

최 종
연구보고서

발효식품의 품질에 미치는 옹기의 물성평가

Property Evaluation of *Onggi* on Quality of
Fermentation Food

연구 기관

창원전문대학

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "발효식품의 품질에 미치는 용기의 물성평가" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004. 10. 14.

주관연구기관명 : 창원전문대학

총괄연구책임자 : 정 순 경

연 구 원 : 서 은 수

연 구 원 : 안 덕 순

연 구 원 : 서 경 희

연 구 원 : 윤 정 현

연 구 원 : 황 금 진

협동연구기관명 : 경 남 대학교

협동연구책임자 : 이 동 선

협동연구기관명 : 양 산 대 학

협동연구책임자 : 이 세 훈

요 약 문

I. 제 목

발효식품의 품질에 미치는 옹기의 물성평가

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라의 전통옹기는 자연의 흙을 이용한 독특한 도기 유형의 하나로 농경생활 문화와 함께 전통적 식생활문화와도 뗄 수 없는 깊은 관계가 있는 유형적 유산이다. 이는 우리만이 갖는 독창성과 실용적인 옹기로 발달하여 소박하고 겸손한 우리 선조들의 심성이 그대로 드러나는 가장 한국적이고 세계 어느 나라에서도 찾아볼 수 없는 훌륭한 생활도자기이다. 전통옹기에 나타난 우리의 식생활문화의 대표적 특징은 발효식품의 발달이라 할 수 있고 우리가 매일 접하고 있는 음식의 대부분 역시 여기에 속하며 옹기는 이에 적합한 보관, 저장용기로 발전하였고 얼마 전까지만 해도 민간의 중요한 생활용기로 자리 잡고 있었다. 하지만 최근에는 식생활의 변화와 다양한 식품용기들의 개발에 밀려 전통 옹기의 맥이 끊어질 위기에 놓여 있으며, 또한 한국의 전통발효식품 역시 산업화로 인하여 전통적인 자연 발효법의 특성이 종종 무시되면서 대량생산을 위한 미생물 공정이 사용되고 있다. 이러한 환경은 전통의 맛과 향을 잃어가고 있는 가운데 전통발효식품의 품질요소와 이미지를 훼손하고 있는 측면이 있다.

한국의 발효식품의 제조과정에 중요한 역할을 한 하나의 요소는 옹기를 중심으로 한 발효용기에 있다. 옹기는 우리 식생활에서 발효식품을 발효하고 저장하는 용기로 애용되어 왔으며 우리 민족의 정서와 품성을 잘 부합하는 것으로 통념화 되어 있다. 따라서 전통적이고 자연적 소재로 이루어진 발효용기인 옹기를 이용하여 옛 맛을 그대로 살리면서 우수한 품질을 가진 발효식품으로 생산되는 기술로 확립된다면 이는 한국 고유발효식품의 고부가가치화에 크게 기여할 수 있을 것이다. 따라서 전통발효식품이 고부가가치 상품으로의 경쟁력을 가지기 위해서는 전통적인 자연 발효법의 원리를 적용한 기술에 의해서 고급화된 품질의 제품으로 생산될 필요가 있다. 이를 위해서는 전통적인 자연 발효법에 대한 과학 기술적인 이해가 무엇보다도 선행되어야 할 것이다.

곡류를 주식으로 하는 한국 고유의 식생활에서 맛과 향의 조화를 이루는 전통 발효식

품인 장류는 조미료뿐만 아니라 단백질 공급원으로 제조방법이나 성분에 관한 연구 및 품질개선에 관하여 지속적인 연구가 이루어져 왔다. 그러나 전통적으로 사용해 오고 있는 발효 용기인 옹기가 발효식품에 작용하는 메카니즘은 규명되어 있지 않은 것이 현실이다. 발효식품인 장류는 발효용기 즉 플라스틱 용기, 스텐 용기, 옹기 등에 따라 맛과 향에 있어서 많은 차이를 나타내는 것으로 통상적으로 얘기되고 있다. 하지만 이러한 차이점이 과학적인 방법에 의해 체계적인 연구가 시도된 적이 거의 없다.

따라서 여러 가지 조건에서 옹기를 제작하여 옹기에 대한 재질의 흡습 특성, 가스흡착 특성, 수분의 투과도, 가스 투과도 등을 타 용기와 비교 분석한 후 이들 물성이 발효식품의 품질특성에 미치는 영향을 확인함으로써 옹기의 근본적인 기능성을 규명할 수 있을 것으로 판단되며, 이를 위해 옹기에 대한 특성 규명을 과학적인 방법으로 접근하고자 하였다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

앞에서 제시된 연구목적을 달성하기 위하여 옹기를 흙의 종류, 유약의 도포를 달리하여 구운 후 옹기 자체의 흡수율, 기공율, 화학성분, X-선 회절분석, 원적외선 방사율 등과 SEM을 이용한 옹기의 미세구조 관찰을 통하여 옹기가 가지는 특성을 규명한다. 제작된 옹기 내부의 흡습특성, 기체 흡착특성, 수분 투과도와 열특성 등을 측정하여 옹기가 발효식품의 숙성과정에서 기여할 수 있는 역할을 규명한다. 아울러 발효식품을 옹기 내에서 숙성시키면서 진행되는 발효 과정 중 품질변화를 측정하여 옹기와 발효식품간의 동적인 상호연관성을 규명·평가한다. 이와 함께 옹기를 이용한 발효식품의 숙성과정을 표준화할 수 있는 여러 방안에 대하여 연구한다. 발효식품의 대상 품목은 소비가 많은 간장, 된장, 고추장 품목을 선정하여 최적발효특성을 찾고자 한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

발효식품 담금용 옹기의 제작 및 물성 분석에서의 착안점은 일반적으로 알려진 옹기의 장점으로 옹기가 가지는 기공성에 있다. 따라서 옹기의 제작은 흙의 비율 및 유약의 도포 유무에 따라 기공율에 차이를 두도록 제작하였고, 제작된 옹기의 물성을 분석하였다. 결과는 흙의 종류 중 옹기토, 황토, 분쇄토의 성분분석에서 용제로 작용하는 CaO, MgO,

K₂O, Na₂O의 성분이 가장 많은 원료는 황토(5.72 wt%)로서 소성이 가장 잘 이루어질 것으로 예상되었으며, 원료간의 두드러진 차이는 보이지 않았다. 따라서 원료에 대한 성분 보다는 입도가 소성에 더욱 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 사용한 유약에서 CaO, MgO, K₂O, Na₂O의 성분은 16.35 wt%로서 원료 흙에서보다는 월등히 많았다. 소성이 끝난 시편에 대하여 시편의 겉보기 흡수율을 측정된 결과는 용기토 100% 조건에서 유약을 양면으로 도포한 구에서 가장 낮은 3.16%을 나타내고, 다음이 분쇄토 20%에 유약을 양면 도포한 구로 흡수율 4.85%이며, 분쇄토 30%에 유약을 양면 도포한 구가 가장 높은 6.12% 흡수율을 나타내어서 용기의 기공율에 따라 확실한 차이를 보였다. 분쇄토의 혼합율에 따라 주사전자현미경에 의한 미세구조의 사진에서 기공율이 달라짐을 확인 할 수 있었다. 전체적으로 유약을 도포한 표면에서 매우 치밀한 미세구조를 보이고 있으나 시편 내부로 들어갈수록 충분한 치밀화가 이루어지지 않아 많은 기공이 발달하고 있음을 볼 수 있었다. 유약과 흙의 화학성분이 반응하여 치밀한 미세구조를 보이는 층의 두께는 약 100 μm 정도이고 이 층의 아래에는 흙 본래의 성형방향에 따른 길쭉한 형태의 기공이 발달하고 있었다. 시편의 결정상을 X선을 이용하여 분석한 결과 소성 후 흙의 주 결정상은 일반적인 도자기 흙과 유사하게 퀴츠로 나타났다. 회절피크의 강도가 낮아 분명치 않지만 다른 결정상도 일부 있는 것으로 보였다. 흙과 비교하여 유약을 도포한 면을 회절 분석한 결과 일단은 5°~20°사이에 폭넓은 배경회절이 있는 것으로 보아 유약에 기인하는 유리질의 양이 상당한 것을 추정할 수 있었다. 흙의 혼합비에 따라서 결정상에 큰 변화를 주지는 못하였다. 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스에 비하여 용기는 높은 원적외선 방사율을 보였으나, 유약의 도포는 원적외선 방사율에 큰 차이를 나타내지는 않았다. 이러한 기본적 용기의 물리적 특성은 타 용기들에 비교해서 발효식품에 긍정적 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

용기의 물리적 특성과 발효식품과의 상호작용 구명을 위해서 먼저 용기의 미세구조와 함께 기체투과성 및 흡착 등의 물성을 측정하였다. 한국 용기는 미세다공성 구조를 가짐에 의하여 아주 높은 수분 투과성과 기체투과성을 가졌으며, 이는 식품의 품질을 보존하는데 유용하게 사용될 수 있는 것으로 판단되었다. 또한 용기는 CO₂/O₂ 투과도의 비에서 0.6~1.0의 범위를 가졌다. 수분과 기체 투과도는 용기의 원료 흙 조성, 유약처리, 굽는 공정의 선택에 의하여 달라질 수 있는 것으로 나타났다. 용기의 열차단성은 유리와 비슷하였으며, 금속포장재보다는 높은 열차단성을 가지나, 종이 및 플라스틱보다는 낮은 열적 차단성을 가졌다. 수분 차단성, 기체 차단성은 전체적으로 용기의 기공도가 클수록

낮았고, 열 차단성은 높은 기공도의 용기에서 낮았다. 이러한 용기의 투과 특성은 신선 과채류 및 발효식품 등의 보존을 위한 포장에 이용될 수 있는 다양한 특성을 제공할 수 있을 것으로 판단되었다. 용기는 상대습도 90% 기준에서 원료토에 관계없이 약 0.0005 g/g 건물 기준의 수분을 흡착할 수 있었으며, 약간의 CO₂ 및 에틸렌 가스를 흡착 할 수 있었다(CO₂ 약 17 µg/g, 에틸렌 가스 약 2.6 µg/g). 용기는 간장을 담아서 숙성하는 중 기체투과도에서 현저한 감소를 보였으며, 수분 투과도에서도 조건에 따라 약간의 감소를 보였다. 이러한 투과도의 감소는 용기벽면의 미세공극에 침착 고정되는 세포 및 고형분에 의한 것으로 추정되었다. 용기 벽면에 고정화된 미생물 세포 및 효소 등은 액체 식품 등과 접촉 시 가수분해 속도를 증가시켜서 숙성 시 유용미생물군의 정착 및 발효환경 조성에 긍정적인 기능을 할 수 있는 것으로 평가되는 반면에, 잘못된 발효숙성의 관리에서 발생할 수 있는 오염미생물에 대한 적절한 대비와 관리가 요구되었다.

제작된 용기에서 발효식품의 발효 특성 평가를 위해 발효식품 담금 용기로 사용되고 있는 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스 용기와 흙의 종류 및 유약 도포에 따라 다양하게 제작된 용기에 장류 중 간장과 고추장을 각각의 용기에서 발효하는 과정에 나타나는 물리, 화학적인 변화를 분석하여 용기의 효과 및 발효숙성을 위한 최적 용기조건을 확립하고자 하였다. 발효숙성은 30°C 발효실에서 4개월 동안 진행되었다.

첫째 발효식품 담금 용기에 따른 품질 특성 평가는 기존에 사용하고 있는 용기인 용기 토 100%로 유약을 양면 모두 도포 하여 제작된 용기와 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스 용기를 비교 분석하였다. 숙성 중 수분손실은 간장의 경우 기공이 있는 용기에서 높게 나타났으며, 고추장의 경우는 초기 1.7%에서 4개월 째 4.8%까지 용기간에 거의 비슷한 수준의 손실율을 보였다. 염 함량은 간장, 고추장 모두 용기별 차이는 미미하였다. pH의 경우 간장에서 용기를 제외한 다른 용기에서는 초기부터 끝까지 거의 일정한 상태를 유지하였으나 용기에서는 3개월 째 급격하게 낮아졌다. 호기성 세균, 유산균, 효모는 간장, 고추장 모두, 용기에서 높은 균수를 보였으며 발효 3개월 째 가장 높은 균수를 보이다가 숙성 4개월 째에는 감소하였다. Protease 활성 역시 용기발효 처리구에서 강한 활성을 보이고 있다. 고추장의 pH는 용기 모두 4.3부근으로 유지되었고, 산도는 초기 0.63%에서 최고 0.86%까지 약간의 증가를 보였다. 총 질소 함량은 간장과 고추장에서 모두 다른 용기에 비해 용기에서 높게 나타났다. 핵산은 간장과 고추장 모두 용기에서 높은 함량을 나타내고 있으며 이는 간장과 고추장의 맛과 관련이 있는 것으로 실제 관능검사 결과와 거의 일치하였다. 갈변은 기공율이 높은 용기에서 간장, 고추장 모

두 빠른 변화를 보였다. 아미노산 분석에서는 맛에 관여하는 glutamic acid의 함량이 용기에서 발효된 장류에서 월등히 높게 나타나고 있고 이러한 결과는 관능검사 결과와 일치하고 있다.

다음으로 기공율과 유약의 도포 정도가 다른 여러 용기가 간장과 고추장의 발효 특성에 미치는 영향을 살펴본 결과, 기공율이 높고, 유약을 도포하지 않은 용기가 수분손실이 높고, 염도도 높게 나타났으며, 미생물군의 변화에 있어서도 많은 균수를 보이고 있다. 그리고 이러한 용기에서 갈변 또한 빠른 것으로 나타났다. 그러나 protease 활성에 있어서는 기공율이 중간인 분쇄토 20% 함유 용기에서 숙성된 장류에서 높았으며, 유약의 도포에 따라서는 일관성있는 결과로 나타나지 않았다. 아미노산 함량의 변화는 protease 활성의 변화와 거의 비슷한 경향을 보였다. 산도는 기공율이 가장 낮은 분쇄토 0% 함유 용기에서 3개월 쯤부터 높게 나타났고 pH는 낮아졌다.

앞서의 결과로부터 최적조건으로 제작된 20 L 용량의 용기와 그 외 담금 용기를 이용한 상온의 현장 조건에서 간장, 된장, 고추장을 발효, 숙성시키는 과정에서 품질변화를 측정하여 용기의 현장적 발효특성을 파악하고자 하였다. 먼저 용기는 플라스틱 및 스테인레스 용기에 비해서 외부의 온도변화에 대해서 비교적 둔감하게 변화하며, 장류의 숙성과정에서도 안정적인 온도를 유지하는 것으로 나타났다. 즉, 용기는 추운 겨울에는 보온의 효과와 더운 여름에는 냉장의 효과를 발휘하여 장류식품의 발효조건을 최적의 상태로 유지시켜 줌으로써 제품에는 긍정적인 효과를 나타낼 수 있는 것으로 평가되었다. 또한 한번 사용한 용기에서 발효시킨 간장, 된장, 고추장이 플라스틱 및 스테인레스 용기와 새 용기에 비해서 양호한 발효특성과 함께, 우수한 관능적인 특성을 보여주었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 용기는 기공성을 가지고 있으며 장류 식품을 발효하는 과정에서 유용 미생물의 성장을 촉진하고 우수한 물리화학적 품질과 관능적 품질을 얻게 하는 긍정적 효과를 가졌다. 다만 수분손실이 높아지고 갈변속도를 약간 빠르게 하는 점이 있었으나, 이는 결정적인 요인이 되지 못하며 식품의 종류에 따라 적정 조건의 용기를 적용함으로써 극복될 수 있을 것으로 보인다. 이제 각 식품의 특성을 고려한 적정 용기를 개발하는 연구가 추가적으로 계속될 필요가 있을 것이다.

SUMMARY

In Korea, a variety of salted fermented foods have been developed historically for ripening and storing in *onggi* earthenware pots, which are believed to play an essential role in producing the desired microbial flora and characteristic flavors. Evaluation of the physical properties as functions of their manufacturing variables would aid understanding of the true mechanism of the function of the Korean *onggi*, and help in the selection of materials for packaging different types of foods. Therefore, in this study, properties of *onggi* were evaluated in aspect of quality preservation of Korean fermented foods. Overall research consisted of development of ethnic Korean *onggi* containers for Korean fermented foods, elucidation of interrelationship between their physical properties and fermentation process and establishment of optimum ripening methods of Korean fermented foods.

In the study for developing ethnic Korean *onggi* containers, a variety of *onggi* were manufactured using different clay formulations and glazing treatments. The porosity, water absorption, crystallinity, infrared ray radiation were measured and analysed as function of processing variables. Among three types of soils, *onggi* soil, red brown soil and powdered soil, red brown soil contained the largest amounts (5.72%) in the components of CaO, MgO, K₂O and Na₂O which act as melting aid even though there was not observed significant difference in the chemical composition. Therefore, this clay is expected to help sintering of *onggi*. Glaze had much higher content of CaO, MgO, K₂O and Na₂O than the soils, and thus is suitable for use in *onggi* manufacturing. Lower inclusion of *onggi* soil and higher inclusion of powdered soil showed higher porosity and lower water absorption. Scanning electron microscopic measurement on the cross section of the *onggi* showed very dense structure of glazing on the surface and porous structure inside the container wall. The glaze thickness was about 100 μm . X-ray diffraction analysis showed mainly quartz crystal similar to that of usual earthenware. On the glaze surface, there was high amount of glassy material. The *onggi* showed higher infrared ray

radiation rate compared to plastics of polypropylene and polyester, glass and stainless steel. There was no difference in infrared ray radiation between the glazed surface and non-glazed one.

In the part for interrelationship between their physical properties and fermentation process, permeability properties of *onggi* containers against moisture, oxygen, and carbon dioxide, were measured at 20°C and examined from the aspect of food preservation. Their thermal properties were also measured and compared with other packaging materials. Sorption of moisture, CO₂ and ethylene gas was also examined. The *onggi* walls were observed to consist of micropores that offered very high moisture transmission and gas permeation rates when compared with other food packaging materials. The earthenware walls were unique in having CO₂/O₂ permeability ratios in the range of 0.60–1.00. The moisture and gas permeabilities were lower, with the lower porosity and surface glazing in the wall structure. Thermal barrier of the earthenware was generally similar to that of glass. The thermal conductivity and diffusivity decreased with porosity increase. The *onggi* material could sorb or adsorb a limited amount of moisture, CO₂ and ethylene gases (0.0005 g/g, 17 µg/g, 2.6 µg/g, respectively). The *onggi* jar packages of grape fruits were shown to be able to attain a wide range of O₂ and CO₂ concentrations. *Onggi* containers present a good opportunity to obtain optimum packaging conditions for respiring or ripening products, dependent on the commodity type. The moisture and gas permeabilities of *onggi* jar used for soy sauce ripening decreased with time probably due to clogging of micropores by solid materials. The microbial cells and/or enzymes immobilized in the micropores seemed to contribute to accelerating the hydrolytic reactions of starch and protein. However, the immobilization of the microbial cells, enzymes and/or other solid materials should be carefully controlled for producing quality fermented products and avoiding food safety concerns when the *onggi* containers are to be reused for storing or containing the foods.

