

청각채가 동치미의 발효 중 이화학적 특성에 미치는 영향

박복희 · 조희숙

목포대학교 생활과학부 식품영양학전공

(2005년 7월 15일 접수)

Effect of Glue Plant(*Codium Fragile*) on Physicochemical Characteristics of *Dongchimi* During Fermentation

Bock-Hee Park and Hee-Sook Cho

Major in Food and Nutrition, Division of Human Ecology, Mokpo National University

(Received July 15, 2005)

Abstract

The effect of glue plant(*Codium fragile*) on the *Dongchimi* fermentation was investigated by measuring physicochemical properties during fermentation at 10°C. *Dongchimi* was prepared with various levels(0, 0.5, 1.0 and 1.5%) of glue plant(*Codium fragile*). The pH of *Dongchimi* decreased slowly in all samples during fermentation. Total acidity of *Dongchimi* increased gradually during fermentation and total acidity of *Dongchimi* with glue plant(*Codium fragile*) was higher than that of control. Redox potentials decreased until 30 days of fermentation but increased thereafter. Reducing sugar content increased in the initial stage of the fermentation periods, and then decreased gradually. The reducing sugar content of *Dongchimi* with glue plant(*Codium fragile*) was higher than that of control. The content of total vitamin C was much higher in *dongchimi* with glue plant(*Codium fragile*). In color measurement, lightness value decreased gradually. However, redness and yellowness values increased gradually during fermentation but decreased thereafter. The content of hot water soluble pectin(HWSP) decreased as the fermentation proceeded, but the content of hydrochloric acid soluble pectin(HCISP) and sodium hexametaphosphate soluble pectin(NaSP) increased.

Key Words : *Dongchimi*, glue plant(*Codium fragile*), fermentation, redox potentials, pectin

1. 서론

한국인의 전통 채소발효식품인 김치류 중 국물김치로 가장 일반화된 동치미는 양념류가 많이 들어가지 않고 물을 많이 사용하기 때문에 맛이 담백하며 국물에 생성된 젖산을 비롯한 각종 유기산과 이산화탄소가 주는 독특한 맛과 상쾌한 탄산미, 그리고 무가 씹힐 때 느껴지는 아삭아삭한 텍스처 때문에 예부터 즐겨 찾던 국물김치이다. 동치미는 주로 겨울철에 무를 통째로 담그는 통 동치미가 일반적이었으나 냉장고 등의 보급이 일반화 된 후 겨울철 뿐만 아니라 계절에 관계없이 무를 적당하게 잘라서 편리하게 사계절 이용하고 있고, 지방질 식품이나 육류 섭취 시 부식으로 사용되고 있는 음식이라 할 수 있다.²⁾

동치미를 비롯한 김치류는 발효 숙성과정이나 유통과정 중에 젖산을 비롯한 각종 유기산이 생성되어 산도가 증가하고 맛이 저하되어 결국에는 먹을 수 없게 되며, 다른 종류의 김치에

비해 동치미는 부재료가 간단하고 젓갈을 사용하지 않으므로 맛에 영향을 주는 요인이 비교적 단순하지만, 적절한 발효가 이루어지지 않으면 쉽게 불쾌취를 낸다^{3,4)}.

동치미에 대한 연구로는 열처리 및 염첨가⁵⁾와 맛 성분⁶⁾에 대한 연구 등이 있으며 최근에는 소비자들의 건강 지향적 요구 증가로 안전성에 문제가 없고 김치 고유의 맛과 색에 영향을 주지 않으면서 맛과 저장성을 향상시킬 수 있는 천연 소재에 대한 관심 증대와 더불어 그에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 유자²⁾, 매실⁴⁾, 양파⁷⁾, 감초⁸⁾, 자소자^{9,10)}, 두부순물¹¹⁾, 자일리톨¹²⁾ 등의 첨가로 동치미의 초기 발효가 억제되며 저장성이 향상되었다는 보고가 있으며, 그 외 맛 성분의 하나인 유리당이나 유기산에 대한 연구도 진행되고 있으나, 배추김치에 비해서는 폭 넓은 연구가 되지 못하고 있는 실정이다.

청각채(*Codium fragile*)는 청각과에 속하는 해조류로, 엽록소를 갖는 단세포 녹조로서 높이 20~40cm, 지름 1.5~5mm로

서 짙은 녹색을 띠며 4~5개의 가지가 진 사슴의 뿔 모양을 나타내는데, 가지는 곧바르고 어린 것은 상부에 털 모양이 붙어 있으며 줄기는 원주상 또는 곧봉상이며 길이는 600~1,500 μ m이다¹³⁾. 청각채는 신장기능을 튼튼하게 하는 효과가 뛰어나며 방광결석 등의 치료에 효과가 있다고 알려져 있으며, 한 때는 풀의 원료와 구충제로서 사용되었고¹⁴⁾, 김치의 부재료로 많이 이용되고 있다. 또한 청각채는 요오드와 칼슘이 다량 함유되어 있으며, 생으로 먹거나 살짝 데쳐서 무치거나 국 등에 넣기도 하고 염장하거나 건조하여 보존하며 식이섬유가 풍부하고 에너지로 되지 않으므로 바다의 채소라 불리며 세계적 건강식품으로 주목되고 있다¹⁵⁾. 최근에는 청각채를 포함한 해조류가 건강보조식품으로 활용이 급격히 증가되고 있는 추세이지만, 청각채의 식품첨가소재로서의 특성연구 및 신상품 개발은 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 청각채가 첨가된 동치미의 발효 중 맛과 이화학적 특성변화를 통하여 동치미의 품질과 저장성 향상에 청각채의 이용가능성을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

동치미 제조를 위한 무는 전남 무안산으로 길이와 직경이 15~18cm와 8~10cm인 비슷한 크기의 신선한 동치미용 무 (*Raphanus sativus L.*)를 구입하였으며, 부재료인 쪽파, 마늘, 생강도 같이 구입하였다. 소금은 순도가 93%이상인 재제염(꽃소금, 샘표)이며, 청각채(*Codium fragile*)는 2002년 6월 전남 신안군에서 수확된 것으로 냉동 보관하여 사용하였다.

