

Fermentation Characteristics of Cuttlefish *Kimchi* with Yogurt and Vitamin C

Mi-Soon Jang[†], Kyoung Chun Seo, Ki-Ho Nam and Hee-Yeon Park

Food and Safety Research Center, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea

요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치의 발효특성

장미순[†] · 서경춘 · 남기호 · 박희연

국립수산물연구원 식품안전과

Abstract

Baechu *kimchi* without cuttlefish (control), baechu *kimchi* with cuttlefish (CK), cuttlefish baechu *kimchi* with yogurt (CK+Y), and cuttlefish baechu *kimchi* with vitamin C (CK+VC) were prepared, and the fermentation characteristics of the prepared *kimchi* samples were investigated during 28 days of fermentation at 4°C. The levels of moisture, crude lipid, and crude ash did not differ much among the samples, but the crude protein levels of CK, CK+Y, and CK+VC were greater than that of the control. The pH values of CK+Y and CK+VC slowly decreased compared with those of the control and CK during fermentation. The acidity increased sharply until 21 days then gradually increased thereafter. The total microbial counts achieved maximum levels at 21 days, and the *kimchi* to which yogurt and vitamin C were added showed values lower than that of the control. The number of *Leuconostoc* sp. in CK+Y and CK+VC was higher than that in the control. In our sensory evaluations, cuttlefish *kimchi* with yogurt or vitamin C scored highest in terms of texture, sour taste, ripened taste, and overall acceptability.

Key words : *kimchi*, cuttlefish, fermentation characteristics, yogurt, vitamin

서 론

김치는 주재료인 배추에 소금 절임을 하고 각종 양념 및 젓갈을 첨가하여 적당한 온도에서 일정기간 발효시키는 한국의 전통발효식품으로(1) 항산화, 항콜레스테롤, 정상, 체중조절 등 다양한 생리활성을 지니고 있다(2,3). 김치의 발효 숙성 중에는 젓산균의 생육에 의한 유기산 및 유리아미노산의 생성으로 인하여 숙성 적기에는 상큼한 신맛과 감칠맛이 어우러져 조화를 이룬 맛을 낸다. 그 중 유리아미노산은 맛은 물론 젓산균의 생육에도 크게 영향을 미치는 요소 중 하나로(4), 김치의 부재료 중 풍부한 아미노산을 함유하는 젓갈류가 젓산균의 생육을 촉진하며 해산물은 젓갈 대응으로 김치 숙성 중 자가소화와 김치 미생물이 생성하는 효소들에 의하여 단백질이 분해되어 구수한 맛을 내며 젓산균의 영양원이 된다(5). 이들 해산물은 김치의

발효 중 김치 내 항균성이 높은 젓산균수를 높임으로서 불필요한 호기성 세균수를 감소시킴으로서 위생과 품질을 향상시키는 역할을 한다(6). 이처럼 젓산균은 김치발효에 관여하는 중요한 균으로서 김치의 발효 초기에는 *Leuconostoc mesenteroides*(헤테로형)가 번식하면서 김치의 산도를 높이고, pH 4.9이하로 저하되면 그들의 생육은 저해되며 발효기에는 젓산 생성률이 높은 *Lactobacillus plantarum*(호모형)의 생육이 왕성해지면서 과도한 산 생성으로 발효 말기에는 산패를 유도하게 되어(7,8) 김치의 맛과 품질을 저하시킨다(9). 그러므로 김치가 적절한 발효를 일으키면서 가식기간을 늘리고 품질향상을 위해서는 발효과정 중 미생물의 생육을 억제해야한다. 즉, 젓산균과 총균의 비율을 높일 필요성이 있으며 호모형에 가까운 유산균은 지나치게 번식하게 되면 이들로부터 발생하는 젓산에 의하여 산패를 일으키게 되어 부패기가 오는 문제점이 있다(6). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 젓산균의 적당한 영양원이 되면서 김치의 맛을 향상시키되 가식기간을 늘일 수 있는 소재개발이 필요할 것으로 생각된다. 이러한 소재개

[†]Corresponding author. E-mail : suni@nfrdi.go.kr
Phone : 82-51-720-2651, Fax : 82-51-720-2669

발과 관련하여 보고된 연구로는 갑오징어 분말을 김치에 첨가하여 김치의 저장성을 확인한 결과 김치의 숙성의 진행을 지연시키는데 효과가 있음을 확인하였고(10), 굴 껍각가루와 함초가루를 김치에 첨가하였을 때에도 김치의 가식기간이 연장되었다고 한 결과들이 있다(11). 하지만 이들 재료를 가정에서 쉽게 구입하여 김치를 담아먹기에는 한계가 있어서, 본 연구에서는 가정에서 쉽게 구할 수 있는 재료인 요구르트와 비타민 C를 사용하여 김치를 담그고 발효기간에 따른 특성을 조사하여 김치의 맛이나 가식기간에 미치는 영향을 예측해 보고자 하였다. 또한, 최근에는 홍어(12), 명태(13) 및 과메기(14) 등과 같은 수산물을 직접 첨가하여 김치의 발효양상에 관한 연구들이 보고되고 있어, 본 연구에서는 연체류 중에서 오징어 다음으로 생산량이 많은 갑오징어(15)를 사용하여 김치 담금을 하였다. 갑오징어는 오징어에 비해 피로감을 덜어주는 타우린이 약 2배가량 많이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있으며(16), 칼슘과 같은 무기성분도 건물당 약 40% 정도로 다량 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(17).

따라서, 본 연구에서는 갑오징어를 사용한 김치 담금시 요구르트와 비타민 C를 첨가한 담금법을 확립하고 김치 담금을 한 후 냉장(4°C)에서 저장하면서, 발효기간에 따른 일반성분, pH, 산도, 총균수, 젖산균 및 관능검사에 대한 변화를 측정하여, 요구르트와 비타민 C의 첨가가 갑오징어 김치의 발효에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

김치 재료인 배추와 무, 고춧가루, 양파, 다진 마늘, 다진 생강, 새우젓, 멸치액젓, 찹쌀가루 및 첨가물로 사용한 요구르트는 지역의 마켓에서 구입하였고, 비타민 C(경남제약, 레모나산)는 지역의 약국에서 구입하였다. 갑오징어는 부산의 자갈치 시장에서 활어상태의 것으로 구입하였다.