In the part for establishing optimum ripening methods of Korean fermented foods by using *onggi* containers, *kochujang* (Korean red pepper paste) and soy sauce were

first ripened at 30°C for 4 months in different types of vessels including glass, polypropylene(PP), polyethylene terephthalate(PET), stainless steel and glazed *onggi*. During the ripening stage, quality changes were monitored in physical, chemical and microbiological attributes. Compared to the other containers, *onggi* with high porosity in the microstructure provided *kochujang* and soy sauce with higher microbial counts of aerobic bacteria, lactic acid bacteria and yeasts, resulting in higher protease activity, higher amino type nitrogen, and higher free amino acid content. The *kochujang* and soy sauce in *onggi* also attained higher acidity, lower pH, higher reducing sugar concentration and higher nucleotides than those in the other containers. All these changes were completed in 2 or 3 months. In spite of its high porosity, *onggi* showed water loss and salt content increase of the *kochujang* comparable to those in the other vessels, which was thought to result from gradual clogging of the micropores salt and diffusion outward through the container wall during the storage period. However there was a higher moisture loss from soy sauce in *onggi* than those in other containers. The *onggi* of high gas permeability resulted in higher browning in the fermented foods. Most of the physical, chemical and microbiological changes made the *kochujang* and soy sauce in *onggi* attained the sensory quality significantly better than those ripened in the other vessels.

Among the different *onggi* containers, that without glazing treatment and with high porosity gave higher moisture loss and higher salt content to the *kochujang* and soy sauce with higher microbial proliferation. Other quality attribute changes were not simply correlated with porosity or glazing treatments. Generally the glazed *onggi* made from 100% *onggi* soil was found to be best for ripening of *kochujang* and soy sauce.

In the commercial scale experiment using 20 L containers at ambient conditions, the *onggi* jars showed slow temperature change in response to outside temperature fluctuation. The *onggi* jars used once and reused for the ripening of *kochujang*, *doenjang* and soy sauce resulted in the best quality compared with other types of containers including new *onggi* jar, stainless steel and plastic vessels, which may

have come from immobilized enzymes and microorganisms, and accumulated salt inside the porous structure.

Conclusively the Korean ethnic earthenware, *onggi* had microporous structure and was found to help the ripening of Korean fermented foods such as *kochujang*, *doenjang* and soy sauce. *Onggi* with proper porosity and permeability needs to be used for optimally ripened quality and would be different with the fermented food type. Fine tuning of *onggi* containers suitable for each type food would be the next step of further research.

CONTENTS

Chapter 1. Background and Aim of the Work -----	19
A. Aim and needs of the study -----	19
B. Scope of the project -----	20
Chapter 2. Development of <i>Onggi</i> as Fermentation Vessel -----	22
A. Introduction -----	22
B. Materials & Methods -----	23
1. Fabrication of <i>onggi</i> with different clay soil formulation -----	23
2. Fabrication of <i>onggi</i> with or without glazing treatment -----	24
3. Evaluation of physical properties of the fabricated <i>onggi</i> -----	24
C. Results & Discussion -----	25
1. <i>Onggi</i> with different clay soil formulation -----	25
2. Effect of glazing treatment on the fabricated <i>onggi</i> -----	26
3. Physical properties on the fabricated <i>onggi</i> -----	26
D. Conclusions -----	35
References -----	36
Chapter 3. Elucidation of Interrelationship between <i>Onggi</i> 's Physical Properties and Food Fermentation Process -----	37
A. Introduction -----	37
B. Materials & Methods -----	38
1. <i>Onggi</i> -----	38
2. Morphological characterization -----	39

3. Measurement of moisture transmission -----	40
4. Measurement of gas permeability -----	40
5. Measurement of thermal property -----	42
6. Measurement of moisture sorption and gas adsorption -----	42
7. Testing potential of use in modified atmosphere packaging -----	43
8. Effect of fermentation on physical properties of <i>onggi</i> -----	43
9. Evaluation of immobilization of cells and enzymes in <i>onggi</i> structure -	44
C. Results & Discussion -----	44
1. Physical barrier properties -----	44
a. Microstructure -----	44
b. Moisture transmission -----	46
c. Gas permeability -----	48
d. Thermal property -----	50
2. Moisture sorption and gas adsorption -----	51
a. Sorption and desorption isotherms -----	51
b. Gas adsorption -----	53
3. Potential of <i>onggi</i> in modified atmosphere packaging -----	54
4. Change of physical properties of <i>onggi</i> in food fermentation -----	55
a. Change of soy sauce ripened in <i>onggi</i> -----	55
b. Change of permeability of <i>onggi</i> used in soy sauce ripening -----	57
5. Microstructure and biochemical effectiveness of <i>onggi</i> used once in food fermentation -----	58
a. Microstructure -----	58
b. Biochemical effectiveness of <i>onggi</i> used once in fermentation -----	63
D. Conclusions -----	64
References -----	64

Chapter 4. Establishment of the Fermentation Conditions using the <i>Onggi</i> for Fermented Foods -----	68
A. Introduction -----	68
B. Materials & Methods -----	69
1. Production of fermented foods -----	69
a. Production of soy sauce -----	69
b. Production of <i>doenjang</i> -----	70
c. Production of <i>kochujang</i> -----	70
2. Fermentation jar -----	70
a. Quality evaluation during fermentation in various vessels -----	70
b. Evaluation of fermentation characteristics in <i>onggis</i> fabricated with various conditions -----	70
c. Fermentation vessel for the field production -----	71
3. Methods for quality evaluation -----	71
a. Measurement of water loss, sat content, pH and total acidity -----	71
b. Measurement of reducing sugar, total nitrogen and amino nitrogen content -----	71
c. Measurement of protease activity -----	72
d. Measurement of microbiological changes -----	72
e. Measurement of total nucleotide and free amino acids -----	73
f. Measurement of color -----	73
g. Sensory evaluation -----	73
4. Measurement of temperature change inside fermentation vessels -----	73
a. Temperature change inside empty vessels -----	73
b. Temperature change inside vessels which contain a fermented food -	74
C. Results & Discussion -----	74
1. Evaluation of fermentation characteristics in fabricated vessels -----	74
a. Evaluation of fermentation characteristics in various vessels -----	74
b. Evaluation of fermentation characteristics in vessels fabricated with various conditions -----	104

2. Practical application of <i>onggi</i> on field fermentation for quality improvement -----	141
a. Field fermentation in various vessels and <i>onggi</i> fabricated with optimum condition -----	141
1) Measurement of temperature change in <i>onggi</i> -----	141
2) Porosity structure of used <i>onggi</i> -----	145
3) Quality changes of soy sauce, <i>kochujang</i> and <i>doenjang</i> fermented with field conditions -----	147
D. Conclusion -----	174
Reference -----	176

목 차

제 1 장 연구의 배경 및 목적 -----	19
제 1 절 연구개발의 목적과 필요성 -----	19
제 2 절 연구개발의 범위 -----	20
제 2 장 발효식품 담금용 옹기의 개발 -----	22
제 1 절 서 론 -----	22
제 2 절 재료 및 방법 -----	23
1. 옹기점토와 황토의 혼합비에 따른 옹기 제작 -----	23
2. 유약의 도포에 따른 옹기의 제작 -----	24
3. 제작된 옹기의 물성 분석 -----	24
제 3 절 결과 및 고찰 -----	25
1. 옹기점토와 황토의 혼합비에 따른 옹기 제작 -----	25
2. 유약의 도포에 따른 옹기의 제작 -----	26
3. 제작된 옹기의 물성 분석 -----	26
제 4 절 결 론 -----	35
참고문헌 -----	36
제 3 장 옹기의 물리적 특성 평가 및 발효식품과의 상호작용 규명 -----	37
제 1 절 서 론 -----	37
제 2 절 재료 및 방법 -----	38
1. 옹기 -----	38
2. 옹기의 미세형태학적 특성 -----	39

3. 수분투과도의 측정 -----	40
4. 기체투과도 측정 -----	40
5. 열특성의 측정 -----	42
6. 용기의 흡습 및 흡착 특성 -----	42
7. 용기의 변형기체포장으로서의 활용가능성 평가 -----	43
8. 용기에서의 간장 숙성 및 숙성 과정이 용기의 물성에 미치는 영향 평가-	43
9. 용기 벽체내의 미생물 및 효소의 고정화 가능성 평가 -----	44
제 3 절 결과 및 고찰 -----	44
1. 용기의 물리적 특성 -----	44
가. 미세다공성 구조 -----	44
나. 수분 투과도 -----	46
다. 기체 투과도 -----	48
라. 열특성 -----	50
2. 용기의 흡습 및 기체흡착 특성 -----	51
가. 용기의 등은 흡습 및 탈습 곡선 -----	51
나. 용기의 기체 흡착 -----	53
3. 용기의 변형기체포장으로서의 이용가능성 -----	54
4. 발효식품을 숙성시키는 과정에서 용기의 물성 변화 -----	55
가. 용기에서 간장의 숙성 중 변화 -----	55
나. 간장을 숙성시키는 용기에서의 투과성 변화 -----	57
5. 발효에 사용된 용기의 미세구조 및 생화학적 효과 -----	58
가. 미세구조 -----	58
나. 발효숙성에 사용된 용기가 갖는 생리활성적 효과 -----	63
제 4 절 결 론 -----	64
참고문헌 -----	64

제 4 장 용기를 이용한 장류식품의 발효숙성 방법 정립 -----	68
제 1 절 서 론 -----	68
제 2 절 재료 및 방법 -----	69
1. 발효식품 제조 -----	69
가. 간장의 제조 -----	69
나. 된장의 제조 -----	70
다. 고추장 제조 -----	70
2. 발효 담금 용기 -----	70
가. 다양한 담금 용기의 발효 중 품질 특성 평가 -----	70
나. 여러 조건으로 제작된 용기의 발효적 특성 평가 -----	70
다. 현장 발효용 담금 용기 -----	71
3. 품질측정 방법 -----	71
가. 수분손실, 염도, pH 및 총산 측정 -----	71
나. 환원당, 총질소 및 아미노산성 질소 함량 분석 -----	71
다. Protease 활성 측정 -----	72
라. 미생물 변화 측정 -----	72
마. 핵산 및 유리아미노산 분석 -----	73
바. 색도 측정 -----	73
사. 관능검사 -----	73
4. 담금 용기 내 온도 변화 측정 -----	73
가. 빈 용기의 온도 변화 -----	73
나. 발효식품 내부의 온도 변화 측정 -----	74
제 3 절 결과 및 고찰 -----	74
1. 제작된 용기에서 발효식품의 발효 특성 평가 -----	74
가. 다양한 발효식품 담금 용기의 발효 중 품질 특성의 평가 -----	74
나. 여러 조건으로 제작된 용기의 발효적 특성 평가 -----	104

2. 발효식품의 품질을 고려한 현장 발효공정에 용기의 적용 -----	141
가. 최적조건으로 제작된 용기와 그 외 담금 용기를 이용한 현장 조건에서 의 발효 -----	141
1) 용기 내 온도 변화 측정 -----	141
2) 기 사용된 용기의 내부 기공 촬영(SEM) -----	145
3) 현장 발효 조건에서의 장류 발효 중 품질 변화 -----	147
제 4 절 결 론 -----	174
참고문헌 -----	176

제 1 장 연구의 배경 및 목적

제 1 절 연구개발의 목적과 필요성

옹기는 한국 고유의 식문화와 불가분의 연계된 개념과 인상을 갖는다. 하지만 최근에 스테인레스나 양은 등의 금속제품과 플라스틱의 값싼 합성수지제품이 급속하게 보급되면서 가정에서 사용되는 모든 식기들이 이러한 종류로 대체되었다. 이러한 변화를 겪어온 옹기산업은 그 양상이 많이 달라져 있으며, 침체국면에 놓여져 있으나 최근 들어서 옹기의 우수성에 대하여 문화적으로 재인식되어져 가고 있는 추세에 있다. 따라서 옹기의 우수성을 과학적인 방법으로 접근하여 옹기산업의 활성화를 모색할 필요가 있다.

또한 최근에 옹기로부터의 납의 용출 등의 위생적인 문제 등이 보도되면서 옹기의 환경 친화적인 개념이 손상된 면이 있다. 식품 품질의 측면에서 옹기의 제조과정을 최적화하고 안정성을 확보하게 된다면, 옹기의 자연 친화적인 이미지를 복원시킬 수 있을 것이다.

우리나라 식품의 큰 특징의 하나로 우수한 발효식품이 식생활의 기본을 이루고 있는 점이며, 이러한 배경에는 발효 및 저장 용기로서 옹기가 기여한 점이 많다. 따라서 대표적인 발효식품을 선정하여 옹기와 플라스틱용기, 스텐용기에서의 발효과정 및 품질에서의 차이점을 규명하면 옹기의 과학적 효능과 함께 한국고유발효식품의 우수한 여러 측면을 홍보할 수 있을 것이다.

근래에 외국에서 한국 식문화에 대한 인식이 조금 달라지고 있으며, 많은 관심을 보이고 있다. 좋은 예로써 김치의 세계화, 기내식 비빔밥 등이 있다. 이를 기반으로 옹기와 식품발효과정과의 상관관계를 객관적인 지식과 안목으로 규명하여 외국으로도 알리면 한국의 식문화를 소개하고 수출할 수 있으며, 아울러 세계 식문화의 발전과 기술에 기여할 수 있을 것이다.

최근 식품을 소비하는 소비자들은 경제적인 여유를 갖게되면서 건강에 대한 높은 관심을 가지고 있다. 따라서 발효용기 및 식품보관용기로 사용되는 옹기에 대해서도 관심이 예전과는 달리 많이 높아지고 있다. 즉, 옹기가 갖는 자연적 이미지와 함께 천연소재에 대한 동경으로 인하여 플라스틱 합성수지 및 금속용기보다는 옹기를 선호하는 경향을

보이고 있다. 옹기가 발효식품에 기여하는 특성을 파악하여 소비자에게 홍보하면 옹기를 기반으로 한 발효식품의 지위는 더욱 향상될 것으로 전망된다. 현재 옹기를 제조하는 업체는 소규모로 명맥을 유지하고 있는 실정이다. 한국 발효식품에서 옹기의 기능성을 과학적으로 규명하여 소비자들에게 홍보하면 옹기에 대한 선호도를 강화시킬 수 있으며, 이는 침체국면에 있는 옹기 산업뿐만 아니라 발효식품 업계에도 새로운 활로를 찾을 수 있을 것으로 기대된다.

제 2 절 연구개발의 범위

첫째, 옹기를 흙의 종류, 유약의 종류를 달리하여 구운 후 옹기 자체의 흡수율, 기공율, 화학성분, X-선 회절분석, 원적외선 방사율 및 방사각도, SEM을 이용한 옹기의 미세구조 관찰을 통하여 옹기가 가지는 특성을 규명한다. 둘째, 제작된 옹기 내부의 흡습특성, 수분 투과도와 열특성 등을 측정하여 옹기가 발효식품의 숙성과정에서 기여할 수 있는 역할을 규명한다. 셋째, 아울러 발효식품인 간장, 된장, 고추장을 옹기 내에서 숙성시키면서 진행되는 발효 과정 중 품질변화를 측정하여 옹기와 발효식품간의 동적인 상호연관성을 규명·평가한다. 전체적인 연구의 구성과 내용은 Table 1-1과 같다.

Table 1-1. “발효식품의 품질에 미치는 옹기의 물성평가” 과제의 구성

분 야	연 구 내 용	연 구 기 관
발효 식품 담 금용 옹기의 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 옹기점토와 황토의 혼합비에 따른 옹기 제작 ○ 유약도포에 따른 옹기의 제작 ○ 최적의 발효 옹기 제작 	양산대학
옹기의 물리적 특성 평가 및 발효식품과의 상호작용 규명	<ul style="list-style-type: none"> ○ 옹기의 흡습, 흡착 및 온도특성의 측정 ○ 옹기 절편의 투과도의 측정 ○ 발효과정 중 옹기의 물성변화 측정 ○ 발효 전후의 옹기의 미세구조 측정 	경남대학교
옹기를 이용한 장류식품의 발 효숙성 방법 정립	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 담금 옹기의 발효 중 품질 특성 평가 ○ 여러 조건으로 제작된 옹기의 발효적 특성 평가 ○ 최적 조건으로 제작된 옹기로부터 발효식품의 발효 과정 중 물성 평가 ○ 현장 발효가공 식품에 적용 	창원전문대학

제 2 장 발효식품 담금용 용기의 개발

제 1 절 서 론

우리 민족은 한결같이 용기를 널리 사용하고 있으면서도 이들을 무관심 속에서 취급해 왔기 때문에 오늘에 이르기까지 수많은 도자기 작가와 도자기에 관한 연구자는 수없이 많으나 용기에 관심을 기울이고 전문적인 연구를 하는 기관도 없으며 연구자 또한 별로 없으므로 이들에 대한 연구 실적은 찾아보기 쉽지 않은 실정이라 하겠다(정명호, 1997). 또한 전통용기가 우리 서민들의 곁에서 우리의 식생활 문화에 기여한 것은 발효식품의 발달이라 할 수 있고 우리가 매일 접하고 있는 음식의 대부분 역시 여기에 속하며 용기는 이에 적합한 보관, 저장용기로 발전하였고 얼마 전까지만 해도 민간의 중요한 생활 용기로 자리잡고 있었다(강성곤 등, 2003). 최근에 들어 주거환경의 변화와 식생활의 변화 그리고 다양한 식품용기들의 개발에 밀려 전통용기의 맥이 끊어질 위기에 있을 뿐만 아니라 납, 망간 등 인체에 유해한 성분의 유약을 사용(이군자 등, 1981, Mohammed, A., 1997, Morene Horkay, E., 1983, Yoon 등, 2001, 이광호 등, 2000)한 저질 용기 및 도자기들의 출현을 막기 위해서도 이의 보존과 체계적 연구에 의한 개발과 활용이 절실하다고 하겠다.