2. 재료의 처리방법과 동치미 담그기

실험에 사용한 무는 깨끗이 씻어 물을 뺀 후 양끝에서 5cm씩 잘라내고 4×1.5×1cm의 크기로 썰며, 부재료인 마늘, 생강은 다듬은 후 깨끗이 씻어 얇게 썰고, 쪽파는 2~3 뿌리씩 말아 묶어 병에 넣었으며, 청각채는 깨끗이 씻어 2겹의 거즈로 만든 주머니(15×15cm)에 넣어 사용 하였다. 동치미를 담그기 위한 소금물은 증류수에 재제염을 넣어, 소금농도는 2.5%(w/v)로 만들었으며, 무와 동치미 담금액의 비율은 1:1.5(w/v)로 하였고, 용기는 8L의 투명한 유리병을 사용하였다. 청각채 첨가구는 무 무게의 0, 0.5, 1.0 및 1.5%의 비율로 동치미 국물에 각각 첨가한 후 담금 즉시 10℃에서 45일 동안 숙성시키면서 이화학적 특성을 관찰하였다.

3. 실험방법

1) pH 및 총산함량

동치미의 pH와 총산함량을 측정하기 위하여 제조한 동치미 국물 20g을 취하여 증류수 180mL로 희석하고 여과지(Whatman No. 2)로 여과해서 그 여액을 사용하였다. 동치미 국물의 pH는

pH meter(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)로 측정하였으며, 총산함량은 여과한 동치미 국물을 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.05 N NaOH로 적정한 후 lactic acid(%)로 환산하여 표시하였다¹⁶⁾.

2) 산화·환원 전위

산화·환원 전위는 platinum redox electrode를 ion analyzer(EA 920, Orion Research INC., U.S.A)에 연결하여 측정하였다¹⁷⁾.

3) 환원당 및 비타민 C함량

환원당 함량은 DNS에 의한 비색법으로 glucose로 환산하여 표시하였고¹⁸⁾, 비타민 C함량은 2, 4-dinitrophenyl hydrazine 법으로 측정하였다¹⁹⁾.

4) 색도 측정

동치미 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 표준백 판(standard plate)은 L값 96.95, a값 -0.03, b값 1.42이었다.

5) 경도 및 탁도 측정

동치미 무의 경도는 측정용 시료를 3×2cm 크기로 일정하게 썰어서 Rheometer(Model CR-100D, Japan)로 무의 절단변형력을 측정하여 maximum force로 경도를 나타냈으며²⁰⁾, 측정 조건은 <Table 1>과 같다. 탁도는 Spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Japan)를 사용하여 파장 558nm에서 흡광도로 하였다.

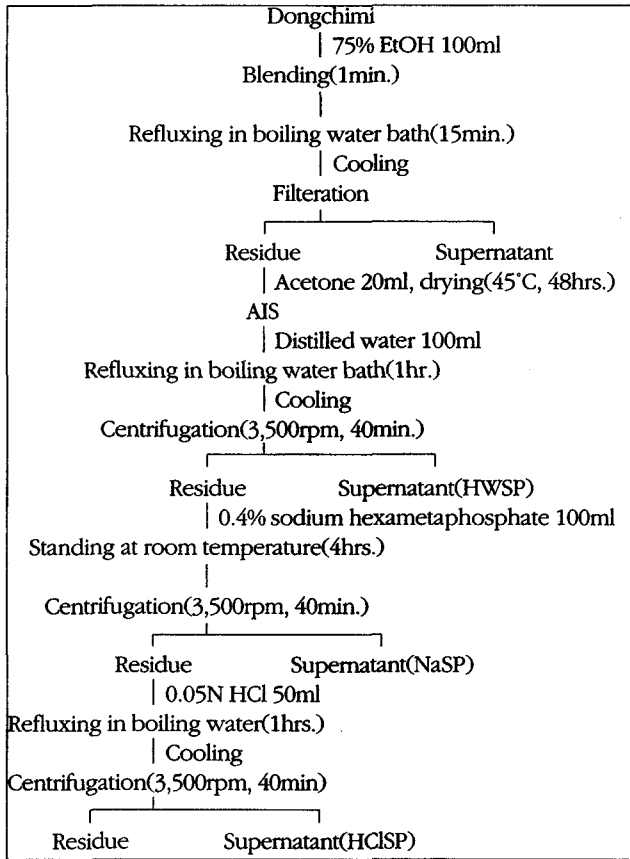
<Table 1> Condition of operation of Rheometer

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

6) 펙틴함량 측정

(1) 펙틴질의 분획

알콜 불용성인 펙틴질은 Ryu 등²¹⁾의 방법으로 동치미 30g 중의 알콜 불용성 고형분(alcohol insoluble solid, AIS)을 추출하였다. AIS 0.5g으로 부터 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. 1>과 같다.



<Fig. 1> Scheme for separation of pectic substances from *Dongchimi*

(2) 펙틴질의 측정

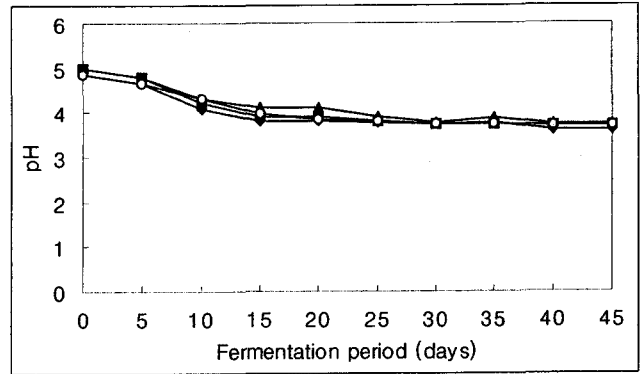
각 분획물은 Carbazole법²²⁾으로 정량하였다. 즉, 각 추출액 0.1mL에 HCl 6mL를 가하고 끓는 물에서 10분간 가열한 후 냉각시킨 다음, 0.15% carbazole reagent 0.5mL를 가하고 잘 혼합하여 25분간 방치한 후 분광광도계로 525nm에서 흡광도를 측정하였다.

