

## 김치의 보존성 증진 방안

김순동, 오영애, 김미경  
 대구효성가톨릭대학교 식품공학과

### 서론

최근 김치는 그 식품학적 및 영양학적 중요성이 입증되어 감에 따라 점차 세계적 식품으로서의 위치를 굳혀가고 있다. 독특한 맛과 다양한 재료에서 유래하는 각종 영양성분, 살아있는 효소와 젖산균은 김치의 가치성을 입증할 수 있는 주요 요소이다. 그러나 살아있기 때문에 한편으로는 유통기간 중에도 끊임없이 변화할 수밖에 없으며, 이로 인하여 상품학적 측면에서의 개선이 요망되고 있다.

김치발효는 소금절임으로부터 시작된다. 소금에 절이지 않고서는 정상적인 발효가 일어나지 않기 때문이다. 소금절임시 소금의 삼투작용으로 배추조직으로부터 미생물의 영양원이 되는 각종 물질이 유출되며(1-4), 조직에 불활성 형태로 결합되어 존재하는 각종 효소를 이탈시켜 활성화 형태로 전환하게 한다(5,6). 또, 이로 인하여 전분질, 단백질 등 각종 고분자 물질이 분해되어 젖산균의 번식환경이 조성된다(7,8).

실제 많은 연구보고에서 살펴보면 발효 초기에는 재료에 부착된 각종 미생물과 헤테로형의 젖산균이 번식하며(9,10), 발효 중기에 접어들면서 대장균을 비롯한 인체에 바람직하지 못한 영향을 미치는 미생물들이 없어지면서(11-14) 호모형의 젖산균이 많이 번식하게 되어 제맛을 지닌 위생적인 김치가 된다(15,16). 그러나 곧 과도하게 생성된 산으로 인하여 식용이 불가능한 상태로 변화된다. 그러므로 실제 수출용 김치의 대부분은 김치를 잘 숙성시킨 후에 유통시키지 않고 절인 배추에 갖은 양념을 버무린 후 숙성시키지 않은채 유통시키고 있는 실정이다(17).

“김치의 저장성 증진방안 연구”는 이러한 문제점들을 개선하기 위한 일련의 연구로서 이와 관련된 많은 연구발표(18-24)가 있으나 아직껏 김치 고유의 품질을 유지하면서 저장성을 획기적으로 증대시킬 수 있는 연구결과는 발표되지 않고 있는 실정이다. 고염도 처리는 저장성을 증대시킬 수 있으나(22,25) 식품학적 및 영양학적 측면에서 문제점이 있으며(26), 가열 및 방사선 살균 역시 김치에 살아

있는 효소와 젖산균을 사멸시켜 보존성의 증진 효과는 있으나 맛과 물성을 변화시켜 김치의 품질을 떨어뜨리게 된다(27-29). 김치를 적당하게 숙성시킨 후 0°C 부근의 저온으로 유통시키는 방법(30-32)은 가장 안전한 방법이라 할 수 있으나 판매기간 동안 이 온도를 유지시키기는 현실적으로 어렵다. 보통 매장의 김치진열장은 10°C 정도로 유지되고 있으므로 이 온도에서 어느정도 오랫동안 품질을 유지할 수 있느냐가 업계에서의 관심꺼리라 할 수 있다(33). 그외 완충제 첨가(34,35), 천연항균제 첨가(36-41) 등 많은 연구와 특허(42-46)들이 발표되고 있으나 획기적인 좋은 결과는 없는 듯하다.

본 보고에서는 지금까지 연구보고된 저장성 증대를 위한 천연첨가제들에 대한 연구성과(36,37)를 재검토해 보고 이들 결과들이 뚜렷이 나타나지 않을 수밖에 없는 원인을 김치의 숙성원리 측면에서 고찰해 봄으로써 앞으로의 연구방향을 제시해 보고자 한다.

### 1. 저온관리

김치의 보존성 증진에 많은 어려움이 있는 것은 김치 고유의 품질을 유지 또는 향상시키면서 목적을 달성해야 한다는 전제가 있기 때문이다. 김치를 방사선 처리나 열처리한다면 보존성은 획기적으로 증진될 것이나(27,28), 이 경우는 김치에서 자랑하고 있는 “살아있는 효소와 젖산균”의 특성이 없어지는 것은 물론이고 위생상의 새로운 문제점이 발생한다던가 고유의 품질이 손상되기 때문이다(47). 사실상 김치가 세계적인 이유는 살아있는 식품이라는 점이다. 이 때문에 변질될 수밖에 없다. 그러나 다행히 오래둔다 하더라도 산미만 강할 뿐 인체에 해롭지는 않다. 지속적으로 변화되기 때문에 소비자 측면에서는 쉽게 품질을 평가할 수 있고, 이 때문에 소비자는 항상 신선한 김치를 먹을 수 있다. 다만 김치를 하나의 상품으로 볼 때 제품의 균일성이나 유통기간이 짧음으로 인한 판매상의 문제점이 있다는 것은 개선의 여지가 있는 것이다. 김치의 품질을 유지할 수 있는 완벽한 방법은 철저한 저온관리가

다. 이것은 저온에서 각종 효소의 작용과 미생물의 생육을 막을 수 있기 때문이다(32). 김치를 상온에서 1~2일간 숙성시킨 후 동결시켜 두었다가 먹으면 제맛을 느낄 수 있다(저자미발표자료). 그러나 해동이 지나치게 되면 조직이 무르는 등의 문제점이 있고 이러한 상태로 소비자까지 유통시킬 수 있는 방법이 개발되지 않고 있기 때문에 아직은 실용적인 방법이라고는 말할 수 없을 것 같다. 수출용 김치의 대부분은 0~4°C 온도의 콘테이너 박스에 포장하여 수송하는데 이 조건에서는 2~3개월간의 보존이 가능한 것으로 보고되어 있다(48,49). 그러나 이보다 높은 온도가 되면 온도의 상승과 비례하여 숙성의 진행이 심해진다(49). 그러므로 완벽한 저온유통이 가능하다면 김치의 보존성에 관한 업계의 관심은 거의 없어질 것으로 생각된다. 우리나라의 수출용 김치의 대부분은 일본으로 수출되는데 일본 김치매장 쇼케이스내 온도는 약 10°C로 이 조건에서 어느 정도 더 오랫동안 유지시킬 수 있느냐가 보존성 문제에 있어서 주 관심거리이다. 또 유통중에 일시적인 상온노출이 있을 수 있으므로 완벽한 저온관리는 현실적으로 매우 어려운 상황이다. 그래서 김치의 유통은 저온관리 개념을 항상 고려할 수밖에 없는 식품이며, 이러한 조건에서 더욱 보존성을 증진시킬 수 있는 대책적 연구가 필요하다.

