J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
32(2), 161~166(2003)

김치의 숙성과 칼슘함량에 미치는 조개류 껍질 물추출물 첨가효과

김미정* · 김미향 · 김순동†
대구가톨릭대학교 식품산업학부
*신성대학 호텔식품계열

Effect of Water Extracts of Shellfish Shell on Fermentation and Calcium Content of *Kimchi*

Mee-Jung Kim*, Mee-Hyang Kim and Soon-Dong Kim†

Faculty of Food Science and Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea
**Dept. of Food Service and Industry, Shinsung College, Chungnam 343-861, Korea*

Abstract

This study attempted to fortify *kimchi* with water extracts of shells of shellfishes (corb shell, short neck clam, taste clam, ark shell, top shell, oyster) as natural resource of calcium. *Kimchi* added with the shell extracts in 5% were fermented at 10°C with measurements in chemical, microbiological and sensory qualities. Calcium content of shellfish shells before water extraction was in the range of 25.57~38.78%. *Kimchi* added with the extracts showed higher pH, lower acidity, lower total aerobic bacterial count and higher lactic acid bacteria count compared to control *kimchi* without any addition. After 7 day fermentation the *kimchi* added with the extracts also showed higher ash and calcium contents compared to control products (3.3~5.0 vs. 2.8~3.0% and 300~376 vs. 70~95 mg%). *Kimchi* with oyster shell extract gave the most pronounced effect in ash and calcium contents. The addition of extract made *kimchi* crisper and less sourer oganoleptically. In the overall acceptability, the *kimchi* fortified with the shell extracts were better than control after 14 day fermentation.

Key words: calcium, *kimchi*, shellfish shell, water extracts

서 론

조개류는 단단한 껍질 속에 육질이 있어서 껍질과 함께 조리·가공하며, 껍질은 폐기물로 버려지고 있다. 우리나라에서는 년간 675톤이 생산되고 있으며(1), 생 조개에 소금을 뿌려 점액성의 물질을 씻어낸 후 물을 가하여 삶아 육질과 껍질을 분리하며, 삶을 때 얻어지는 국물은 국이나 탕으로 이용되고 있다(2). 조개껍질의 주성분은 칼슘으로 이를 활용코자 하는 연구가 이루어지고 있는데 Kaneko 등(3)은 매실절임의 연화방지를 위하여 굴 회분을 첨가하였으며, Kim 등(4)은 꼬막조개의 껍질분말을 tea bag에 싸서 김치에 첨가함으로써 가식기간을 연장시킬 수 있다고 하였다. Reddy 등(5)은 대합조개의 물 추출물을 향미개선제로 사용함으로써 그 이용성을 높임과 동시에 오염원을 줄일 수 있다고 하였으며, Tsuda 등(6)은 굴 껍질 무기성분의 수면연장 효과를 보고하였다. 이 밖에도 다시마(7), 갑각류(8) 등의 천연의 자원으로부터 체내에 필요한 무기질을 얻고자 하는 연구들이 이루어지고 있다. 한편, 김치는 젖산발효식품이지만 과도한 젖산의 생성으로 산패되는 특성을 가지고 있다. 김치조직의 연화는 산패과정 중에 일어나는 주요 현상으로 숙성과정 중에 배추조직의 중층(middle lamella)을 가교하고 있는 칼슘이 해리되어 용출되면서 펙틴질이 효소적으로 분해되어 일어난다(9). Oh와 Kim(10,11)은 김치에 칼슘을 첨가함으로서 배추조직의 연화를 지연시킨다고 하였으며, 김치조직의 연화원인은 조직내 칼슘의 과도한 용출과 이로 인한 관련효소들의 활성화가 그 원인이 된다고 하였다. Kim 등(12)은 칼슘락테이트가 김치의 연화방지에 효과가 있다고 하였으며 또한, 칼슘은 김치의 발효 중에 생성되는 젖산과 반응하여 젖산칼슘을 생성함으로서 과도한 산생성을 막아 산패를 지연시킬 뿐만 아니라 체내 흡수력이 양호한 칼슘의 함량을 높이는 효과가 있다(4). 칼슘은 뼈와 치아의 구성성분일 뿐만 아니라 신경흥분의 조절, 근육수축, 혈액응고, 효소의 활성화에 관여하며, 최근 단백질의 섭취량이 증가됨에 따라 체내 칼슘의 배설이 촉진됨(13)으로써 골다공증 등의 질환이 증가되고 있어 체내 흡수력이 높은 칼슘함유식품의 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 천연의 칼슘자원인 조개류 껍질(모시조개, 바지락, 맛조개, 꼬막, 소라 및 굴)의 물 추출물을 사용하여 보존성이 높고 체내 흡수력이 양호한 칼슘락테이트 함량이

