mL) 대비 각각 0.12~0.26 μmol/mL 및 0.04~0.27 mol/mL로 다소 낮은 함량을 보인 반면 명태육 가수분해물(0.19~0.34 μmol /mL) 및 굴 가수분해물 첨가구(0.24~0.34 μmol/mL)는 0일차(0.20 및 0.15 μmol/mL)보다 다소 높은 함량이었다. ADP는, 대조구 및 청각추출물 첨가구에서 0일 함량(1.61 및 2.07 μmol/mL) 대비 각각 1.13~1.62 μmol/mL 및 0.38~1.73 μmol/mL로 비교적 낮았으나 명태육 및 굴 가수분해물 첨가구는 0일차(1.18~1.33 μmol/mL) 대비 대체로 높은 1.76~3.48 μmol/mL를 보였다. AMP의 경우도 20°C와

10°C에서는 ATP 및 ADP의 경우와 유사하였는데, 대조구와 청각추출물 첨가구는 0일차 함량(0.35 및 0.26 μmol/mL) 대비 각각 0.08~0.23 μmol/mL 및 0.00~0.03 μmol/mL로 대체로 낮았으나 다른 시험군은 20°C 및 10°C 숙성에서 0일차 대비 대체로 높았다. 단, 4°C 숙성에서는 굴 가수분해물 첨가구가 0.16 μmol/mL이었고 그 외의 다른 시험군들에서는 거의 검출되지 않았는데 이는 저온숙성에 따른 숙성기간이 길어져 IMP 및 HxR로 상당량 전환된 것으로 추측되었다⁽¹⁶⁾. IMP도 정도의 차는 있으나 ATP, ADP 및 AMP의 경우와 같이 숙성에 따라 대조구 및 청각추출물 첨가구에서는 0일차 대비 비교적 낮은 함량이었으며, 다른 시험군에서는 대체로 높았다. HxR은, 숙성온도별로 차이는 있으나 다소의 증감을 보이며 대체로 일정 수준을 유지하였다.

이상의 결과, 첨가 젓갈대용물 및 숙성온도별 적숙기 김치의 핵산관련물질의 함량은 대조구와 청각추출물 첨가구에서 ATP 및 ADP가 0일차 대비 비교적 낮은 함량을 보인 반면 굴가수분해물 및 명태육 가수분해물 첨가구는 온도별 적숙기에서 대조구보다 대체로 높은 함량을 보였는데 이는 굴 및 명태육 가수분해물이 핵산관련물질의 공급원이 되기 때문으로 사료되었다⁽¹⁶⁾. 아울러, 청각추출물을 제외한 젓갈대용물 첨가구의 핵산관련 물질의 함량이 젓갈류 첨가군의 경우보다 비교적 높은 것으로 나타나 동물성 젓갈 대용물의 첨가가 핵산관련 물질의 함량에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

결론적으로, 김치의 숙성시 숙성 온도와 젓갈류 및 젓갈대용물 등 첨가 부재료가 김치의 숙성을 결정하는 주요 영향

Table 3. Organic acid contents (mg/mL) of optimally fermented kimchi prepared with different alternatives of salted-fermented fish products during fermentation at 20, 10 and 4°C, respectively

Fermentation temperature	<i>Kimchi</i> with alternatives of salted-fermented fish products	Optimally fermented period (day)	Acetic acid	Lactic acid	Malic acid	Succinic acid
Start	Control		0.53	0.33	1.01	0.71
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>		3.27	0.28	2.42	2.28
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>		3.07	0.31	2.52	4.31
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>		0.26	0.24	0.18	0.20
20°C	Control	1	0.69	2.84	0.77	0.99
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>	1	5.60	5.47	4.28	4.20
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>	1	3.08	4.16	3.42	2.60
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>	1	2.81	3.07	1.08	2.39
10°C	Control	4	1.80	2.50	0.57	1.89
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>	4	4.98	3.78	2.25	2.89
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>	4	3.66	1.38	4.66	2.42
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>	5	3.14	2.00	0.90	3.83
4°C	Control	13	1.59	1.12	0.70	0.95
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>	13	4.07	1.06	1.53	2.88
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>	21	2.87	1.15	3.64	3.18
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>	25	2.94	1.19	1.29	1.53

Table 4. Contents of nucleotides and their related compounds (μmol/mL) of optimally fermented kimchi prepared with different alternatives of salted-fermented fish products during fermentation at 20, 10 and 4°C, respectively