Anhydrogalacturonic acid 0.001~0.01% 용액을 위와 동일하게 처리해서 얻어진 표준곡선으로 부터 각 시료의 분획물 함량을 계산하였다. Blank test는 absolute ethanol을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH와 총산 함량

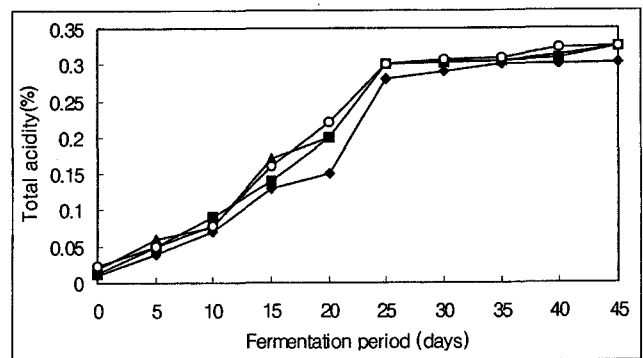
청각채 첨가량을 0, 0.5, 1.0 및 1.5%로 달리하여 담근 동치미를 10±1°C에서 45일 동안 발효시키면서 pH의 변화를 관찰한 결과는 <Fig. 2>와 같다. 담근 직후의 pH는 첨가군 간에 차이를 거의 보이지 않았고, 발효가 진행되면서 모든 첨가군의 pH가 점차로 낮아지는 경향을 보였다. 저장 5일까지는 대조군에서 대체로 높게 나타났으나, 10일 이후부터는 청각채 첨가군이 약간 더 높은 수준을 보였으며, 저장 25일에는 거의 모든 첨



<Fig. 2> Changes in pH during fermentation of *Dongchimi* added with various levels of glue plant(*Codium fragile*) at 10±1°C
-◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%

가군의 pH가 3.82~3.95로 비슷하게 나타났다. 이는 동치미의 적숙기를 pH 3.9±0.1²³⁾로 볼 때 본 실험에서는 대조군과 모든 첨가군에서 저장 20~35일째에, 유자 첨가 동치미의 경우는²⁾ 유자 1~6% 첨가군에서 15~23일째에 그리고 매실 첨가 동치미의 경우는 저장 20~25일째에 이와 같은 pH를 보였다⁴⁾. 또한 발효숙성 30일 이후부터 45일까지는 모든 첨가군에서 거의 pH의 변화를 보이지 않고 비슷한 수준을 나타내었다.

총산함량은 pH의 변화와 마찬가지로 발효숙성이 길어질수록 모든 첨가군에서 서서히 높아졌는데, 발효숙성 25일까지 급격히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3). 대조군보다 청각채 첨가군이 전반적으로 높게 나타났으며, 청각채 1.5% 첨가군에서 가장 많은 총산도 함량을 나타냈다. 김치 발효 중에 총산 함량이 증가하는 현상은 여러 가지 유기산이 생성되어 증가하기 때문이며, 이때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 주게 된다²⁴⁾. 또한 김치에 있어서 pH와 총산도는 김치의 주요 품질지표로서 발효과정 중 무나 배추에 함유된 각종 효소들과 미생물의 번식으로 인하여 주요성분들이 분해되고 또한 재합성이 이루어져 각종 유기산들이 만들어지고 김치 특유의 신선한 맛을 주게 되는데 이러한 유기산의 생성이 발효 중에 김치의 pH를 낮게 하



<Fig. 3> Changes in total acidity during fermentation of *Dongchimi* added with various levels of glue plant(*Codium fragile*) at 10±1°C
-◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%

고. 총산도를 점차로 증가하게 하는 원인이 된다²⁵⁾. 동치미의 총산도 함량이 배추김치나 무김치의 산도 0.6~1.0%보다 낮게 나타나는데, 이것은 동치미 제조 시 첨가되는 부재료의 양이 적고, 고춧가루를 사용하지 않았기 때문인 것으로 사료된다¹²⁾. 동치미에서 최적숙기의 총산도가 0.3~0.4%라는 연구결과^{2, 26)}와 비교할 때 좋은 맛을 유지하는 시기로는 대조군 및 청각채 첨가군들은 발효 30~35일 정도임을 알 수 있었다. 자소자¹⁰⁾ 및 대나무 잎¹¹⁾을 첨가한 동치미에 관한 연구에서는 대조군에 비해 첨가군에서 총산도가 적은 것으로 나타나, 본 결과와는 다소 차이를 보였다. 한국인의 식성은 김치의 적정 산도를 젖산으로 환산하였을 때의 0.40~0.75%의 범위를 먹기 좋은 김치 맛으로 하고 있으며, 최적 발효 시기는 0.5% 부근이라고 보고²⁷⁾한 바 있다.