갑오징어 김치 제조

배추를 이등분으로 나누어 10% 소금용액에 10시간 동안 실온(15°C)에서 절인 후, 흐르는 물에 3번 세척하여 자연탈수 시켰다. 갑오징어는 내장 및 연골을 제거하고 깨끗이 세척한 후 갑오징어 무게에 대해 천일염을 약 3%정도 뿌려 냉장고에서 하루밤 절였다. 갑오징어를 면보에 싸서 물기를 제거한 다음 끓는 물에 살짝 데쳤다. 데친 갑오징어는 길이로 썰고 절임배추의 무게에 대한 각종 재료의 조성비는 Table 1과 같다. 즉, 갑오징어 김치(이하 CK)는 절임배추 100 g에 대하여 수산물 10 g의 비율로 첨가하여 제조한 것이고, 요구르트를 첨가한 갑오징어 김치(이하 CK+Y)는 절임배추 100 g에 대하여 수산물 10 g, 요구르트 12 g을

첨가한 김치이다. 또한 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치(이하 CK+VC)는 절임배추 100 g에 대하여 수산물 10 g, 비타민 C 0.6 g을 첨가하여 제조하였고, 갑오징어를 첨가하지 않고 제조한 김치는 대조구(이하 control)로 하여 사용하였다. 제조된 각각의 대조구 및 갑오징어 김치는 밀폐용기에 담아 4°C에서 발효시키면서 7일 간격으로 시료를 취한 것을 실험재료로 사용하였다.

일반성분 분석

갑오징어 김치 3종의 시료는(CK, CK+Y, CK+VC), 갑오징어와 배추의 비율이 1:9 (g/g)가 되도록 시료를 취하였다. 대조구와 갑오징어 김치 시료는 모두 잘게 다져서 성분분석에 사용하였으며 일반성분은 AOAC 방법(18)에 의하여 분석하였다. 수분은 105°C의 dry oven에서 6시간 건조 후 측정하였고, 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Bunchi B-324/435/124, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 조회분은 550°C의 회화로에서 4시간 회화시킨 후 측정하였다.

염도 측정

염도 측정은 Mohr법(18)에 의하여 분석하였다. 즉, 시료를 1 g 취하여 sea sand를 적당히 넣고 증류수를 넣은 후 분쇄, 여과하여 0.1N AgNO₃를 이용하여 적정하였으며 여기에 소요된 AgNO₃ 용량(mL)을 환산하여 염도를 측정하였다.

pH 및 산도 측정

각각의 갑오징어 김치 시료는 일반성분 분석과 동일하게 갑오징어와 배추의 비율이 1:9 (g/g)의 비율이 되도록 시료를 취하고 잘게 다진 후 거즈로 짠 액을 pH와 산도 실험에 사용하였다. pH는 pH meter (Istek pH-200L)를 사용하여 측정하였고 산도는 시험용액 10 mL에 pH meter 전극을 담고 0.1N NaOH로 pH가 8.1이 될 때까지 적정하여 중화시키는데 소요된 NaOH 용량(mL)을 lactic acid로 환산하여 총산 함량(%)을 표시하였다(18).

$$\text{Lactic acid(\%)} = \frac{\text{mL of 0.1N NaOH} \times \text{normality of NaOH} \times 0.09}{\text{weight of sample(g)}} \times 100$$

총균수와 젖산균수 측정

미생물수의 측정은 평판계수법을 이용하여 측정하였다. 실험에 사용된 시료액은 갑오징어와 배추의 비율이 1:9 (g/g)의 비율이 되도록 시료를 취하고 잘게 다진 후 멸균거즈를 이용하여 무균적으로 김치즙액을 걸러내어 사용하였다. 즉, 시료액 1 mL를 멸균한 증류수로 단계적으로 희석하고, 총균수 측정은 희석액 중 0.1 mL씩을 미리 가열 용해하

여 43~45°C로 냉각한 plate count agar (Difco Co, MD USA)에 접종한 후 37°C에서 3일간 incubator에서 배양하고 colony 수를 계측하였다.

Leuconostoc spp.는 *Leuconostoc* 선택배지로 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol sucrose agar medium (PES medium)에 접종한 후 20°C에서 5일간 incubator에서 배양하고 colony 수를 계측하였다. *Lactobacillus* spp.는 *Lactobacillus* selection medium (LBS medium)에 *Pediococcus*의 생육을 억제하기 위하여 acetic acid와 sodium acetate를 첨가한 modified LBS agar medium (m-LBS medium)을 사용하여 37°C에서 3일간 incubator에 배양하고 colony 수를 계측하여 측정하였다(19).

관능평가

관능평가는 국립수산물학원의 10명의 훈련된 관능검사원을 대상으로 실시하였고 각각의 김치 시료를 20 g씩 넣어 검사원에게 나누어 주었다. 관능검사는 9점 척도법(20)에 따라 비린맛, 신맛, 짠맛 및 숙성된 맛은 강도(매우 강하다: 9점, 강하다: 7점, 보통이다: 5점, 강하지 않다: 3점, 매우 강하지 않다: 1점)로 평가하였으며, 외관, 조직감 및 종합적 기호는 선호도(매우 좋다: 9점, 좋다: 7점, 보통이다: 5점, 좋지 않다: 3점, 매우 좋지 않다: 1점)로 평가하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 3회 반복하여 측정한 평균(mean)과 표준편차(SD)로 나타내었고 통계분석은 SPSS program을 사용하였다. 유의성을 알아보기 위하여 one-way ANOVA-

test를 수행하였고 사후분석을 위해 Duncan's multiple range test(21)를 실시하여 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

갸오징어 김치(CK)와 요구르트를 첨가한 갸오징어 김치(CK+Y) 및 비타민 C를 첨가한 갸오징어 김치(CK+VC)의 발효기간에 따른 일반성분의 변화를 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 담금 직후에 83.77~88.33%수준이었고 28일째에는 86.54~87.84% 수준이었다. 대조구 및 갸오징어 김치와는 달리 갸오징어 김치에 요구르트와 비타민 C를 첨가한 김치 시료의 경우는 발효가 진행됨에 따라 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 조지방 함량은 0일째에 0.29~0.39%였으며 발효가 진행되면서 조금씩 증가하여 0.40~1.01%로 나타났고, 조회분의 경우도 0일째 1.88~2.20%이었고 숙성28일째 1.97~2.43%로 약간 증가하는 경향을 보였으나 시료 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 조단백질 함량의 변화를 살펴보면, 대조구가 1.83~2.26%이었고, CK는 2.12~2.61%, CK+Y는 2.03~2.75%, CK+VC는 2.30~2.88%의 값을 나타내어, 각 시료별로 발효기간에 따라 유의적인 차이를 나타낼 수 있었다($p < 0.05$). 또한, 갸오징어를 첨가한 김치가 갸오징어를 첨가하지 않은 대조구보다 조단백질 함량이 높았는데, 이는 주재료인 갸오징어가 가식부 100 g당 15.1 g의 조단백질을 함유하고 있어서(16) 대조구보다 높게 나타난 것으로 생각되며, Jang 등(22)이 보고한