또한 전통용기의 우수성이 구전으로 전해짐에도 불구하고 이젠 우리의 생활환경, 주거 공간, 식생활의 다양화, 발효식품의 대량생산 및 산업화 등의 여러 가지 요인으로 인한 용기의 수요가 감소되어 또 하나의 한국의 독창적인 전통문화 유산이 사라져 가고 있다. 이제 우리에게 있어 여러 분야의 철저한 분석 위에 한국 전통용기의 다양한 연구가 절실히 요구된다고 하겠고, 그러한 바탕 아래서 현대화를 위한 접목과 새로운 활용방안을 찾아야 할 것으로 생각한다. 우리의 식문화는 용기와 관련되어서 제조된 많은 발효식품에서 비롯되어 지금까지도 이어져 오고 있다. 따라서 이러한 발효식품을 개선, 발전시켜 우리의 식문화를 옛 맛을 그대로 살리면서 현대화할 수 있는 가장 한국적인 모델로 정착시킬 필요가 있다. 이러한 한국적인 모델의 정착을 위해서는 해외로부터의 기술도입이 필

요한 것이 아니라 옹기가 갖는 발효식품에서의 기능성을 파악함과 아울러 발효식품의 제조에 대한 과학적이고, 체계적인 조건을 확립하는 것이 무엇보다도 필요하다.

따라서 본 연구에서는 옹기의 특성에 대한 과학적인 규명을 위해 기공율을 달리하여 옹기를 제작하였다. 발효식품 담금용 옹기의 제작은 흙의 종류와 유약의 도포를 달리하여 옹기의 기공율에 차이를 두었다. 분석은 사용한 흙의 화학성분, 유약의 화학성분, 소성한 시편의 겉보기 흡수율, 파단면의 미세구조, 시편의 결정상 그리고 원적외선 방사율을 측정하여 옹기의 특성을 과학적으로 규명하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 옹기점토와 황토의 혼합비에 따른 옹기 제작

옹기의 제조에는 충남 성환지역과 전남 무안지역의 옹기토를 1:1의 비율로 혼합하여 옹기토로 하였고, 이는 수축율을 줄여주며, 소성 후 냉파를 방지하는 효과가 있다. 황토는 경남 양산의 서창 일원에서 채취하여 사용하였다. 분쇄토는 산청군 생초면 일원에서 채광되는 내화질 점토인 생초점토를 굵은 체로 쳐서, 분쇄기로 갈아서 사용하였다. 이 분쇄토는 카오린 성분이 많고 내화도가 높아서 옹기토에 첨가 시에는 사질토의 역할을 증대시켜서 많은 기공을 형성시켜주는 작용을 한다. 준비된 옹기토, 황토, 분쇄토 비율로 조절하여 실험용 옹기를 제작하였다. 옹기는 물레 위에서 성형하여 옹달에서 24시간 말린 후 1차 전기로에서 초벌구이를 하였다. 초벌구이는 유약의 안정된 시유와 기물의 안정도를 유지하기 위하여 전기로에서 7시간 10분 동안 소성하였으며, 온도는 750℃였다. 초벌구이하여 자연냉각하고, 유약을 약 0.5~1 mm 정도의 두께로 도포한 후 재벌구이를 한다. 재벌구이 조건은 초기 상온에서 450℃까지는 분당 5℃씩 3시간 20분으로 설정하고, 1100℃까지는 5시간 30분으로 설정했으며, 그 후 1190℃에서 20분 동안 유지한 후 자연냉각 시켰다. 효과적인 실험을 위하여 컵모양의 628 mL 용량의 소형 원통형 옹기를 제조하였으며, 그 형상은 높이 12.5 cm, 직경 8.0 cm 이었다. 이 모양으로부터 얻어진 옹기의 표면적은 $3.64 \times 10^2 \text{ m}^2$ 이었다. 그리고 옹기 벽면의 두께는 약 4 mm이었다. 여러

가지 분석 조건을 맞추기 위해 별도의 시편을 제작하여 실험에 사용하였다. 시편의 조건은 가로 4 cm, 세로 4 cm, 두께 4 mm로 하여 용기의 제작 과정과 동일하게 제작되었다.

2. 유약의 도포에 따른 용기의 제작

용기 제작 시 사용한 유약은 전통용기유의 제작 조합비에 따라 만들었다. 용기 유약의 주 재료는 약토와 나무재이다. 약토는 소나무가 많이 있는 산에 나뭇잎이나 풀뿌리 등이 오랜 세월을 두고서 썩어 부식된 흙을 말한다. 나뭇재는 30~50%의 KNa_2O 를 함유하고 있으므로 용제로써 중요한 역할을 하고 있다. 사용한 약토는 울산시 울주군 온양면 소재 남창용기마을에서 사용하는 인근 산에서 채취한 것을 사용했고, 나뭇재는 소나무재가 사용되었다. 유약 배합비는 약토와 나뭇재를 수비하여 1:1로 배합하였다. 유약은 농도 비중 35°(보우메 농도)로 맞추어 교반기에서 1시간 교반 후 초벌구이 한 용기에 0.5~1 mm 정도의 두께가 되도록 약 30초 정도 담구어 도포하였다. 도포 후 전기가마에서 재벌구이를 하였다. 재벌구이 조건은 초기 상온에서 450℃까지는 분당 5℃씩 상승시켜 3시간 20분으로 설정하고, 1100℃까지는 5시간 30분으로 설정했으며, 그 후 1190℃에서 20분 동안 유지한 후 자연냉각 시켰다.

3. 제작된 용기의 물성 분석

용기의 원료인 용기토, 황토, 분쇄토 그리고 유약에 대하여 화학성분을 습식법을 이용하여 성분분석을 하였다. 소성된 용기에 대한 화학성분 분석은 소성 전과 많은 변화가 없다는 보고서들의 결론에 의하여 분석하지 않았다. 용기의 조건과 동일하게 별도로 제작된 시편을 이용하여 KS L4008에 준하여 시편의 겉보기 흡수율을 측정하였고, 시편을 파단하고 파단면을 백금으로 코팅한 후 주사현미경을 이용하여 미세구조를 관찰하였다. 소성된 시편의 결정상을 분석하기 위하여 5°~70°의 구간에서 분당 scan speed 10°의 조건으로 Cu target을 사용한 X선을 이용하여 분석하였다. 또한 소성 시편의 유약을 도포하지 않은 면, 유약을 도포한 면 그리고 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테

인레스 용기에 대한 원적외선 방사율 및 방사에너지를 측정하기 위하여 FT-IR을 이용하였으며 40°C에서 black body를 기준으로 방사율을 분석하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 옹기점토와 황토의 혼합비에 따른 옹기 제작

Table 2-1의 조건으로 옹기토, 황토, 분쇄토의 비율을 달리하여 옹기를 제작한 후 “발효식품 담금용 옹기의 물리적 특성 평가” 및 “제작된 옹기에서 발효식품의 발효 특성 평가”에 실험 용기로 사용하였다.

Table 2-1. The mixing ratio of raw materials and treatment of glaze for the preparation of *onggi*

Initial	Mixing ratio(%)			Treatment of glaze
	<i>Onggi soil</i>	<i>Red brown soil</i>	<i>Powdered soil</i>	
B0-WG	100	-	-	Without glaze surfaces
B0-OG	100	-	-	Only outside glaze surfaces
B0-BG	100	-	-	Both glaze surfaces
B20-WG	60	20	20	Without glaze surfaces
B20-OG	60	20	20	Only outside glaze surfaces
B20-BG	60	20	20	Both glaze surfaces
B30-WG	40	30	30	Without glaze surfaces
B30-OG	40	30	30	Only outside glaze surfaces
B30-BG	40	30	30	Both glaze surfaces

2. 유약의 도포에 따른 옹기의 제작

Table 2-1의 조건으로 옹기토, 황토, 분쇄토의 비율을 달리하여 제작한 옹기에 유약의 도포 정도를 달리하여 “발효식품 담금용 옹기의 물리적 특성 평가” 및 “제작된 옹기에서 발효식품의 발효 특성 평가”에 실험 용기로 사용하였다.

3. 제작된 옹기의 물성 분석

옹기의 제작 시 사용한 옹기토, 황토, 분쇄토, 유약에 대한 화학성분분석의 결과는 Table 2-2와 같다.

Table 2-2. The chemistry analysis of raw materials and treatment of glaze for the preparation of *onggi* (wt%)

Raw materials	Chemistry analysis							Ignition loss
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	
<i>Onggi soil</i>	64.1	19.1	1.36	0.93	1.63	0.95	5.04	6.01
<i>Red brown soil</i>	60.8	21.4	2.06	0.94	1.55	1.17	4.85	6.44
<i>Powdered soil</i>	68.1	15.8	0.51	0.73	1.89	0.92	5.5	5.6
Glaze	52.6	14.4	8.43	2.72	3.65	1.55	4.31	11.3

성분 분석결과를 보면 옹기의 원료인 옹기토, 황토, 분쇄토 중에서 원료내의 용제로 작용하는 CaO, MgO, K₂O, Na₂O의 4가지 성분의 합이 가장 많은 원료는 5.72 wt%로 황토가 가장 소성이 잘 이루어질 것으로 예상된다. 그러나 원료간의 성분차이가 옹기토(4.87 wt%), 황토(5.72 wt%), 분쇄토(4.05 wt%)로 크지 않으므로 소성의 차이 또한 두드러지게 차이가 나지는 않을 것으로 보인다. 따라서 성분보다는 원료의 입도가 소성에 더욱

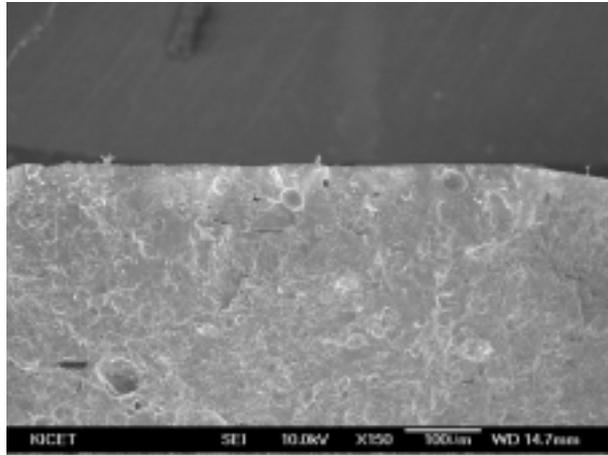
영향을 미칠 것으로 판단된다. 이에 비하여 유약은 용제의 성분이 원료 흙보다 월등히 많아(16.35 wt%) 유약으로서 적절한 것으로 판단되었다.

소성 시편에 대한 흡수율 측정은 Table 2-3과 같다. 각 처리구에 대한 흡수율은 실제 의도한 바와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 옹기 제작 시 고려한 기공율의 차이에 따라 흡수율도 차이가 있음을 알 수 있다. 옹기토 100%에 유약을 양면으로 도포한 B0-BG 처리구가 흡수율 3.16%로 가장 낮고, 다음이 분쇄토 20%를 혼합하여 유약을 양면 도포한 B20-BG 처리구로 흡수율 4.85%를 나타냈으며, 분쇄토 30%를 혼합하여 유약을 양면 도포한 B30-BG 처리구는 흡수율 6.12%로 가장 높게 나타났다. 이 결과로 볼 때 분쇄토의 혼합율에 따라 옹기의 기공율이 달라진다는 것을 알 수 있으며, 이러한 결과는 전자현미경에 의한 미세구조가 뒷받침해주고 있다.

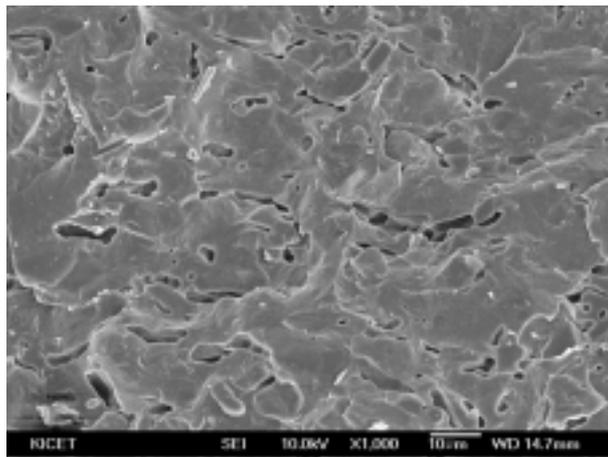
Table 2-3. Absorption rate of the prepared *onggi*

Treatment	Absorption rate(%)
B0-BG	3.61
B20-BG	4.85
B30-BG	6.12

전자현미경을 이용한 소성 옹기 시편의 미세구조를 분석한 결과는 Fig. 2-1, 2-2, 2-3에서 보여주고 있다. Fig. 2-1은 처리구 B0-BG에 대한 미세구조이고, Fig. 2-2는 처리구 B20-BG에 대한 미세구조이며, Fig. 2-3은 처리구 B30-BG에 대한 미세구조이다. 전체적으로 유약을 도포한 표면 (a)는 매우 치밀한 미세구조를 보이고 있으나 시편 내부로 들어갈수록 충분한 치밀화가 이루어지지 않아 많은 기공이 발달하고 있음을 볼 수 있다. 유약과 흙의 화학성분이 반응하여 치밀한 미세구조를 보이는 층의 두께는 약 100 μm 정도이고 이 층의 아래에는 흙 본래의 성형방향에 따른 길쭉한 형태의 기공이 발달하고 있다. 이러한 기공율을 보면 흡수율의 결과와 일치함을 알 수 있다.

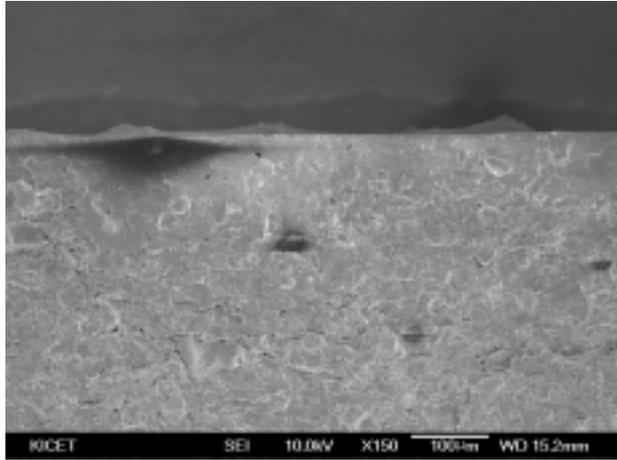


(a)

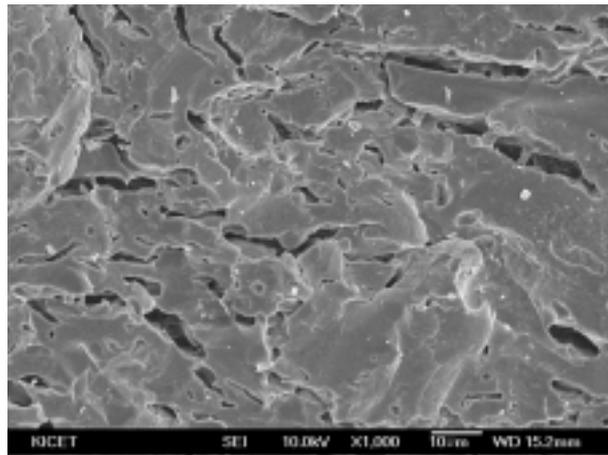


(b)

Fig. 2-1. The minuteness structure of firing *onggi* surface(B0-BG) glazing treatment contained 0% powdered soil : (a) Surface(150X), (b) Inside(1000X).

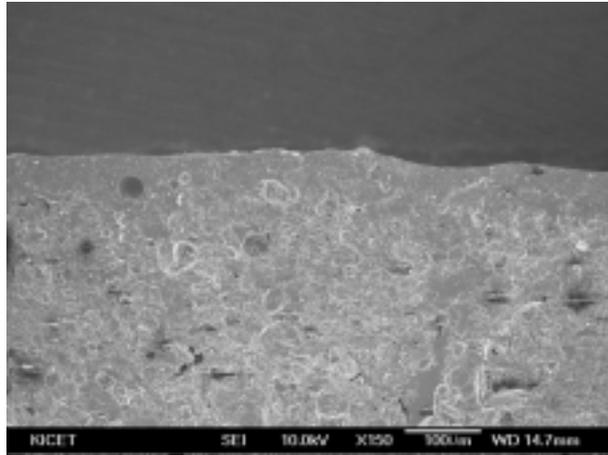


(a)

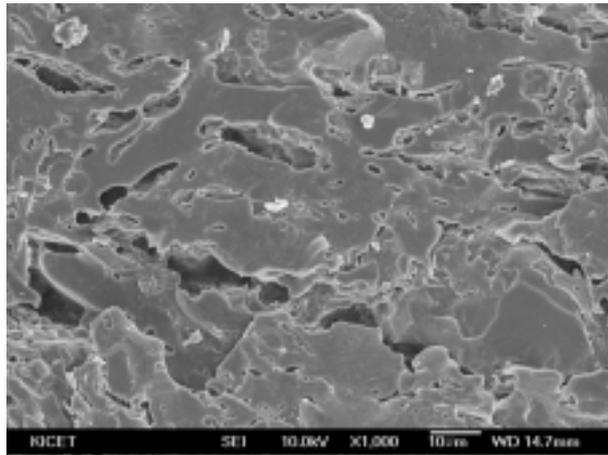


(b)

Fig. 2-2. The minuteness structure of firing *onggi* surface(B20-BG) glazing treatment contained 20% *powdered soil* : (a) Surface(150X), (b) Inside(1000X).



(a)



(b)

Fig. 2-3. The minuteness structure of firing *onggi* surface(B30-BG) glazing treatment contained 30% *powdered soil* : (a) Surface(150X), (b) Inside(1000X).

소성한 용기 시편(Table 2-1의 B0-OG, B20-OG, B30-OG)의 결정상을 분석하기 위하여 유약을 도포한 면과 도포하지 않은 면에 대하여 X-선 회절 분석한 결과 Fig. 2-4, 2-5, 2-6에 보여주고 있다. Fig. 2-4에서 소성 후 흙의 주 결정상은 일반적인 도자기 흙과 유사하게 퀴츠로 나타났다. 회절피크의 강도가 낮아 분명치 않지만 다른 결정상도 일부 있는 것으로 보인다. 흙과 비교하여 유약을 도포한 면을 회절 분석한 결과 일단은 5°~20°사이 에 폭넓은 배경회절(broad background peak)이 있는 것으로 보아 유약에 기인하는 유리질의 양이 상당한 것을 추정할 수 있다. 또한 결정질로는 퀴츠와 회장석 피크가 관찰되는데 퀴츠의 피크 강도는 흙과 비교하여 크게 낮아졌다. 이는 상당부분의 퀴츠가 유약과 반응하여 용융된 것으로 보인다. 이외에도 강한 회장석 피크가 관찰되는데 유약에 많이 존재하였던 CaO가 흙과 반응하여 생긴 것으로 판단된다. Fig. 2-5와 Fig. 2-6은 Fig. 2-4와 비슷한 결과를 나타내고 있다. 따라서 흙의 혼합비에 대해서는 결정상에 큰 변화를 주지 못하는 것으로 보여진다.