2. 산화·환원 전위

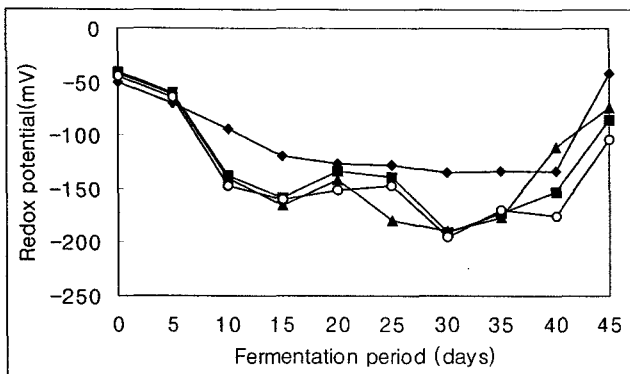
청각채 첨가량을 달리한 동치미의 발효속성 중 산화·환원 전위의 변화는 <Fig. 4>에 나타난 바와 같다. pH 7과 25°C의 산화·환원 전위 값으로 표준화하여 측정값의 정성적 영향을 배제 함으로써 널리 쓰이는²⁸⁾ Eh₇ 값으로 환산한 값의 변화는 동치미의 발효가 진행되면서, 대조군은 저장 40일까지 계속 감소하다가 40일 이후 증가하였으며, 청각채 첨가군들은 발효 15일 까지는 급격하게 감소하다가 그 이후 점차 증가·감소하다가 30일 이후부터 증가하는 경향을 나타냈는데, 전반적으로 청각채 첨가군보다 대조군에서 전위값의 변화가 적었다. 이 등¹⁷⁾과 박 등²⁹⁾의 결과에서 보면 배추김치 발효속성 시 산화·환원 전위 값은 발효가 진행됨에 따라 감소되다가 후반기에 다시 증가하는 경향을 나타냈는데, 본 실험에서도 비슷한 경향을 보였다. 산화·환원 전위가 저하되는 것은 환원성 물질이 에너지원으로 쓰이면서 전자를 내 놓고 O₂를 소비하며 미생물들의 생육으로 총 세포 질량이 증가하고, 김치액 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 있다³⁰⁾. 또 표준

상태에서 산화·환원 전위 값이 -100mV이상 일 때 혐기성균의 생육이 저해된다³¹⁾고 하는데 본 실험에서는 발효 속성 10일 이후부터 혐기성균이 자라기에 알맞은 전위값을 나타내고 있으며, 김치 숙성의 최적기인 25~40일 사이에 Eh₇ 값이 -136.35~-185.12mV로서 가장 혐기적인 상태를 나타내었다.

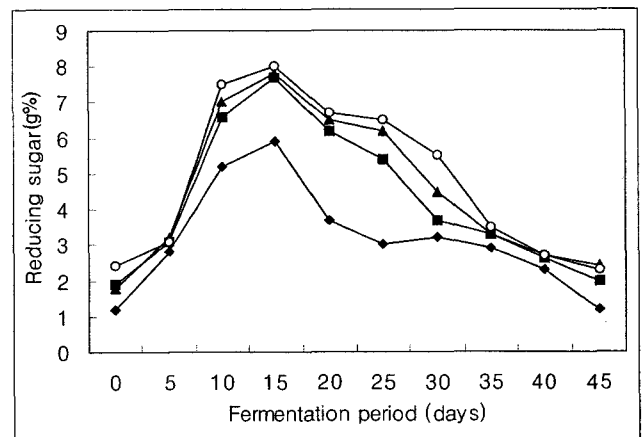
3. 환원당 및 총 비타민 C

청각채 첨가량을 달리한 동치미 국물의 환원당 함량(Fig. 5)은 담금 직후엔 첨가군 간에 약간의 차이를 보였고, 청각채 1.5% 첨가군의 초기 환원당 함량이 약간 높게 나타났다. 발효가 진행됨에 따라 모든 첨가군에서 환원당 함량이 점차로 증가하여 발효속성 15일에 최대의 수치를 보인 후 차츰 감소하였는데, 발효 전 기간 동안 청각채 1.5%첨가군의 환원당 함량이 가장 많게 나타나 동치미의 맛에 영향을 미친 것으로 생각되었다. 환원당 함량이 발효초기에 증가하였다가 감소하는 현상은 무김치 연화방지 실험에서 김치가 익을 때까지 환원당이 증가되었다가 그 이상이 되면 감소된다는 보고³²⁾와 배추김치 발효 중 환원당이 미생물(젖산발효균 등)의 작용으로 lactic acid, acetic acid, alcohol, carbon dioxide 및 그 외 여러 가지 물질들로 변하기 때문에 김치가 익어감에 따라 환원당 함량이 적어진다는 보고³³⁾ 및 동치미 실험에서 발효기간에 산의 증가와 더불어 환원당이 점진적으로 증가하며, 산패기간에 당분이 급격히 감소함을 나타낸다는 결과²⁶⁾와 비슷하였다. 또한 매실⁴⁾, 양파⁷⁾ 및 두부순물¹¹⁾을 첨가한 동치미에서도 첨가된 부재료는 다르지만 비슷한 결과를 보였다. 대나무 잎을 첨가한 동치미에 있어서 대조군보다 대나무 잎을 덮은 양이 많을수록 발효후기까지 높은 환원당 함량을 보여 발효가 지연되었음을 알 수 있었다. 이는 대나무 잎이 다소 미생물이나 김치젖산균들의 증식을 억제한다고 가정할 때 다른 김치에 비해 당의 소비가 적어 당도가 높을 것으로 보고된 바 있다¹⁾.

청각채 첨가량을 0, 0.5, 1.0 및 1.5%로 달리하여 담근 동치



<Fig. 4> Changes in redox potential during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant(Codium fragile) at 10±1°C
 -◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%



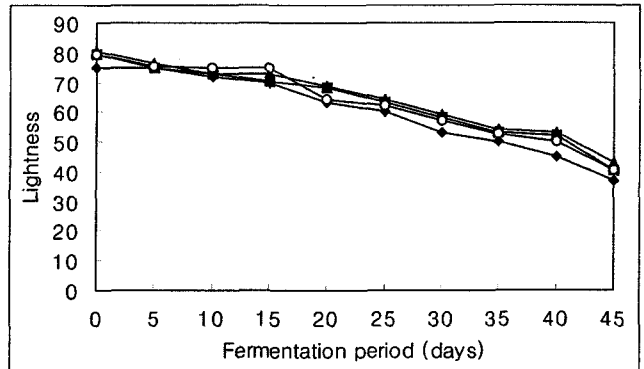
<Fig. 5> Changes in reducing sugar during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant(Codium fragile) at 10±1°C
 -◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%