Table 1. Ratio of ingredients for cuttlefish *kimchi* preparation

| Ingredients | Control ¹⁾ | | CK ²⁾ | | CK+Y ³⁾ | | CK+VC ⁴⁾ | |
|------------------------|-----------------------|-----------|------------------|-----------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | Weight (g) | Ratio (%) | Weight (g) | Ratio (%) | Weight (g) | Ratio (%) | Weight (g) | Ratio (%) |
| Brined cabbage | 1000 | 72.2 | 1000 | 67.3 | 1000 | 62.3 | 1000 | 67.1 |
| Cuttlefish | - | - | 100 | 6.7 | 100 | 6.2 | 100 | 6.7 |
| Radish | 120 | 8.7 | 120 | 8.1 | 120 | 7.5 | 120 | 8.0 |
| Red pepper powder | 80 | 5.8 | 80 | 5.4 | 80 | 5.0 | 80 | 5.4 |
| Small green onion | 30 | 2.2 | 30 | 2.0 | 30 | 1.9 | 30 | 2.0 |
| Garlic | 20 | 1.4 | 20 | 1.3 | 20 | 1.2 | 20 | 1.3 |
| Ginger | 10 | 0.7 | 10 | 0.7 | 10 | 0.6 | 10 | 0.7 |
| Anchovy | 20 | 1.4 | 20 | 1.3 | 20 | 1.2 | 20 | 1.3 |
| Fermented shrimp sauce | 25 | 1.8 | 25 | 1.7 | 25 | 1.6 | 25 | 1.7 |
| Glutinous rice paste | 80 | 5.8 | 80 | 5.4 | 80 | 5.0 | 80 | 5.4 |
| Yogurt | - | - | - | - | 120 | 7.5 | - | - |
| Vitamin C | - | - | - | - | - | - | 6 | 0.4 |
| Total | 1358.0 | 100.0 | 1485.0 | 100.0 | 1605.0 | 100.0 | 1491.0 | 100.0 |

¹⁾Control: *baechu kimchi* without cuttlefish, ²⁾CK: *baechu kimchi* with cuttlefish

³⁾CK+Y: cuttlefish *baechu kimchi* added yogurt, ⁴⁾CK+VC: cuttlefish *baechu kimchi* added vitamin C

것처럼 수산물을 첨가하지 않은 일반 배추김치보다 수산물을 첨가한 배추김치에서 조단백질 함량이 높게 나타난다고 한 연구결과와 일치하였다. 한편, 요구르트를 첨가한 갑오징어 김치(CK+Y)의 조단백질 함량은 발효기간 동안 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 염도의 경우는 0일째 대조구는 1.78%이었고 갑오징어 김치 시료군(CK, CK+Y, CK+VC)은 2.06~2.09%로, 담금 초기에는 갑오징어 김치 시료군이 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. 이것은 김치 담금시 갑오징어 무게에 대해 친일염을 약 3%정도 뿌려 절임으로 인해 담금 직후에는 대조구보다 갑오징어 김치 시료군에서 염도가 높게 나타난 것으로 생각된다. 발효가 진행됨에 따라 염도는 대조구 및 갑오징어 김치 시료군에서 공통적으로 증가하는 양상을 나타내었으며 발효 21일째를 기준으로 김치의 염도가 비슷한 값을 나타냄을 관찰 할 수 있었다. 이러한 현상은 발효가 진행되면서 배추 조직 내로 소금이 확산되어 탈수와 침투가 반복 진행되다가 김치국물과 배추 조직 사이에 소금 농도의 평형이 이루어졌기 때문으로 보인다(23).

pH 및 산도의 변화

갑오징어 김치(CK)와 요구르트를 첨가한 갑오징어 김치(CK+Y) 및 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치(CK+VC)의 발효기간에 따른 pH의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 갑오징어를 첨가하지 않은 대조구(control)의 경우는 담금 직후의 pH가 5.11를 나타낸 반면에, 갑오징어를 첨가한 김치 시료인 CK, CK+Y, CK+VC의 경우는 각각 5.35, 5.23 및 5.34를 나타내어, 대조구보다 갑오징어를 첨가한 김치 시료에서 초기 pH가 유의적으로 높게 나타났(p<0.05). 이것은 묵은 배추김치의 pH가 3.90이었고 묵은 홍어배추김치는 4.01이었다고 한 연구결과(12)와 배추김치에 명태를 6, 12, 18% 함량별로 첨가한 경우에도 명태의 함량이 높은 배추김치일 수록 초기 pH값이 높게 나타난 연구결과(13)와 동일한 양상을 보였다. 또한, 발효 21일째의 pH의 값을 살펴보면 대조구는 4.12, CK는 4.25, CK+Y는 4.33, CK+VC는 4.30을 나타내어 발효과정 중에도 갑오징어를 첨가한 김치 시료에서 pH 값이 유의적으로 높게 나타났(p<0.05). 이러한 양상은 단백질의 완충 작용이 pH의 급격한 감소를 억제함으로 인해 단백질 급원을 첨가한 김치가 대조구보다 높은 pH를 나타

Table 2. Changes in proximate composition of cuttlefish *kimchi* during fermentation at 4°C¹⁾

