

천연 해저 암반수 김치의 제조 및 품질 평가

한 영 숙[†]

성신여자대학교 식품영양학과

Preparation and Quality Evaluation of Kimchi using Mineral Water in Sea Rock

Young-Sook Hahn[†]

Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Womun's University, Seoul 136-742, Korea

Abstract

A kind of mineral water obtained from the basing of deep under the sea was reported to have a characteristic mineral composition and its effect on the quality of Kimchi was evaluated in this study. Kimchi samples were prepared with NaCl and the mineral water under rock floor as sources of salt together with fermented seafoods and fermented at 20 for 6 days. The qualities of Kimchi were evaluated by analyzing the pH, acidity, number of viable cell, lactic acid bacteria, sensory properties and texture profiles during fermentation. The pH and total acid contents were not different among Kimchi samples. The microbiological changes were not observed in the samples. The sensory scores of Kimchi containing NaCl and fermented sandlance sauce, and of Kimchi containing the mineral water under sea rock floor with fermented seafoods were significantly higher than those of the others. On the other hand, Kimchis prepared with NaCl alone or mineral water under sea rock floor alone earned the lowest sensory scores among the tested samples with an exception of firmness of the sample made with the mineral water. As the Kimchi fermentation proceeds, the hardness value of Kimchi prepared with the mineral water became higher than that of Kimchi with NaCl. This study suggests that the mineral water under sea rock floor could be useful to keep the texture of Kimchi firm during the fermentation.

Key words : Kimchi, mineral water under sea rock floor, texture.

서 론

김치는 배추, 무와 같은 신선한 채소를 주 원료로 하여 이것을 소금에 절인 후 고추, 마늘, 파, 생강 등의 각종 향신료 및 젓갈을 첨가하여 발효, 숙성시킨 복합 발효 식품으로 주 재료인 채소의 신선함과 조직감을 유지하면서 발효과정 중에 생성되는 유기산, 탄산가스 등이 내는 신 맛과 맛난 맛, 향 등이 조화되어 독특한 맛을 내는 특징을 지니고 있다. 또한 김치의 식미는 향미 성분뿐만 아니라 독특한 질감에 의해서도 큰 영향을 받는데(Huh & Rhee 1990), 조직감은 식품의 품질을 결정짓는 관능적 요소 중의 하나로 그 물질을 구성하는 세포구조 및 세포의 구성성분과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Shewfelt 1971).

김치는 저장기간이 경과함에 따라 연부현상을 일으키며 이에 따른 조직감의 변화는 김치의 저장성을 제한하며 품질을 저하시키는 요소가 된다(Lee et al 1988). 이와 박(1982)은

한국인의 조직감 표현 용어에 관한 연구에서 김치의 조직감은 품질을 결정하는 중요한 요소임을 확인한 바 있다. 김치의 산패를 억제시켜 가식기간을 늘리고자 하는 연구는 국내에서 가열살균방법(Lee & Jeon 1982), 방사선 조사법(Cha et al 1989, Shin and Pyun 1997), 보존료 첨가법(Ahn & Lee 1995, Chae et al. 2002, Park et al 1990) 등이 보고되었고 오래전부터 국외에서는 김치는 아니지만 오이피클(Buescher et al 1979), 통조림 호박(Hurst et al 1981), 사과(Brake and Spayd 1983) 등의 저장성 향상을 위한 연구가 발표된 바 있다.

조선시대 「규합총서」, 「고사십이지」에 김치의 신선함을 유지하기 위해 동전이나 놋그릇 닦은 수세미를 사용했다는 기록이 있으며(조재선 2000), Dunning et al(1998)은 Fe²⁺와 Cu²⁺가 hydroperoxidase에 의한 *Streptococcus mutants* GS-5의 사멸을 증진시켰으며 이때 Fe²⁺ 및 Cu⁺, Cu²⁺가 ATPase를 억제하고 젓산균의 산내성을 감소시켜 산성조건에서 해당 작용을 저해한다고 보고하였다.