†Corresponding author. E-mail: kimsd@cuth.cataegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-3216, Fax: 82-53-850-3216

높은 김치의 제조를 시도하였다.

재료 및 방법

재료

김치 담금재료로 배추는 가을 결구배추(가락신 1호)로서 개체당 중량이 2.5 kg 내외의 것을 사용하였으며 소금은 천일염(한주소금)을, 기타 부재료로 고춧가루, 마늘 및 생강을 사용하였다. 조개류는 2000년 10월 충청남도 서해안 안면도 및 태안에서 수집한 모시조개(corb shell), 바지락(short neck clam), 맛조개(taste clam), 꼬막(ark shell), 소라(top shell), 굴(oyster)을 구입하였으며, 껍질을 분리한 후 증류수로 세척하고 자연건조시켜 150 mesh 입도로 분쇄하여 재료로 사용하였다.

물 추출물의 제조

조개류 껍질분말 50 g에 증류수 500 mL을 가하여 냉각기를 부착한 추출장치를 사용하여 3시간동안 비등 추출하였다. 추출액은 Miracloth(Biochem. Co.)로 여과하였으며 이때 얻어지는 여액과 부유물을 함께 50 mL로 농축(조개껍질 g/mL)하였다.

김치의 담금과 숙성

절임배추는 배추를 4등분하여 10% 소금용액에 24시간 절인 후 흐르는 수돗물로 3회 세척하였다. 다음에 4°C의 저온실로 옮겨 1시간 동안 자연 탈수시킨 후 3×5 cm 크기로 절단하였으며 절임배추 100 g에 대하여 마늘 1.99 g, 생강 0.73 g, 고춧가루 3.24 g과 조개류 껍질 추출액 5 mL의 비율로 혼합하여 담금하였다. 담금용기는 200 g들이 plastic 용기를 사용하였으며 head space가 없도록 담아 10°C에서 숙성시켰다.

pH 및 산도

김치의 국물과 즙액을 합하여 Polytron homogenizer(Homo Mixer Mark II F, TK, Japan)로 파쇄한 후 Miracloth(Biochem. Co.)로 여과하여 pH는 pH meter(632, Metrohm, Switzerland)로 산도는 20 mL을 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1 N-NaOH로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다.

총균수 및 젖산균 수

김치조직과 국물을 합하여 살균한 Polytron homogenizer로 파쇄한 후 무균적으로 시료 1 mL을 0.1% peptone수로 단계적으로 희석하여 총균수는 nutrient agar(Difco) 배지에, 젖산균 수는 0.002% bromophenol blue를 첨가한 MRS(Difco) 배지에 접종하여 37°C 항온기에서 48시간 배양한 후 생성된 colony를 계측하였다(14).

조회분 및 칼슘의 함량

조개류 껍질은 분말상태로, 김치의 경우는 양념을 거즈로 깨끗이 제거시킨 배추의 백색줄기부분만을 시료로 사용하였다. 조회분의 함량은 시료 10 g을 증발접시에 칭량하여 전기곤로를 사용하여 태운 후 회화로(HY-4500, Hwashin Co., Korea)로 옮겨 600°C에서 회화시켜 항량을 구하였다. 칼슘의 함량은 6 N HCl 10 mL를 가하여 하루 밤 동안 용해시킨 후 Whatman No. 6 여과지로 여과하였으며, 100 mL로 정용하여 ICP-AES(JY 38 Plus, France)로 분석하였다. 분석조건은 frequency 40.66 MHz, plasma gas flow 12 L/min, sheath gas flow 0.2 L/min, auxiliary gas flow 0.1 L/min, sample flow rate 1 L/min으로 하였다.