## 2. 소금절임과 보존성

### 1) 절임에 의한 조직손상과 칼슘의 용출

김치는 배추의 소금절임, 세척, 탈염, 양념의 혼합, 발효 숙성의 단계로 제조된다. 소금절임을 하지 않는다면 김치가 되지 않는다(2,3,50). 소금절임 없이 김치와 같은 젖산발효를 시키려면 배추를 파쇄하고 여기에 젖산균 스타터를 첨가시킨다면 발효가 이루어진다(51). 따라서 소금절임은 배추를 파쇄시키는 것과 같은 효과를 지니고, 아울러 불필요한 미생물의 생육을 저해하여 젖산균의 번식조건을 조성하는데 필수적인 공정이라 하겠다. 최와 정(52)은 배추를 소금에 절일 때 세포의 삼투압을 증가하는 소금의 양을 첨가시키는 것이 중요하다고 하였고, 이렇게 함으로써 배추조직을 손상시켜 김치가 숙성될 수 있도록 된다. 배추세포의 삼투압을 증가하는 소금 농도는 2% 이상으로 보고되고 있으나, 산채류나 태양광선을 많이 받은 채소는 삼투압이 높기 때문에 소금 농도를 높이는 것이 요구된다(53). 따라서 소금의 농도와 절임시간은 배추조직의 경도에 따라 달라질 수밖에 없으며, 재료에 따라서 달리하여야 할 것이다. 또한 소금절임 과정 중에는 배추조직에서 여러가지의 이화학적 변화가 일어난다(54-56). 삼투압의 차에 의하여 배추조직으로 부터 수분이 빠져나오면서 조직이 손

상되기 시작한다. 이 손상에 의하여 비로소 숙성이 이루어진다. 손상의 정도는 김치의 숙성도에 직접적으로 영향을 미침으로 “김치맛은 어머니의 손끝에서 좌우된다”는 말이 거짓이 아닐 듯 싶다. 배추조직의 손상에 앞서 일어나는 현상으로 수분의 용출이 일어난다. 수분 용출이 적게 되면 김치숙성 중에도 용출이 많이 일어나게 되며 국물이 많은 김치가 되고 국물의 양은 김치숙성에 직·간접으로 영향을 주게 된다. 소금절임시에 일어나는 조직손상의 정도는 수분과 영양분의 용출량과 밀접한 관계가 있다(57). 소금절임시간이 길면 결국 조직의 손상도가 높아져 수분의 용출이 많아지고 손실되는 영양분도 많아지게 된다. 김치의 숙성은 미생물의 번식에 의하므로 미생물의 번식 정도를 줄이는 방법으로 소금절임시에 미생물의 영양이 되는 각종 영양성분을 가능한 많이 용출, 제거시키는 방법이 검토될 수 있다. 조직이 완전히 손상되면 복귀가 어려우나 일부 손상된 경우에는 칼슘의 처리로 다소 회복된다는 보고가 있다(58,59).

Fig. 1에서는 소금절임에 의한 배추조직의 손상 정도를 줄이기 위하여 2%의  $\text{CaCl}_2$ 를 함유하는 10% 소금물에서 하루동안 소금절임한 후 갖은 양념을 혼합하여 10°C에서 숙성시키면서 경도의 변화를 조사하였는데(58), 10% 소금물로 절임한 경우 보다 경도가 높게 유지되었으며, pH 변화(Fig. 2)에서도 숙성 14일 이후 21일 까지 높게 유지되었다. 소금절임 중에 일어나는 또 다른 중요한 현상의 하나는 세포벽을 가교하고 있는 펙틴질의 칼슘이 수분의 용출과 함께 빠져 나온다는 사실이다. 김과 김(54)은 무의 소금절임시 소금의 농도 증가에 비례하여 칼슘이 용출된다고 하였다. 이 칼슘이 빠져나옴으로서 조직이 본격적으로 연화되기 시작한다(60-63). 연화현상은 세포벽의 붕괴에서 오는 것으로 영양물질이 여과없이 흘러나와 미생물의 기질이 쉽게 되기 때문에 김치의 숙성은 견잡을 수 없이 빠르게 일어날 수밖에 없다. 조직의 붕괴 및 연화현상을 막을 목적으로 칼슘을 처리한 연구는 수없이 많을 정도이다. 칼슘의 용출과 조직손상은 김치숙성을 원만하게 하는 준비단계라 할 수 있으며, 이러한 숙성의 준비단계에서 과도한 조직손상은 김치의 산패기 도달시간을 줄여 가식기간을 단축시키는 원인이 된다. 조직손상의 주 원인은 칼슘의 과도한 용출이 그 기점이 된다는 견해가 많다(Fig. 3). Buescher 등(60)은 오이피클 제조시의 조직손상을 막기 위하여 염화칼슘 처리가 효과적이었음을 보고하였고, Drake와 Spayed(61)는 사과에 염화칼슘을 처리함으로써 저장성을 높일 수 있음을 보고한 바 있다. 또 Hurst 등(62)은 통조림 호박에 칼슘을 첨가하여 경도를 향상시켰고, Guadalupe와 Robert

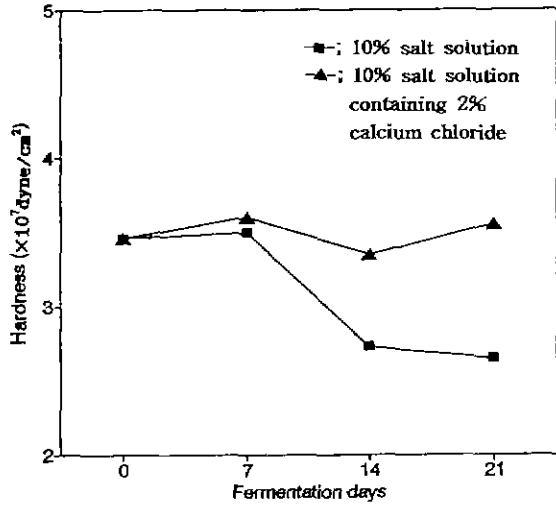


Fig. 1. Changes in hardness of *baechu kimchi* treated with calcium chloride during fermentation at 10°C.

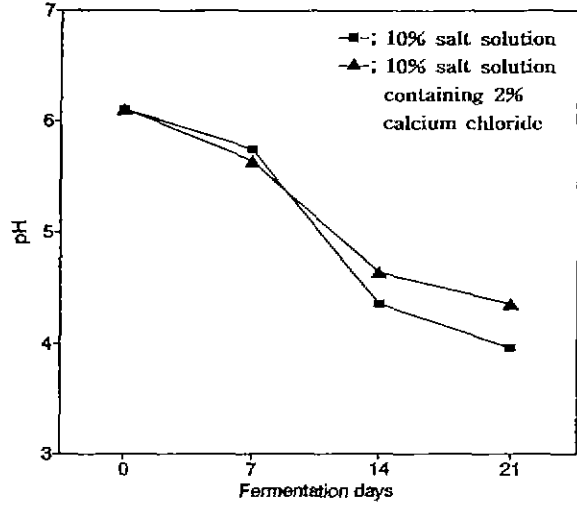
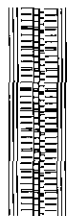
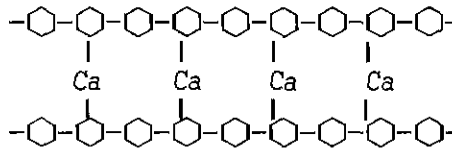


Fig. 2. Changes in pH of *baechu kimchi* treated with calcium chloride during fermentation at 10°C.



||| : Cell wall  
 ≡ : Hemicellulose  
 ≡ : Pectin

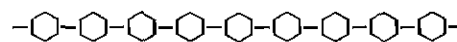
Cell wall



Pectin

Salting ↓ ↑

- Out-flow of moisture
- Elution of calcium
- Extrusion of nutrients
- Secession and activation of enzymes :  
 amylase, protease, polygalacturonase and  
 β-galactosidase
- Penetration of salt



↓ polygalacturonase

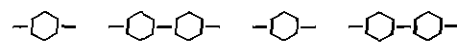


Fig. 3. Major phenomena during salting of *baechu*.