Fermentation temperature	<i>Kimchi</i> with alternatives of salted-fermented fish products	Optimally fermented period (day)	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR
Start	Control		0.35	1.61	0.35	0.94	0.20
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>		0.15	1.18	0.23	0.53	0.85
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>		0.20	1.33	0.05	0.59	2.93
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>		0.38	2.07	0.26	1.06	1.07
20°C	Control	1	0.12	1.38	0.14	0.47	0.32
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>	1	0.24	1.76	0.31	0.94	0.86
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>	1	0.34	2.30	0.22	1.17	4.05
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>	1	0.04	0.38	0.03	0.16	0.38
10°C	Control	4	0.26	1.62	0.23	0.55	1.36
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>	4	0.34	2.37	0.52	1.12	1.00
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>	4	0.19	2.00	0.08	0.82	2.46
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>	5	0.27	1.73	0.00	0.81	1.55
4°C	Control	13	0.13	1.13	0.08	0.44	1.00
	Oyster hydrolysate added <i>kimchi</i>	13	0.31	3.48	0.16	1.09	1.29
	Alaska pollack hysrolysate added <i>kimchi</i>	21	0.27	2.28	0.00	0.74	2.07
	Sea-staghon extract added <i>kimchi</i>	25	0.17	0.97	0.00	0.22	0.64

요인일 뿐만 아니라 김치의 정미성분으로서 유기산과 핵산 관련물질의 함량패턴에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 동일 숙성온도라도 첨가 부재료(젓갈류 및 젓갈대용물) 별로 차이가 있었으며 같은 부재료 첨가 김치라도 숙성온도에 따라 이들 성분의 함량에 차이를 보여 전보^(13,14)의 결과와 함께 김치 제조시 젓갈 및 젓갈 대용물 첨가의 의의를 확인할 수 있었다.

요 약

젓갈류(멸치액젓, 멸치육젓, 저염멸치액젓, 저염까나리액젓

및 새우젓)와 젓갈대용물(굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각 추출물)을 첨가하여 제조한 김치를 20, 10 및 4°C에서 숙성 중 pH, 총산도를 측정하고 pH 4.2와 산도 0.6-0.8%를 고려한 온도별 적숙기에서의 유기산 및 핵산관련물질을 정량하였다. 그 결과, 젓갈류 첨가 김치의 온도별 숙성 중 pH는 적숙기까지 대체로 빠른 감소를 보인 반면 산도는 빠른 증가를 보였다. 시험구별 적숙기에서 acetic acid와 lactic acid는 0일차 대비 대체로 다소 높은 함량을 보였으며 malic acid는 20°C에서, succinic acid는 10°C에서 비교적 높은 함량이었다. ATP, ADP 및 AMP는 0일차 대비 대체로 낮거나 비

슷한 수준인 반면, IMP 및 HxR은 숙성에 따라 다소 높은 함량을 보였다. 젓갈대용물 첨가 김치의 경우, pH 및 산도는 젓갈류 첨가 김치에서의 유사한 경향이었다. 시험구별 적속 기에서 acetic acid 및 lactic acid는 0일차 함량 대비 다소 높았고 malic acid는 증감하였으며 succinic acid는 0일차에서도 상당량 검출되었다. ATP 및 ADP는 굴 및 명태육 가수분해물 첨가구에서 0일차 대비 다소 높은 반면 다른 시험구에서는 대체로 다소 낮은 함량이었다. AMP도 20°C와 10°C 숙성에서 ATP 및 ADP의 경우와 유사한 경향이었다. IMP는 대조구 및 청각추출물 첨가구에서 0일차 대비 대체로 낮은 함량인 반면 굴 및 명태육 가수분해물 첨가구는 대체로 높았다. HxR은, 대조구와 젓갈류 첨가구 및 굴가수분해물 첨가구에서 0일차 대비 대체로 높은 함량이었다. 결론적으로, 김치의 숙성시 숙성 온도와 젓갈류 및 젓갈대용물 등의 부재료가 김치의 숙성을 결정하는 주요 영향요인일 뿐만 아니라 김치의 정미성분으로서 유기산과 핵산관련물질의 함량패턴에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