관능검사

관능검사는 25명의 관능요원에 의하여 사각사각한 맛, 신맛 및 종합적인 기호도를 5점 척도법(15)으로 측정하였다. 즉, 사각사각한 맛과 신맛은 아주 높거나 강하다(5점), 높거나 강하다(4점), 보통이다(3점), 낮거나 약하다(2점), 아주 낮거나 아주 약하다(1점)로 하였으며, 종합적인 기호도는 아주 좋다(5점), 좋다(4점), 보통이다(3점), 나쁘다(2점), 아주 나쁘다(1점)로 평가하였다.

통계처리

분석은 3회 반복 측정한 평균치 및 평균치±표준편차로 나타내었으며 관능검사 및 평균치의 유의성 검증은 SPSS(statistical package social science, version 7.5)를 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

게 및 조개껍질의 칼슘 함량

조개류 껍질의 칼슘 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 실험에 사용한 6종 조개류(꼬막, 맛조개, 모시조개, 바지락, 굴, 소라)의 칼슘함량은 36.23~38.78% 범위였으며 조개류 중에서는 맛 조개의 칼슘함량이 다소 낮았으나 그 외는 비슷하였다. 조개류 껍질의 주성분은 칼슘(16)으로 알려져 있다.

pH 및 산도

조개류 껍질의 물추출물을 첨가한 김치의 숙성 중 pH와 산도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 대조구의 pH는 숙성 7일째와 14일째에 각각 4.07과 3.58을 나타내었으나 굴껍질 물추출물을 첨가한 경우는 숙성 28일째에도 pH 4.02를 나타내어 숙성에 따른 pH 감소가 완만하였다. 조개류 껍질을 사용한 경우도 숙성 14일째의 pH가 3.87~4.05 범위로 대조구의 3.58보다 높은 pH를 나타내어 김치의 발효시에

Table 1. Calcium contents of shellfish shell

	Ar[1)]	Ta	Co	Sh	Oy	To
Content (%)	38.56[2)]	36.23	38.28	38.53	38.78	38.58

[1)]Ar: ark shell, Ta: taste clam, Co: corb shell, Sh: short neck clam, Oy: oyster, To: top shell.
[2)]Values are mean of triplicate determinations.

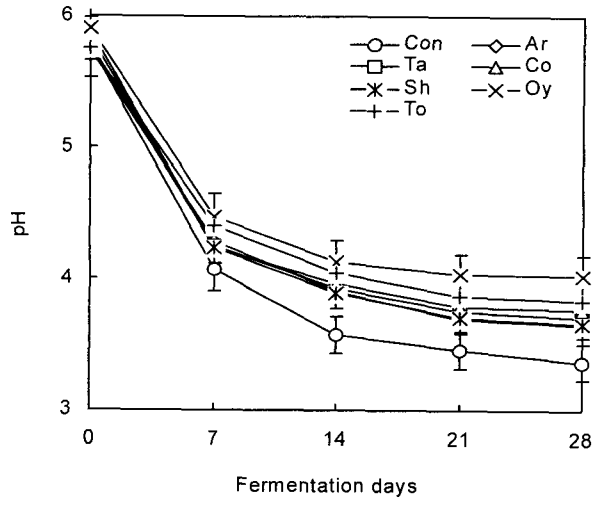

Fig. 1. Effect of water extracts of shellfish shell on pH of *kimchi* during fermentation at 10°C.
Values are mean±standard deviations (SDs) of triplicate determinations. Abbreviations: Con, control; Ar, ark shell; Ta, taste clam; Co, corb shell; Sh, short neck clam; Oy, oyster; To, top shell.