| Composition (%) | Samples ²⁾ | Fermentation period(days) | | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Moisture | Control | 88.33±0.50 ^{a3)} | 88.23±0.36 ^a | 89.85±0.91 ^a | 85.85±0.39 ^a | 87.84±0.83 ^a |
| | CK | 86.04±0.90 ^b | 86.65±0.40 ^{ab} | 86.94±0.68 ^{ab} | 84.60±0.86 ^{ab} | 85.91±1.01 ^b |
| | CK+Y | 84.83±1.98 ^{bc} | 84.73±2.81 ^b | 84.76±2.83 ^b | 84.25±1.09 ^b | 86.74±1.20 ^{ab} |
| | CK+VC | 83.77±0.44 ^c | 86.84±0.98 ^{ab} | 85.88±2.43 ^b | 83.33±0.49 ^b | 86.54±0.52 ^{ab} |
| Crude protein | Control | 2.18±0.08 ^a | 2.14±0.04 ^a | 2.26±0.05 ^b | 1.83±0.68 ^b | 1.95±0.04 ^a |
| | CK | 2.60±0.14 ^a | 2.12±0.13 ^a | 2.18±0.10 ^{ab} | 3.13±0.25 ^a | 2.61±0.15 ^a |
| | CK+Y | 2.31±0.06 ^a | 2.03±0.07 ^a | 2.43±0.11 ^{ab} | 2.65±0.00 ^c | 2.75±0.25 ^a |
| | CK+VC | 2.45±0.15 ^a | 2.30±0.14 ^a | 2.88±0.19 ^a | 2.72±0.05 ^{bc} | 2.36±0.14 ^a |
| Crude lipid | Control | 0.29±0.01 ^b | 0.41±0.05 ^c | 0.95±0.06 ^a | 1.00±0.10 ^b | 0.51±0.09 ^b |
| | CK | 0.39±0.07 ^a | 0.55±0.04 ^b | 0.47±0.06 ^a | 0.56±0.18 ^a | 0.40±0.16 ^{ab} |
| | CK+Y | 0.29±0.06 ^b | 0.84±0.03 ^a | 0.79±0.09 ^a | 1.05±0.35 ^b | 0.71±0.07 ^{ab} |
| | CK+VC | 0.33±0.04 ^{ab} | 0.82±0.02 ^a | 0.64±0.11 ^a | 1.18±0.02 ^b | 1.01±0.55 ^a |
| Crude ash | Control | 1.88±0.17 ^a | 2.27±0.05 ^b | 2.14±0.01 ^a | 2.31±0.24 ^a | 2.43±0.00 ^a |
| | CK | 2.20±0.05 ^a | 2.16±0.09 ^c | 1.98±0.38 ^a | 2.31±0.32 ^a | 2.21±0.38 ^a |
| | CK+Y | 2.31±0.43 ^a | 2.43±0.04 ^a | 2.18±0.37 ^a | 2.30±0.22 ^a | 2.09±0.07 ^a |
| | CK+VC | 2.32±0.11 ^a | 2.42±0.07 ^a | 2.35±0.04 ^a | 2.52±0.05 ^a | 1.97±0.42 ^a |
| Salinity | Control | 1.78±0.04 ^b | 1.83±0.11 ^b | 2.13±0.05 ^c | 2.31±0.12 ^a | 2.50±0.05 ^b |
| | CK | 2.06±0.06 ^a | 2.25±0.00 ^a | 2.43±0.05 ^a | 2.40±0.14 ^a | 2.43±0.10 ^b |
| | CK+Y | 2.09±0.07 ^a | 2.24±0.07 ^a | 2.26±0.07 ^b | 2.36±0.03 ^a | 2.50±0.07 ^b |
| | CK+VC | 2.08±0.04 ^a | 2.38±0.05 ^a | 2.39±0.07 ^a | 2.41±0.04 ^a | 2.52±0.03 ^a |

¹⁾Values are Mean ± SD (n=3).

²⁾The experimental samples are follow; Control: *baechu kimchi* without cuttlefish, CK: *baechu kimchi* with cuttlefish, CK+Y: cuttlefish *baechu kimchi* added yogurt, CK+VC: cuttlefish *baechu kimchi* added vitamin

³⁾Values with different superscripts(a, b, c) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

낸다고 한 Lee 등(24)의 연구보고와 일치하는 것으로, 본 실험에서도 단백질 급원인 갑오징어의 첨가로 인해 대조구보다 초기 pH값이 높게 나타나고 발효과정 중의 pH 값은 완만하게 감소하는 것으로 생각되었다.

한편, 발효가 진행됨에 따라 모든 시료구의 pH 값은 공통적으로 감소하는 경향을 보여 기존에 보고된 김치의 발효 양상과 일치하였으며, 요구르트와 비타민 C를 각각 첨가한 갑오징어 김치의 pH 값이 대조구 및 갑오징어 김치보다 천천히 감소하는 것으로 볼 때, 요구르트와 비타민 C의 첨가로 인해 갑오징어 김치의 숙성이 천천히 진행되고 있음을 생각해 볼 수 있었다. 일반적으로 김치 적숙기의 최적 pH는 4.20이고 발효 후기의 pH는 3.60정도라고 보고되어 있는데(25), 대조구의 숙성 적기 시점은 14일째, CK, CK+Y 및 CK+VC 김치의 pH 4.20~4.30이 되는 숙성 적기 시점은 21일째로 나타났다.

발효기간에 따른 산도의 변화를 Fig. 2에 나타내었는데,

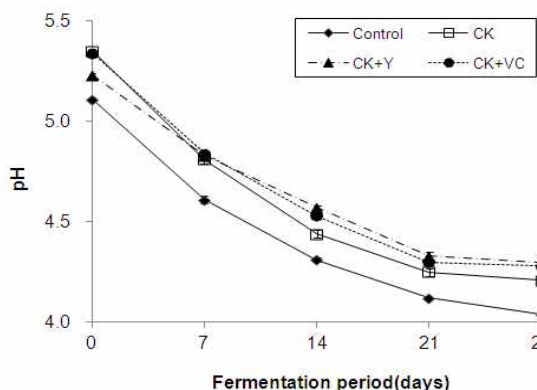


Fig. 1. Changes in pH of cuttlefish *kimchi* during fermentation at 4°C.

Control : *baechu kimchi* without cuttlefish, CK : *baechu kimchi* with cuttlefish, CK+Y : cuttlefish *baechu kimchi* added yogurt, CK+VC : cuttlefish *baechu kimchi* added vitamin. Values are mean \pm SD (n=3).

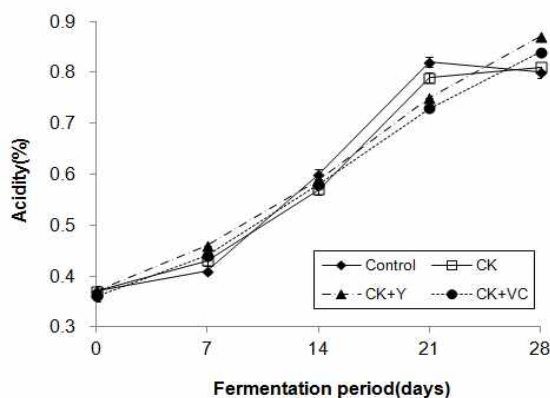


Fig. 2. Changes in acidity of cuttlefish *kimchi* during fermentation at 4°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1. Values are mean \pm SD (n=3).