한편, 지하수 종류는 크게 충적층 내의 지하수와 암반과 암반 사이의 균열층에 있는 지하수로 나뉘는데 암반수는 충적층의 지하수와는 비교가 안 될 정도로 환경 오염의 막이

[†]Corresponding author : Young-Sook Hahn, Tel: +82-2-920-7210, Fax: +82-2-921-3197, E-mail: yshan@sungshin.ac.kr

튼튼하다. 또한 암반수는 생성시간이 길며 오염에 비교적 양호하고 수온이 낮아 온도 변화가 4계절을 통하여 거의 없다는 점이 주요한 특징으로 각종 미네랄이 풍부하여 건강에 좋다고 생각되어 근래 상업적 응용이 증가되고 있으며(Yoon et al 1985) 이 풍부한 미네랄은 김치의 조직감을 향상시켜 줄 것으로 생각된다.

따라서 본 논문에서는 천연 해저 암반수를 사용하여 김치를 제조한 후 김치의 숙성, 발효에 미치는 천연 해저 암반수의 영향을 조사하였으며, 조직감 및 관능특성을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

김치 재료 중 배추(*Brassica pekinensis*), 파(*Allium fistulosum*), 마늘 (*Allium sativum*), 생강(*Zingiber officinale*) 및 고춧가루는 2003년 1월 서울 성북구 동선동 소재 대한통운 마트에서 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였다. 또한, 까나리액젓과 멸치액젓은 서해 수산식품의 것을 구입하였고 새우젓은 동선동 소재 재래시장에서 구입하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 암반수는 강화도 부근 심해에서 채취한 심층수이다.

실험에 사용된 시약은 Sigma(MO)와 Junsei(Japan)에서 구입하였고, 배지는 Difco(MI)에서 구입하여 사용하였다.

2. 김치의 제조

배추는 4등분하여 깨끗이 씻어 배추 88.0%, 파 5.5%, 마늘 3.0%, 고춧가루 2.5%, 생강 1.0%의 비율로(Oh and Hahn 2003) 포기 김치를 제조하였으며 제조한 김치는 4.0 L 유리병에 담아 20 °C에서 발효 숙성시키면서 시료로 사용하였다. 김치는 2.0 %의 염도로 제조되었으며 암반수를 사용한 경우는 Mohr 법(Kim et al 1998)으로 염도를 측정하여 2.0 %로 조절하였다.

실험에 사용한 김치의 종류는 총 6가지이며 대조군으로 NaCl만 사용하여 담근 김치(CO), NaCl로 절인 후 까나리액젓을 첨가한 김치(CS)를 제조하였고, 실험군으로 천연해저암반수와 NaCl로 절인 후 염도를 조절한 김치(RW), 천연해저암반수로 절인 후 까나리액젓을 첨가한 김치(RS), 천연해저암반수로 절인 후 새우젓을 첨가한 김치(RsS), 천연해저암반수로 절인 후 멸치젓을 첨가한 김치(RA)를 제조하였다. 실험에 사용한 김치 제조 시 젓갈을 첨가한 것은 예비 실험에서 나타난 천연해저암반수 김치의 쓴 맛을 보완하기 위해서이며 예비 실험 결과 까나리액젓을 첨가한 김치가 관능적으로 우수하였으므로 대조군 시료에도 까나리액젓을 첨가하여 실험군과 비교하였다. 실험에 사용한 김치의 종류는 Table 1에 요약하

Table 1. Levels of NaCl, water of a rock floor and salted-fermented seafoods added to cabbage

Source of salt Treatments	NaCl (%)	Water of a rock floor (%)	Salted-fermented seafoods (%)
CO	2.00	0.00	0.00
CS	1.40	0.00	0.60
RW	0.60	1.40	0.00
RS	0.00	1.40	0.60
RsS	0.00	1.40	0.60
RA	0.00	1.40	0.60

CO: Negative control kimchi containing only NaCl. CS: Kimchi sample containing NaCl and salted-fermented sand lance sauce. RW: Positive control kimchi containing NaCl and water of a rock floor. RS, RsS and RA: Kimchi samples containing water of a rock and each salted-fermented sand lance sauce, salted-fermented small shrimp sauce and salted-fermented anchovy sauce.

여 나타내었다.