용기 시편(Table 2-1의 B0-OG, B20-OG, B30-OG)에 대하여 유약이 도포된 부분과 유약이 도포되지 않은 부분의 원적외선 방사율을 FT-IR을 이용하여 측정하고 그 결과를 Table 2-4에 나타내었다. 비교 시편으로 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스를 사용하였다. 유약을 도포한 면의 원적외선 방사율이 유약을 도포하지 않은 면보다 약간 더 높았으나 그 차이는 아주 미미하였다. 이에 비하여 유리, 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)의 방사율은 용기의 유약을 도포하지 않은 면보다 약 0.01~0.02 정도 작았으며 스테인레스는 방사율이 0.702로서 용기시편보다 크게 낮았다. 이상의 결과로 볼 때 용기를 제작하는데 있어서는 기공성을 높이기 위해서는 분쇄토의 량을 늘려서 사용하는 것이 좋으며, 유약은 양면 모두 도포하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 하지만 이것이 발효식품에는 이로움이 있을지는 알 수 없으며, 결과는 다른 세부과제 실험을 통해서 확인하고자 하였다.

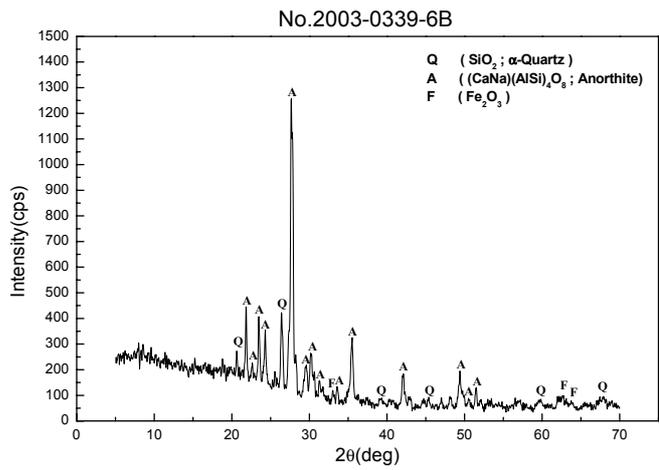
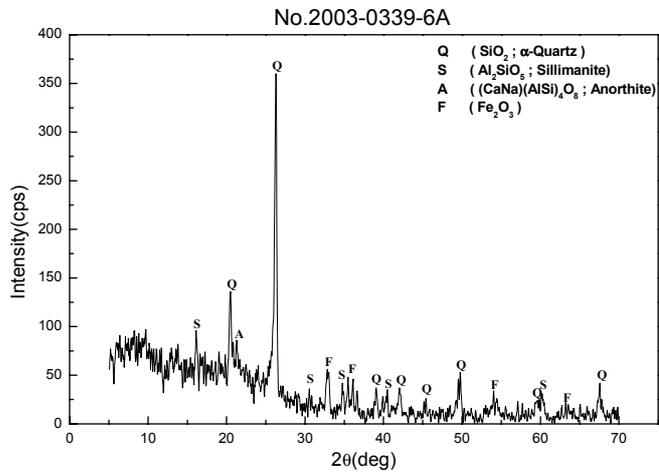
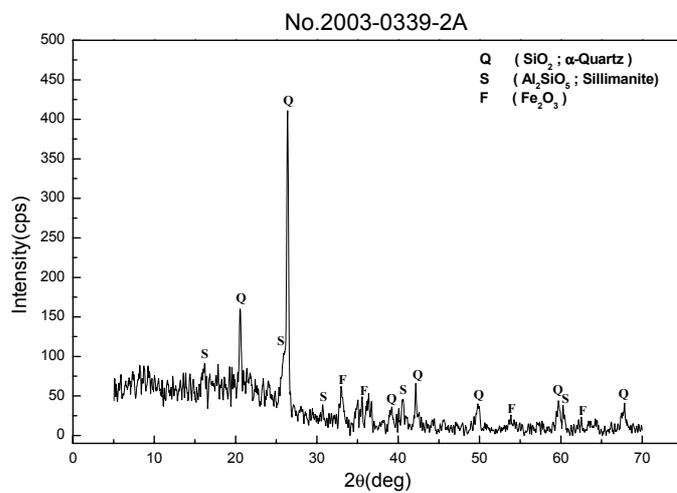
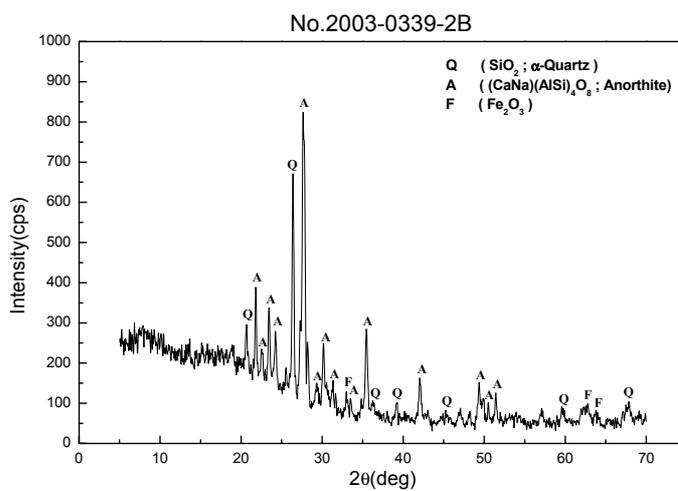


Fig. 2-4. The X-diffraction analysis of firing *onggi* surface(B0-BG) contained 0% powdered soil : (a) Without glaze surfaces, (b) glaze surfaces.

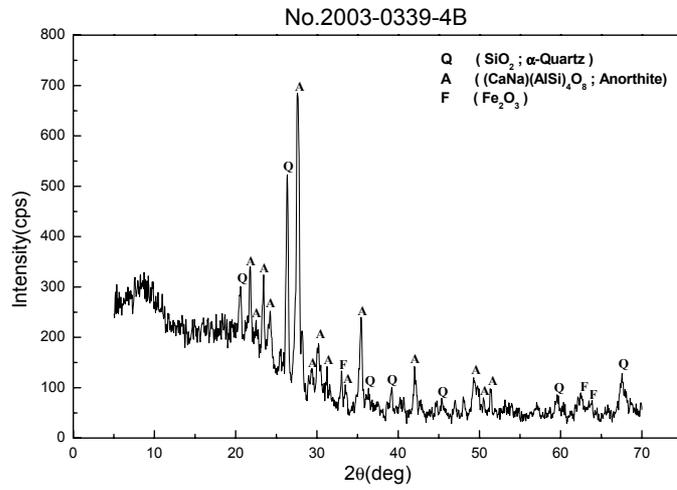


(a)

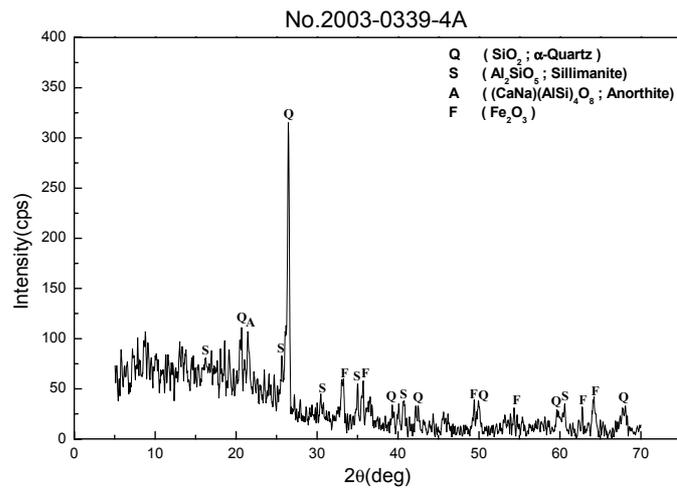


(b)

Fig. 2-5. The X-diffraction analysis of firing *onggi* surface(B20-BG) contained 20% powdered soil : (a) Without glaze surfaces, (b) glaze surfaces.



(a)



(b)

Fig. 2-6. The X-diffraction analysis of firing onggi surface(B30-BG) contained 30% powdered soil : (a) Without glaze surfaces, (b) glaze surfaces.

Table 2-4. The measurement of far infrared ray radiation rate and radiation energy

Treatment	Radiation rate (5~20 μm)	Radiation energy (W/m^2)
B0-WG	0.918	3.70×10^2
B0-BG	0.923	3.72×10^2
B20-WG	0.913	3.68×10^2
B20-BG	0.921	3.71×10^2
B30-WG	0.916	3.69×10^2
B30-BG	0.918	3.70×10^2
Glass	0.896	3.61×10^2
Plastic(PP)	0.901	3.63×10^2
Tupper(PET)	0.911	3.67×10^2
Stainless steel	0.702	2.83×10^2

제 4 절 결 론

옹기가 발효 용기로써 갖추어야 할 조건을 갖도록 하는 것이 옹기 제작에 있어서 가장 우선적으로 고려해야 할 상황이라고 생각한다. 최적의 발효를 위해서는 온도와 산소유무, pH 조건이 맞아야 할 것이며 이러한 것들은 발효식품의 종류와 제품마다의 특성에 따라 다르게 나타난다. 따라서 발효식품의 특성을 정확하게 알아야 할 것이다. 본 연구에서는 옹기의 특성을 확인하는 차원에서 흙의 종류를 달리하고 유약의 도포 정도를 달리하여 기공율에 차이를 두어 옹기를 제작하였다. 그리고 흙의 종류와 유약에 대한 성분 분석을 하였고, 옹기의 흡수율, 옹기의 미세구조, X-선 회절도, 방사율과 방사에너지를 분석하였다.

흙의 성분 중 소성시 용제로 작용하는 CaO, MgO, K₂O, Na₂O의 함이 황토가 높게 나타났으나 황토, 옹기토, 분쇄토간의 차이는 크지 않으므로 기공율에 큰 차이를 주지 못할 것으로 판단된다. 따라서 기공율의 차이는 흙의 입도에 다른 차이가 많은 영향을 미칠 것으로 생각되며, 결과 역시 분쇄토의 함량에 따라 기공율에 많은 차이를 보였다. 또한 유약은 천연유약으로 소성시 용제로 작용하는 CaO, MgO, K₂O, Na₂O가 흙보다 많이 함유되어 소성시 기공율에 많은 영향을 미친 것으로 나타났다. 흡수율에 있어서도 분쇄토 함량이 높고 이에 따른 기공율이 큰 것에서 높게 나타났다. 원적외선 방사율은 유약을

도포한 부분에서 도포하지 않은 부분보다 높았으며, 스테인레스, 플라스틱, 유리 보다 옹기에서 높은 것으로 나타났다. 따라서 옹기가 다른 옹기보다는 발효 식품에 미치는 영향이 클 것으로 판단된다. 이상의 결과로 볼 때 옹기를 제작하는데 있어서 기공성을 높이기 위해서는 분쇄토의 량을 늘려서 사용하는 것이 좋으며, 유약은 양면 모두 도포하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 제조과정의 변수에 얻어지는 기공율이 다른 옹기는 발효 식품의 품질특성에 따라서 적절히 이용될 때, 우수한 발효식품 생산에 기여할 수 있을 것으로 생각되며, 이는 다른 세부과제 실험을 통해서 확인하고자 하였다.

참 고 문 헌

- 강성근, 김광길, 김정평 : 한국 전통옹기에 있어서 천연유약의 개발을 위한 체계적인 분석 연구, 한국공예논총, 9-23 (2003)
- 이광호, 권기성, 전대훈, 정동윤, 최병희, 이선희, 이철원 : 주방용 도자기에서의 유해중금속 용출에 관한 조사연구, 한국식품위생안전성학회, 15, 324-327(2000)
- 이군자, 박청길 : 식품저장용 옹기류의 납 용출에 관한 연구, 한국수산학회지, 14, 158-164 (1981)
- 정명호 : 한국옹기의 지역적 특성과 그릇 명칭에 관한 조사연구, 무악실악회, 실학사상연구, 149-199 (1997)
- 정양모, 이훈석, 정명호 : 옹기, 대원사, 서울, pp.26-32 (1991)
- Mohammed, A., Ahsanullah, K., Azhar, A. N. and Shamin, A. : Heavy metals: leaching from glazed surfaces of tea mugs. *The science of the total environment*, 207, 49-54 (1997)
- Morene Horkay, E. and Soos, K. : Critical sanitary examination of glazed pottery contacting food on basis of extractable amounts of toxic heavy metals. *Elelmezesi ipar*, 37, 48-52 (1983)
- Yoon, Y. Y., Kim, T. S., Yang, M. K., Lee, K. Y. and Lee, G. H. : Quantitative analysis of pottery glaze by laser induced breakdown spectroscopy. *Microchemical Journal* 68, 251-256 (2001)

제 3 장 용기의 물리적 특성 평가 및 발효식품과의 상호작용 규명

제 1 절 서 론

우리나라의 용기는 전통적으로 1 L 에서부터 400 L에 이르기까지의 다양한 범위의 용량으로 제조되어 곡물, 채소류, 육류 및 어류의 보관과 저장에 광범위하게 이용되어 왔다(이철호, 1999). 특히 염장 발효식품은 이러한 용기에서 숙성되어서 필요한 미생물군의 형성과 성장을 시키고 바람직한 풍미와 맛을 내는 것으로 믿어지고 있다. 이러한 발효식품의 종류로는 간장, 젓갈, 김치, 약주 등을 들 수 있다(Lee, 2001). 전통 용기는 미세다공성 구조를 가지며 색택은 붉은 색을 띤다(배원태 등, 1984). 고문서 및 구전에 의하면 용기의 다공성 구조는 제조과정에 따라 달라지며, 각 식품의 바람직한 품질을 갖게 숙성시키는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 용기는 점토를 성형하여 건조시킨 후 950-1,110°C에서 구워서 제조한다. 표면에는 재로 구성된 천연 유약을 코팅 처리하여 차단성을 향상시킬 수 있다.

한국 식문화에서 광범위하게 사용되는 용기는 미적인 관점에서 주로 평가되고 이용되는 도기와는 차이가 있다. 한국인들은 용기가 식품의 보존을 도와주는 것으로 이해하고 믿고 있다. 유선미 등(2001)은 용기에서 숙성된 된장이 높은 아미노산 함량을 가져서 플라스틱 용기에 숙성된 경우보다 우수한 관능적 품질을 얻을 수 있다고 보고한 바 있다. 이렇게 용기가 식품의 포장과 보존의 측면에서 우수한 가능성을 가진다고 통념화되고 있으나, 이에 대한 과학적인 해명과 자료를 찾아보기는 힘들다. 식품의 보존과 숙성에서 용기의 효능을 평가해보기 위해서는 수분 및 기체에 대한 차단성을 평가해보는 것이 우선적으로 필요하다. 왜냐하면 용기에 포장되거나 보관된 식품이 외부 환경에 대해서 보호되고 상호작용을 하는 것에는 이러한 차단성이 절대적으로 중요한 역할을 하기 때문이다(Brown, 1987; Emblem, 2001). 용기의 산소투과성은 식품에서 산화반응, 미생물 성장, 효소반응 등의 여러 품질변화와 숙성에 지대한 영향을 주게된다. 이산화탄소 투과도는 신선 과채류의 포장에서는 혐기적 호흡을 방지하고 포장내 과도한 이산화탄소의 축적을 완화시켜서 포장의 팽창과 압력발생을 제어하기도 한다(Exama 등, 1993; Lim 등, 2001; Lee 등, 2002). 포장의 수분 투과도는 포장된 식품의 수분 및 소금 함량을 제어하는 데

중요하다. 발효식품의 숙성에서는 미생물 군집의 형성이 중요하며, 이에선 산소와 이산화탄소 투과도가 용기내 기체조성의 형성에 중요한 역할을 하며, 이는 다시 미생물군집의 성장 패턴에 영향을 주고 품질에도 결정적인 영향을 미치게 된다. O₂ 투과도와 CO₂ 투과도의 비는 투과도의 절대적인 값과 함께 신선 과채류의 포장내에 변형기체를 형성시키는 데 큰 역할을 한다. 발효식품의 숙성과 과채류의 보관과 포장에 용기는 현재 주로 입구가 밀봉되지 않은 상태로 사용되지만, 밀봉장치의 도입에 의하여 요구되는 기체조성을 확립시키는 데에도 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구 분야에서는 가공조건에 따른 용기의 투과성을 측정 평가하였으며, 이로부터 용기가 발효식품의 보관에서 가질 수 있는 과학적 의미를 해명하고자 하였다. 아울러 이러한 용기의 투과성이 발효식품의 숙성에 미치는 연관성을 살펴보고, 사용된 용기에서 일어나는 투과성 및 특성의 변화를 검토하였다. 이러한 투과성과 물성의 변화는 용기의 미세구조와 연관시켜서 해석하고자 하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 용 기

3종류의 흠 배합비에 따라 용기를 제작하였다. 1차 년도에는 배합된 흠으로 성형된 용기를 3가지 배합비로 양산대학 도예 실험실에서 전통적인 방법에 따라 제작하였고 (Table 3-1, Table 3-2), 2차 년도에는 점토 'a' 만을 사용하여 성형한 다음, 울산의 용기가마에서 전통적인 방법에 따라 구웠다. 흠 'a'는 미세한 것이고, 흠 'b'에 비해서 약간 넓은 표면적을 가지고 있었다. 흠 'a'와 'b'에 대해 체질 후 빛 산란에 의하여 측정된 입도와(기술표준원, 2002; Kousake, 1991), 기체흡착법(TriStar3000, Micromeritics, Norcross, GA, USA)에 의하여 측정된 비표면적 데이터를(Lowell & Shields, 1984) Table 3-1에 나타내었다. 용기 용기는 8.0 cm(직경) x 12.5 cm(높이)를 가지는 원통형 용기로 부피 628 mL를 가지게 제작하였다. 유약을 용기의 바깥면에 도포하거나, 내면과 바깥면 양면에 다 도포한 처리구로 제작하였다. 아울러 유약을 바르지 않은 처리구도 비교의 목적으로 함께 제작하였다.

1차 년도에 성형된 용기는 성형 후 응달에서 24시간 말린 후 초벌구이로 750℃에서 7시간 동안 구운 후 유약을 칠한 다음, 1,100~1,190℃에서 11시간 동안 구워서 제작하였

다. 2차 년도에 제작된 용기는 비슷한 과정으로 전통 용기 가마에서 구웠다. 유약은 부식토와 소나무 재를 물에 분산시켜 용액의 비중이 35 Baumé를 얻은 조건에서 얻었다. 전체적인 건조와 굽는 과정은 가열과 냉각 단계의 세심한 제어를 필요로 하였다. 제조된 용기의 벽면은 평균적으로 4 mm이었다.