문 헌

- Cheigh, H.S., Kim, J.I., Min, B.T., Jeon, J.T., Kong, Y.H., Hong, J.J. and Kim, N.Y. Classification and review of the literatures on *kimchi* (III). *Sci. Technol. Kimchi* 8: 105-131 (2002)
- Choi, S.Y. Research literatures on *kimchi* from 1955 to 1996. *Food Ind. Nutr.* 1: 88-101 (1996)
- CODEX, Proposed draft codex standard for *kimchi*. *Food Ind. Nutr.* 1: 22-34 (1996)
- Kim, M.H., Shin, M.S., Jhon, D.Y., Hong, Y.H. and Lim, H.S. Quality characteristics of *kimchis* with different ingredients. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 16: 268-277 (1987)
- Park, W.P. and Kim, Z.U. The effect of salt concentration on *kimchi* fermentation. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 34: 295-297 (1991)
- Park, W.P. and Kim, Z.U. The effect of seasonings and salted-fermented fish on *kimchi* fermentation. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 34: 242-248 (1991)
- Park, W.P. and Kim, Z.U. The effect of seasonings and salted-fermented fish on *kimchi* fermentation. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 34: 249-257 (1991)
- Choi, S.Y., Lee, M.K., Choi, K.S., Koo, Y.J. and Park, W.S. Changes of fermentation characteristics and sensory evaluation of *kimchi* on different storage temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 644-649 (1998)
- No, H.K., Lee, S.H. and Kim, S.D. Effects of ingredients on fermentation of chinese cabbage *kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 642-650 (1995)
- Kim, S.B., Lee, T.G., Park, Y.B., Yeum, D.M., Kim, O.K., Byun, H.S. and Park, Y.H. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors derived from fermented fish product, 1. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors derived from salted and fermented anchovy. *J. Korean Fish. Soc.* 26: 321-329 (1993)
- Ji, C.I., Lee, J.H., Park, D.C., Gu, Y.S., Kim, I.S., Lee, T.G., Jung, K.J., Park, Y.H. and Kim, S.B. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity in peptic hydrolysates of cooking discards from anchovy factory ship. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 529-532 (2002)
- Kim, D.S., Park, D.C. and Do, J.R. Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of krill (*Euphausia superba*) hydrolysate. *J. Fish. Sci. Technol.* 5: 21-27 (2002)
- Park, D.C., Park, J.H., Gu, Y.S., Han, J.H., Byun, D.S., Kim, E.M., Kim, Y.M., and Kim, S.B. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of *kimchi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 920-927 (2000)
- Park, D.C., Park, J.H., Gu, Y.S., Han, J.H., Byun, D.S., Kim, E.M., Kim, Y.M., and Kim, S.B. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on nitrite scavenging activity of *kimchi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 942-948 (2000)
- Kim, H.O. and Rhee, H.S. Studies on the nonvolatile organic acids in *kimchis* fermented at different temperatures. *Korean J. Food Sci. Technol.* 7: 74-81 (1975)
- Lee, E.H. and Park, Y.H. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage, 1. Changes of nucleotides during drying process of the anchovy, *Engraulis japonica*. *J. Korean Fish. Soc.* 4: 31-41 (1971)
- AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Inc., VA, USA (1990)
- Mheen, T.I. and Kwon, T.W. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 443-450 (1984)
- Kim, K.O. and Kim, W.H. Changes in properties of *kimchi* prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 324-330 (1994)
- Park, S.K., Cho, Y.S., Park, J.R., Moon, J.S. and Lee, Y.S. Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid-related compounds during fermentation of leaf mustard-*kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 48-53 (1995)
- Park, Y.H., Jung, L.H. and Lee, S.S. Physicochemical characteristics of *toha-jeot* added cabbage *kimchi* during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 426-431 (2001)
- Lee, E.Y., Moon, S.W., Park, W.S. and Choi, S.Y. Comparison of organic acids produced during fermentation of *kimchi* with lactic acid bacteria. *Food Ind. Nutr.* 1: 49-79 (1996)
- Kim, J.I., Choi, J.S., Kim, W.S. and Cheigh, H.S. Studies on identification and composition of nucleosides from mustard leaf and mustard leaf *kimchi*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 796-801 (2000)
- Ryu, J.Y., Lee, H.S. and Rhee, H.S. Changes of organic acids and volatile flavor compounds in *kimchis* fermented with different ingredients. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 169-174 (1984)

(2003년 6월 10일 접수; 2003년 9월 8일 채택)