미의 발효 중 총 비타민 C 함량의 변화는 (Fig. 6)과 같다. 담근 직후에 첨가균 별로 보면 총 비타민 C의 함량이 크게 차이 나지 않았지만, 대조군에 비해 청각채 첨가균의 총 비타민 C 함량이 약간 높게 나타났으며, 청각채 첨가량이 많을수록 총 비타민 C 함량이 높았다. 발효속성이 진행됨에 따라 총 비타민 C 함량은 발효속성의 시작과 함께 점차로 낮아졌다가 발효 20일째부터 다시 점차로 증가하여 초기값보다는 작지만 높은 값을 나타내었으나, 발효 35일 이후 다시 감소하였다. 이와 같은 결과는 유자나 매실 첨가 동치미 발효 중 숙성 초기에 일단 감소하였다가 점점 증가하기 시작하여 초기함량 또는 그 이하로 증가하였다가 일정시기 이후에 감소한다는 결과^{2,4)}와 일치하였다. 한편 감초를 첨가한 동치미의 비타민 C 함량 변화 실험에서⁸⁾ 총 비타민 C는 발효속성이 진행됨에 따라 점차로 감소되다가 서서히 증가하여 최고치를 보인 후 다시 감소되는데, 감초 첨가균은 발효 후기에 감초의 항산화성 물질로 인하여 처음의 그 값을 거의 유지한다고 보고하여 본 결과와는 다소 차이를 보였다.

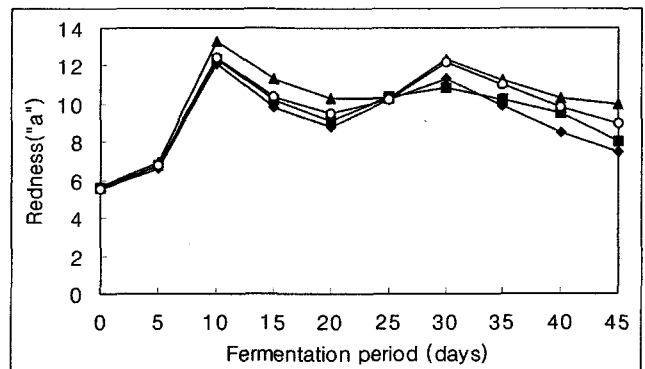
4. 색도

청각채 첨가량을 달리하여 담근 동치미의 명도(lightness, L)는 (Fig. 7)과 같이 담근 직후에는 73.28~80.13이었던 것이 발효가 진행되면서 서서히 감소하는 결과를 보였다. 이것은 탁도와 같은 결과로 청각채에 의해 국물이 담근 직후부터 탁하게 된 결과라고 사료된다. 명도는 담근 직후의 투명한 상태에서 높은 명도 값을 보이다가 발효가 진행됨에 따라 미생물의 작용으로 가용성 물질들이 빛의 투과를 방해하여 명도가 낮아진 것으로 생각되며⁸⁾, 매실⁴⁾과 들깨풀³⁴⁾을 첨가한 동치미에서의 발효가 진행됨에 따라 명도가 낮아지는 결과를 나타낸 것과 같은 경향을 보였다. 적색도(redness, a)는 (Fig. 8)과 같이 담근 직후에는 5.88~5.96의 적색을 나타내었는데 발효가 진행됨에 따라 숙성 10일까지 높아지다가 숙성말기로 갈수록 감소하였으며, 청각채 첨가량이 많을수록 높게 나타나 매실을 첨가한 동치미⁴⁾와 비슷한 경향을 보였다. 황색도 (yellowness, b)는 적색도와 비슷한 경향으로 발효가 진행됨에 따라 증가하였다가 이후 감

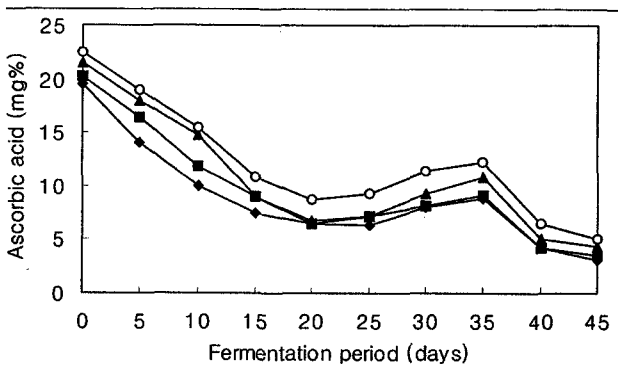
소 하였는데(Fig. 9), 발효 25일 이후까지 높은 값을 보이다가 감소하였다.



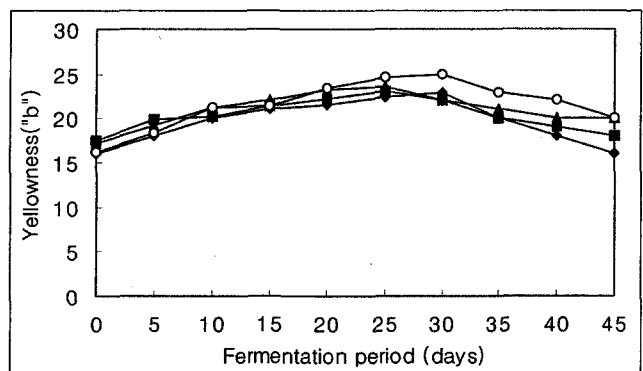
<Fig. 7> Changes in lightness during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant(Codium fragile) at 10±1°C
-◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%



<Fig. 8> Changes in redness during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant(Codium fragile) at 10±1°C
-◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%



<Fig. 6> Changes in ascorbic acid during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant(Codium fragile) at 10±1°C
-◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%



<Fig. 9> Changes in yellowness during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant(Codium fragile) at 10±1°C
-◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%