김치가 숙성됨에 따라 생성되는 젖산균으로 인해 산도는 전체 실험구에서 증가하는 양상을 보였다. 김치의 적숙기로 판단하는 적정하는 산도는 0.6~0.8%를 기준으로 본다면(26), 대조구는 최적의 pH를 나타낸 14일째에, 갑오징어 김치 실험구인 CK, CK+Y 및 CK+VC에서도 역시 최적의 pH를 나타낸 21일째에 적숙기의 적정산도를 나타내었다. 김치를 담근 직후부터 21일째까지는 대조구가 갑오징어를 첨가한 김치 시료구인 CK, CK+Y 및 CK+VC보다 유의적으로 높은 산도 값을 나타내었고($p < 0.05$), 21일 이후부터는 갑오징어를 첨가한 김치 시료구의 산도 값이 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 이것은 김치 발효 중의 산도변화는 pH와는 달리 김치에 첨가하는 부재료의 이화학적 특성에 따라 김치발효 초기보다 후기에 현저히 나타난다는 결과와도 일치하여(5), 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치의 경우는 저장 28일째 각각 0.87% 및 0.84%를 나타내어 대조군 0.77%보다 유의적으로 높은 산도 값을 나타내었다($p < 0.05$). 또한, 이와 같은 결과는 미더덕을 첨가하지 않은 대조구가 미더덕을 첨가한 김치군보다 3주째까지는 높은 산도 값을 나타내다가, 3주 이후부터는 미더덕을 첨가한 김치군이 대조구보다 높은 산도 값을 나타낸다고 보고한 Bae와 Lee(27)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

이상의 결과로부터, 갑오징어를 첨가하지 않은 대조구가 단백질 급원인 갑오징어를 첨가한 김치 실험구보다 숙성이 빨라짐을 알 수 있었다. 또한 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치에서 pH가 높고, 적정산도가 낮게 나타나는 것으로 보아 요구르트와 비타민 C의 첨가가 김치의 숙성을 지연시키는 효과가 있을 것으로 기대되었다.

총균수와 젖산균수의 변화

김치 발효기간 중의 총균수 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 대조구 및 갑오징어 김치 시료구인 CK, CK+Y, CK+VC의 전반적인 경향은 발효가 진행되면서 총균수가 증가하기 시작하여 21일째에 최대값을 보인 후 다시 감소하는 양상을 보였다. 이러한 결과는 김치숙성 초기에 젖산균들은 본격적으로 활동하지 않고 오히려 산 생성과 무관한 호기성 미생물들이 왕성한 활동을 나타내지만 발효 중기와 후기에는 젖산균의 생육이 증가하면서 초기 미생물들이 감소되면서 나타난다고 한 연구결과(27)와 유사하였다. 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치의 경우는 발효기간 내내 대조구 및 갑오징어 김치보다 유의적으로 낮은 총균수를 나타내었다($p < 0.05$). 이것은 요구르트의 첨가로 요구르트 내의 젖산균이 김치에 활동을 하면서 대사산물로 유기산류 등을 생산하여 다른 미생물들의 증식을 억제함으로써 인해 대조구 및 갑오징어 김치보다 낮은 총균수를 나타낸 것으로 생각된다.

대조구 및 갑오징어 김치 시료구 CK, CK+Y, CK+VC의

발효기간에 따른 *Leuconostoc* sp. 및 *Lactobacillus* sp.의 변화를 Fig. 4와 5에 나타내었다. 발효에 가장 큰 영향을 미치는 젖산균은 발효초기에 높은 pH와 낮은 산도에서는 *Leuconostoc* 속이, 중·후기의 낮은 pH와 높은 산도에서는 *Lactobacillus* 속이 왕성하게 증식하며 전자가 일부 소멸되면서 pH가 충분히 낮고 산도가 높아지자 후자가 증식하는 것으로 보고되고 있다(28,29). 대조군과 갑오징어 김치 시료군인 CK, CK+Y 및 CK+VC는 적숙기인 21일째에 *Leuconostoc* sp. 균수가 최대값을 보인 이후 다시 감소하는 양상을 보였다(Fig. 4). *Leuconostoc* sp.는 김치의 맛과 냄새에 좋은 영향을 주며(30), lactic acid, acetic acid, succinic acid, CO₂를 생성하는 hetero 젖산 발효균으로 김치 적숙기 때 가장 많이 검출된다고 보고되어 있는데(31), 본 실험에서도 유사한 결과를 나타내어 적숙기인 발효 21일째 최대로 증가 후 점차 감소하는 경향을 보였다. 초기 *Leuconostoc* sp. 균수는 5.01~5.48 log CFU/mL로 대조군보다 갑오징어 김치 시료군에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다

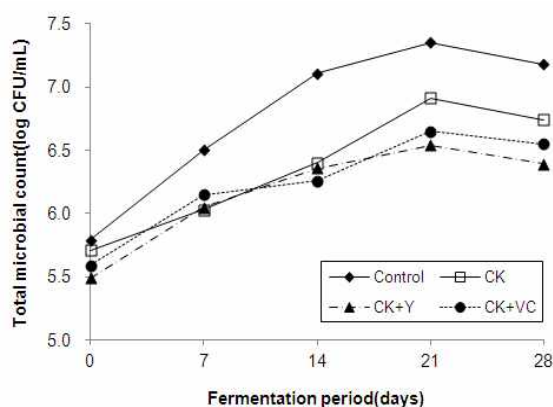


Fig. 3. Changes in total microbial count of cuttlefish *kimchi* during fermentation at 4°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1. Values are mean ± SD (n=3).

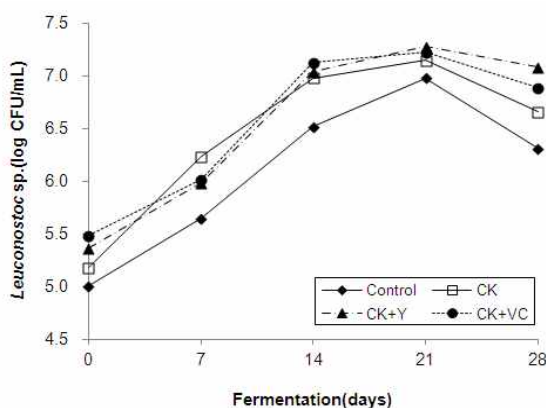


Fig. 4. Changes in *Leuconostoc* sp. of cuttlefish *kimchi* during fermentation at 4°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1. Values are mean ± SD (n=3).