또한 평판형(4 x 4 x 0.72 cm³) 용기 시편을 동일한 과정을 통하여 제조하여 무게와 부피로부터 밀도를 얻었다. 이 평판형 시료를 열전도도 및 비열 등의 열 특성을 측정하는 데에도 사용하였다.

Table 3-1. Clays used for manufacturing the earthenware used in this study.

Clay	Particle diameter, weight averaged (m)	Specific surface area (m ² /g)	Source
a	53.7	27.5 ± 2.1	Seonghwan and Muan, Korea
b	71.1	26.0 ± 1.9	Yangsan and Sanchung, Korea

Table 3-2. Microstructural properties of the earthenware samples.

Pottery type	Clay mix ratio (a:b)	Pore diameter (nm)	Porosity (%)	Density (kg/m ³)
A	100:0	829 ± 21	14.6 ± 0.2	2,213 ± 17
B	60:40	1,152 ± 11	19.6 ± 0.1	2,172 ± 33
C	40:60	892 ± 46	21.9 ± 0.1	2,122 ± 37

2. 용기의 미세형태학적 특성

용기의 내부 미세구조가 투과성에 미치는 중요 요인일 것으로 판단되어 제작된 비유약 도포 용기에 대해서 기공의 크기와 공극도(porosity)를 수은 porosimeter(AutoPore IV9510, Micromeritics, Norcross, GA, USA)에 의하여 측정하였다(Ishizaki 등, 1998). 최소 3 시료에 대해서 측정하여 평균값을 나타내었다. 벽면의 미세구조는 시료 표면과 단면에 대해서 철 도포 후 주사전자현미경(Philips XL30-FEG, FEI Co., Hillsboro, OR, USA)에 의하여 관찰하였다.

3. 수분투과도의 측정

용기 벽면의 수분투과도를 측정하기 위하여 375 mL의 증류수로 채우고 5 mm 두께의 아크릴 판으로 덮고 실리콘으로 밀봉하였다. 물로 채워진 용기는 20±1°C에서 실리카겔로 채워진 데시케이터 속에 넣어두고 시간에 따라 중량을 측정하였다. 수증기 투과도는 방정식 (3-1)에 의하여 결정하였다.

$$-\frac{dW}{dt} = \frac{P_w A_p (p_{w,s} - p_{w,out})}{L_p} \quad (3-1)$$

여기서 W 는 시간 t (h)에서 수분의 중량(g), A_p 는 용기 벽면의 표면적(m²), $p_{w,s}$ 는 용기 내부의 수증기압(Pa) (20°C에서 포화수증기압으로 가정됨), $p_{w,out}$ 은 용기외부의 수증기압(0으로 가정됨), L_p 는 용기 벽의 두께(mm)이다. 방정식 (3-1)에서 아크릴 뚜껑과 실리콘 밀봉부를 통한 수분의 투과는 무시하는 것으로 가정하였다. 이는 실제 실험에서 동일한 크기의 유리병과 스테인레스 용기에 동일한 조건으로 준비하여 수분의 손실을 측정한 결과 확인되어졌다. 수분 손실의 기울기 dW/dt 는 실험 데이터의 직선 회귀식으로부터 결정계수 (R^2) 0.99 이상의 조건으로 얻어졌다. 각 처리구당 3반복의 측정을 하였다.

4. 기체투과도 측정

용기 시료의 기체투과도를 20±1°C에서 측정하였다. 두께 5 mm의 아크릴 판을 실리콘으로 접착시켜 밀봉한 용기의 내부를 실리콘 밀봉 시료채취구를 통하여 CO₂ 기체를 주입하면서 치환시켰다. CO₂ 기체의 치환은 진공펌프를 사용하여 공기의 배출시키면서 진행되었다. 기체 치환된 용기를 20°C의 대기 중에 방치하면서 1 mL의 헤드스페이스 기체를 실리콘 밀봉 시료 채취구를 통하여 취한 다음, 기체크로마토 그래프(Model 3800, Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)에 의하여 O₂ 및 CO₂ 농도를 측정하였다. 칼럼으로는 Alltech CTR I(Alltech Associates Inc., Deerfield, IL, USA)을 사용하였고, 검출기로는 열전도도 검출기를 사용하였다. 칼럼의 온도는 40°C 주입구 온도는 70°C, 검출기 온도는 90°C로 제어되었다. 헬륨을 carrier gas로 30 mL/min의 유량으로 흘려보내었다.

O₂ 및 CO₂ 농도의 변화로부터 용기 벽면의 기체투과도를 아래에 설명하는 방법에 의하여 결정하였다. 100% CO₂ 기체로 치환된 용기가 대기에 노출되면, i 기체 (O₂ 혹은

CO₂)의 내부 분압의 변화는 실리콘 밀봉부 (아크릴 뚜껑을 포함)와 벽면을 통한 투과의 합으로 다음 식 (3-2)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{dp_{i,in}}{dt} &= \frac{P_{i,s} A_s (p_{i,out} - p_{i,in})}{L_s V} + \frac{P_{i,p} A_p (p_{i,out} - p_{i,in})}{L_s V} \\ &= \frac{(p_{i,out} - p_{i,in})}{V} \left(\frac{P_{i,s} A_s}{L_s} + \frac{P_{i,p} A_p}{L_p} \right) \end{aligned} \quad (3-2)$$

여기서 $P_{i,p}$ 는 용기 벽면의 i 기체에 대한 투과도 계수($\text{mL mm m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{atm}^{-1}$), $P_{i,s}$ 는 실리콘 밀봉부의 i 기체에 대한 투과도 계수($\text{mL mm m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{atm}^{-1}$), A_s 와 A_p 는 각각 실리콘 밀봉부와 용기 벽 표면의 면적(m^2)이고, L_s 와 L_p 는 각각 실리콘 밀봉부와 용기 벽 표면의 두께(mm), V 는 용기의 내용적(mL), $p_{i,in}$ 은 시간 t 에서 i 기체의 용기내 분압(atm), $p_{i,out}$ 은 i 기체의 외부 분압(atm)이다. 방정식 (3-2)는 용기내 i 기체의 물질수지에 대한 관계식으로부터 투과도 계수의 단위를 $\text{mL mm m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{atm}^{-1}$ 로 표시하기 위하여 이상기체 상태방정식을 이용하여 유도된 결과로부터 얻어졌다.

외부조건이 대기조건으로 일정하여 $p_{i,out}$ 이 고정된 상수이면, 식 (3-2)는 적분되어 식 (3-3)으로 표현될 수 있다.

$$\ln\left(\frac{p_{i,out} - p_{i,in,t}}{p_{i,out} - p_{i,in,0}}\right) = -\frac{P_{i,s} A_s}{L_s V} t + \frac{P_{i,p} A_p}{L_s V} t \quad (3-3)$$

여기서 $p_{i,in,0}$ 는 i 기체의 초기 용기내 분압 (atm)이다.

벽면의 기체 투과성이 없는 유리병이나 금속 용기로 실리콘 밀봉 후 기체치환하여 동일한 조건의 실험에 둔다면, $P_{i,p}$ 가 0이 되므로 식 (3-3)의 우변의 두 번째 항은 없어지게 된다.

$\ln\left(\frac{p_{i,out} - p_{i,in,t}}{p_{i,out} - p_{i,in,0}}\right)$ 을 시간 t 에 대해서 도시하면 이 기울기로부터 $\frac{P_{i,s} A_s}{L_s V}$ 가 얻어진다.

이 값을 방정식 (3-3)에 대입하고, 용기의 실험데이터를 $\ln\left(\frac{p_{i,out} - p_{i,in,t}}{p_{i,out} - p_{i,in,0}}\right)$ 와 시간 t 의

관계로 도시하면 그 기울기에서 투과도 값, $P_{i,p}$ 혹은 $P_{i,p} / L_p$ 을 얻을 수 있다.

$\ln\left(\frac{p_{i,out} - p_{i,in,0}}{p_{i,out} - p_{i,in}}\right)$ 와 시간 t 의 직선 회귀식은 결정계수 (R^2) 0.98 이상이 얻어졌으며, 3반복 실험이 행해졌다.

5. 열특성의 측정

평판형 용기 시편의 열전도도는 비정상상태 평판 열원을 사용한 Hot Thermal Constants Analyser(TPA-501, Hot Disk AB, Gothenburg, Sweden)에 의하여 측정하였다(Log & Gustafsson, 1995). 비열은 differential scanning calorimeter(Model 2910, TA Instrument, New Castle, DE, USA)를 사용하여 측정하였다. 16.5mg의 시료를 알루미늄 팬에 담고 질소치환하에서 50-200℃의 범위에서 20℃/min의 속도로 가열하였다. 비교를 위한 외부 표준물로는 sapphire (Al_2O_3)를 사용하였다.

6. 용기의 흡습 및 흡착특성

원료 흡의 조성을 다르게 하여 1차 년도에 제조한 비유약 용기를 분쇄한 다음, 약 5 g 씩을 상대습도를 다르게 유지시킨 데시케이터로 이동시켜서 20℃의 온도조건에 유지시키면서 흡습되는 수분의 양을 측정하였다. 실험의 시작 전에 분쇄 시료는 105℃에서 24시간 이상 건조시켰다. 평형에 이른 것을 확인하기 위하여 7일 마다 시료의 무게를 측정하여 무게 변화가 없을 때의 수분함량을 평형수분함량으로 결정하였다. 또한 등은 탈습곡선의 측정을 위해서 건조시료 5 g에 대해서 1 g의 수분을 사전에 흡수시킨 다음 일정한 여러 조건의 상대습도에 노출시킨 다음에 일정무게가 될 때까지 방치하고 이로부터 평형 수분함량을 결정하였다.

용기의 기체 흡착특성으로서 이산화탄소와 에틸렌 가스에 대하여 측정하였다. 940 mL의 병에 분쇄 용기 시료 250 g을 채운 후 밀봉하였다. 밀봉된 병에 50 mL의 이산화탄소 혹은 에틸렌 기체를 밀폐형 syringe로 주입하였다. 이 병을 20℃에서 저장하면서 3~6시간 간격으로 해당 기체의 농도를 측정하여, 초기 주입된 양과의 차이를 구하여 분쇄 용기 시료에 흡착된 이산화탄소 혹은 에틸렌의 양을 결정하였다.

7. 용기의 변형기체포장으로의 활용가능성 평가

다공성 용기가 여러 식품의 변형기체 포장에 사용될 수 있는 가능성을 평가하기 위하여 Campbell Early 품종의 포도 150 g을 용기에 담고 두께 5 mm의 아크릴 판으로 밀봉하고 20°C에서 6일간 저장하였다. 아크릴 판과 용기의 밀봉은 핫멜트 접착제를 사용하였다. 저장 중 용기내의 기체 시료 1 mL를 실리콘 시료 채취구를 통하여 취하여 기체크로마토그래프에 의하여 O₂ 및 CO₂ 농도를 측정하였다. 각 처리구에 대해서 3반복 실험을 수행하였다. 또한 포도의 호흡은 980 mL 부피의 유리용기를 사용한 밀폐계 실험으로 측정하였다(Yam & Lee, 1995).

8. 용기에서의 간장 숙성 및 숙성과정이 용기의 물성에 미치는 영향 평가

간장의 발효에 사용되는 용기의 발효숙성 중 물성의 변화를 알기 위하여, 2차 년도에 제작된 용기에 간장을 20°C에서 100일간 발효시키면서 발효과정 중 용기를 취하여 수분투과도 및 기체투과도를 측정하였다. 이와 함께 발효에 사용된 용기의 단면을 전자현미경으로 관찰하여 발효과정이 용기의 미세구조에 미치는 영향을 살펴보았다. 수분투과도, 기체투과도 및 전자현미경 관찰은 위에서 설명된 방법과 동일하게 실시하였다. 발효에 사용된 용기는 깨끗이 씻고 건조한 다음에 실험에 사용하였다.

간장 담금은 발효 코지 77 g을 천에 싸서 농도 17%의 소금물 350 mL를 용기에 담아서 숙성시켰다. 숙성 중 품질변화로서 pH, 총산, 염도, 환원당, 아미노태 질소, 유리 아미노산 함량을 측정하였다. pH는 액즙에 대해서 Orion Model 520A pH Meter(Orion Research Inc., Boston, USA)로, 염도는 염도계 (Model TM-301, Takemura Electric Work Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 총산도는 10 mL의 액즙을 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.1의 종말점에 도달할 때까지 적정하여 젯산 함량으로 표시하였다. 아미노태 질소는 formol 적정법에 의해 측정하였다.

환원당 함량은 시료를 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 후 1 mL를 취하여, 3,5-dinitrosalicylic acid 3mL 첨가 후, 15분 동안 끓는 물에 방치하고 냉각한 후 Rochelle 염 1 mL를 첨가하였다. 550 nm에서 spectrophotometer(Shimadzu UV-1601, Tokyo, Japan)에 의해 흡광도를 측정하고, 포도당(D-glucose, anhydrous, Sigma Chemical Co, st. Louis, MO, USA)표준곡선에 의하여 환원당 함량을 환산하였다.

아미노산 분석을 위해 시료 1 mL에 10% sulfosalicylic acid 1 mL을 첨가하여 4°C에 1

시간 저장한 후, 단백질을 침전시켰다. 여액을 여과한 후 20 μ l 용액을 Li⁺ 교환 칼럼과 형광검출기(570 nm, 440 nm)가 장착된 Biochrom 20 plus Amino Acid Analyser (Biochrom Ltd, Cambridge, England)에 주입하여 아미노산 함량을 측정하였고, 결과는 Ezchrom Elite V2.8 Data Handling System을 사용해 분석하였다.

9. 용기벽체내의 미생물 및 효소의 고정화 가능성 평가

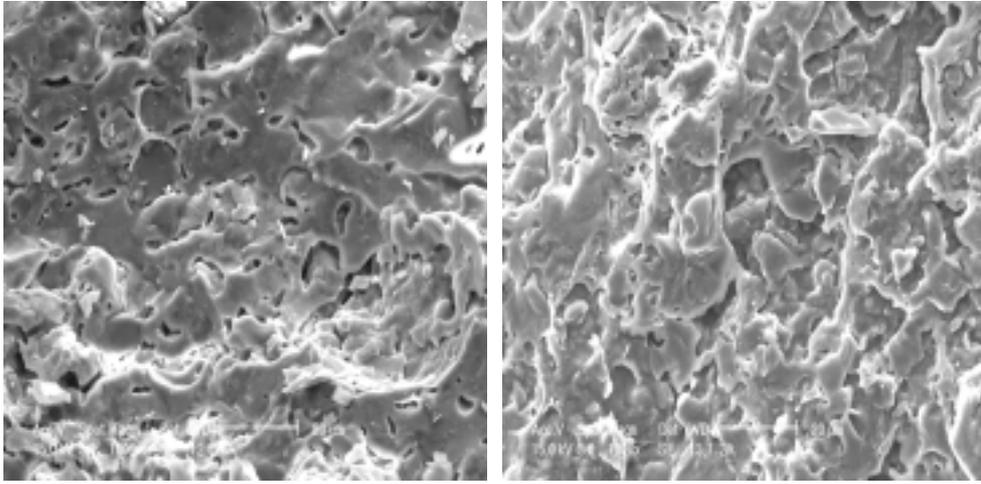
1차 적으로 간장의 발효에 사용된 용기에 가용성 전분 및 단백질 용액을 350 mL 씩 담고, 20°C에서 이들의 가수분해 정도를 측정하였다. 2차 년도에 제작된 새 용기와 재사용 용기를 함께 실험에 사용하여 비교하였다. 환원당과 유리아미노산의 분석은 위에서 서술된 방법과 동일하게 실시하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 용기의 물리적 특성

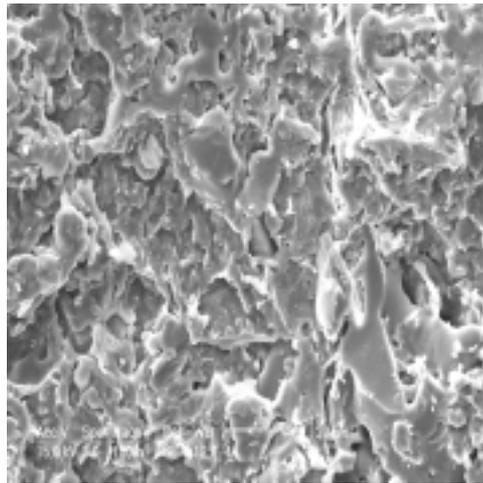
가. 미세다공성 구조

토기류는 외적으로는 비슷한 모양을 보일 수 있더라도, 그 내부 미세구조에서 다를 수 있으며, 이로 인해 차단성 혹은 투과성이 달라지게 된다(Liem 등, 2002). 따라서 1차 년도에 제작된 용기 시료의 특성을 파악하기 위하여 먼저 그 미세구조를 측정하였다. Table 3-2에서 보여주듯이, A형 용기는 가장 낮은 기공성을 가지고, C형 용기가 가장 기공성이 높았다. 입자 크기가 큰 흙을 높은 비율로 함유시킨 결과로 높은 기공성의 용기 제품이 얻어지게 된 것으로 생각된다(Table 3-1). A, B, C 세 가지의 용기의 벽면에서 기공성의 차이는 주사전자현미경으로 관찰된 미세구조에서도 관찰된다(Fig. 3-1). 즉, A형 용기는 작은 기공을 가지고 있으며, B형 용기는 비교적 소수의 큰 기공을 가지고 있고, C형 용기는 여러 크기의 많은 기공으로 구성되어 있었다. 높은 기공도는 밀도를 낮게 하였고(Table 3-2), 유약은 용기 표면의 기공을 막는 것으로 나타났다(Fig. 3-2). 용기 내외의 유약처리는 표면에서 높은 차단성을 제공할 것으로 보였다. 따라서 표면에서의 유약 코팅과 내부의 미세구조에 의하여 수분 및 기체의 투과성에 영향을 줄 것으로 생각된다.



Type A

Type B



Type C

Fig. 3-1. Scanning electron micrographs of the internal microstructure of the *onggi* containers.