3. pH 및 총산함량 측정

김치의 pH는 pH meter(Mettler Toledo 345, Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였으며 총 산 함량의 측정은 김치즙 10 mL를 취하여 pH가 3에 도달할 때까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였다. 이 때의 NaOH 소요량을 다음 식에 적용하여 lactic acid(%)량으로 환산하였다(Park & Kim 1991).

Acidity (% as lactic acid) =

$$\frac{0.009008 \times \text{mL of 0.1 N NaOH} \times F \times 100}{\text{시료의 양 (mL)}}$$

시료의 양 (mL)

F : factor of 0.1 N NaOH

4. 미생물 수의 측정

제조일로부터 0, 1, 2, 6일된 김치즙은 10배 단계 희석법으로 0.85% 멸균 식염수에 단계적으로 희석한 것을 총균수와 젓산균의 계수를 위한 시료로 하여 각각의 선택배지에서 spreading culture method로 측정하였다.

1) 총균수의 측정

총균수를 측정하기 위해서는 plate count agar(Difco, MI) 배지를 사용하여 30°C에서 2~3일간 평판 배양한 후 출현한 colony를 계수하였다.

2) 총 젓산균수의 측정

총 젓산균수를 측정하기 위해서는 *Lactobacillus* MRS agar(Difco, MI) 배지를 사용하여 37°C에서 2~3일간 평판 배

양한 후 출현한 colony를 계수하였다.

5. 관능 검사

천연 해저 암반수로 제조한 김치의 향, 맛, texture 및 전체적인 기호도의 조사를 위해 김치가 가장 맛있는 상태인 pH 4.0 부근에 도달했을 때 평가하였으며 5점 채점법을 사용하여 최저 1점에서 최고 5점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다. 관능검사 요원은 성신여자대학교 식품영양학과에 재학 중인 훈련된 대학원생 8명을 대상으로 하였다. 김치 시료를 투명한 유리 용기에 일정량씩 담아 관능검사 요원에게 제공하였고 한 개의 시료 평가 후 반드시 물로 입안을 헹군 뒤 다음 시료를 평가하도록 하였다. 각 용기에는 무작위로 추출한 3자리 숫자를 표시하여 숫자로 인한 편견을 방지하였다. 관능검사를 통해 얻은 data의 통계처리는 각각 이원분산분석 (two-way ANOVA)(Larmond 1970)과 Duncan's multiple-range test(Duncan 1955)로 평균 간의 다중비교를 실시하여 유의수준 5%에서 유의성을 검증하였다.

6. Texture(Hardness) 측정

제조일로부터 0, 2, 6일된 김치의 최외각에서 3번째 잎을 골라 밑으로부터 5cm의 부분을 선별하였다. 김치의 hardness는 texture analyzer (TA-XT2, stable Micro System, England)로 5번씩 반복 측정하여 측정치가 비슷한 3개의 값을 평균값으로 하였다.

7. 천연 해저 암반수의 금속 이온 분석

본 실험의 김치 제조에 사용한 천연 해저 암반수의 금속 이온 함량은 Inductively Coupled Plasma Spectroscopic(ICPS) method (AOAC 1990)로 측정하였다.