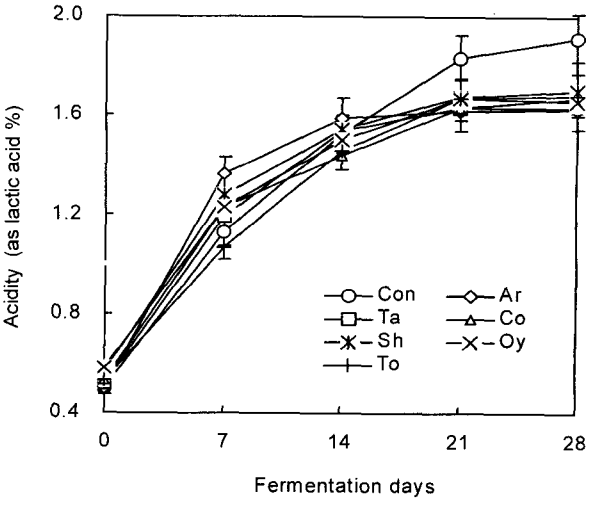

Fig. 2. Effect of water extracts shellfish shell on titratable acidity of *kimchi* during fermentation at 10°C.
Values are means+SDs of triplicate determinations. Abbreviations: See Fig. 1.

생성되는 젖산이 이들에 의하여 중화됨 나타내었다. 산도의 경우, 대조구에서는 숙성 7, 21 및 28일째에 각각 1.13%, 1.84 % 및 1.92%로 숙성이 진행됨에 따라 거의 직선적인 증가를 보였다. 그러나 게 및 조개류 껍질 물추출물을 첨가한 경우, 특히 꼬막, 바지락 및 굴껍질을 사용하였을 때는 숙성 7일과 14일 사이에서 대조구보다 높은 산도를 보였다. 그러나 이러한 현상은 숙성 7일째를 기점으로 그 증가가 둔화되어 14일째는 1.40~1.56%, 숙성 21일째는 1.65~1.67%, 숙성 28일째는 1.63~1.72%로 숙성에 따른 산도의 증가가 대조구보다 완만하였다. 김치는 소금에 절인 배추와 양념이 혼합되어 있으며 재료에 함유하는 많은 성분들이 녹아 있어 다양한 반응계를 이루고 있다. 특히 젖산균에 의하여 생성된 젖산(RCOOH)은 RCOO $^{-}$ +H^{+}로 해리하여 pH를 감소시키며, 첨가한 게 및 조개류 껍질에 함유한 칼슘이 젖산과의 중화반응에 의하여 생성된 젖산칼슘은 젖산과 함께 완충작용(17)을 하여 pH가 높음에도 높은 산도를 나타낸 것으로 사료되나 이러한 작용이 김치의 숙성 14일 이전에 일어나는 것으로 보인다.

총균수와 젖산균수

조개껍질 물추출물을 첨가한 김치의 숙성 중 총균수와 젖산균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3, 4와 같다. 총균수는 대조구와 처리구 모두 담금일에서부터 숙성 7일째까지는 급격히 증가하였으나 그 이후 숙성 28일째까지는 완만한 변화를 보였다. 즉, 대조구는 숙성 7일째 log 9.87 cfu/mL, 21일째는 log 10.14 cfu/mL로 게 및 조개류 껍질 물추출물의 log

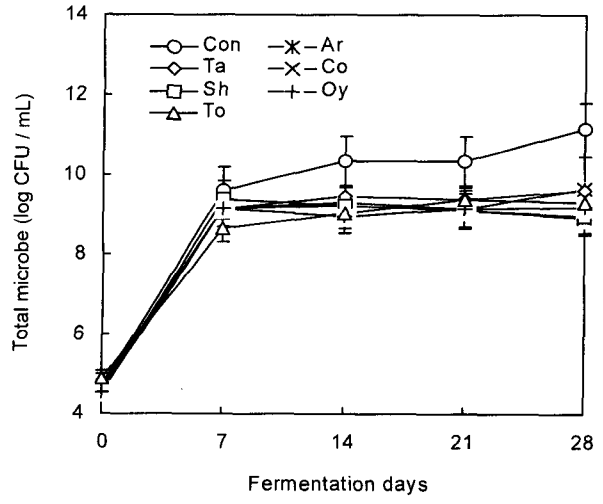

Fig. 3. Effect of water extracts of shellfish shell on total microbe of *kimchi* during fermentation at 10°C.
Values are mean±SDs of triplicate determinations. Abbreviations: See Fig. 1.