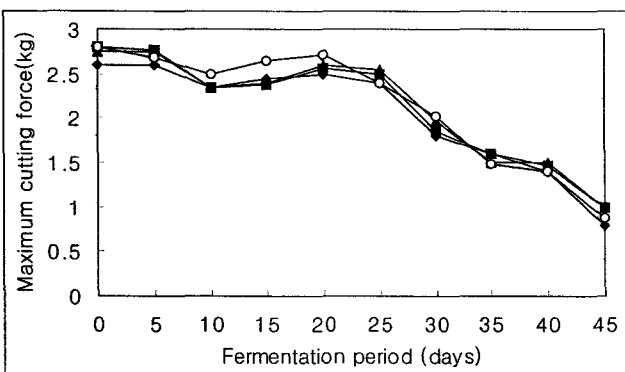
5. 경도

동치미의 발효숙성 중 조직감의 변화를 기계적으로 측정된 결과는 (Fig. 10)과 같이 발효숙성 20일까지 모든 시료에서 증가되었고, 그 이후에는 감소하는 경향이였다. 발효 10일~20일까지는 청각채 1.5% 첨가군의 경우, 다른 첨가군과는 달리 더 높은 경도를 나타내어 조직의 연화가 지연되었지만 그 이후에는 큰 차이 없이 감소하였다. 유자와 매실 첨가 동치미에서는 첨가량이 많을수록 환원당 함량이 영향을 미치지 때문에 낮은 경도를 보여 주었고^{2,4)}, 품종별 무김치의 숙성기간에 따른 질감 측정에서 무김치의 숙성이 진행될수록 조직에 저항이 현저히 줄어들어 경도가 감소하였음을 보고하였다³⁵⁾.

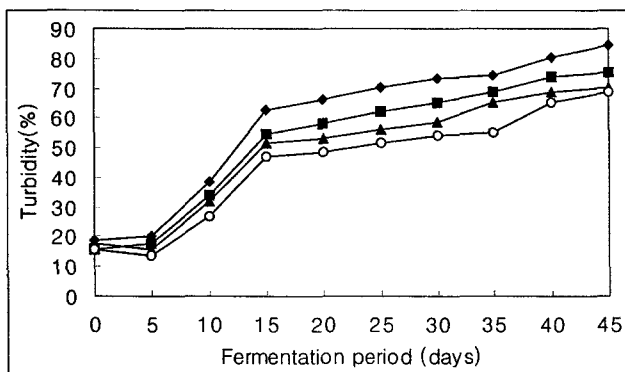
6. 탁도

청각채 첨가량을 달리하여 담근 동치미 국물의 탁도는 (Fig. 11)과 같이 발효숙성이 진행됨에 따라 초기에는 투명한 상태이다가 점차로 불투명한 유백색의 용액으로 변화됨을 보였다. 담근 직후에는 17.88~20.11%를 나타냈는데, 15일에 이르러서는 탁도가 모든 첨가군에서 급격히 증가하여 42.20~62.50%로 나

타나 발효가 왕성하게 진행되었으며, 발효숙성 말기인 45일에는 62.25~83.45%까지 큰 폭으로 높아져 매우 탁해졌음을 알 수 있었다. 대나무 잎을 덮은 동치미 연구¹⁾에서 발효가 진행되면서 탁도가 높아졌는데 대나무 잎을 덮어주는 양이 증가할수록 탁도가 낮아 동치미 국물이 맑은 것으로 나타났고, 매실 첨가 동치미⁴⁾에서는 발효 15일 이후부터 탁도가 매우 증가하였는데 매실 첨가량이 많을수록 탁도가 낮아서 대조군보다는 동치미 국물이 맑은 것으로 보고되었다. 본 연구에서도 발효기간 동안 전반적으로 탁도가 증가하였으며, 특히 대조군의 탁도가 가장 높았고, 청각채 첨가량이 증가함에 따라 탁도가 낮아 유사한 결과를 보여 주었다. 자소자 첨가 동치미¹⁰⁾에서는 발효 30일까지 가장 낮은 탁도를 보였던 1.0%와 0.75% 처리군의 탁도가 급격히 증가하여 발효 35일에는 대조군 다음으로 탁하게 나타나, 초기에는 발효가 억제되는 효과를 가지지만, 1.0%와 같이 지나치게 많은 양을 첨가하였을 때에는 발효 말기로 갈수록 오히려 동치미의 발효를 촉진하는 것으로 나타났다. 동치미의 발효숙성 중 탁도의 증가는 탄수화물이 분해되어 용출되는 가용성 유기물의 함량과 관계가 깊은 것으로 보고 된 바 있다³⁶⁾.



<Fig. 10> Changes in maximum cutting force of texture during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant (*Codium fragile*) at 10 ± 1°C
 -◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%



<Fig. 11> Changes in turbidity during fermentation of Dongchimi added with various levels of glue plant (*Codium fragile*) at 10 ± 1°C
 -◆-; 0%, -■-; 0.5%, -▲-; 1.0%, -○-; 1.5%

7. 펙틴질

알코올불용성 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^{37,38)}. 본 실험의 동치미 발효 중 각 시료로부터 얻은 AIS 함량의 변화는 담근 직후에는 1.87~2.24g이었는데 발효가 진행됨에 따라 증가하여 숙성 20일에는 4.66~8.12g을 나타냈으나, 숙성 35일에는 1.58~1.78g으로 감소되었다. AIS의 함량은 김치의 숙성기간이 길어질수록 단시간 내에 더욱 많은 양이 감소된다고 하며²⁷⁾, 김치를 4°C에서 숙성시킬 때 4.3~5.4%이던 AIS가 4주 후에는 3.4~3.6%로 감소되었다는 보고도 있다²¹⁾. 알코올 불용성 고형물로부터 분리해낸 가용성 펙틴의 함량은 (Table 2)에 나타난 바와 같이 동치미를 담근 직후, 대조군의 가용성 펙틴은 발효숙성 초기에는 산가용성, 열수가용성, 염가용성 펙틴의 순으로 그 함량이 높게 나타났다. 그러나 발효숙성 20일 이후부터는 이들 가용성펙틴의 구성비가 산가용성, 염가용성, 열수가용성 펙틴의 순으로 바뀌어 나타났으며, 발효숙성 기간이 경과함에 따라 수용성 펙틴질인 열수가용성 펙틴 함량은 감소하였고, 저 methoxyl 기를 가진 염가용성 펙틴과 protopectin인 산가용성펙틴 함량은 증가하였다.