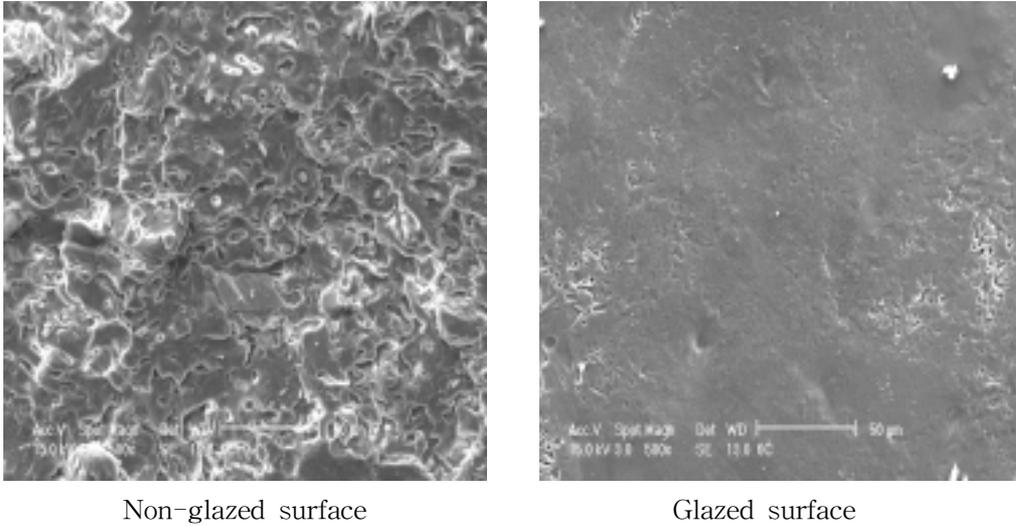


Fig. 3-2. Scanning electron micrographs of the surface microstructure of Type A *onggi* containers.

나. 수분 투과도

Fig. 3-3에서는 물을 담고 있으면서 0% 습도에 노출된 옹기로부터의 중량손실을 보여주고 있다. 유리병과 스테인레스 용기에 덮힌 아크릴 뚜껑으로부터는 수분 손실은 무시할 정도로 작았다. 따라서 식 (3-1)에 의하여 옹기벽면으로부터의 수분투과도를 표현할 수 있는 것으로 확인하였다. 옹기 벽면은 수분을 잘 투과시키는 것으로 나타났고, 특히 표면이 유약으로 코팅되지 않은 경우에 현저하였다. 유약 처리를 한 경우에도 옹기 벽면은 수분 투과성을 가지는 것으로 나타났다. 시간에 따른 수분 손실 직선의 기울기로부터 수분투과도를 계산한 결과를 Table 3-3에서 보여주고 있다. 한쪽 표면에서의 유약처리는 적어도 수분 투과도를 1/2 이하로 낮추어 주었다. 그 감소 정도는 B형 및 C형 옹기에서 컸다. 기공도 및 기공의 크기에서의 차이로부터 예상되는 대로 (Table 3-2, Fig. 3-1), 기공성이 높은 옹기일수록 수분투과도는 더 높았다. 즉, C형 옹기가 가장 높은 수분 투과도를 가지고, A형 옹기에서 수분투과도가 가장 낮았다.

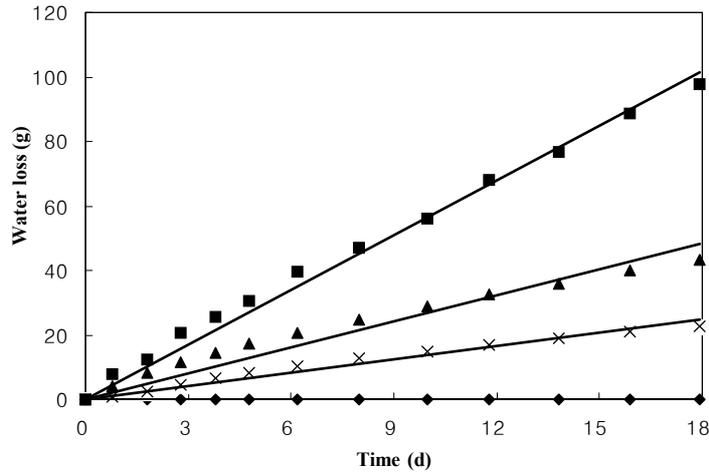


Fig. 3-3. Moisture loss from Type A pottery containers containing 375 mL of water and exposed to 0% humidity. ◆ = control glass jar with silicon sealed on top; × = glazed on both surfaces; ▲ = glazed on outer surface; ■ = unglazed.

Table 3-3. Moisture transmission (P_w/L_p) of earthenware at 20°C.

Type of earthenware	Glazing treatment	Moisture transmission ($\text{g Pa}^{-1} \text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$)
A	Both surfaces	0.0148 ± 0.0077
	Outside surface	0.0282 ± 0.0188
	None	0.0639 ± 0.0047
B	Both surfaces	0.0290 ± 0.0070
	Outside surface	0.0514 ± 0.0104
	None	0.2612 ± 0.0952
C	Both surfaces	0.0529 ± 0.0154
	Outside surface	0.1475 ± 0.0096
	None	0.4165 ± 0.0616

Table 3-3의 수분투과 데이터로부터 계산된 수분투과도 계수는 A형, B형 및 C형 용기의 비유약 용기에 대해서 각각 0.011, 0.044, and 0.069 $\text{g mm m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{Pa}^{-1}$ 였다. 이러한 범위의 수분 투과도 계수는 셀룰로즈 아세테이트와 폴리스티렌과 같은 고수분 투과 플라스틱보다는 (25°C, 90% 상대습도에서 각각 1.6×10^{-4} 및 $2.6 \times 10^{-5} \text{g mm m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) 훨씬 높은 값이다(Robertson, 1992). 유약 처리된 용기의 경우에도 플라스틱 필름보다는

훨씬 더 높은 수분 투과도를 가졌다. 높은 수분 투과도는 신선 과채류와 같은 고수분 식품을 포장하는 경우에 수분 응축현상을 방지하기에는 바람직할 수 있다. 통상적인 플라스틱 필름은 과채류 포장에 사용시에는 수분응축을 일으키며, 수분 이동을 촉진하거나 수분을 흡수할 수 있는 수단이 요구되고 또 고안되어지고 있다(Day, 1993; Fishman 등, 1993; Song 등, 2001). 용기는 수분 투과도가 아주 높기 때문에 포장내에 수분 응축을 방지하는 목적으로 이용성을 찾을 수도 있을 것으로 보인다. 필요에 따라 다양한 수분 투과도를 얻기 위하여 용기의 두께와 유약 처리가 사용될 수 있을 것이다.

다. 기체 투과도

Fig. 3-4에서는 CO₂ 로 치환된 용기가 대기 중에 방치되었을 때, O₂ 및 CO₂ 농도의 변화를 보여주고 있다. 실리콘 밀봉은 어느 정도의 기체 투과를 보여주었고, 용기 벽면은 비교적 높은 기체투과도를 보여주면서 유약 처리는 기체투과를 유의적으로 낮추어주었다. 기체농도 변화의 회귀관계로부터 얻은 여러 용기벽면의 기체 투과도 값을 Table 3-4에서 mL m⁻² h⁻¹ Pa⁻¹ 단위로 보여주고 있다. Table 3-3에서의 수분투과의 경향과 마찬가지로 기공도가 높은 용기에서 높은 산소와 이산화탄소 투과도를 보여 주었다. 즉, 기체 투과도가 C형>B형>A형의 순서이었다. 유약 처리에 의하여 수분투과가 낮아지는 효과는 기공도가 가장 낮은 A형 용기에서 가장 컸으며, 이는 수분 투과에 대한 유약의 효과와는 달랐다.

용기 벽면의 기체 투과도는 보통의 플라스틱 필름이나 시트보다는 훨씬 높아서 미세다공성 필름에 비슷한 수준이었다(Day, 1993; Shelekhin 등, 1992), 따라서 이는 용기가 식품의 저장과 보존의 관점에서 독특한 역할을 할 수 있을 것으로 전망된다. 많은 신선 과채류와 발효식품은 그 품질을 보존하고 포장의 완전성을 유지하기 위하여 기체 투과도가 높은 포장재를 요구한다(Exama 등, 1993; Lim 등, 2001; Topal, 1991; Giannuzzi 등, 1998; Piergionvanni 등, 1993). 신선 과채류의 포장에 핀홀이나 미세공을 장치함에 의하여 기체와 수분의 투과도를 향상시킴에 의하여 포장내의 기체조성과 상대습도를 제어하려는 시도가 있어왔음을 언급할 필요가 있다(Fishman, 1996; Lee 등, 2000). 여러 다른 종류의 흡과 유약처리를 변수로 사용함에 의하여 다양한 식품에 필요한 기체 투과도를 용기로부터 얻을 수가 있을 것으로 생각된다(Table 3-4).

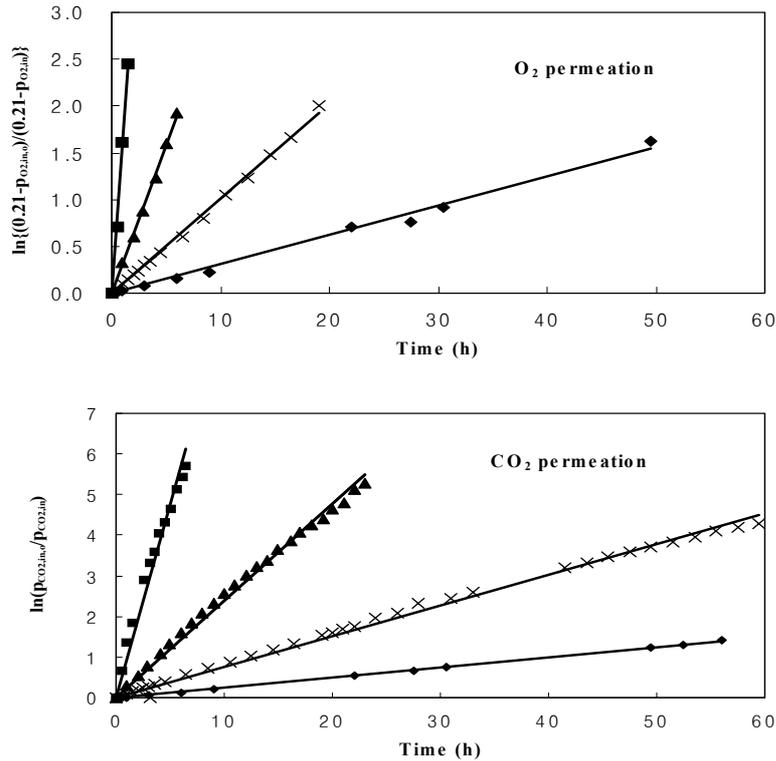


Fig. 3-4. O₂ and CO₂ permeation from Type A pottery containers that were initially flushed with 100% CO₂. ◆ = control glass jar with silicon sealed on top; × = glazed on both surfaces; ▲ = glazed on outer surface; ■ = unglazed.

용기의 O₂ 투과도에 대한 CO₂ 투과도의 비는 0.60~1.00의 범위에 있었으며, 이는 일반적인 플라스틱에 대한 값 4~7의 범위와는 많이 다른 값이다(Robertson, 1992; Day, 1993). 용기에서의 이러한 투과도비의 값은 공기나 미세공에서의 값과 비슷하다(Yam & Lee, 1995; Shelekhin 등, 1992). 따라서 이는 용기의 기체투과가 주로 벽면내의 미세공을 통하여 이루어지고 있음을 시사하고 있다.

용기의 높은 기체투과도와 독특한 P_{CO2}/P_{O2} 투과도의 비 값은 일반 플라스틱으로는 최적의 포장조건을 얻을 수 없는 식품에 대해서 포장설계의 범위를 더욱 넓혀 줄 수 있을 것이다. 즉, 다양한 식품에서 최적의 포장조건을 얻는 데에 용기의 독특한 특성이 도움이 될 수 있을 것이다.

Table 3-4. Gas permeability (P_i/L_p) of earthenware to O₂ and CO₂ at 20°C.

Type of earthenware	Glazing treatment	Gas permeability (mL atm ⁻¹ m ⁻² h ⁻¹)		Permeability ratio (P _{CO2} /P _{O2})
		O ₂	CO ₂	
A	Both surfaces	1,380 ± 460	970 ± 300	0.70
	Outside surface	4,010 ± 70	4,010 ± 740	1.00
	None	25,540 ± 4,920	21,880 ± 8,300	0.86
B	Both surfaces	17,200 ± 4,170	12,780 ± 2,920	0.74
	Outside surface	52,610 ± 14,550	31,690 ± 5,750	0.60
	None	129,680 ± 4,640	80,220 ± 9,050	0.62
C	Both surfaces	21,740 ± 8,500	19,370 ± 6,070	0.89
	Outside surface	50,710 ± 4,060	46,230 ± 3,310	0.91
	None	153,100 ± 13,070	120,340 ± 6,470	0.79

라. 열특성

옹기 표면에서의 유약을 코팅한 경우 유약의 두께는 매우 얇아서(120-190 μm) 유약 층이 열특성에는 거의 기여하지 못하는 것으로 가정하였다. 따라서 유약을 바르지 않은 평판형 옹기 시편에 대해서 열특성을 측정하였다. Table 3-5에서는 비유약 옹기의 열차단 특성을 나타내었다. 옹기의 열전도도는 기공성이 큰 옹기에서 감소하였다. 즉, 공기로 차있는 미세공은 열전도도를 낮추어주는 역할을 하였다. 한편 비열은 C형 옹기에서 가장 높았으며, 이는 비열은 옹기의 구성 혹은 자체의 특성에 의해 결정되는 것으로 보인다. 즉, 점토 'b'가 비열이 높으며, 따라서 원료 흙에서 이 비율이 높으면 비열이 높은 것으로 나타난다(A형<B형<C형). C형 옹기는 낮은 열전도도와 높은 비열로 인하여 높은 열차단성(낮은 열확산도)을 나타내었다.

옹기 벽면은 일반적으로 유리와 비슷한 열특성을 가지고 있는 것으로 평가된다. 옹기의 열전도도는 금속포장의 열전도도(34~126 W m⁻¹ K⁻¹)보다는 낮고, 종이와 플라스틱에(0.05~0.50 W m⁻¹ K⁻¹) 비해서는 높은 값이다(Hernandez 등, 2000; Hayes, 1987). 옹기의 비열은 금속 포장에(약 0.50 kJ kg⁻¹ K⁻¹) 비해서는 높고, 종이와 플라스틱에(0.9~1.6 kJ kg⁻¹ K⁻¹) 비해서는 약간 낮았다. Can과 같은 금속포장과 비교하여 옹기는 온도변화에 대해서 높은 차단성을 제공하고, 절대적인 값에서는 옹기는 플라스틱과 종이 용기에 비해서 낮은 열차단성을 갖는 것으로 나타난다. 하지만 옹기는 유리병처럼 금속 can 용기, 종이 및 플라스틱 용기보다는 두껍고 무거운 벽 구조를 가지도록 제조된다. 이는 외

부 온도변화에 대해서 비교적 높은 차단성을 제공하는 것으로 판단된다. 용기의 두꺼운 구조는 식품용기로서 사용에서 결점일수도 있지만 동시에 고가의 유리포장처럼, 고품격 이미지를 제공하는 긍정적인 면도 가진다.

Table 3-5. Thermal property of non-glazed earthenware

Type of earthenware	Thermal conductivity (W m ⁻¹ K ⁻¹)	Heat capacity (J kg ⁻¹ K ⁻¹)	Thermal diffusivity (m ² s ⁻¹)
A	1.254 ± 0.064	786.2 ± 33.8	7.21 × 10 ⁻⁷
B	1.057 ± 0.107	811.0 ± 20.4	6.00 × 10 ⁻⁷
C	0.935 ± 0.017	869.4 ± 56.4	5.07 × 10 ⁻⁷

2. 용기의 흡습 및 기체흡착 특성

가. 용기의 등은 흡습 및 탈습곡선

20℃에서의 분쇄 용기 시료의 등은 흡습곡선은 Fig. 3-5와 같았다. 용기의 흡습량은 상대습도 90% 기준에서 원료토에 관계없이 약 0.0005 g/g 건물로서 그리 높지는 않은 것으로 나타났다. 용기의 등은 흡습곡선을 Langmuir 방정식 (3-4)로 fitting 한 결과는 parameter는 Table 3-6과 같았다.

$$M = \frac{K \cdot a_w}{1 + K \cdot a_w}$$

(3-4)

여기서 M 은 수분함량 (건물기준 %), a_w 는 수분활성도, K 는 상수이다. 흡습곡선의 경우는 원료 흙 'a'의 함량이 적을수록 K 값이 작은 것으로 나타났으며, 특히 'a' 흙 함량이 40%인 C형 용기가 저습도 조건에서 흡습량이 아주 적은 것으로 나타났다.

같은 온도에서 수분을 흡수시킨 용기 분말을 다른 상대습도 하에 놓고 평형에 이를 때의 수분함량을 구한 결과로서 등은 탈습곡선은 Fig. 3-6에 제시하였다. 탈습곡선으로 얻은 수분함량은 흡습 시의 경우에 비해서는 상대적으로 높았으며, 상대 습도 85%에까지

이르기는 수분함량에 큰 차이가 없었으나 상대습도 90%에서는 뚜렷이 증가하였으며, 특히 'b' 흡이 많이 함유된 경우가 그 증가가 컸다. 전체적으로 상대습도 85%이하에서는 A형 옹기에서 흡착된 수분 함량이 다른 처리구에 비하여 높았다.

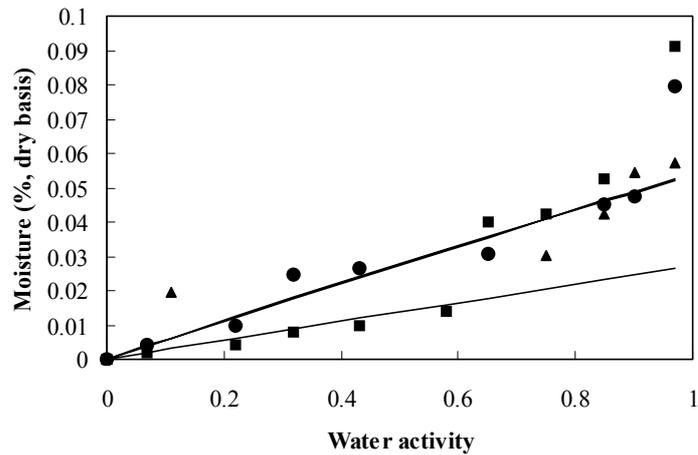


Fig. 3-5. Sorption isotherm of powdered pottery at 20°C. ▲: Type A; ●: Type B; ■: Type C. Solid lines are moisture fitted by Langmuir equation (3-4).