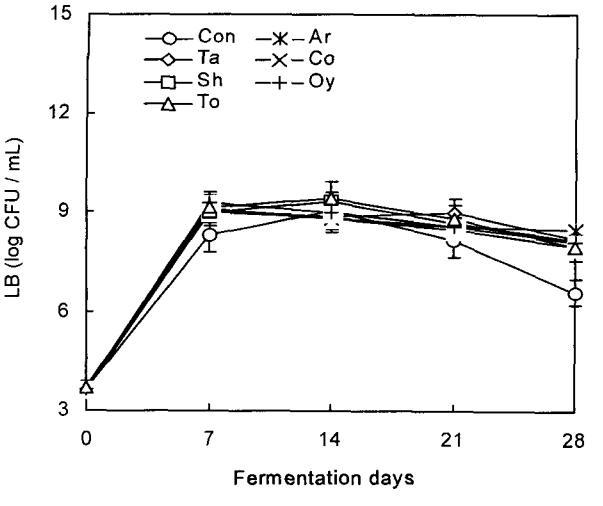

Fig. 4. Effect of water extracts of shellfish shell on total lactic acid bacteria of *kimchi* during fermentation at 10°C.
Values are mean+SDs of triplicate determinations. Abbreviations: See Fig. 1, LB: lactic acid bacteria.

8.67~9.37 cfu/mL보다 높았다. 그러나 젖산균 수에 있어서는 숙성 14일째는 대조구와 첨가구가 비슷한 수치를 나타내었으나 7일, 21일 및 28일째는 대조구가 첨가구보다 낮아 총 균수에 대한 젖산균의 비율이 전반적으로 첨가구에서 높았다. Kim과 Kim(17)은 김치의 숙성 중에 일어나는 대부분의 생화학적인 변화가 미생물의 번식에 기인된다고 하였으며 담금 일에는 총 균수에 대한 젖산균의 비율이 낮으나 숙성과 더불어 그 비율이 증가하게 된다고 하였다. 또, 젖산균은 김치내의 잡다한 미생물의 생육을 억제하여 김치의 위생성을 높이므로 젖산균 비율이 높을수록 김치의 품질이 우수하다고 하였다(17). 따라서 조개껍질 물추출물의 첨가로 김치의 보존성은 물론 품질이 향상됨을 알 수 있었으나 조개류의 종류에 따른 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

조회분과 칼슘함량

조개껍질 물추출물을 첨가한 김치의 숙성 중 조회분과 칼슘의 함량변화를 조사한 결과는 Fig. 5, 6과 같다. 대조구의 경우 담금일의 조회분 함량은 1.18%이었으나 숙성 7일에는 2.80%, 14~28일 사이는 2.75~3.01%를 나타내었다. 첨가구의 경우, 숙성 7~28일 사이의 조회분 함량은 3.31~4.99%로 전 숙성기간을 통하여 대조구보다 높은 함량을 나타내었으며, 그 중에서도 굴 껍질 물추출물을 첨가한 경우가 4.58~4.99%로 가장 높았다. 칼슘의 함량은 모든 처리구에서 다같이 숙성 21일째까지는 증가하는 양상을 나타내었으며 대조구의 경우 담금일에는 40.03 mg%이였으나 숙성 7일에서 28일 사이에는 69.9~95.0 mg%를 나타내었다. 첨가구에서는 굴 껍질 물추출물을 첨가한 경우에 칼슘함량이 가장 높았으며 숙성 7일~ 28일 사이는 300.2~376.0 mg%를 나타내었고, 모시조개의 경우는 272.1~339.6 mg%, 그 외의 첨가구는 147.0~289.4 mg%로 대조구보다 약 4배의 높은 함량을 나타내었