(63)는 Ca-lactate와 염화칼슘을 처리함으로써 통조림고추의 경도를 2배로 증가시킬 수 있다고 하였다. 그리고 황 등(55,56)은 보존료를 사용한 Ca-lactate가 김치의 숙성을 지연시킨다고 하였다. 이같은 결과로 미루어 볼 때 칼슘은 조직의 경도와 밀접한 관계가 있으며, 소금절임으로부터 빠져나옴으로서 영결어진 조직이 칼슘의 보충으로 회복될 수 있음을 시사한다. 칼슘을 조직내로 침투시키기 위한 각종 방법들도 연구되고 있는데 정상조직에서는

상압하에서의 칼슘침투 효과가 매우 낮아 감압이나 가압 처리하는 방법들이 개발되고 있다(64). 그러나 김치에서는 이같은 연구들이 없는 실정이다.

2) 효소의 활성화

세포벽에 결합된 효소는 소금절임 과정에서 조직의 손상과 함께 이탈되어 활성화된다. 또, 세포벽이 손상되면서 원형질을 이루는 각종 영양물질이 빠져 나오게 된다(Fig. 3). 그러므로 소금절임은 김치숙성의 주요 요소인 젖산균

Table 1. Fermentation steps and major phenomena of *baechu kimchi*

Fermentation steps	Major phenomena
Salting	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dehydration and salt penetration</li> <li>○ Damage of tissue and effusion of nutrients</li> <li>○ Seccession and activation of enzymes</li> </ul>
1st fermentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Enzymes action derived from soaking materials</li> <li>○ Propagation of microorganisms drived from soaking materials</li> <li>○ Propagation of hetero type lactic acid bacteria</li> <li>○ Propagation environment construction of homo type lactic acid bacteria</li> </ul>
2nd fermentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Enzymes activation drived from microorganisms propagated in kimchi</li> <li>○ Propagation of homo type lactic acid bacteria and decrease of undesirable microorganisms</li> </ul>
Acidification	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Excess production of lactic acid and tissue softening of kimchi</li> </ul>

의 번식환경을 조성하는데 없어서는 안될 중요한 과정이다. 그러나 이때 빠져나온 배추내에 존재하는 약 2% 정도의 유리당을 거의 제거시킨다 하더라도 김치의 숙성현상을 완전히 막을 수는 없다. 배추내에 존재하는 유리당의 70~80%를 제거시킨 후에도 산도는 1% 이상 정도까지 높아진다는 보고가 있다(65,66). 이론적으로는 배추에 존재하는 유리당의 70~80%가 제거되면 잔당의 함량이 0.4%이고, 생성될 수 있는 젖산량도 0.4%에 불과할 것이다. 실제 이러한 방법으로 김치를 숙성시키면 발효는 다소 지연되며 산도저하도 다소 있으나 이론치 만큼의 효과는 얻어지지 않는다. 이것은 당류외의 고분자 당질이 미생물의 영양원으로 되기 때문일 것이다(67-72).

배추 등 김치 담금재료에는 분해되었을 때 김치관련 미생물의 영양원이 될 수 있는 물질이 매우 많다. 이들 물질로는 전분질을 비롯하여 펙틴질, 헤미셀룰로즈 등이며 전분질은 amylase에 의하여 당류로 분해(67)될 수 있고, 펙틴질은 polygalacturonase에 의하여 분해되어 galacturonic acid와 galactose 등을 생성한다(68-70). 특히 polygalacturonase는 칼슘이 결합된 상태로는 작용할 수 없으며 (Fig. 3), 소금절임시에 칼슘이 제거되고 pectin esterase가 작용하여 methoxyl기가 떨어져 나가고 나면 작용하여 조직의 붕괴를 가속화시켜 김치 숙성은 더욱 촉진된다고 생각된다(71,72).  $\beta$ -Galactosidase는  $\beta$ -1,4 결합을 하고 있는 arabinogalactan과 같은 세포벽 다당류를 분해하여 arabinose와 galactose와 같은 당류를 생성하며 이들은 다같이 젖산균의 영양원이 될 수 있다(73-75). 채소류에 많이 함유되어 있는 단백질도 protease에 의하여 분해되어 유리의 아미노산을 만들고 이들은 영양 요구성이 높은 호모형 젖산균의 번식환경을 조성한다(65). 물론, 배추 등 김치담금재료에는 유리상태의 아미노산류가 있으나 발효 초기에 호모형 젖산균이 보이지 않는 것으로 보아 번식조건들이 갖

추어지지 않은 것으로 해석할 수 있다. 김치발효 중기 이후에 호모형의 젖산균이 번식하는 것은 담금 초기에는 재료 유래의 효소 특히 단백질 분해효소가 활성화하여 호모형 젖산균의 번식환경을 만드는 때문이 아닌가 짐작된다 (Table 1). 그러므로 발효 초기에 이들 효소를 저해시킨다면 호모형 젖산균의 번식을 크게 떨어뜨릴 수 있다고 판단된다(11,14). 이들 효소들은 미생물로부터도 생성될 수 있으나 미생물이 효소류를 다량으로 생성할 때 썸이 되면 이미 견잡을 수 없을 정도로 숙성이 이루어진다고 보아야 할 것이다(76).

김 등(57)은 재료 유래의 효소활성 정도의 측정과 효소 저해제가 김치 보존성에 미치는 효과를 조사하였다. 식물체 잎에서 물추출한 효소저해제 PNWE를 사용하였는데 이 물질은 *in vitro* 실험에서 amylase, polygalacturonase,  $\beta$ -galactosidase 및 protease를 다같이 저해시켰다고 한다. 이 물질을 갖은 양념에 잘 버무려 절임배추량에 2% 되게 첨가하여 10°C에서 숙성시키면서 이들 효소의 활성 변화를 측정하였다(Fig. 4). 그 결과 담금 당일에 amylase, polygalacturonase,  $\beta$ -galactosidase 및 protease의 활성이 매우 높게 나타났으며 이것은 소금절임 직후 부터 효소의 작용이 활발히 진행되고 있음을 잘 나타내 주고 있다. 그러나 발효 7일째 까지는 줄곧 감소하고 그 이후 다시 증가하는 양상을 보이고 있는데 이 증가는 미생물 유래의 효소작용에 의한 것으로 효소저해제 PNWE를 첨가하였을 때 효소의 활성은 담금 초기부터 상당히 저하하였고 이것이 발효 후기까지 영향을 미쳤다. PNWE 2% 첨가김치의 보존성은 김치 과쇄물의 pH가 4.0에 도달하는데 걸리는 일수로 평가하였는데 기존의 몇몇 보존제 보다도 3~4일 정도 오래동안 보존할 수 있다는 최종의 결과로 미루어 효소의 저해효과가 있음을 시사하고 있다. 물론 이 PNWE은 미생물의 생육도 저해하는 효과가 있기 때문에 어느 쪽이 더욱