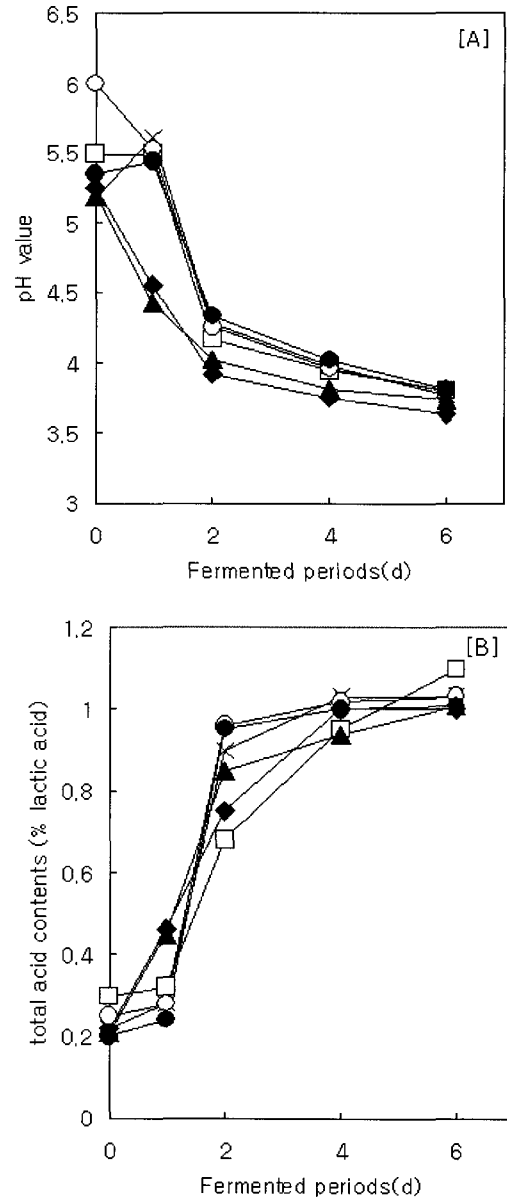
결과 및 고찰

1. pH 및 산도 변화

각각의 제조 조건이 다른 김치의 숙성 과정 중 pH 및 산도의 변화는 Fig. 1과 같다.

숙성 적기의 pH에 알려진 4.3 부근에 도달하는데 소요되는 시간은 김치 시료 간에 큰 차이 없이 발효 2일로 비슷하였다.

산도는 모든 시료에서 발효가 진행됨에 따라 증가하다가 각 시료간의 차이는 있으나 4일 이후 완만해지는 경향을 나타내었다. 이는 산도의 증가 속도는 pH의 감소가 완만해지는 부근에서 감소하기 시작한다는 김과 황의 보고와 일치하는 결과이다(Kim & Hwang 1959). 각 시료별 산도를 비교해 보면 숙성 적기인 pH 4.3 부근에 도달한 발효 2일 째, 천연 해저



◆◆: CO, □□: CS, ▲▲: RW, ××: RS, ○○: RsS, ●●: RA

Fig. 1. Change of pH[A] and total acid contents[B] during Kimchi fermentation at 20°C.

CO: Negative control kimchi containing only NaCl. CS: Kimchi sample containing NaCl and salted-fermented sandlance sauce. RW: Positive control kimchi containing NaCl and water of a rock floor. RS, RsS and RA: Kimchi samples containing water of a rock and each salted-fermented sandlance sauce, salted-fermented small shrimp sauce and salted-fermented anchovy sauce.

암반수를 사용한 김치 RW(▲), RS(×), RsS(○), RA(●)의 산도는 0.8% 이상이였으며 천연 해저 암반수를 사용하지 않은 CO(◆)와 CS(□)의 산도는 아직 0.8%에 도달하지 못한 것을 확인할 수 있었다. 이 후 발효 6일까지 RW(▲), RS(×), RsS

(○), RA(●)의 산도는 거의 증가하지 않은 반면 CO(◆)와 CS(□)의 산도는 발효 6일까지 완만히 증가하여 6개의 김치 시료 모두 1.0% 부근의 산도를 나타내었다. 일반적으로 김치 숙성 적기의 pH는 4.0 ~ 4.3 부근이며 산도는 0.4 ~ 0.6%라고 알려져 있다. (Ahn 1988, Choi et al 1990, Ku et al 1998) 본 실험에서 pH가 숙성 적기에 도달한 발효 2일째의 산도를 살펴보면 천연 해저 암반수를 이용하여 제조한 김치가 상대적으로 높은 것을 알 수 있었다.