($p < 0.05$) (Fig. 4). 이는 Sung과 Choi(13)의 연구보고에서처럼 김치제조 시 첨가한 명태로 인해 젖산균에 필요한 amino acid와 nitrogen source가 제공되어 김치 숙성시 젖산균의 생육이 촉진되고 젖산균수가 높아진다고 한 것처럼, 본 실험에서도 김치제조 시 첨가한 갑오징어로 인해 젖산균의 생육이 촉진되어 갑오징어를 첨가하지 않은 대조군보다 *Leuconostoc* sp. 균수가 높게 검출되었을 것으로 생각된다. 한편, 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치의 경우는 갑오징어 김치보다 발효기간 내내 *Leuconostoc* sp. 균수 값이 유의적으로 높게 나타났는데($p < 0.05$), 이는 요구르트 내의 젖산균이 활발하게 작용하고 젖산균의 증식을 위해 비타민 C가 사용됨으로 인해, 요구르트나 비타민 C를 첨가하지 않은 갑오징어 김치보다 *Leuconostoc* sp. 균수 값이 높게 나타난 것으로 생각된다. 후기 발효 균주로 김치의 숙성보다는 김치산패에 영향을 미치는 *Lactobacillus* sp. 균수의 변화를 Fig. 5에 나타내었듯이, 발효가 진행될수록 대조군에서는 계속 증가하는 양상을 보였으며, 특히 적숙기인 21일 이후부터는 대조군의 *Lactobacillus* sp.의 균수가 갑오징어 김치 시료군보다 유의적으로 증가하는 양상을 나타내었다($p < 0.05$). 이상의 결과로부터 갑오징어 김치에 요구르트 및 비타민 C의 첨가에 따른 젖산균 변화를 살펴본 때, 요구르트와 비타민 C의 첨가로 총균수와 산패에 관련된 균은 감소시키면서 초기발효는 늦추어 김치의 가식기간을 연장시키는데 긍정적인 효과가 있을 것으로 생각된다.

관능평가

대조군, 갑오징어 김치(CK), 요구르트(CK+Y)와 비타민 C(CK+VC)를 각각 첨가하여 제조한 갑오징어 김치를 4°C에서 숙성시키면서 7일 간격으로 관능평가를 한 결과를 Table 3에 나타내었다. 김치의 외관은 모든 실험군에서 공통적으로 숙성이 진행됨에 따라 14일째까지는 높았으나

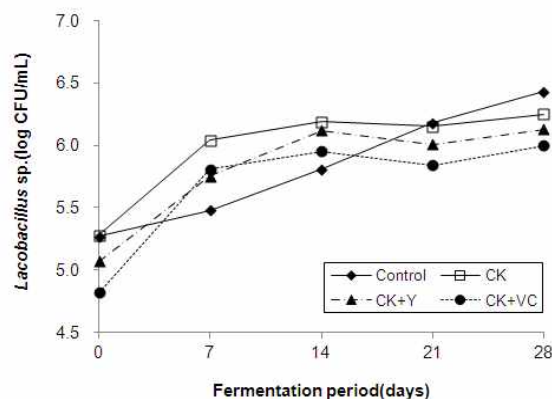


Fig. 5. Changes in *Lactobacillus* sp. of cuttlefish *kimchi* during fermentation at 4°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1. Values are mean ± SD (n=3).

Table 3. Changes in sensory evaluation of cuttlefish kimchi during fermentation at 4°C¹⁾

| | Samples ²⁾ | Fermentation period(days) | | | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Appearance | Control | 6.10±0.74 ^{ab3)} | 6.70±2.48 ^a | 6.90±0.57 ^a | 6.00±0.47 ^b | 5.00±0.57 ^b |
| | CK | 6.20±0.63 ^a | 6.30±0.67 ^a | 6.90±0.74 ^a | 6.20±0.79 ^a | 5.30±0.70 ^a |
| | CK+Y | 6.30±1.82 ^a | 6.50±1.85 ^a | 7.00±0.67 ^a | 6.40±0.84 ^a | 5.60±0.74 ^a |
| | CK+VC | 6.10±1.09 ^a | 6.40±0.97 ^a | 7.10±0.74 ^a | 6.60±0.84 ^a | 5.50±0.74 ^a |
| Texture | Control | 6.40±0.52 ^b | 7.00±0.47 ^a | 7.60±0.79 ^b | 6.20±0.97 ^b | 5.00±0.82 ^b |
| | CK | 6.10±0.75 ^a | 7.20±0.84 ^a | 7.80±0.82 ^{ab} | 6.60±0.82 ^a | 5.20±0.47 ^a |
| | CK+Y | 5.90±0.57 ^a | 7.50±1.95 ^a | 8.10±0.99 ^{ab} | 6.80±0.82 ^a | 5.30±0.74 ^a |
| | CK+VC | 6.00±0.47 ^a | 7.50±0.70 ^a | 8.00±1.32 ^a | 6.70±0.92 ^a | 5.20±0.63 ^a |
| Fishy flavor | Control | 2.30±1.67 ^b | 2.60±1.52 ^b | 2.50±1.53 ^b | 2.30±1.48 ^b | 2.40±1.52 ^b |
| | CK | 2.70±0.82 ^a | 3.70±1.48 ^a | 3.50±1.52 ^a | 3.80±1.71 ^a | 4.20±2.52 ^a |
| | CK+Y | 2.90±1.88 ^a | 3.60±2.52 ^a | 3.40±1.97 ^a | 3.30±1.82 ^a | 3.70±1.70 ^a |
| | CK+VC | 1.90±1.74 ^a | 3.10±1.70 ^a | 3.20±2.79 ^a | 3.40±1.70 ^a | 3.80±1.89 ^a |
| Sour taste | Control | 2.10±0.52 ^a | 3.90±0.74 ^a | 5.30±0.67 ^a | 7.60±1.52 ^a | 8.65±0.47 ^a |
| | CK | 2.30±0.48 ^a | 4.10±0.52 ^a | 5.40±0.70 ^b | 6.50±0.48 ^b | 8.00±0.70 ^b |
| | CK+Y | 2.30±0.52 ^a | 4.50±0.42 ^a | 5.50±0.53 ^b | 6.30±0.71 ^b | 7.80±0.63 ^b |
| | CK+VC | 2.40±0.63 ^a | 4.50±0.52 ^a | 5.50±0.52 ^b | 6.40±0.48 ^b | 7.90±0.74 ^b |
| Salty taste | Control | 5.50±1.03 ^a | 5.40±0.67 ^a | 5.30±0.70 ^a | 5.20±0.88 ^a | 5.00±0.70 ^a |
| | CK | 5.30±0.63 ^a | 5.50±0.57 ^a | 5.40±0.48 ^a | 5.20±0.79 ^a | 5.00±0.53 ^a |
| | CK+Y | 5.30±0.74 ^a | 5.40±0.99 ^a | 5.30±0.84 ^a | 5.20±0.79 ^a | 5.10±0.63 ^a |
| | CK+VC | 5.40±0.63 ^a | 5.30±0.79 ^a | 5.30±0.53 ^a | 5.10±0.95 ^a | 5.00±0.47 ^a |
| Ripened taste | Control | 1.80±0.82 ^a | 4.50±1.67 ^a | 6.30±2.67 ^a | 7.30±1.70 ^b | 8.00±1.39 ^b |
| | CK | 1.90±0.74 ^a | 4.40±0.87 ^b | 6.10±1.16 ^b | 6.80±0.53 ^a | 7.20±0.52 ^{ab} |
| | CK+Y | 2.00±0.67 ^a | 4.10±0.57 ^{ab} | 6.40±2.52 ^b | 6.90±0.79 ^{ab} | 7.30±0.42 ^a |
| | CK+VC | 1.90±0.74 ^a | 4.20±0.82 ^b | 6.20±1.48 ^b | 7.00±2.67 ^a | 7.40±1.53 ^{ab} |
| Overall acceptability | Control | 5.80±0.63 ^a | 6.00±0.67 ^a | 7.10±0.74 ^b | 6.20±0.79 ^b | 5.40±0.48 ^b |
| | CK | 6.30±0.48 ^b | 6.70±0.67 ^a | 7.40±0.52 ^{ab} | 7.00±0.67 ^a | 6.00±0.63 ^a |
| | CK+Y | 6.60±0.70 ^b | 6.60±0.70 ^a | 7.80±0.63 ^a | 7.30±0.82 ^a | 6.10±0.74 ^a |
| | CK+VC | 6.60±0.60 ^b | 6.70±0.82 ^a | 7.80±0.79 ^a | 7.40±0.52 ^a | 6.30±0.99 ^a |