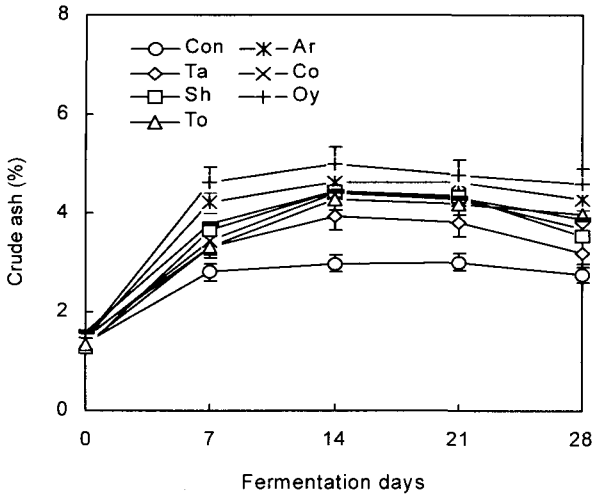

Fig. 5. Effect of water extracts of shellfish shell on content of crude ash in *kimchi* during fermentation at 10°C.
Values are mean+SDs of triplicate determinations.
Abbreviations: See Fig. 1.

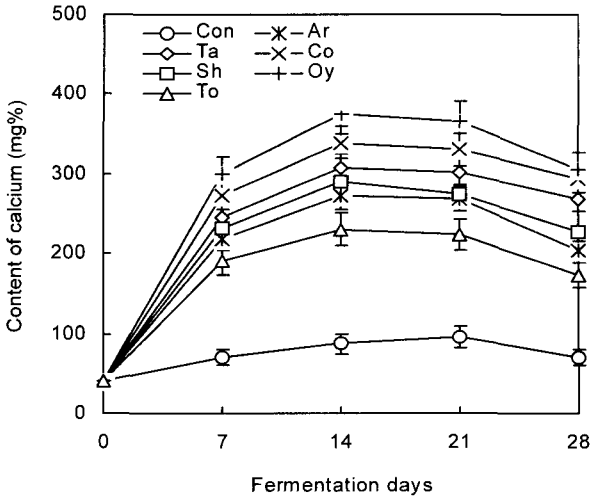

Fig. 6. Effect of water extracts of shellfish shell on calcium content in *kimchi* during fermentation at 10°C.
Values are mean±SDs of triplicate determinations.
Abbreviations: See Fig. 1.

다. 일반 배추김치의 칼슘함량은 47 mg%(18)로 알려져 있으나 본 실험에서는 이보다 높은 함량을 나타내었다. Kim 등(4,16,19)은 조개껍질 분말을 김치에 첨가할 경우 김치조직에 체내 흡수력이 높은 젖산칼슘의 함량이 높아짐은 물론 조직감과 보존성이 향상된다고 하였다. 김치의 숙성중 조회분 및 칼슘함량이 증가하는 현상은 대조구의 경우는 숙성 중 수분의 용출에 의한 고형물의 비율이 높아지기 때문으로 사료되며, 첨가구의 경우는 대조구에 나타나는 현상과 함께 조개류 껍질에 함유된 칼슘이 젖산과 반응하여 용해성이 높은 젖산칼슘(12)으로 전환됨으로서 배추조직으로 침투되는 양이 증가되기 때문이라 사료된다.

관능검사

조개껍질 물 추출물을 첨가한 김치의 숙성 중 관능검사를 행한 결과는 Table 2와 같다. 김치조직의 아삭아삭한 조직감(crispiness)은 대조구에서는 숙성 14일째 보통정도(3.02점)를 나타내었으나 21일째는 보통이하(2.32점)를 나타내었다. 그러나 조개껍질 물추출물을 첨가한 경우는 21일째까지도 보통정도(2.71~3.02점)를 나타내었으며, 전 숙성기간을 통하여 높은 값을 나타내었다. 산미(sour taste)의 경우는 숙성 7일에는 꼬막조개, 맛 조개, 모시조개 및 바지락은 대조구와 차이를 보이지 않았으나 굴 및 소라는 이보다 약한 산미를 나타내었다. 숙성 14일과 21일째는 첨가구가 대조구에 비하여 약한 산미를 띠었으나 첨가구 간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 숙성 28일째 첨가구에서는 꼬막과 바지락이 가장 약한 산미를 나타내었다. 종합적인 기호도는 담금일에는 차이를 보이지 않았으나 숙성 7일에는 맛조개 껍질 물추출물을 첨가한 경우가 가장 높은 값을 나타내었으며 그 다음이 대조구로 나타났다. 그 외 첨가구는 대조구보다 다소 낮은 기호도를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 숙성 14일째 이후에는 전반적으로 첨가구가 높은 기호도를 나타내었으며 그