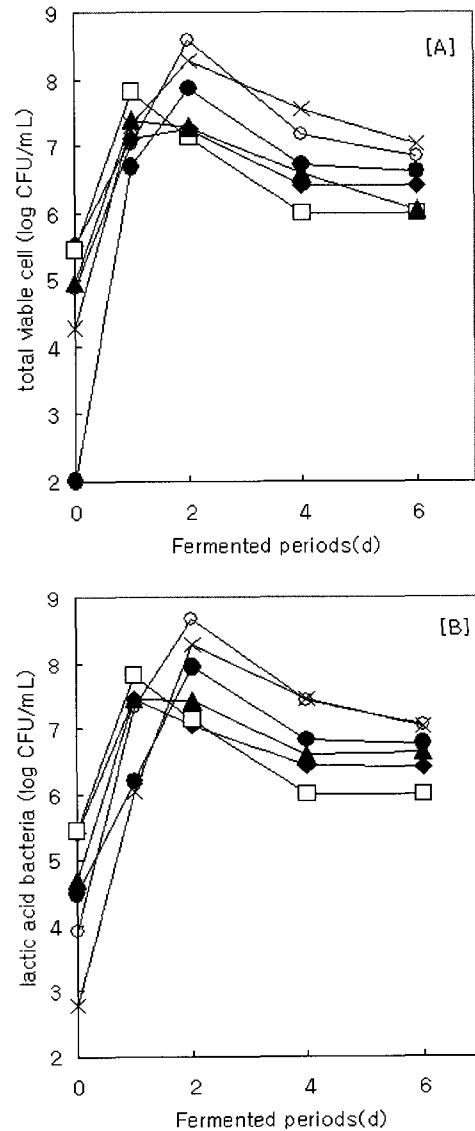
2. 총균수 및 젖산균수 변화

김치 발효는 젖산균에 의해 주도되는데 주 발효균은 *Leu. mesenteroides*로 이것은 김치의 맛과 냄새에 좋은 효과를 주며 김치의 숙성 적기에 그 수가 최대가 된다. *Leu. mesenteroides*가 감소하는 시기에 산패를 야기시키는 *L. plantarum*이 생기는 것으로 알려져 있다(Ryu et al 1996). 본 연구의 모든 김치 시료에서 젖산균수는 김치의 숙성이 진행됨에 따라 증가하기 시작하여 발효 2일째에 최고치를 보였는데 이것은 김치 숙성 적기에 젖산균수가 가장 많다는 류 등(Ryu et al 1996)의 보고와 일치하였다(Fig. 2).

3. 관능검사

김치의 숙성 과정 중 관능적 품질의 변화를 평가한 결과는 Table 2와 같다. 관능검사는 김치의 최적 숙성 적기에 도달했을 때 실시했으며 향, 맛, Texture 및 전체적인 기호도에 대하여 평가하여 유의수준 5%에서 유의성을 검증하였다. Flavor의 경우 CO와 RA가 3.50으로 유의적으로 우수한 점수를 보였고 Sweet taste의 경우 까나리액젓을 첨가한 CS와 RS가 2.87로 유의적으로 높은 점수를 나타내었다. Firmness, Chewiness 모두 RS가 각각 3.38로 가장 우수한 점수를 받았으며 그 다음으로 CS가 3.20의 점수를 받아 Texture가 우수함을 알 수 있었다. 또한 맛을 돋우기 위해 젖갈을 첨가하지 않고 천연 해저 암반수만으로 제조한 RW는 Firmness를 제외한 모든 항목에서 유의적인 최저점을 받음으로 관능적으로 매우 나쁜 것을 확인할 수 있었다. 전반적인 기호도의 경우 CS가 3.40, RS가 3.38로 유의적으로 높은 점수를 받았으며 그 다음이 CO와 RsS가 각각 3.12, 3.00으로 나타났다. 전반적인 기호도에서도 역시 RW는 2.00의 매우 낮은 점수를 받은 것으로 확인되었다.

관능검사 결과 젖갈을 첨가한 김치가 첨가하지 않은 김치보다 관능적으로 우수하다고 평가되었으며 그 중 까나리액젓을 첨가한 RS와 CS가 유의적으로 우수하다는 평가를 받았으므로 앞으로 천연 해저 암반수로 절인 배추에 까나리액젓을 첨가하여 영양적, 관능적으로 우수한 김치를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.



◆◆: CO, □□: CS, ▲▲: RW, ××: RS, ○○: RsS, ●●: RA

Fig. 2. Change of total viable cell[A] and lactic acid bacteria[B] during Kimchi fermentation 20°C.

CO: Negative control kimchi containing only NaCl. CS: Kimchi sample containing NaCl and salted-fermented sandlance sauce. RW: Positive control kimchi containing NaCl and water of a rock floor. RS, RsS and RA: Kimchi samples containing water of a rock and each salted-fermented sandlance sauce, salted-fermented small shrimp sauce and salted-fermented anchovy sauce.