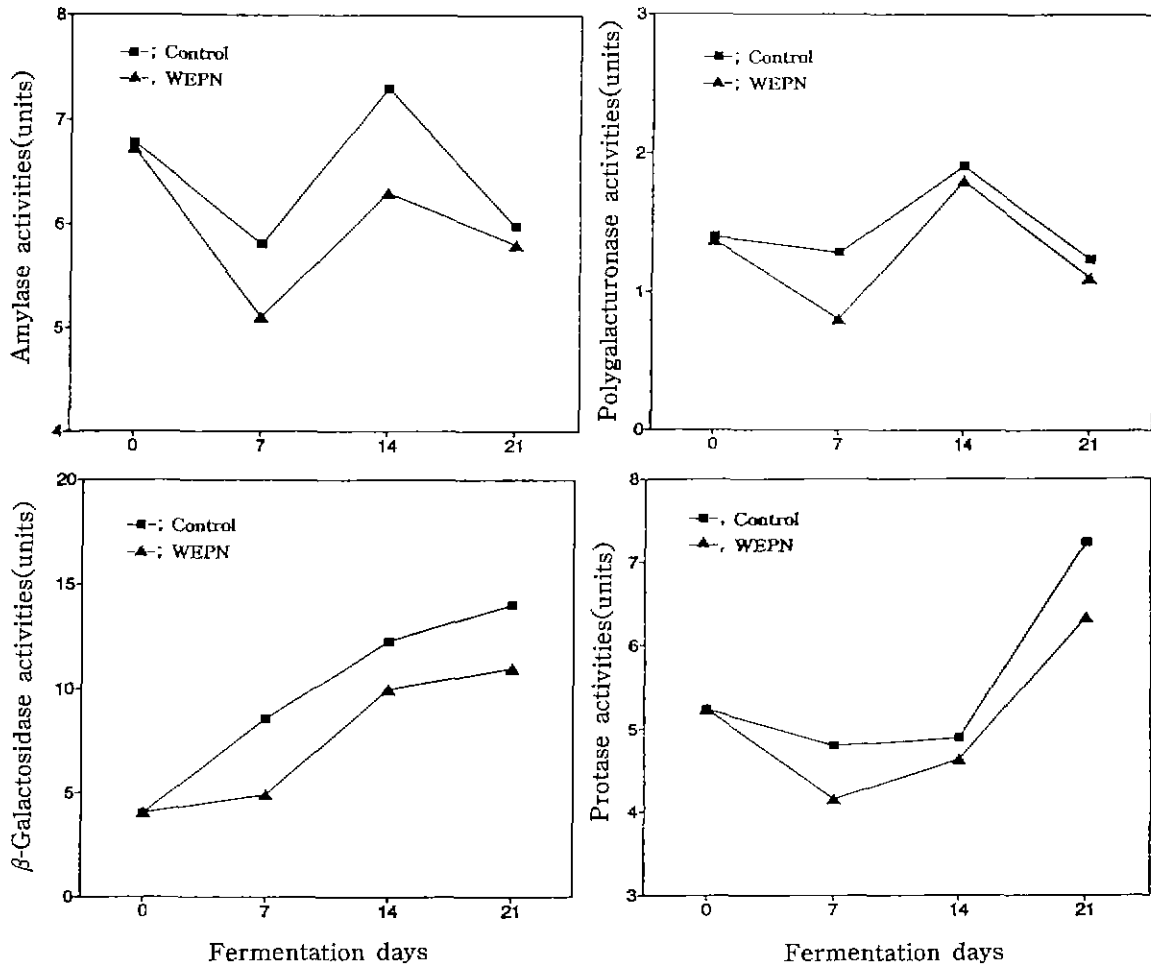


Fig. 4. Changes in amylase, polygalacturonase,  $\beta$ -galactosidase and protease activities of *baechu kimchi* added with 2% PNWE during fermentation at 10°C.

영향을 미치는지에 대하여는 앞으로 더욱 검토해야 할 사항이라 하겠으나 PNWE를 첨가한 김치에서 헤테로형의 젖산균이 많고 호모형의 젖산균이 적게 나타나 김치의 보존성 증진에 기여한 것으로 보인다.

### 3. 미생물 생육제어

김치 보존성의 증진에 대한 관심은 어느 때 보다 높은 것으로 평가되고 있다. 특히 최근에 보존성과 관련하여 많은 특허(Table 2)와 연구(Table 3)가 있다. 이들 연구는 주로 미생물 생육저해효과를 나타내는 것들로 알려져 있다. 김치의 숙성은 미생물에 의한 발효로 이루어짐으로 미생물의 번식이 중단된다면 김치로서의 가치를 상실하기 때문에 김치가 될 수 있는 적당한 정도의 항균력을 지니는 저해제가 요구된다. 김치발효의 초기에는 재료에 부착된 발효에 불필요한 미생물도 번식하지만 이 시기를 지나면 크게 두가지 형태의 젖산균이 번식하게 된다. 전기에는 젖

산생성량이 적고 산의 생성이 낮은 헤테로형이 번식하고 그 후에는 젖산생성량이 많으며 산내성이 강한 호모형이 번식한다(Table 1). 그러므로 김치가 젖산발효를 일으키면서 가식기간을 늘이기 위해서는 가능한 한 산에 대한 내성이 적고 산의 생성량이 적은 헤테로형 젖산균의 번식에는 무관하면서 젖산 생성량이 높은 호모형 젖산균을 선택적으로 제어할 수 있는 항균제의 개발이 요망된다. 김(77)이 찾아 낸 항균제 PNWE은 식물체의 잎을 세절, 파쇄한 후 얻은 물추출물로서 *Leu. mesenteroides* 보다 *L. plantarum*을 많이 저해시키므로 실용적 가치가 높은 것으로 해석된다(Fig. 5).

현재까지 많이 개발되어 있는 김치 보존성 증진제들을 김치 담금시에 첨가시켜 보면 예상 보다는 효과가 미흡한 것들이 대부분으로 이것은 상기에서와 같은 여러 가지 조건들을 만족시키지 못한 때문으로 판단된다. 또 다른 하나의 이유가 있다면 김치의 숙성에 관여하는 인자들이 매우

Table 2. Shelf-life enhancement related major special permissions of *baechu kimchi*

No	Materials	Concentration
1	Hop resin and hop oil	0.001~0.025%
2	Cinnamon oil	0.01~0.1%
3	Ginger oil	0.01~0.1%
4	Mustard oil	0.01~0.1%
5	Mixture of cinnamon oil and mustard oil and ginger oil	0.01~0.1%(1 : 1/2 : 1/10)
6	Extract of Chinese pepper peel and seed	0.01~0.5%
7	Mixture of Chinese pepper and mustard extract	0.01~0.5%+0.005~0.03%
8	Mixture of Chinese pepper extract and monoglyceride	0.01~0.5%+0.005~0.03%
9	Chitosan	1~5%
10	Mixture of chitosan alcohol, glycine and monoglyceride	1~5%

Table 3. Shelf-life enhancement related major studies of *baechu kimchi*

No	Materials	Concentration
1	Ginseng	2%
2	Onion	10%
3	Ethylacetate extract of bamboo leaf	
4	Water extract of green tea	500~1000ppm
5	Mustard leaf	5%
6	Ethanol extract of mustard leaf	1%
7	Methanol extract of leek	2%
8	Pine needle	2%
9	Sage	
10	Clover	
11	Rosemary	
12	Nisin	0.1%
13	Caffeic acid	0.1%

많은 점일 것이다. 김치 담금재료에는 g당 백만 이상의 미생물이 존재하며, 95%의 항균효과를 나타내는 보존제를 사용한다 하더라도 남아있는 균수만으로 김치발효가 이루어질 수 있다(78). 따라서 김치의 보존성 연구는 미생물의 제어 측면에서만 접근해서는 충분한 효과를 얻기 어렵다 하겠다.