Table 3-6. Langmuir constant for non-glazed pottery

Onggi Type	K for adsorption
1	0.0572
2	0.0566
3	0.0280

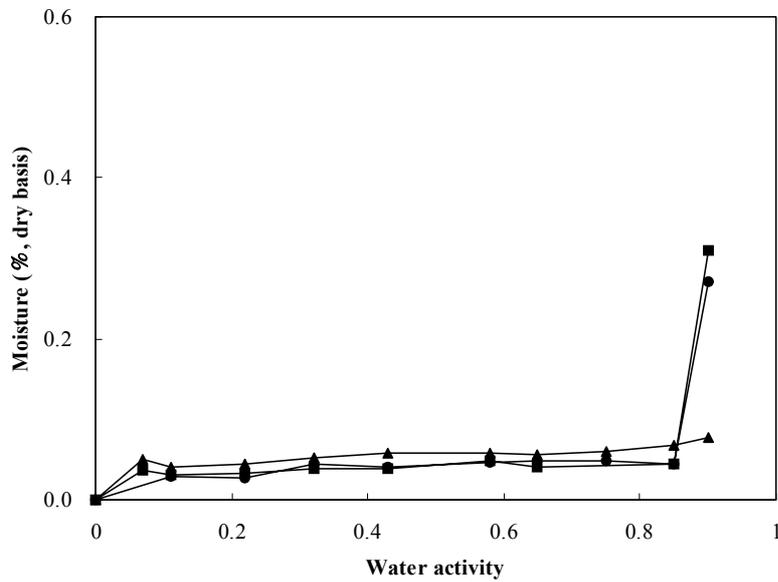


Fig. 3-6. Desorption isotherm of powdered pottery at 20°C. ▲: Type A; ●: Type B; ■: Type C.

나. 용기의 기체 흡착

Fig. 3-7에서는 100% 용기토로부터 제조된 A형 용기의 분쇄시료에서의 이산화탄소와 에틸렌 가스의 흡착의 과정을 보여주고 있다. 저장 6~8일에 이르러 흡착은 평형에 도달하며, 에틸렌이 흡착이 약간 늦게 완결되는 것으로 보인다. 포화된 조건에서 용기 시료에서의 CO₂ 흡착량은 평균 17 μg/g, 에틸렌 가스 약 2.6 μg/g을 나타내었으며, 이러한 양은 다른 기체 흡착제에 비해서는 아주 작은 양으로 평가된다. 따라서 용기가 발효 식품 저장에서 갖는 기체흡착의 효과는 그리 크지는 않을 것으로 평가된다. 그러나 비록 작은 양이지만, 이러한 특성을 적절히 이용하는 식품저장 시스템에서는 기체흡착특성이 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

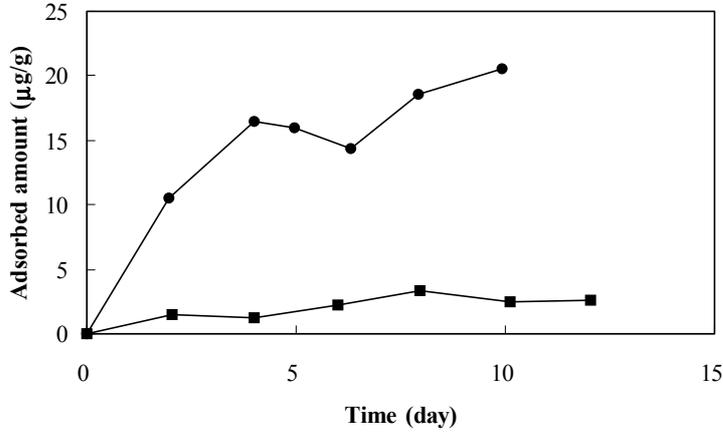


Fig. 3-7. Gas adsorption of powdered *onggi* Type A at 20°C. ●: CO₂ ; ■: C₂H₄.

3. 용기의 변형기체포장으로의 이용가능성

포도 150 g을 포함한 밀봉 용기 용기는 20°C에서 3일 후에 대체적으로 O₂ 및 CO₂의 기체조성에서 평형에 도달하였다. 6일 후의 기체조성을 Table 3-7에서 나타내었다. 유약을 양면에 칠한 A형 용기를 제외하고는 모든 밀봉 용기의 내부기체조성은 공기에 가까웠으며, 이는 용기의 높은 기체투과도에 기인하는 것으로 판단된다(Table 3-4). 모든 용기의 기체투과도는 아주 높아서 포도의 호흡과의 상호작용에서 상당한 변형기체조성을 얻지는 못한 것으로 보인다. 밀폐계 실험에 의하여 측정된 포도의 호흡은 5~21% O₂와 0~20% CO₂의 기체조성에서 O₂ 소비와 CO₂ 생산 속도에서 각각 8.5 및 8.9 mL kg⁻¹ h⁻¹을 보여주고 있었다. 그러나 양면 유약 처리의 A형 용기에서는 8.9% O₂와 14.8% CO₂의 변형기체조성을 보였다. 이는 제한된 기간동안 저장시의 포도의 최적기체조성(5~10% O₂와 15~20% CO₂ 농도)에 가까운 값이었다(Kader, 2003). 본 연구에서는 어떤 신선 과채류 품목의 최적 포장조건을 개발하려는 것이 아니고, 다만 용기가 독특한 기체투과도 특성을 가지기 때문에 변형기체포장 분야에서 이용될 수 있다는 가능성을 보여주고자

하는 것이다. 적절한 처리에 의한 응기를 제조하고, 이를 포장단위와 크기 등을 적절한 조건으로 설정함에 따라 다양한 조건의 변형기체조성을 얻는 것이 가능할 것이다. 이는 변형기체포장의 영역을 확대하여 다양한 식품의 우수한 보존을 얻는 데 기여할 수 있을 것이다. 식품의 종류나 품목에 따라서 응기를 사용한 최적 포장조건의 설정에 관하여 추가적인 연구가 요구되며, 이 경우 적절한 밀봉수단에 대해서도 검토가 있어야 할 것이다.

Table 3-7. Modified atmosphere attained inside the *onggi* container containing 150g of grape fruits at 20°C

Type of earthenware	Glazing treatment	Gas concentration (%)	
		O ₂	CO ₂
A	Both surfaces	8.9 ± 2.0	14.8 ± 2.8
	Outside surface	19.7 ± 0.1	0.8 ± 0.1
	None	20.1 ± 0.1	0.3 ± 0.1
B	Both surfaces	19.9 ± 0.4	0.7 ± 0.5
	Outside surface	20.2 ± 0.3	0.1 ± 0.1
	None	20.5 ± 0.6	0.3 ± 0.3
C	Both surfaces	20.0 ± 0.2	0.4 ± 0.1
	Outside surface	20.1 ± 0.0	0.1 ± 0.1
	None	20.2 ± 0.1	0.0 ± 0.0

4. 발효식품을 숙성시키는 과정에서 응기의 물성변화

가. 응기에서 간장의 숙성 중 변화

2차 년도에 A형 원료 조성으로 제작한 응기에 간장을 담구어서 액즙 중의 품질지표를 측정된 결과는 Table 3-8과 같았다. 전체적으로 pH는 조정기간을 거친 후에 약간 증가하였고, 총산은 30일 혹은 60일 숙성이 증가 후 감소한 것으로 나타났다. 아울러 염분도 대체적으로 증가하였지만, 양면유약 처리와 비유약 처리는 60일 저장 후에는 증가하였다가 100일 숙성에서 감소하였다. 이에 대한 해석으로서는 응기와 간장 사이에는 상호작용이 많이 일어나는 것으로 생각되어질 수 있다. 일반적으로 밀폐용기에서 간장의 숙성에서 pH가 하강하고 산도가 증가하며 염분은 큰 변화가 없지만, 응기와 같은 미세 다공성 소재에서는 간장의 여러 성분이 다공성의 벽을 통하여 확산 이동되며, 아울러 수분도 투과 이동하게 된다. 또한 역으로 천연 유약과 응기벽면의 무기질 등도 간장으로 이행될 수 있을 것으로 추정해볼 수도 있을 것이다. 이렇게 볼 때, 숙성되는 간장의 성분

변화는 미생물과 효소에 의한 생화학적 반응, 외부로의 수분손실, 여러 유효성분의 용기 벽면으로의 흡착 및 이동, 용기벽면으로부터의 무기질 성분의 간장으로의 이행 등이 복합적으로 관여하여 일어난 것으로 이해하여야 할 것으로 보인다.

Table 3-8. Compositional changes of soybean sauce ripened in *onggi* containers

Attribute	Glazing treatment	Ripening time (day)		
		30	60	100
pH	Both surfaces	5.6 ± 0.1	5.6 ± 0.2	7.3 ± 0.1
	Outside surface	5.5 ± 0.1	6.3 ± 0.1	7.4 ± 0.0
	None	5.5 ± 0.1	5.2 ± 0.0	6.8 ± 0.6
Salt content (%)	Both surfaces	19.3 ± 3.0	22.3 ± 1.5	20.1 ± 0.9
	Outside surface	18.8 ± 1.1	18.8 ± 0.4	19.4 ± 0.4
	None	20.7 ± 2.7	25.2 ± 0.8	21.6 ± 2.5
Acidity (%)	Both surfaces	0.68 ± 0.76	0.79 ± 0.11	0.34 ± 0.00
	Outside surface	0.62 ± 0.10	0.46 ± 0.01	0.32 ± 0.01
	None	0.63 ± 0.07	0.95 ± 0.09	0.47 ± 0.11
Amino nitrogen (mg%)	Both surfaces	326 ± 17	450 ± 25	578 ± 26
	Outside surface	342 ± 21	452 ± 30	582 ± 12
	None	350 ± 21	454 ± 31	566 ± 17
Reducing sugar (mg/mL)	Both surfaces	49 ± 17	269 ± 106	352 ± 151
	Outside surface	51 ± 11	147 ± 24	297 ± 82
	None	56 ± 11	412 ± 22	573 ± 216
Free amino acids (mg/mL)	Both surfaces	58.9 ± 9.3	73.7 ± 4.4	82.6 ± 3.2
	Outside surface	61.7 ± 3.5	95.0 ± 8.3	88.0 ± 10.7
	None	62.8 ± 4.8	131.7 ± 28.2	87.8 ± 13.9

숙성에 의하여 아미노태 질소와 환원당은 현저히 증가하였으며, 아미노태 질소의 변화에서는 유약 처리유무에 따라 큰 차이가 없었으나, 환원당 함량에서는 비유약 처리 용기에서 현저히 높은 값을 보였다. 유리 아미노산도 증가하였으며, 내면에 유약을 칠하지 않은 용기에서 비교적 높은 값을 보였다. 다만, 본 연구의 이러한 연구결과는 비교적 소형의 용기에 간장을 숙성하면서 이루어진 변화인 점에 유념할 필요가 있다. 즉, 소형용기에서는 부피에 비해서 간장과 접촉하는 내표면적이 크기 때문에 대용량의 용기의 경우에 비해 용기와 간장의 상호작용이 훨씬 크게 영향을 미칠 수 있을 것이다. 본 연구부분에서 소형 용기에서 간장을 숙성시킨 것은 숙성 중 간장의 품질변화를 살펴보는 것이 주된

목적이 아니고, 간장 숙성 중 용기에서 물성 변화를 이해하려는 것이 주된 목적이었음을 아울러 언급하고자 한다.

나. 간장을 숙성시키는 용기에서의 투과성 변화

Table 3-9에서는 2차년도에 A형 흙 배합으로 제조된 용기에서 간장을 숙성발효시키는 과정에서 용기의 투과성을 측정된 결과를 보여주고 있다. 우선 2차년도에 제조된 용기는 1차 년도에 실험실에서 제조된 용기에 비해서 현저히 낮은 기체 투과도와 수분 투과도를 보여주고 있다 (Table 3-3 및 Table 3-4). 이는 2차 년도에 제조된 용기가 실제 용기가마에서 구워져서 용기구조의 소결이 훨씬 치밀하게 이루어진 것에 따른 것으로 보인다. 초기의 용기에서 양면유약 및 외면유약의 처리는 비슷한 범위의 기체 및 수분 투과도를 보였으며, 이는 유약을 한면이라도 처리하면 투과도를 현저히 낮출 수 있음을 보이고 있다. 이러한 현상도 Table 3-3와 Table 3-4의 1차 년도 제작된 용기에 경우와 비교하면, 유약처리의 차단성 증가효과도 제조과정의 굽는 단계의 소결이 큰 영향을 미칠 수 있음을 나타내고 있다.

Table 3-9. Effect of soy sauce ripening time on gas permeability and moisture transmission of Type A earthenware at 20°C

Glazing conditions	Ripening time (day)	Gas permeability (mL atm ⁻¹ m ⁻² h ⁻¹)		Moisture transmission (g Pa ⁻¹ m ⁻² d ⁻¹)
		O ₂	CO ₂	
Both surfaces	Initial	210 ± 135	182 ± 106	0.0004 ± 0.0001
	30	87 ± 19	83 ± 60	0.0005 ± 0.0002
	100	97 ± 31	105 ± 47	0.0009 ± 0.0003
Outside surface	Initial	234 ± 113	213 ± 118	0.0006 ± 0.0001
	30	17 ± 4	60 ± 8	0.0005 ± 0.0002
	100	14 ± 2	79 ± 9	0.0006 ± 0.0001
None	Initial	1062 ± 134	883 ± 181	0.0036 ± 0.0010
	30	555 ± 226	348 ± 94	0.0024 ± 0.0008
	100	77 ± 47	92 ± 8	0.0013 ± 0.0001

용기를 간장 발효 숙성용 용기로 사용하면, 숙성 30일만 지나도 기체투과도에서는 상당한 감소가 있는 것을 알 수 있다(Table 3-9). 특히 초기의 기체투과도 감소는 유약처리 용기에서 현저하였으며, 외면 유약 처리 용기에서 더욱 심하여 숙성 30일 이후에는 그 기체 투과도가 양면유약 처리한 용기보다도 낮았다. 그리고 유약 처리한 용기들에서

는 30일 이후에는 기체투과도에서 별 변화가 없었다. 한편 유약을 처리하지 않은 용기에서는 숙성 30일 및 100일에서 지속적으로 기체투과도의 감소가 일어났다.

수분 투과도는 유약 처리한 용기에서는 이미 아주 낮은 관계로 인하여 숙성에 따라 추가적인 변화를 발견할 수는 없었다. 하지만 비유약 용기의 수분투과도는 저장 100일에서 상당한 수준으로 감소하였다.

간장을 숙성시키면서 용기에서 기체투과도의 감소가 유의적으로 일어나는 현상은 아마도 숙성의 진행과 함께 미세한 공극이 막히는 현상으로 해석될 수 있을 것으로 보인다. 즉, 가용성 및 비가용성 고형분을 녹이거나 분산시키고 있는 간장 액즙이 용기벽면과 접촉하면서 수분과 성분의 확산과 침투가 진행되면서 기공들이 막히는 것으로 생각되어진다. 특히 유약이 칠해지지 않은 표면의 경우는 비가용성 성분까지 공극으로 침투할 수 있을 것으로 여겨진다. 이러한 과정에서 비유약 용기의 경우는 빠르게 벽면으로 침투한 수분이 외부로 증발되면서 더욱 복잡한 과정을 거칠 것으로 생각된다. 유약을 한면이라도 도포한 용기에서는 기공의 막힘 현상이 숙성의 초기 단계에서 거의 포화에 이르러 더 이상의 변화가 없는 것으로 생각된다. 이러한 투과성의 변화는 기공의 형태적인 변화와 관련이 있을 것으로 생각되어 다음에서 발효숙성된 용기의 미세구조를 관찰하였다.

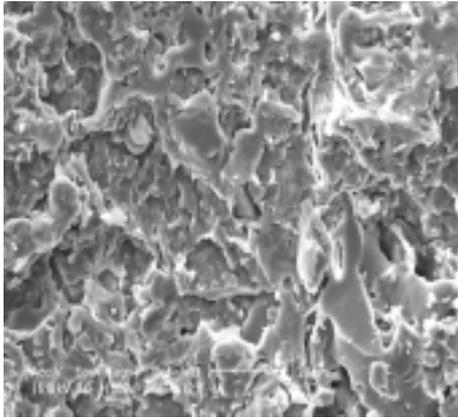
5. 발효에 사용된 용기의 미세구조 및 생화학적 효과

가. 미세구조

Fig. 3-8 및 Fig. 3-9에서는 각각 1차 년도 및 2차 년도에 제조된 용기를 발효에 사용하였을 때의 내부의 미세구조적 변화를 보여주고 있다. 1차 년도에 제조된 용기는 다공성이 큰 관계로 유약 처리의 유무에 관계없이 많은 세포들이 공극사이에 포집된 형태를 보여주고 있다. 특히 내면에 유약이 처리된 양면 유약 처리 용기에서도 세포들이 공극사이에 존재하고 있음은 매우 흥미롭다. 또한 포집된 물체로는 세포외에도 고형성분도 포함된 것으로 보인다. 2차 년도에 산업용 용기 가마에서 제작된 용기에서는 그 조직이 치밀한 관계로 용기의 내부에서는 세포가 공극사이에 포집된 것을 볼 수 없었다. 다만 용기의 내면 다공성 조직 사이에서 결정화된 물질 및 고형물이 발견되었는데 이는 전자현미경 관찰시 원소분석에 의하면 소금이 주된 성분인 것으로 확인되었다. 간장 발효시 이러한 소금 성분의 벽면으로의 확산은 앞에서 살펴본 바와 같이 수분의 확산이동과 함께 간장의 소금 농도 및 다른 성분 변화에도 영향을 주는 주요 요인이 될 수 있을 것으로

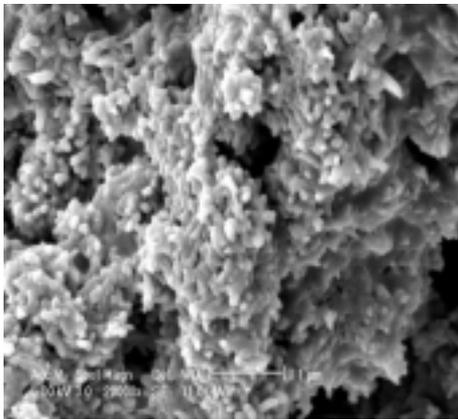
로 판단된다(Table 3-8). 하지만 2차 년도에 제작된 옹기에서도 옹기 표면에는 여전히 세포나 고형분이 정착되어 있는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3-10). 특히 표면에 유약이 처리되지 않은 옹기들에서 많은 양의 세포 혹은 고형분이 흡착 고정화한 현상을 관찰할 수 있었다. 다공성 무기 재료에 효소와 세포 등이 고정화 될 수 있음은 이미 여러 연구자들에 의하여 보고된 바 있다(Ishizaki 등, 1993; Lei 등, 2004; Yui 등, 2001). 미생물의 고정화에는 5~30 μm 의 공극을 가진 다공성 재료가 사용되며, 효소의 흡착 고정화에는 보다 작은 15~70 nm의 공극을 가진 재료가 일반적으로 이용된다.