4. Texture 변화

Fig. 3에 관능 검사 결과 향, 맛, Texture 및 전체적인 기호도에서 가장 우수하게 평가된 CS와 RS에 대한 김치 조직의 Texture 변화를 나타내었다. 김치 조직의 Hardness는 CS와 RS 모두 발효 초기에는 비슷한 값을 나타내었으나 숙성 적기인

Table 2. Score of sensory evaluation of Kimchi fermented at 20°C

	Flavor	Sweet taste	After taste	Firmness	Chewiness	Overall acceptability
CO	3.50 ± 1.71 ^{a)}	2.48 ± 1.12 ^{d)}	2.87 ± 1.26 ^{d)}	2.63 ± 0.55 ^{e)}	2.88 ± 0.69 ^{d)}	3.12 ± 1.14 ^{ab)}
CS	3.31 ± 1.41 ^{b)}	2.87 ± 0.59 ^{a)}	3.13 ± 0.85 ^{c)}	3.20 ± 0.25 ^{b)}	3.20 ± 0.50 ^{b)}	3.40 ± 0.85 ^{a)}
RW	2.22 ± 0.12 ^{e)}	1.50 ± 1.14 ^{e)}	2.13 ± 1.26 ^{e)}	2.75 ± 1.07 ^{d)}	2.25 ± 1.35 ^{f)}	2.00 ± 1.14 ^{c)}
RS	3.13 ± 0.98 ^{c)}	2.87 ± 0.69 ^{a)}	3.25 ± 1.07 ^{b)}	3.38 ± 0.50 ^{a)}	3.38 ± 0.26 ^{a)}	3.38 ± 0.55 ^{a)}
RsS	3.00 ± 1.14 ^{d)}	2.63 ± 0.26 ^{c)}	3.50 ± 0.85 ^{a)}	2.75 ± 0.21 ^{d)}	2.75 ± 0.50 ^{e)}	3.00 ± 0.85 ^{ab)}
RA	3.50 ± 0.85 ^{a)}	2.65 ± 0.55 ^{b)}	3.13 ± 0.69 ^{c)}	3.00 ± 0.57 ^{c)}	3.12 ± 0.69 ^{c)}	2.62 ± 1.41 ^{bc)}

The values are mean ± SD of 3 replication and those with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$. CO: Negative control kimchi containing only NaCl. CS: Kimchi sample containing NaCl and salted-fermented sandlance sauce. RW: Positive control kimchi containing NaCl and water of a rock floor. RS, RsS and RA: Kimchi samples containing water of a rock and each salted-fermented sandlance sauce, salted-fermented small shrimp sauce and salted-fermented anchovy sauce.

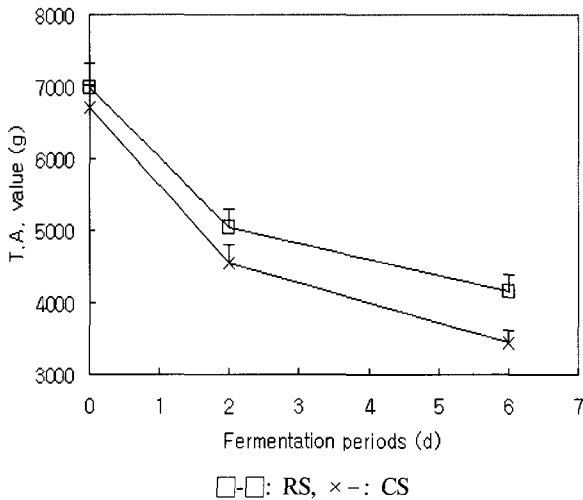


Fig. 3. Change of hardness during Kimchi fermentation at 20°C.

CS: Kimchi sample containing NaCl and salted-fermented sandlance sauce. RS: Kimchi samples containing water of a rock and salted-fermented sandlance sauce.

발효 2일째 CS가 4566.846, RS가 5044.284로 차이가 나기 시작했으며 발효 6일째에는 CS와 RS 각각 3457.114, 4171.606으로 RS가 약 650 unit 정도 더 단단한 것으로 나타났다.