청각채를 첨가한 동치미의 가용성 펙틴도 대조군과 같이 발효숙성이 진행됨에 따라 열수가용성 펙틴의 함량이 감소하고 염가용성 펙틴이 증가하는 현상은 비슷하였으나, 청각채 첨가군은 대조군에 비해 열수가용성 및 염가용성 펙틴의 증감 폭이 적은 것으로 나타났다. 대나무 잎¹⁾ 및 매실⁴⁾을 첨가한 동치미에서도 발효숙성 초기에는 열수가용성, 염가용성, 산가용성 펙틴의 순으로 그 함량이 높았으나, 발효가 진행됨에 따라서 열수가

<Table 2> Changes in hot water soluble pectin(HWSP), sodium hexametaphosphate soluble pectin(NaSP) and hydrochloric acid soluble pectin(HClSP) during fermentation of *Dongchimi* with various levels of glue plant(*Codium fragile*) at $10 \pm 1^\circ\text{C}$

Sample	Composition (%)	Fermentation period (days)		
		0	20	35
Control 0%	HWSP	23.18	19.40	12.43
	NaSP	19.92	24.76	28.81
	HClSP	56.90	55.84	58.76
glue plant 0.5%	HWSP	17.24	16.30	13.39
	NaSP	24.04	23.45	25.82
	HClSP	58.72	60.25	60.79
glue plant 1.0%	HWSP	23.10	19.46	12.45
	NaSP	23.08	22.16	26.41
	HClSP	53.82	58.38	61.14
glue plant 1.5%	HWSP	20.12	16.15	10.23
	NaSP	20.29	21.40	23.37
	HClSP	59.59	62.45	63.40

용성 펙틴은 감소되었고, 산가용성 펙틴은 점차 증가되어서 본 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 한편, 멸치 첨가 김치 및 묵은 김치에서는 숙성이 경과함에 따라 열수가용성 펙틴은 약간씩 증가하였고, 염가용성 펙틴과 산가용성 펙틴 함량은 감소하는 것으로 보고되어^{21,39)} 본 실험의 결과와는 다르게 나타났다. 청각채 첨가량 별로 보면 열수가용성 펙틴에서 대조군과 1.0% 첨가군이 비슷한 함량을 보였고, 청각채 0.5%와 1.5% 첨가군이 비슷하게 나타났다. 염가용성 펙틴의 경우 발효숙성 0일째에는 청각채 0.5%, 1.0%, 1.5% 및 대조군의 순으로 많은 함량을 보이다가, 40일째에는 대조군, 1.0%, 0.5% 및 1.5%의 순이었다.

IV. 요약

동치미의 저장성을 향상시키기 위하여 청각채를 첨가하여 발효숙성 시켰을 때 이화학적 특성에 미치는 영향을 살펴보았다. 발효숙성이 진행됨에 따라 pH는 모든 군에서 점차로 낮아졌고, 총산함량은 증가하는 경향을 나타내었는데, 대조군 보다 청각채 첨가군의 경우 전반적으로 높았으며 청각채 첨가량이 증가할수록 pH는 낮게, 총산함량은 많은 것으로 나타났다. 산화·환원 전위는 전체적으로 대조군에서 전위값의 변화가 적었으며, 김치 숙성의 최적기인 25~40일 사이에 Eh7 값이 -136.35~-185.12mV로서 가장 혐기적인 상태를 나타내었다. 환원당은 발효가 진행될수록 청각채 첨가군에서 가장 많이 증가하였고, 총 비타민 C함량은 청각채 첨가군이 대조군에 비하여 높았으며, 청각채 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. 명도는 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하여 청각채 첨가군이 가장 완만히 감소하였으며, 적색도는 발효가 진행됨에 따라 점차로 증가하였다가 30일 이후부터 다시 감소하였고, 황색도는 적색도와 비슷한 경향으로 발효가 진행됨에 따라 증가하였다. 경도는 발효숙성 20일까지 모든 시료에서 증가되었으며, 그 이후에는 감소하

는 경향이었고, 탁도의 경우는 발효기간 동안 전반적으로 증가하였으며, 특히 대조군이 가장 높았고, 청각채 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 가용성 펙틴의 함량은 동치미 담금 직후에는 산가용성, 열수가용성, 염가용성 펙틴의 순으로 그 함량이 많게 나타났는데, 발효 20일 이후부터는 이들 가용성 펙틴의 구성비가 산가용성, 염가용성, 열수가용성 펙틴의 순으로 바뀌어 나타났다. 또한 발효숙성 기간이 경과함에 따라 열수가용성 펙틴 함량은 감소하였고, 저 methoxyl기를 가진 염가용성 펙틴과 protopectin인 산가용성 펙틴 함량은 증가하였다.

감사의 글

본 논문은 2001년도 과학기술부 한국과학재단지정 식품산업 기술연구센터의 지원으로 이루어진 연구의 일부로 감사를 표합니다.