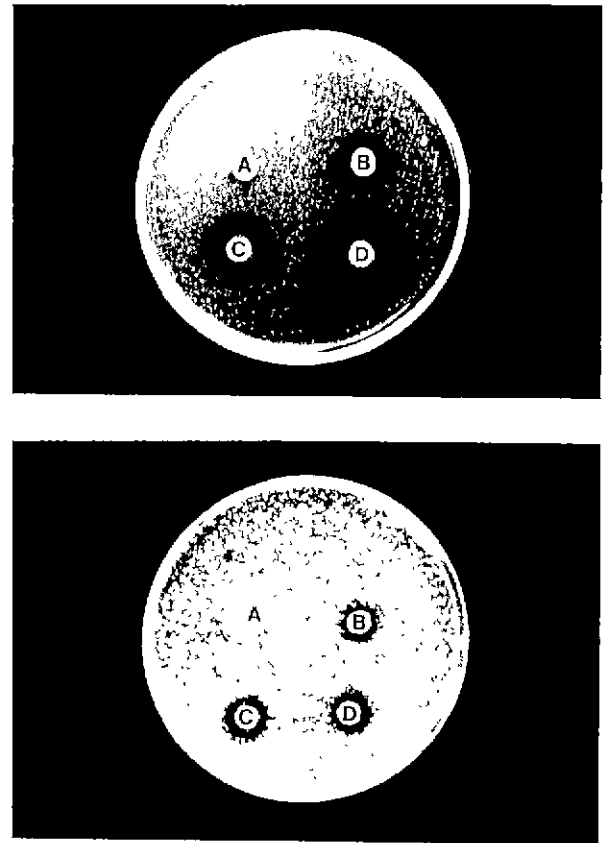


Fig. 5. Inhibitory effect of PNWE against *L. plantarum*(LP) and *Leu. mesenteroides*(LM).

(A : control, B : 1%, C : 2%, D : 3%).

#### 4. 재료의 청정화를 통한 감균

김치 담금재료에는 수많은 미생물들이 부착되어 있으며, 이것이 초발미생물의 수를 증가시켜 김치 보존성에 영향을 준다(77). 이들 미생물들은 주로 토양미생물과 식물 병원성 미생물로 구분되며, 덜 숙성된 김치에서 이들 미생물이 발견되고 있으나 숙성이 잘 된 김치에는 젖산균의 비율이 90% 이상 되고 나머지 미생물은 도태되는 것으로 알려져 있다(12).

최근에는 결절이 김치의 이용도가 증가되고 있으므로 미생물의 오염도가 낮은 청정채소류를 이용한 김치의 요구도가 높아지고 있으며, 또한 잘 숙성된 김치에도 상당한 수의 김치 숙성과 관련이 없는 미생물이 존재하여 위생성에 문제가 될 수 있다는 점이다. 따라서 김치 담금재료의 청정화 필요성은 초발미생물의 수를 조절하여 보존성을 증진시키기 위한 목적도 있지만 식물성 병원균이나 토양 미생물 및 대장균 등을 제거함으로써 김치를 더욱 위생화 시키며 세계적 식품으로 발돋움하는데 크게 기여할 수 있기 때문이다.

Fig. 6에서 보는바와 같이 배추, 고추가루, 마늘, 생강 등에는  $10^4 \sim 10^6/g$  정도의 미생물이 오염되어 있다(79). 이 정도의 수는 적당한 온도조건이 되면 발효 또는 부패를 급격하게 일으킬 수 있는 수로서 보존성 향상의 측면에서 균수의 조절이 요구된다. 오존처리에 의한 농산물의 청정화 연구가 활발히 이루어지고 있다(80,81). 김(79)은 김치 담금재료를 청정화할 목적으로 배추, 마늘, 생강 등은 오존수로 세척하는 방법을 연구하였으며, 고추가루는 증자살균법 및 개스상의 오존처리법을 검토하였는데 이들 처리로서 오염균의 수를  $10^3 \sim 10^4/g$  정도까지 감소시킬 수 있다고 하였다. 고추가루를 증자한 경우는 갈변을 일으켜 고추의 색도가 좋지 않았으나 알칼리 처리법을 이용함으로써 색도를 유지시킬 수 있다고 하였다. 이와 같이 재료에 오염된 미생물을 상당한 수준까지 제거시킨 재료로 김치를 담았을 경우 보존성 증진효과는 있었으나 이 효과는 온도에 따라 달랐다(78). 저온에서는 상당한 보존효과가 있었으나  $20^\circ\text{C}$  이상의 온도에서는 잔존하는 균의 번식 때문에 큰 효과가 없었다.

김치 산업체에서 일반적으로 적용하고 있는 재료의 수세법이나 소금절임 후 세척하는 등의 방법으로도 오염된 미생물이 어느 정도는 제거된다. 김(78)은 소금절임에 의한 최대 감균율은 55%라고 하였고, 수세의 경우는 44%라고 보고하였다. 특히 배추는 토양에 밀착되어 재배됨으로 오염 가능성이 높을 뿐 아니라 요철부위가 많아 세척시에 세균율이 낮을 수밖에 없어 새로운 청정화법 개발이 요구됨을 강조하고 있다.

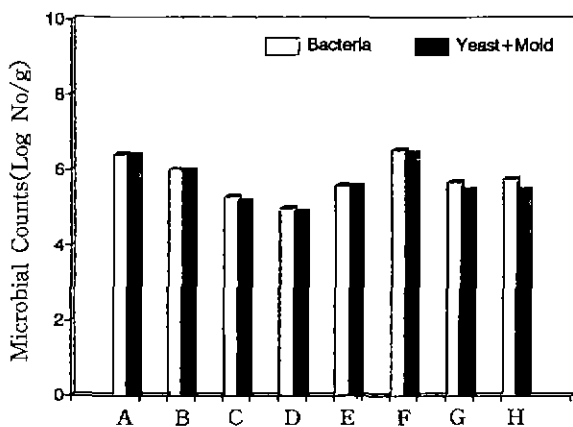


Fig. 6. Contaminated microbe in *baechu*, red pepper, garlic and ginger.

A; green leaf of *baechu*, B; white middle leaf of *baechu*, C; white leaf of *baechu*(near part of root), D; packaged red pepper powder, E; unpackaged red pepper powder, F; peeled garlic, G; unpeeled garlic, H; ginger.