채소의 세포 내에는 pectinesterase와 polygalacturonase라는 효소가 존재하며 이들은 어떤 조건하에서 세포막이 파괴되면 세포 밖으로 나와 pectin을 분해하는데 이 중 pectinesterase는 연화 억제효소로 pectin을 pectic acid와 alcohol로 분해시키며 이 때 생성된 pectic acid는 Ca과 같은 염과 cross-linking을 형성하여 채소 조직의 경화를 일으키는 반면 polygalacturonase는 pectin의 기본구조인 polygalacturonic acid를 분해하여 조직의 연화를 일으키는 것으로 알려져 있다(Kim 1985,

Table 3. Mineral contents of tap water and water of a rock floor (ppm)

	Ca	Mg	Fe	K
Tap water	13.6	3.06	ND*	3.65
Water of a rock floor	3,560	270.4	0.75	95.9

*: Not detected.

Jung 1994). Polygalacturonase는 특히 발효 후기 산막 표모가 번식하면서 그 활성이 증가하여 김치 조직의 연부 현상에 크게 관여한다고 하였다(Mheer & Kwon 1984). 본 실험에서 발효가 진행될수록 CS와 RS의 Hardness가 점점 차이가 나는 것은 천연 해저 암반수에 Ca, Mg, K 등의 무기질이 수돗물보다 약 100배 이상 함유되어 있어(Table 3) RS 조직이 pectinesterase의 작용으로 인해 경화가 진행되었기 때문일 것으로 생각된다.

요약 및 결론

무기질이 풍부한 천연 해저 암반수를 이용하여 제조한 김치의 품질을 평가하기 위하여 6종류의 김치를 제조하여 20°C에서 6일간 발효, 숙성시키면서 김치의 숙성 지표인 pH와 산도의 변화에 미치는 영향을 밝히고 총균수와 젖산균수의 변화를 살펴봄과 동시에 관능검사를 실시하여 우수하게 나타난 두 종류의 김치에 대해 Texture를 측정 한 결과는 다음과 같았다. 실험에 사용한 6종류 김치의 pH와 산도 및 미생물의 변화는 시료 간에 큰 차이를 보이지 않았으며 발효 2일째까지 증가하였다가 그 이후 점차 증가 속도가 감소하는 경향을 보였다. 관능검사 결과 젖갈을 첨가한 김치가 첨가하지 않은 김치보다 관능적으로 우수하다고 평가되었으며 그 중 까나

리액젓을 첨가한 RS(Kimchi samples containing water of a rock and each salted-fermented sandlance sauce)와 CS(Kimchi sample containing NaCl and salted-fermented sandlance sauce)가 유의적으로 우수하다는 평가를 받았으며 젓갈을 첨가하지 않고 천연 해저 암반수 만으로 제조한 RW(RW: Positive control kimchi containing NaCl and water of a rock floor)는 Firmness를 제외한 모든 항목에서 유의적인 최저점을 받았다. 또한 관능검사에서 우수하게 나타난 RS와 CS, 두 시료 간의 texture를 평가한 결과 발효가 진행될수록 CS보다 RS의 hardness가 높으며 그 차이가 점점 벌어졌는데 이는 천연 해저 암반수 내 풍부한 무기질이 pectinesterase와 작용하여 경화가 진행되었을 것으로 생각되었다. 본 연구 결과 천연해저 암반수는 김치의 품질에 유용하므로 앞으로 산업적 사용 가능성이 기대된다.