Table 2. Effect of water extracts of shellfish shell on sensory quality of *kimchi* during fermentation at 10°C

Attributes	Treatments	Fermentation days				
		0	7	14	21	28
Crispness	Control	4.41[a1)]	3.70[b]	3.02[b]	2.32[c]	2.01[b]
	Ark shell	4.42[a]	4.01[a]	3.35[a]	2.71[b]	2.10[b]
	Taste clam	4.45[a]	4.12[a]	3.52[a]	3.02[a]	2.49[a]
	Corb shell	4.41[a]	4.03[a]	3.32[a]	2.81[b]	2.41[a]
	Shortneck clam	4.42[a]	3.97[a]	3.40[a]	2.82[b]	2.50[a]
	Oyster	4.46[a]	3.92[a]	3.51[a]	3.02[a]	2.49[a]
	Top shell	4.42[a]	4.01[a]	3.32[a]	2.90[a]	2.42[a]
Sour taste	Control	1.10[a]	3.22[a]	3.50[a]	4.11[a]	4.97[a]
	Ark shell	1.12[a]	3.11[a]	3.03[b]	3.32[b]	3.70[c]
	Taste clam	1.18[a]	2.98[a]	3.02[b]	3.31[b]	4.18[b]
	Corb shell	1.17[a]	3.02[a]	3.09[b]	3.28[b]	4.11[b]
	Shortneck clam	1.16[a]	3.01[a]	3.12[b]	3.32[b]	3.69[c]
	Oyster	1.20[a]	2.37[b]	3.01[b]	3.28[b]	4.48[ab]
	Top shell	1.02[a]	2.49[b]	3.13[b]	3.20[b]	4.48[ab]
Overall acceptability	Control	3.01[a]	4.20[ab]	3.20[d]	2.10[d]	1.47[c]
	Ark shell	2.89[a]	4.01[b]	3.01[d]	2.01[d]	1.61[c]
	Taste clam	3.02[a]	4.50[a]	4.02[a]	3.50[a]	2.42[a]
	Corb shell	2.87[a]	4.02[b]	3.39[c]	2.49[c]	1.83[b]
	Shortneck clam	3.02[a]	4.01[b]	3.51[b]	2.61[c]	1.92[b]
	Oyster	2.98[a]	4.03[b]	3.80[ab]	3.01[b]	2.12[ab]
	Top shell	3.03[a]	4.02[b]	3.49[b]	2.59[c]	2.00[b]

[1)]Values are mean of 25 panels and different superscripts within a column indicate significant differences at $p<0.05$. Crispiness and sour taste were evaluated from very low and weak (1 point) to very high and strong (5 points), and overall acceptability was evaluated from very poor (1 point) to very good (5 points).

중에서도 맛조개 껍질 추출물을 첨가한 경우가 양호하였다. Kim 등(4)은 김치에 꼬막조개 껍질분말을 tea bag에 싸서 첨가하여 10°C에서 숙성시킨 결과 대조구 김치의 가식기간은 14일 정도이었으나 첨가구는 35일 정도라고 하였다. 또, 대조구에 비하여 아삭아삭한 조직감이 높으며, 종합적인 기호도는 특히 숙성 21일째 이후에 높다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

요 약

천연의 칼슘자원인 조개류 껍질 물 추출물을 사용하여 보존성이 높고 체내 흡수력이 양호한 젖산칼슘의 함량이 높은 김치의 제조를 시도하였다. 시료는 꼬막, 맛조개, 모시조개, 바지락, 굴 및 소라껍질의 물 추출물을 사용하였으며 절임배추에 대하여 5%를 첨가하여 10°C에서 숙성시켰다. 조개류 껍질의 칼슘함량은 25.57~38.78%이었다. 조개류 껍질 물추출물을 첨가한 김치의 pH는 전 숙성 기간을 통하여 대조구보다 높았으며 산도는 특히 숙성 후기에 낮았다. 총균수는 조개껍질 물추출물 첨가구가 대조구보다 낮았으나 젖산균수는 첨가구에서 높았다. 숙성 7일 이후의 조회분 함량은 첨가구(3.31~4.99%)가 대조구(2.75~3.01%)보다 높았다. 칼슘의 함량은 첨가구(300.2~376.0 mg%)가 대조구(69.9~95.0 mg%)보다 높았으며, 그 중에서도 굴 껍질과 모시조개 껍질 물추출물을 첨가한 김치에서 높았다. 조개류 껍질 물추출물을 첨가한 김치는 대조구에 비하여 아삭아삭한 조직감(crispniess)이 높은 반면 산미는 약했으며, 종합적인 기호도는 담금일에는 차이를 보이지 않았으나 숙성 14일 이후에는 전반적으로 첨가구에서 높았다.