### 5. 산의 중화

김치의 보존성을 증진시키는 한가지 좋은 방법으로는 생성된 산을 중화시키는 방법이다. 문제는 중화제의 대부분이 인공첨가물이며 직접 첨가하였을 때 재료에 녹아들어 액성이 크게 변화될 뿐만 아니라 품질을 오히려 해칠 수 있는 종류들이 많다(82,83)는 것이다. 인체에 해를 주지 않고 김치국물에 쉽게 녹지 않으면서 생성된 산을 중화시킬 수 있는 천연 중화제가 있다면 김치의 보존제로서 매우 효과가 있을 것이라 생각된다. 김과 이(34), 김 등(35)은 완충용액을 이용한 보존성 연구를 하였으나 완충제의 산

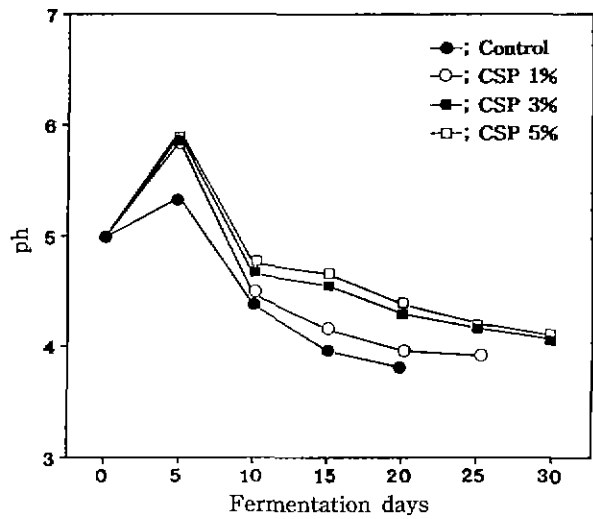


Fig. 7. Changes in pH of *baechu kimchi* added CSP during fermentation at  $10^\circ\text{C}$ .

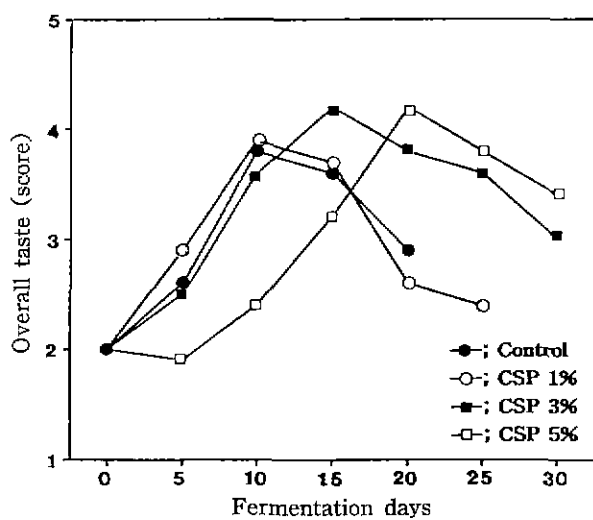


Fig. 8. Changes in overall taste of *baechu kimchi* added CSP during fermentation at  $10^\circ\text{C}$ .

Scores : 1; very poor, 2; poor, 3; medium, 4; good, 5; very good.

흡수력에 문제가 있어 큰 효과를 얻지는 못한 것으로 평가되었다. 생성된 산을 중화시킨다면 젖산균은 지속적인 번식을 할 수 있으며 이렇게 됨으로서 젖산균 번식에 의한 위생성은 더욱 증가하여 김치가 가지는 고유의 특성을 지니면서 가식기간을 연장시킬 수 있을 것으로 생각된다. 최근 (주)아진종합식품에서 개발한 천연중화제 CSP는 상기에서 언급한 김치 중화제로서의 요건을 어느 정도 갖추고 있는 물질로서 Fig. 7과 8에서 나타난 pH 및 종합적인 맛을 평가한 결과로 미루어 보존성 증진에 실용적 가치가 있는 것으로 평가된다.

## 6. 신맛의 제어

신맛의 제어를 통한 가식기간의 연장은 김치의 품질면이나 효과면에서 크게 기대되는 분야라 할 수 있으며 이미 알게 모르게 널리 이용해 온 방법이다(84-86). 김치에 설탕이나 오리고당 등과 같은 감미료를 첨가하는 것은 신맛기를 설탕에 버무려 먹는 것과 같은 원리라 생각된다.

그러나 설탕은 미생물의 영양원이 됨으로 숙성 초기에는 김치의 맛을 향상시킬 수 있으나 중·후기에는 오히려 과도한 산을 생성케 하는 원인을 제공해 줄 수 있기 때문에 맛을 향상시킬 수는 있으나 보존성을 향상시키는 역할은 없다(82). 오리고당의 경우도 김치의 숙성중에 효소에 의하여 대부분이 분해될 수밖에 없다. 유 등(87)은 아스파탐을 김치에 첨가하는 실험을 행하였는데 이 역시 김치의 숙성중에 분해되어 신맛을 억제시키는 효과가 크지 않다고 하였다.

감로의 경우도 김치의 숙성과 그 감미가 소실되었다(저자미발표자료). 그러므로 김치의 과도한 산미를 줄일 목적으로 첨가할 수 있는 감미료는 효소류에 의하여 분해되지 않고 산에 대한 내성이 강한 것을 찾아내는 연구가 필요하다고 본다.

최근 쓴맛이 김치산미를 어느 정도 제어한다는 연구가 있었다(86). 쓴맛 성분은 일반 식물체나 한방약재류에 흔히 함유되어 있는 물질일 뿐만 아니라 독특한 약리효과를 지니고 있어서 앞으로의 이용이 기대되고 있으며, 김치산미를 어느 정도 제어하여 보존성 증진에 효과를 주면서 약리성 및 기능성을 부여할 수 있는 잇점이 있다고 생각된다. 실제의 몇 연구를 소개하면 장 등(86), 성 등(88)은 김치에 인삼을 첨가함으로써 보존성이 연장되었다고 하였으며 그 이유의 하나로 신맛의 제어를 들고 있다. 또 김(77)은 식물체의 잎으로부터 추출한 PNWE은 쓴맛을 지니고 있으며, 10°C에서 15일 동안 숙성시킨, 신맛이 어느 정도 강한 김치에 농도별로 첨가시켜 본 결과 산미를 느끼는 정도

가 낮아졌다고 보고하였다. 뿐만 아니라 쓴맛은 적당하게 사용할 경우 품위 있는 맛을 부여할 수 있다. 신맹이로 담근 김치가 잘 숙성되면 맛있는 김치가 될 수 있는 것으로 미루어 김치에 쓴맛성분의 이용이 기대된다 하겠다.

## 요 약

김치의 보존성을 높여 가식기간을 연장시키고자 하는 연구는 김치의 숙성원리 측면에서 접근하는 것이 바람직하며, 이러한 접근에 있어서도 저온관리는 가장 기본적인 요소이다. 현재까지 이루어진 연구들은 주로 김치의 미생물 생육을 제어함으로써 보존성을 증진코저하는 시도가 많았다. 김치의 숙성에 영향을 줄 수 있는 요소들은 매우 다양하고 복잡함에도 일부 측면에 한정하여 보존성을 다룸으로서 지금까지 얻어진 효과가 미흡하지 않았나 판단된다. 김치 보존성을 증진시키기 위하여 중점을 두어야 할 몇가지 항목들은 ① 재료의 청정화 ② 소금절임에 대한 과학화 ③ 효소저해제 개발 ④ 호모형 젖산균의 선택적 저해 ⑤ 완충제 및 중화제의 개발 ⑥ 신맛의 완화 및 억제 물질 개발 ⑦ 철저한 저온관리 등이다. 따라서 김치의 보존성에 영향을 줄 수 있는 다양한 측면에서 그리고 이들을 종합적으로 활용함으로써 보존성문제에 대한 해결이 가능할 것으로 판단된다.