¹⁾Values are Mean ± SD (n=10).

²⁾The experimental samples are follow; Control: *baechu kimchi* without cuttlefish, CK: *baechu kimchi* with cuttlefish, CK+Y: cuttlefish *baechu kimchi* added yogurt, CK+VC: cuttlefish *baechu kimchi* added vitamin

³⁾Values with different superscripts(a,b,c) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

21일째를 기점으로 낮아지는 경향을 보였다. 질감 역시 모든 실험군에서 14일째 가장 높은 값을 나타내었으며, 갑오징어 김치에 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치 실험군이 대조구와 갑오징어 김치 실험군보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 이는 Bae와 Lee(27)의 연구 보고에서처럼 김치의 경도와 강도의 높고 낮음이 질감과 비례하지 않고 무르거나 딱딱하지 않은 적당한 질감이 좋은 평가를 받는다고 하였는데, 본 연구의 결과에서도 요구르트나 비타민 C를 첨가함으로써 김치의 가식기간이 다소 연장됨으로 인해, 대조구나 갑오징어 김치보다 적당한 질

감을 좀 더 유지 할 수 있게 되어 관능평가에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다. 비린 향미의 항목에 있어서는 대조구는 숙성기간 내내 일정한 값을 보인 반면, 갑오징어 김치 실험군(CK, CK+Y, CK+VC)에서는 숙성이 진행됨에 따라 점수가 높아졌다. 이러한 결과는 비린내가 거의 없는 수산물물을 사용하여도 숙성과정을 거치면서 김치의 향미에 영향을 미치지 때문인 것으로 보이며, 향후 수산물물을 첨가한 김치의 비린 향미 제어하는 방법에 대해서는 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 신맛의 항목에 있어서는 대조구가 숙성 21일째, 28일째에 각각 7.6점 및 8.65점의

높은 점수를 받았고, CK+Y 및 CK+VC에서는 숙성 21일째 및 28일째에 각각 6.3~6.4점 및 7.8~7.9점으로 대조구에 비해 낮은 점수를 받았다. 또한 숙성된 맛의 경우는 대조구가 숙성 14일, 21일 및 28일째에 각각 6.3, 7.3 및 8.0점의 높은 점수를 받았고, 갑오징어 김치에 요구르트와 비타민 C를 각각 첨가한 실험군에서는 숙성 14일, 21일 및 28일째에 각각 6.2~6.4, 6.9~7.0 및 7.3~7.4점을 받아 대조구에 비해 역시 낮은 점수를 받았다. 이상의 신맛과 숙성된 맛의 관능평가 결과로부터 요구르트나 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치가 대조구와 갑오징어 김치보다 비교적 숙성이 천천히 진행됨을 생각해 볼 수 있었다. 짠맛은 숙성기간 동안 모든 실험군에서 비슷한 점수를 얻었고, 전체적인 선호도 항목에서는 갑오징어 김치 실험군에서 대체적으로 대조구보다 유의적으로 높은 점수를 받았다($p<0.05$). 이는 갑오징어의 감칠맛, 단맛, 신맛과 관련된 아미노산 성분들이 김치의 발효에 영향을 주었기 때문으로 생각된다. 한편 갑오징어 김치 실험군 중에서도 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치에서 전체적인 선호도 평가가 가장 좋게 나타났다.

요 약

본 연구는 가정에서 쉽게 구할 수 있는 재료인 요구르트와 비타민 C를 사용하여 갑오징어 김치를 담그고, 발효기간에 따른 특성을 조사하여 김치의 맛이나 가식기간에 미치는 영향을 예측해 보고자 하였다. 발효기간 동안의 수분, 조지방 및 조회분 함량의 변화는 모든 시료 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나, 갑오징어를 첨가한 김치 실험군에서 갑오징어를 첨가하지 않은 대조구보다 높은 조단백질 함량을 보였고, 요구르트를 첨가한 갑오징어 김치의 조단백질 함량은 발효기간 동안 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 발효가 진행됨에 따라 모든 시료구의 pH 값은 공통적으로 감소하는 경향을 보였고, 요구르트와 비타민 C를 각각 첨가한 갑오징어 김치의 pH 값은 대조구 및 갑오징어 김치보다 천천히 감소하는 경향을 나타내었다. 산도는 김치가 숙성됨에 따라 전체 실험군에서 높아지는 변화를 보였으며, 숙성 21일째까지는 대조구가 높은 값을 나타내었고, 21일 이후부터는 요구르트와 비타민 C를 각각 첨가한 갑오징어 김치 실험군이 대조구보다 높았다. 총균수는 발효가 진행됨에 따라 전 실험군에서 증가하기 시작하여 21일째에 최대값을 보인 후 다시 감소하는 양상을 보였고, 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치의 경우는 발효기간 내내 대조구 및 갑오징어 김치보다 낮은 총균수를 나타내었다. 또한 *Leuconostoc* sp. 균수는 전 실험군에서 적숙기인 21일째에 최대값을 보인 이후 다시 감소하는 양상을 보였고, 요구르트와 비타민 C를 첨가한 갑오징어 김치가 대조구