■ 참고문헌

- 1) Kim MJ, Jang MS. Effect of bamboo(*Pseudosasa japonica* Makino) leaves on the physicochemical properties of *Dongchimi*. Korean J Soc Food Sci 15(5): 459-468, 1999
- 2) Jang MS, Kim NY. Sensory and textural properties of *Dongchimi* added with Citron(*Citrus junos*). Korean J Soc Food Sci 13(4): 462-471, 1997
- 3) Jo JS, Hwang SY. Standardization of Kimchi and related products(2). Korean J Dietary Culture 3(3): 301-308, 1988
- 4) Park BH, Cho HS. Fermentation properties of *Dongchimi* added Maesil(*Prunus mume*). J East Asian Soc Dietary Life 14(6): 582-590, 2004
- 5) Kang KO, Kim JG, Kim WJ. Effect of heat treatment and salts addition on *Dongchimi* fermentation. J Korean Soc Food Nutr 20(5): 565-571, 1991
- 6) Lee MR, Rhee HS. A study on the flavor compounds of *Dongchimi*. Korean J Soc Food Sci 6(1): 1-8, 1990
- 7) Kim MJ, Moon SW, Jang MS. Effect of onion on *Dongchimi* fermentation. J Korean Soc Food Nutr 24(2): 330-335, 1995
- 8) Jang MS, Moon SW. Effect of licorice root(*Glycyrrhiza Uralensis Fischer*) on *Dongchimi* fermentation. J Korean Soc Food Nutr 24(5): 744-751, 1995
- 9) Hwang JH, Jang MS. Physicochemical properties of *Dongchimi* added with *Jasoja*(*Perillae semen*). Korean J Soc Food Cookery Sci 17(6): 555-564, 2001
- 10) Hwang JH, Jang MS. Free sugar, free amino acid, non-volatile organic acid and volatile compounds of *Dongchimi* added with *Jasoja*(*Perillae semen*). Korean J Soc Food Cookery Sci 19(1): 1-10, 2003
- 11) Kim MR, Kim MJ, Back JY. Physicochemical and sensory characteristics of *Dongchimi* added with soybean-curd

- whey. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(6): 1068-1075, 2001
- 12) Moon SW, Jang MS. Effect of xylitol on the taste and fermentation of *Dongchimi*. Korean J Food Cookery Sci 20(1): 42-48, 2004
 - 13) 박원기, 박복희, 박영희. 한국식품사전, 신광출판사, 844-1022, 2000
 - 14) 홍문화, 장원, 김완희, 이일랑, 남현철, 박수일, 구본홍, 박인규, 안규섭, 박병렬. 동의대보감, 고려문화사, p 1718, 1995
 - 15) 현영희, 구본순, 송주은, 김덕숙. 형설출판사, 식품재료학, p 325, 2004
 - 16) Yoo EJ, Lim HS, Kim JM, Song SH, Choi MR. The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 27(6): 869-874, 1998
 - 17) Yi JH, Cho Y, Hwang IK. Fermentative characteristics of *Kimchi* prepared by addition of different kinds of minor ingredients. Korean J Soc Food Sci 14(1): 1-8, 1998
 - 18) Millers GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal Chem 31(3): 426-435, 1959
 - 19) 주현규, 조광행, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조. 식품분석법, 유림출판사. p 355, 1995
 - 20) Rhee HS. The measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. Korean J Soc Food Sci 11(1): 83-91, 1995
 - 21) Ryu BM, Jeon YS, Moon GS, Song YS. The changes of pectic substances and enzyme activity texture, microstructure of anchovy added *Kimchi*. J Korean Soc Food Nutr 25(3): 470-477, 1996
 - 22) Stark SM. Determination of pectic substances in cotton, colorimetric reaction with carbazole. Anal Chem 22(6): 1158-1162, 1950
 - 23) Lee MR, Rhee HS. A study on the flavor compounds of *Dongchimi*. Korean J Soc Food Sci 6(1): 1-8, 1990
 - 24) Kim HO, Rhee HS. Studies on the nonvolatile organic acids in *Kimchis* fermented at different temperature. Korean J Food Sci Technol 7(1): 74-79, 1975
 - 25) Ku KH, Kang KO, Kim WJ. Somy quality changes during fermentation of *Kimchi*. Korean J Food Sci Technol 20(3): 476-481, 1998
 - 26) Kim JS, Kim IS, Keoun TY. Studies on the vegetables of food(part 1) *Dongchimi* materials and sugar of *Dongchimi* (KAIST) 201. 1959
 - 27) Lee YH, Rhee HS. The changes of pectic substances during the fermentation of *Kimchis*. Korean J Soc Food Sci 2(1): 54-58, 1986
 - 28) Montville TJ, Conway LK. Oxidation-reduction potentials of canned foods and their ability to support *Clostridium botulinum* toxigenesis. J Food Sci 47: 1879-1983, 1982
 - 29) Park BH, Oh BY, Cho HS. The quality characteristics of *Kimchi* prepared with salt fermented Toha jeot juice. Korean J Soc Food cookery Sci 17(6): 625-633, 2001
 - 30) Jacob HE. Redox potential in methods in microbiology. vol. 2, Academic Press, London and New York. 1970
 - 31) Gerhardt P. Manual of methods for general bacteriology. American Society for Microbiology, p 293-299. 1981
 - 32) Yook C, Chang K, Park KH, Ahn SY. Pre-heating treatment for prevention of tissue softening of radish root *Kimchi*. Korean J Food Sci Technol 17(3): 447-453, 1985
 - 33) Cho Y, Lee HS. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *Kimchi* fermentation. Korean J Soc Food Sci 7(1): 15-21, 1991
 - 34) Kim HR, Park JE, Jang MS. Effect of perilla seed paste on the *Yulmoo Mul-Kimchi* during fermentation. Korean J Soc Food cookery Sci 18(3): 290-296, 2002
 - 35) 지옥화, 김머리, 윤화모, 양차범. 품종별 봄무 및 무김치의 매운성분 함량과 질감특성, 한국식품과학회 심포지움 발표논문집, 김치의 과학, p 301. 1994
 - 36) Kang KO, Kim JG, Kim WJ. Effect of heat treatment and salts addition on *Dongchimi* fermentation. J Korean Soc Food Nutr 20(4): 565-571, 1991
 - 37) Kattan AA, Littrell DL. Pre- and post- harvest factors affecting firmness of canned sweet potatoes. Proc. Amer Soc Hort Sci 83: 641-649, 1963
 - 38) Yu EJ, Shin MS, Jhon DY, Hong YH, Lim HS. The changes of pectic substances of *Kimchis* with different garlic contents during the fermentation periods. Korean J Soc Food Sci 4(1): 59-63, 1988
 - 39) Yoo MJ, Kim HR, Chung HJ. Changes in physicochemical and microbiological properties in low-temperature and long-term fermented *Kimchi* during fermentation. Korean J Dietary Cul 16(5): 431-441, 2001