문 헌

- 조재선 (2000) 김치의 연구. 유림문화사.
- Ahn SC, Lee GJ (1995) Effects of salt-fermented fish and chitosan addition on the pectic substance and the texture changes of kimchi during fermentation. *Korean J Cookery Sci* 11: 309-315.
- Ahn SD, Kim KH (2000) Prediction of groundwater level in Chojung area. *J Institute of Construction Technology* 19: 143-155.
- Ahn SJ (1988) The effect of salt and food preservation on the growth of lactic acid bacteria isolated from Kimchi(in Korean). *Korean J Soc Food Sci* 4: 39-50.
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th edition, USA, 1990.
- Buescher RW, Hudson JM, Adams JR (1979) Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium chloride. *J Food Sci* 44: 1786-1792.
- Brake SR, Spayd SE (1983) Influence of calcium treatment on golden delicious apple quality. *J Food Sci* 48: 403-409.
- Cha BS, Kim WJ, Byun MW, Kwon JH, Cho HO (1989) Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 21: 109-120.
- Chae KY, Yoo YJ, Kyung KH, Park SW, Kim YS (2002) Effect of copper ions on over- acidification of kimchi. *Korean J Cookery Sci* 18: 87-93.
- Choi SY, Kim YB, Yoo JY, Lee IS, Chung KS, Koo YJ (1990) Effect of temperature and salts concentration of Kimchi manufacturing of storage(in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 22: 707-710.
- Duncan DB (1955) Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics* Vol. II.
- Dunning JC, Ma Y, Marquis RE (1998) Anaerobic killing of oral *Streptococci* by reduced, transition metal cations. *Appl Environ Microbiol* 4: 27-33.
- Huh YJ, Rhee HS (1990) Effects of preheating and salt concentration on texture of cucumber kimchi during fermentation. *Korean J Cookery Sci* 6: 1-6.
- Hurst WC, Schuler GA, Reagan JO, Rao VNM (1981) Effect of harvest date, irrigation, maturity and calcium addition during processing on quality of canned summer squash. *J Food Sci* 47: 306-312.
- Jung IR (1994) Kimchi fermentation in low pressure condition. *MS Thesis*, Hyosung Women's Univ, Seoul. Korea.
- Kim HS, Whang KC (1959). Microbiological studies on Kimchies(in Korean). *Bulletin of the Scientific Research Institute* 4: 56-62.
- Kim YJ, Oh JY, Lee TY, Hahn YS (1998) Effect of the water quality on the variation of ascorbic acid content during Yulmoo Mul-kimchi fermentation. *Korean J Food Sci* 30: 175-183.
- Ku KH, Kang KO, Kim WJ (1998) Some quality changes during fermentation of kimchi (in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
- Kim SD (1985) Effect of pH adjuster on the fermentation of Kimchi (in Korean). *J Korean Soc Food Nutr* 14: 259-264.
- Larmond E (1970) Methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture.
- Lee CH, Hwang JY, Hwang IJ, Yoon EJ (1988) Effects of K-sorbate, salt-fermented fish and CaCl₂ addition on the texture changes of Chinese cabbage during kimchi Fermentation. *Korean J Dietary Culture* 3: 309-317.
- Lee CH, Park SH (1982) Studies on the texture describing terms of Korean. *Korean J Food Sci Technol* 14: 21-30.
- Lee NJ, Jeon JG (1982) Studies on the kimchi pasteurization -Part 2 Effects of kimchi pasteurization conditions on the shelf-life of kimchi. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 25: 197-200.
- Mheer TI, Kwon TW (1984) Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation(in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
- Oh JY, Hahn YS (2003) Purification and characterization of L-galactono-γ-lactone oxidase in *Pichia* sp. isolated from

- kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1135-1142.
- Park HO, Kim KH, Yoon S (1990) A study of characteristics of pectinesterase, polygalacturonase and peroxidase in kimchi materials. *Korean J Dietary Culture* 5: 443-448.
- Park WP, Kim JW (1991) The effect of spices on the Kimchi fermentation. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 34: 235-241.
- Ryu BM, Jeon YS, Song YS, Moon GS (1996) Physicochemical and sensory characteristics of anchovy added Kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 460-469.
- Shewfelt VD (1971) Texture changes and molecular characteristics of pectic constituents in ripening peaches. *J Food Sci* 36: 573-579.
- Shin JK, Pyun YR (1997); Inactivation of *Lactobacillus plantarum* by pulsed-microwave irradiation. *J Food Sci* 62: 163-170.
- Yoon CJ, Kim MJ, Yu IC, Ban CD (1985) Effects of microclimate on the growth of vegetable crop in a plastic house with spraying well water. *J Korean Soc Hort Sci* 3: 46-47.
- (2004년 12월 31일 접수, 2005년 2월 18일 채택)