## 문 헌

1. 권태연, 최용희 · 무우염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측모델. 한국영양식량학회지, 20, 572(1991)
2. 김동관, 김명환, 김병용 · 배추의 염절임 및 탈염공정중 물질이동. 한국영양식량학회지, 22, 317(1993)
3. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정진섭, 구영조 : 김치제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과. 한국식품과학회지, 22, 707(1990)
4. 강근옥, 김종균, 김우정 · 얼처리와 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 20, 565(1991)
5. 강근옥, 구경형, 이형재, 김우정 : 효소 및 염의 첨가와 순간 얼처리가 김치발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 32, 83(1991)
6. 변유량, 유명식, 조형용, 최동원 : 염절임 및 얼처리 과정에서 배추의 물리적 특성과 조직의 변화. 한국식품과학회지 '김치의 과학' 심포지엄논문집(1994)
7. 노완섭, 허윤행, 오형근 : 김치의 발효숙성에 관여하는 미생물의 소장에 관한 연구. 서울보건전문대 논문집, 1, 15 (1981)
8. 조재선 : 김치숙성중 미생물의 동태와 성분변화. 한국식품화학회지, 6, 479(1991)
9. 한홍의, 임종락, 박현근 : 김치발효의 지표로서 미생물 군집의 측정. 한국식품과학회지, 22, 26(1990)



10. 김호식, 전재근 : 김치발효중 세균의 동적변화에 관한 연구. 원자력논문집, **6**, 112(1966)
11. 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제1보), 혐기성 세균의 분리와 동정. 과학회보, **5**, 51(1959)
12. 박연희, 권정주, 조도현, 김수일 : 김치에서 분리한 젖산균의 미생물 생육저해. 한국농화학회지, **26**, 35(1983)
13. 노완섭 : 한국산 침채류의 발효숙성에 관여하는 효모에 관한 연구. 동국대 박사학위논문(1981)
14. 황규찬, 정윤수, 김호식 : 김치의 미생물학적 연구(제2보), 호기성 세균의 분리와 동정. 과학회보, **5**, 51(1960)
15. 권정주 : 김치에서 분리된 다른 미생물의 생육저해에 관한 연구. 중앙대 석사논문(1983)
16. 안숙자 : 김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 식염과 식품보존료의 영향. 한국조리학회지, **4**, 39(1988)
17. 김순동 : 김치산업의 연구개발 현황과 전망. 생물산업, **8**, 2(1995)
18. 임번삼, 김양수, 이병헌, 장근우, 임한백 : 보존성이 연장된 김치류 및 김치통조림의 제조 방법. 특허공보(B1) 1701호(1989)
19. 신재익, 김우정, 이형제, 남희섭 : 김치의 저장기간 연장방법. 특허공보(B1) 1888호(1990)
20. 변명우, 권중호 : 배추김치의 장기저장방법. 특허공보(B1) 2385호(1991)
21. 최광수 : Diethyl pyrocarbonate가 김치병조림의 저장성에 미치는 영향에 관한 연구. 영남대학교 논문집, **8**, 327(1974)
22. 김우정 : 염침가에 의한 김치류의 저장성 향상. 한국식품과학회지 '김치의 과학' 심포지엄 논문집(1994)
23. 김우정, 장근옥, 경규함, 신재익 : 김치의 저장성 향상을 위한 염 혼합물의 첨가. 한국식품과학회지, **23**, 188(1991)
24. 장근옥, 구경형, 김우정 : 동치미의 저장성향상을 위한 열수담금 및 염혼합물의 첨가의 병용효과. 한국식품과학회지, **20**, 559(1991)
25. 박우포, 김재욱 : 소금농도가 김치발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, **34**, 295(1991)
26. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, **16**, 443(1984)
27. 변명우, 차보숙, 권중호, 조한옥, 김우정 : 김치의 숙성관련 주요 젖산균 살균에 대한 가열처리와 방사선 조사의 병용효과. 한국식품과학회지, **21**, 185(1989)
28. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 김치의 저장성 연장을 위한 gamma조사. 한국식품과학회지, **21**, 109(1989)
29. 이병우, 김형찬, 박종길, 유익제, 유무영 : 방사선 조사한 향신료의 저장중 미생물 변화. 농산물저장유통학회지, **2**, 203(1995)
30. 고용덕, 김홍재, 전성식, 성낙계 : 냉장고를 이용한 김치발효 및 저장제어 시스템의 개발. 한국식품과학회지, **26**, 199(1994)
31. 고하영, 이현, 양희천 : 절임 배추 및 김치의 동결 저장에 따른 품질변화. 한국영양식량학회지, **22**, 62(1993)
32. 이현중, 백지호, 양문, 한홍의, 고용덕, 김홍재 : 온도 강하에 의한 김치발효의 유산균 군집의 특징. 한국미생물학회지, **31**, 346(1993)
33. 정우섭 : 김치산업의 문제점과 발전 방향. 두산종합식품(1996)
34. 김순동, 이신호 : pH조정제 sodium malate buffer의 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과. 한국영양식량학회지, **17**, 358(1988)
35. 김순동, 이신호, 김미정, 오영애 : pH 조정제를 이용한 저염 배추김치의 숙성중 pectin질의 변화. 한국영양식량학회지, **17**, 255(1988)
36. 장경숙 : 김치용 천연 pH조정제 연구. 한국영양식량학회지, **18**, 34(1989)
37. 문광덕, 변정아, 김석중, 한대석 : 김치의 선도유지를 위한 천연보존제 탐색. 한국식품과학회지, **27**, 257(1995)
38. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재선, 최갑성, 박석규 : 갓 추출물의 항균활성 검색. 한국영양식량학회지, **23**, 1006(1994)
39. 정대균, 유리나 : 김치 발효미생물에 대한 대나무잎 추출물의 항균력. 한국식품과학회지, **27**, 1035(1995)
40. 신미경, 신용서 : 김치에서 분리한 *Pediococcus pentosaceus* 와 *Lactobacillus brevis*에 대한 녹차 물추출물의 항균효과. 동아시아식생활학회지, **5**, 309(1995)
41. 内田 泰 : キチン, キトサンの 抗菌性. フードケミカル, **22** (1988)
42. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철 : 계피유를 첨가한 김치류의 보존연장방. 특허공보(B1) 1766호(1990)
43. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철 : 호프수지 또는 호프유를 첨가한 김치류의 보존연장방법. 특허공보(B1) 1766호(1987)
44. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철 : 산초추출물을 첨가한 김치류의 보존연장 방법. 특허공보(B1) 1766호(1990)
45. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철 : 산초추출물과 겨자유를 첨가한 김치류의 보존연장방법. 특허공보(B1) 1858호(1990)
46. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철 : 산초추출물과 모노글리세라이드를 첨가한 김치류의 보존연장방법. 특허공보(B1) 1858호(1990)
47. 노홍균, 박인경, 김순동 : 소금절임시 키토산 첨가가 김치 보존성에 미치는 효과. 한국영양식량학회지, **24**, 932(1995)
48. 구영조 : 수출용김치 제품 개발. 한국식품개발원(1996)
49. 이승교, 전승규 : 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향. 한국영양식량학회지, **11**, 63(1982)
50. 우경자, 고경희 : 절임정도에 따른 배추김치의 절감과 맛에 관한 연구. 한국조리학회지, **5**, 31(1989)
51. 이신호, 김순동 : Starter 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과. 한국영양식량학회지, **17**, 342(1988)
52. 최선규, 정대성 : 김치製造의 科學(1). 食의科學(光琳出版社)雜誌의 通券 186~198號(1993~1994)
53. 오영애, 하귀현, 박인경, 김미향, 김미정, 김미경, 정자림, 이명숙, 김순동 : 산채류의 보존과 일본식 절임. 대구효성가톨릭대학교 식품과학지, **4**, 82(1992)
54. 김순동, 김미정 : 무의 소금절임 과정에서 소금의 침투와 칼슘의 용출. 한국영양식량학회지, **17**, 110(1988)
55. 황인주, 윤의정, 황성인, 이철호 : 보존료, 젓갈, CaCl<sub>2</sub>첨가가 김치발효중 배추 잎의 조직감 변화에 미치는 영향. 한국식품화학회지, **3**, 309(1988)
56. 황인주, 우순자, 이해준 : 칼슘급원 및 보존료 첨가가 김치 발효 중 비타민 함량 변화에 미치는 영향. 대한가정학회지, **26**, 51(1988)
57. 김순동, 이신호, 노홍균, 장경숙 : 전통발효식품의 과학화