문 헌

1. Korea National Statistical Office. 2001. DB of Korea National Statistical Office.
2. Park IH. 1994. *Foods and principle of cooking*. Suhaksa, Seoul. p 138-151.
3. Kaneko K, Otoguro C, Hihara M, Tsuji K, Odake S, Maeda Y. 1993. Effect of ashed egg shell and ashed oyster shell on hardness, chemical compositions and tissue structure of brined ume fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 40: 577-582.
4. Kim SD, Kim MK, Kang MS, Lee YK, Kim DS. 2000. Effect of ark shell powder on the fermentation and quality of *kimchi*. *Food Sci Biotechnol* 9: 280-284.
5. Reddy NR, Flick GJ, Dupuy HP, Boardman GD. 1989. Characterization and utilization of dehydrated wash waters from clam processing plants as flavoring agents. *J Food Sci* 54: 55 59.
6. Tsuda T, Sugaya A, Kaneko E, Ohguchi H, Katoh K. 1998. Pharmacological studies on longju and oyster shell. *Natural Medicines* 52: 300-309.
7. Okuhira T, Kuwana Y. 1995. Technical information update. Characteristics and application of tangle minerals. *Technical J Food Chemistry & Chemicals, Tokyo, Food Chemistry Newspaper Office* 13: 112-117.
8. Anthony JE, Hadgis PN, Milam RS, Herzfeld GA, Taper LJ, Ritchey J. 1983. Yields, proximate composition and mineral content of fish shellfish. *J Food Sci* 48: 313-314.
9. Rhee HS, Lee GJ. 1993. Changes in textural properties of

Korean radish and relevant chemical, enzymatic activities during salting. *Korea J Dietary Culture* 8: 267-274.
10. Oh YA, Kim, SD. 1995. Effect of salting in salt solution added calcium chloride on the fermentation of *baechu kimchi*. *J East Asian Soc Dietary Life* 5: 287-298.
11. Oh YA, Kim SD. 1997. Changes in enzyme activities of salted Chinese cabbage and *kimchi* during salting and fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 404-419.
12. Kim SD, Kim ID, Park IK, Kim MH, Kim SD. 1999. Effect of calcium lactate and acetate on the fermentation of *kimchi*. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 333-338.
13. Pyun JW, Hwang IK. 1965. Preparation of calcium-fortified soymilk and *in vitro* digestion properties of its protein and calcium. *Korean J Food Sci Technol* 28: 995-1000.
14. Lee BW, Shin DH. 1991. Antimicrobial effect of some plant extract and their fractionates for food spoilage microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 23: 205-211.
15. Herbert A, Joel LS. 1993. *Sensory evaluation practices*. 2nd ed. Academic Press, USA. p 68-75.
16. Anthony JE, Hadgis PN, Milam RS, Herzfeld GA, Taper LJ, Ritchey J. 1983. Yields, proximate composition and mineral content of fish shellfish. *J Food Sci* 48: 313-314
17. Kim SD, Kim MK. 1999. *Science of kimchi*. Press of Catholic University of Daegu, Gyungsan, Korea. p 43-52.
18. Office of Rural Development, Rural Nutrition Institute. 2000. *Food Composition Table*. Hanjin Press. p 298-299.
19. Kim SD, Kim MH, Kim ID. 1996. Effect of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 907-914.

(2002년 12월 14일 접수; 2003년 2월 24일 채택)