와 갑오징어 김치보다 높은 *Leuconostoc* sp. 균수 값을 나타내었다. *Lactobacillus* sp. 균수는 발효가 진행될수록 대조구에서는 계속 증가하는 양상을 보였고, 적숙기인 21일 이후부터는 대조구의 *Lactobacillus* sp.의 균수가 갑오징어 김치 시료군보다 증가하는 양상을 나타내었다. 관능평가 결과로는 요구르트와 비타민 C를 첨가하여 제조한 갑오징어 김치가 비린 향미의 항목을 제외하고는 조직감, 신맛, 숙성된 맛, 종합적인 선호도의 항목에서 가장 좋은 점수를 얻었다. 이상의 결과는 김치제조 시 쉽게 구할 수 있는 재료인 요구르트나 비타민 C를 첨가하여 김치를 담금으로서 김치의 관능에 좋은 영향을 줄 수 있으며, 가식기간 또한 연장될 수 있음을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원(고속고온 발효기술을 이용한 고부가가치 수산물 제조기술 개발, RP-2012-FS-021)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

1. Ku KH, Sunwoo KY, Park WS (2005) Effect of ingredients on the its quality characteristics during *Kimchi* fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 267-276
2. Lee HJ (2000) A study on commercial *Kimchi* consumption of housewives in Seoul and Chungbuk area. Korean J Food Nutr, 13, 221-225
3. Park WP, Park KD, Cheong YJ, Lee IS (2002) Effects of calcium powder addition on the quality characteristics of *Kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 31, 428-432
4. Min SG, Kim JH, Cho SK, Sin HS, Hong GH, Oh DG, Kim KN (2003) Manufactures of functional *Kimchi* using *Bifidobacterium* strain producing conjugated linoleic acid(CLA) as starter. Korean J Food Sci Technol, 35, 111-114
5. Park DC, Kim EM, Kim EJ, Kim YM, Kim SB (2003) The contents of organic acids, nucleotides and their related compounds in *kimchi* prepared with salted fermented fish products and their alternatives. Korean J Food Sci Technol, 35, 769-776
6. Kim SD, Kim MK (1999) Science of *Kimchi*. Exhibiting Country of Catholic Univ of Daegu, p 53-66
7. Mheen TI, Kwoon TW (1984) Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. Korean J Food Sci Technol, 16, 443-450

8. Ha JO (1997) Studies on the development of functional and low sodium *Kimchi* and physiological activity of salts. Ph D theses, Pusan National University
9. Shin DH (1994) Physicochemical and microbial properties of market *kimchi* during fermentation in different containers. in *The Science of Kimchi*, Korean Soc Food Sci Technol, Seoul, p 82-136
10. Lee MJ, Kim SJ, Lee SC, Park WP (2000) Effects of sepiae os addition on the quality of *Kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 29, 592-596
11. Jung BM, Jung SJ, Kim ES (2010) Quality characteristics and storage properties of gat *Kimchi* added with oyster shell powder and *Salicornia herbacea* powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 26, 188-197
12. Kim KH, Cho HS (2008) Physicochemical and microbiological properties of skate (*raja kenojei*) *Kimchi* on the market. *Korean J Food Culture*, 23, 235-242
13. Sung JM, Choi HY (2009) Effects of alasks pollack addition on the quality of *Kimchi* (Korean salted cabbage). *Korean J Food Preserv*, 16, 772-781
14. Jung YK, Oh SH, Kim SD (2007) Fermentation and quality characteristics of kwamaegi added *Kimchi*. *Korean J Food Preserv*, 14, 526-530
15. The Fisheries Association of Korea (1997) *Korean Fisheries Yearbook*. Dongyang Publishing Co, Seoul, p 354-363
16. National Fisheries Research and Development Institute. NFRDI (2009) *Second edition chemical composition of marine products*. Busan, Korea
17. Cho ML, Heu MS, Kim JS (2001) Food competent characteristics of cuttle bone as a mineral source. *J Korean Fish Soc*, 34, 478-482
18. AOAC (1995) *Official methods of analysis*, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
19. Lee MK, Park WS, Kang KH (1996) Selective media for isolation and enumeration of lactic acid bacteria from *Kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 25, 754-760
20. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT (1987) *Sensory evaluation techniques*. CRC Press, Boca Ration, Florida, USA, p 39-112
21. Duncan DB (1955) Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42
22. Jang MS, Park HY, Park JI, Byun HS, Kim YK, Yoon HD (2011) Analysis of nutrient composition of baechu *Kimchi*(Chinese cabbage Kimchi) with seafoods. *Korean J Food Preserv*, 18, 535-545
23. Lee HY, Paik JE, Han YS (2003) Effect of powder-type dried alaska pollack addition on the quality of *Kimchi*. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 19, 254-262
24. Lee HS, Ko YT, Lim SJ (1984) Effect of protein sources on *Kimchi* fermentation and on the stability of ascorbic acid. *Korean J Nutr*, 17, 101-107
25. Mheen TI, Kwon TW (1984) Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 16, 443-450
26. Choi SY, Kim YB, Yoo JY, Lee IS, Chung KS, Koo YJ (1990) Effect of temperature and salts concentration of *Kimchi* manufacturing on storage. *Korean J Food Sci Technol*, 22, 707-710
27. Bae MS, Lee SC (2008) Preparation and characteristics of *Kimchi* with added *styela clava*. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 573-579
28. Cho Y, Rhee HS (1991) Effect of lactic acid bacteria and temperature on *Kimchi* Fermentation(II). *Korean J Soc Food Sci*, 7, 89-95
29. Lee CW, Ko CY, Ha DM (1992) Micro changes of the lactic acid bacteria during *Kimchi* fermentation and identification of the isolates. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol*, 20, 102-109
30. Cho Y, Yi JH (1994) Effect of *Kimchi* submaterial on the growth of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. *Korean J Soc Food Sci*, 10, 35-38
31. Yi JH, Cho Y, Hwang IK (1995) Effects of Kimchi minor ingredients on the growth of lactic acid bacteria. *Korean J Soc Food Sci*, 11, 511-520