- 연구, 김치의 보존성 증대에 관한 연구 과학기술처 1차년도 보고서, p.114(1995)
58. 오영애, 김순동 : 열화칼슘을 함유하는 소금용액에서의 절임이 김치숙성에 미치는 영향. 동아시아식생활학회지, 5, 287(1995)
  59. 장경호 : 사과과실의 연화에 따른 세포벽 성분 및 효소활성의 변화와 수확후 칼슘공급이 저장성에 미치는 영향. 영남대학교 박사학위논문(1992)
  60. Buescher, R. W., Hudson, J. M. and Adams, J. R. : Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium chloride. *J. Food Sci.*, 44, 1786(1979)
  61. Drake, S. R. and Spayed, S. E. : Influence of calcium treatment on golden delicious Apple quality. *J. Food Sci.*, 48, 403(1983)
  62. Hurst, W. C., Schuler, G. A., Reagan, J. O. and Rao, V. N. M. : Effect of harvest date, irrigation, maturity and calcium addition during preprocessing on quality of canned summer squash. *J. Food Sci.*, 47, 306(1981)
  63. Guadalupe, S. and Robert, M. : Effects of added calcium on texture and quality of canned Jalapeno Peppers. *J. Food Sci.*, 46, 1518(1981)
  64. Heather, A. B. and Bramlage, W. J. : Uptake of calcium by apple postharvest dips in calcium chloride solution. *J. Am. Soc. Hort Sci.*, 102, 785(1977)
  65. 조영, 이혜수 : 김치의 맛성분에 관한 연구; 유리아미노산 및 유리당에 관하여. 한국식품과학회지, 11, 25(1979)
  66. 이광혁, 조형용, 변유량 . 총산도를 기준한 김치의 품질수명 예측모델 연구. 한국식품과학회지, 23, 306(1991)
  67. 김진구, 김순동, 김광수 : 맥아제조사 적색광조사에 의한  $\alpha$ -amylase 활성변화. 한국식품과학회지, 17, 237(1985)
  68. 정태규, 문태화, 박관화 : 배추 polygalacturonase의 열안정성. 한국식품과학회지, 25, 576(1993)
  69. 신승렬, 김진구, 김순동, 김광수 : 감과실의 성숙과 추숙중의 polygalacturonase 활성변화 및 특성. 한국영양식량학회지, 19, 596(1990)
  70. 김순동, 장경숙, 오영애, 김미경, 정용진 : *Lactobacillus acidophilus*가 생성하는 polygalacturonase의 성질. 한국영양식량학회지, 20, 488(1991)
  71. 박희옥, 김기현, 윤선 : 김치재료에 존재하는 pectinesterase, polygalacturonase 및 peroxidase 특성에 관한 연구. 한국식품화학회지, 7, 443(1990)
  72. 박관화, 고영환, 육철, 백형희, 정태규, 안승요, 백운화, 이규순 : Pectin 분해효소와 김치류의 연화방지 및 통조림. 한국식품과학회 제1회 김치의 과학 논문집, p.352(1994)
  73. 김순동, 강명수, 김광수 : 고추의 성숙에 따른 세포벽다당류의 변화와  $\beta$ -galactosidase isozymes의 분리. 한국영양식량학회지, 14, 157(1985)
  74. Bartley, I. M. : A further study of  $\beta$ -galactosidase activity in apple ripening in storage. *J. Exper. Bot.*, 28, 943(1977)
  75. 손미애 : 대추과실의 연화중 세포벽 성분, 효소활성 및 조직의 변화. 영남대학교 박사학위 논문(1993)
  76. 김미경, 김순동 : 김치의 속도조절. 동아시아식생활학회지, 4, 75(1994)
  77. 김순동 : 김치의 저장성 증대 방안. 김치의 과학과 산업화, 한국영양식량학회 심포지엄(1996)
  78. 김순동, 이신호, 노홍균, 장경숙 : 전통발효식품의 과학적 연구. 김치의 보존성 증대에 관한 연구. 과학기술처, 제1차년도 연차보고서(1995)
  79. 김미경 : 김치의 위생성과 품질향상을 위한 담금방법에 관한 연구. 대구효성가톨릭대학교 박사학위논문(1995)
  80. 石橋多聞 : 最近のオソ"ン"技術と今後の展望. 月刊 フート"ミカル, 5, 23(1989)
  81. 安武重雄 : オソ"ン"の水處理における利用. 月刊 フート"ミカル, 5, 27(1989)
  82. 정하숙, 고영태, 임숙자 : 당류가 김치발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 18, 36(1985)
  83. 신선영 : 김장김치와 양념사용. 식품과 영양, 5, 27(1984)
  84. 송태희, 김상순 : 인삼을 첨가한 김치의 품질 특성에 관한 연구. 한국조리과학회지, 7, 81(1991)
  85. 송태희, 김상순 : 인삼에 첨가가 김치의 가식 기간과 기호성에 미치는 영향. 한국식품화학회지, 6, 273(1991)
  86. 장경숙, 김미경, 김순동 : 인삼첨가가 배추김치의 보존성과 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 24, 313(1995)
  87. 유주현, 유효상, 김명희, 유행준, 문동상, 황규인 : 김치 발효중 aspartame의 분해. 한국식품과학회지, 21, 45(1989)
  88. 성현순, 양계원, 김동영 : 인삼연구보고. p.333(1978)