간장의 발효숙성에 사용된 옹기의 내면 혹은 표면에 미생물 세포와 고형분이 고정화 혹은 포집되는 현상은 앞에서 살펴본 바와 같이 옹기의 기체투과성을 감소시킬 수 있다(Table 3-9). 또한 비유약 처리 옹기에서는 수분투과성도 감소시키는 것으로 보였다. 이러한 현상에 더불어 미세공극에 세포나 효소가 고정화됨은 옹기의 재사용에 따라서 긍정적 요소와 함께 식품안전성 문제를 함께 제기하는 것으로 보인다. 옹기의 미세구조내에 유용 미생물 등이 고정화된다면, 다음에 발효숙성에 사용될 때, 보다 안정적으로 유용미생물의 생육과 번성을 위한 종균의 역할을 할 수 있을 것이다. 이는 또한 숙성을 위한 발효균총의 형성을 위해서도 바람직할 수 있는 것으로 보인다. 하지만 역으로 유해미생물이나 음식물 찌꺼기 등이 옹기의 미세구조 내에서 적층되어진다면, 이는 유해미생물의 번식 시작점이 될 수도 있으며, 음식물 찌꺼기는 변패의 근원이 될 수 있는 우려를 갖는다. 옹기의 유약처리와 소성 조건에 따라서 표면 및 내면에서의 미생물 및 고형분의 흡착 고정화가 달라질 수 있음에 유념하여, 사용 목적에 맞는 옹기의 사용이 이러한 우려를 불식할 수 있을 것이다.

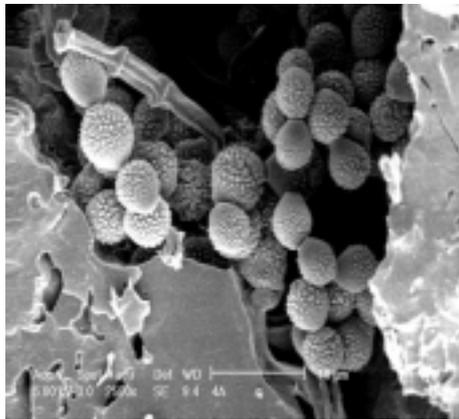


Unused

Used one glazed on both surfaces

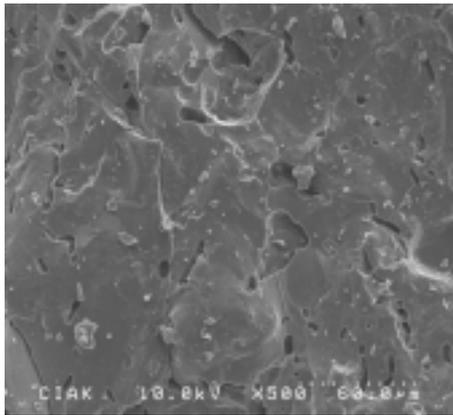


Used one glazed only on outside

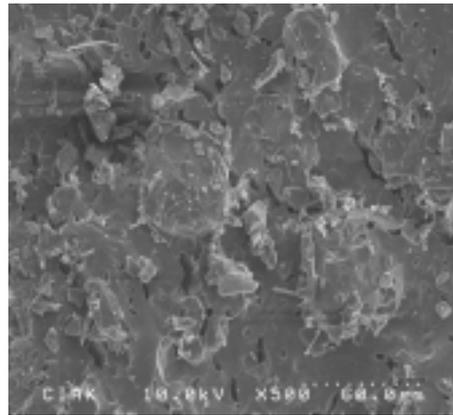


Used one unglazed

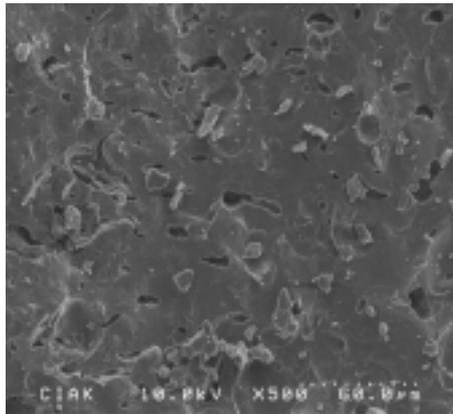
Fig. 3-8. Scanning electron micrographs of the internal microstructure of the Type C *onggi* containers (1st year manufactured products). Used containers were those which had been used for soy sauce fermentation at 30°C for 120 days.



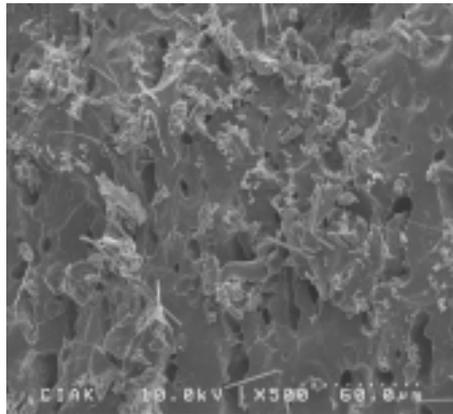
Unused one glazed on both surfaces



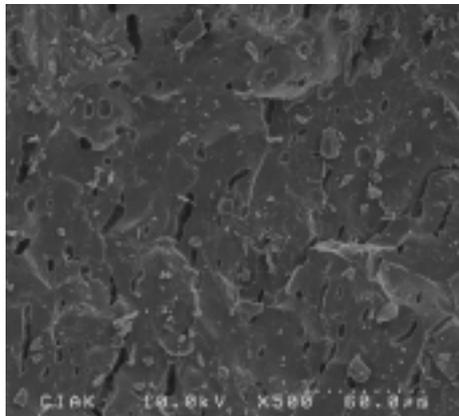
Used one glazed on both surfaces



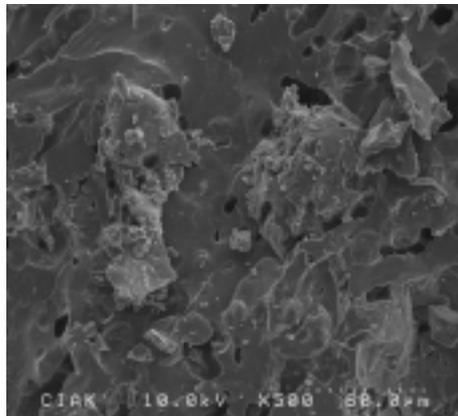
Unused one glazed only on outside



Used one glazed only on outside

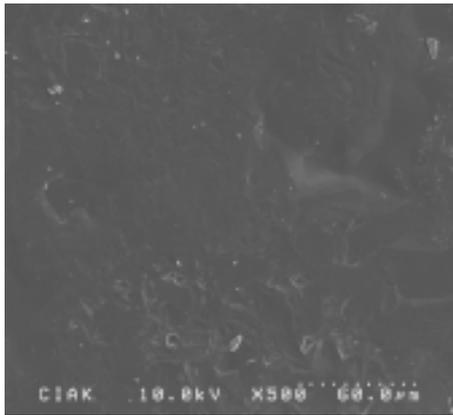


Unused one unglazed

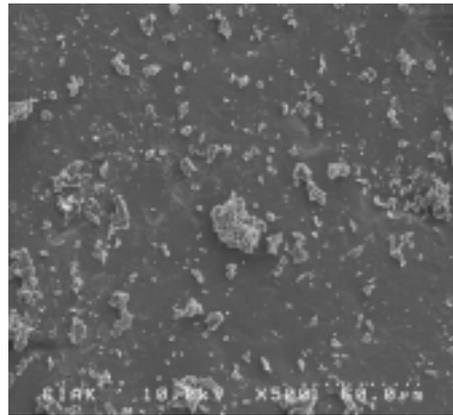


Used one unglazed

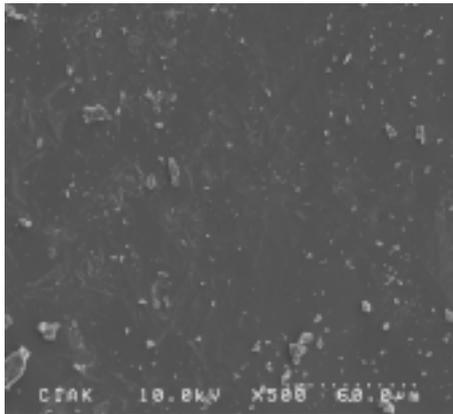
Fig. 3-9. Scanning electron micrographs of the internal microstructure of Type A *onggi* containers used for fermenting soy sauce (2nd year manufactured products). Used containers were those which had been used for soy sauce fermentation at 20°C for 100 days.



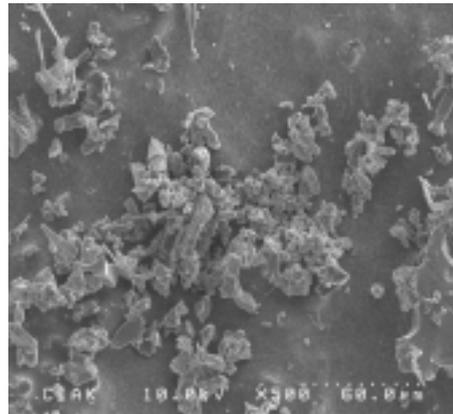
Unused one glazed on both surfaces



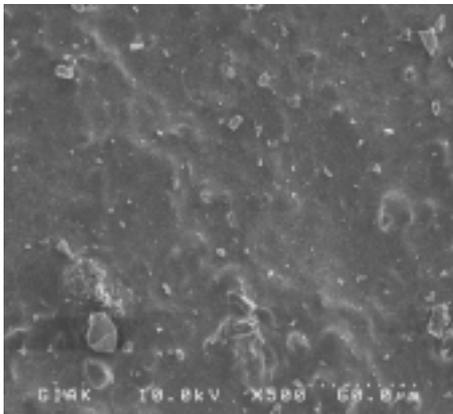
Used one glazed on both surfaces



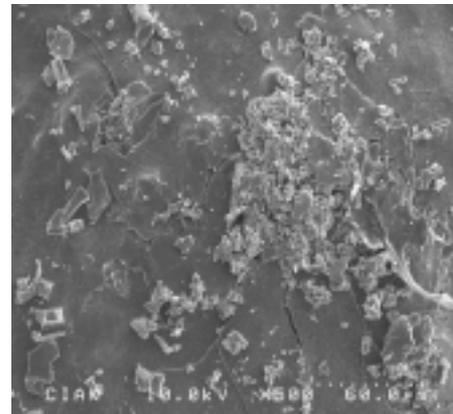
Unused one glazed only on outside



Used one glazed only on outside



Unused one unglazed



Used one unglazed

Fig. 3-10. Scanning electron micrographs of the surface of Type A *onggi* containers used for fermenting soy sauce(2nd year manufactured products). Used containers were those which had been used for soy sauce fermentation at 20°C for 100 days.

나. 발효숙성에 사용된 용기가 갖는 생리활성적 효과

앞에서 논의된 바와 같이 한번 간장의 발효에 사용된 용기에는 투과도가 낮아지고 미생물 세포와 효소 등이 고정화되어 있는 것으로 나타났다. 이러한 세포와 효소가 실제적으로 발효식품의 숙성 초기에 어떤 생화학적 역할을 수행할 수 있는지에 대해서 평가할 필요가 있었으며, 이에 대한 결과를 Table 3-10에서 제시하였다. 대체적으로 100일간 간장 발효에 사용된 용기가 전분과 단백질로부터의 각각의 가수분해산물인 환원당과 유리 아미노산 함량에서 약간 높은 값을 보였다. 이는 Fig. 3-10에서 관찰된 바대로 용기 미세표면구조 속에 흡착 혹은 고정화된 효소 및 미생물에 의한 영향일 수 있을 것으로 여겨진다. 하지만 이에 대한 보다 구체적인 검증은 보다 체계적인 생화학적 검증이 필요할 것으로 생각된다.

Table 3-10. Effect of reusing *onggi* container* on production of reducing sugar and free amino acids from the model liquid food contained in it at 20°C

Glazing conditions	Storage time (day)	Reducing sugar (mg/mL)		Free amino acid (mg/mL)	
		New	Reused	New	Reused
Both surfaces	0	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	5	0.276±0.059	0.276±0.059	0.030±0.022	0.034±0.007
	10	0.284±0.060	0.305±0.056	0.038±0.020	0.044±0.011
Outside surface	0	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	5	0.310±0.057	0.369±0.080	0.029±0.004	0.032±0.004
	10	0.292±0.058	0.361±0.086	0.077±0.041	0.259±0.011
None	0	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	5	0.307±0.055	0.321±0.095	0.171±0.023	0.396±0.042
	10	0.275±0.058	0.316±0.067	0.065±0.043	0.236±0.002

* Type A containers were used for containing the model food, which was prepared by dissolving soluble starch and protein at 0.1% concentrations each in water. Initial sample solution contained none of reducing sugar and free amino acid. Reused containers are those which contained soy sauce for 100 days as ripening process at 20°C.

제 4 절 결 론

한국 용기는 미세다공성 구조를 가짐에 의하여 아주 높은 수분 투과성과 기체투과성을 가졌으며, 이는 식품의 품질을 보존하는 데 유용하게 사용될 수 있다. 또한 용기는 CO₂/O₂ 투과도의 비에서 0.6~1.0의 범위를 가졌다. 수분과 기체 투과도는 용기의 원료 흡 조성, 유약처리, 굽는 공정의 선택에 의하여 달라질 수 있는 것으로 나타났다. 용기의 열차단성은 유리와 비슷하였으며, 금속포장재보다는 높은 열차단성을 가지나, 종이 및 플라스틱보다는 낮은 열적 차단성을 가졌다. 전체적으로 용기의 기공도가 클수록 수분 차단성, 기체 차단성은 낮았고 열 차단성은 높았다. 이러한 용기의 투과 특성은 신선 과채류 및 발효식품 등의 보존을 위한 포장에 이용될 수 있는 다양한 특성을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

용기는 상대습도 90% 기준에서 원료토에 관계없이 약 0.0005g/g 건물 기준의 수분을 흡착할 수 있었으며, 약간의 CO₂ 및 에틸렌 가스를 흡착할 수 있었다(CO₂ 약 17μg/g, 에틸렌 가스 약 2.6μg/g). 용기는 간장을 담아서 숙성하는 중 기체투과도에서 현저한 감소를 보였으며, 수분 투과도에서도 조건에 따라 약간의 감소를 보였다. 이러한 투과도의 감소는 용기벽면의 미세공극에 침착 고정되는 세포 및 고형분에 의한 것으로 추정되었다. 용기 벽면에 고정화된 미생물 세포 및 효소 등은 액체 식품 등과 접촉 시 가수분해 속도를 증가시켜서 숙성 시 유용미생물군의 정착 및 발효환경 조성에 긍정적인 기능을 할 수 있는 것으로 평가되는 반면에, 잘못된 발효숙성의 관리에서 발생할 수 있는 오염 미생물에 대한 적절한 대비와 관리가 요구되었다.

참 고 문 헌

- 기술표준원, 흡의 입도 시험 방법, 한국산업규격 KSF2302, 한국표준협회: 서울 (2002)
- 배원태, 조영제, 허보영: 서부경남 가야토기의 태토분석을 위한 기초적 연구, 경남문화연구, 7, 99-108 (1984)
- 유선미, 김진숙, 신동화: 전통된장의 담금용기에 따른 숙성 중 품질변화, 한국농화학회지, 44, 230-234 (2001)

- 이철호: 동북아시아 원시토기문화시대의 특징과 식품사적 중요성, 민족문화연구, **32**, pp.325-357 (1999)
- Brown WE. Selecting plastics and composite barrier systems for food packages. In *Food Product-Package Compatibility*, Gray JI, Harte BR, Miltz J (eds.); Technomic Publishing: Lancaster, USA, pp.200-228 (1987)
- Day BPF. Fruits and vegetables. In *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods*, Parry RT (ed.); Blackie Academic and Professional: London, pp.114-133 (1993)
- Emblem A. Predicting packaging characteristics to improve shelf-life. In *The Stability and Shelf-life of Food*, Kilcast D, Subramaniam P (eds.); Woodhead Publishing: Cambridge, UK, pp.145-169 (2000)
- Exama A, Arul J, Lencki RW, Lee LZ and Toupin C. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *J. Food Sci.* **58**, pp.1365-1370 (1993)
- Fishman S, Rodov V and Ben-Yehoshua S. Mathematical model for perforation effect on oxygen and water vapor dynamics in modified-atmosphere packages. *J. Food Sci.* **61**, 956-961 (1996)
- Giannuzzi L, Lombardi A and Zaritzky NE. Microbial flora in hard and soft cheeses packed in flexible plastic films. *Ital. J. Food Sci.* **10**, 57-65 (1998)
- Hayes GD. *Food Engineering Data Handbook*. John Wiley and Sons: New York, pp.36-37 (1987)
- Hernandez RJ, Selke SEM and Culter JD. *Plastics Packaging*. Hanser Publishers: Munich, Germany, pp.70-71 (2000)
- Ishizaki K, Komarneni S and Nanko M. *Porous Materials: Process Technology and Applications*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Netherlands, pp.181-224 (1998)
- Kader, AA. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. *Acta Hort.* **600**, 737-740 (2003)
- Kousake Y. Size measurement. In *Powder Technology Handbook*, Linoya K, Gotoh K, Higashitani K (eds.); Marcel Dekker: New York, pp.15-39 (1991)

- Lee CH. *Fermentation Technology in Korea*. Korea University Press: Seoul, pp.23-43 (2001)
- Lee D.S, Kang JS, Renault P. Dynamics of internal atmosphere and humidity in perforated packages of peeled garlic cloves. *Inter. J. Food Sci. Technol.* **35**, 455-464 (2000)
- Lee DS, Jang JD, Hwang YI. The effects of using packaging films with different permeabilities on the quality of Korean fermented red pepper paste. *Inter. J. Food Sci. Technol.* **37**, 255-261 (2002)
- Lei J, Fan J, Yu C, Zhang L, Jiang S, Tu B, Zhao D. Immobilization of enzymes in mesoporous materials: controlling the entrance to nanospace. *Microporous & Mesoporous Materials.* **73**, 121-128 (2004)
- Liem NQ, Thanh NT, Colomban P. Reliability of Raman micro-spectroscopy in analyzing ancient ceramics: the case of ancient Vietnamese porcelain and celadon glazes. *J. Raman Spectrosc.* **33**, 287-294 (2002)
- Lim JW, Park ES, Cheigh HS, Lee DS. Effect of packaging unit and temperature on the volume expansion of flexible permeable package of *kimchi*. *Packag. Technol. Sci.* **14**, 41-48 (2001)
- Log T and Gustafsson SE. Transient plane source technique for measuring thermal transport properties of building materials. *Fire and Materials* **19**, 43-49 (1995)
- Lowell S, Shields JE. *Powder Surface Area and Porosity*. Chapman and Hall: London, pp.14-29 (1984)
- Piergionvanni L, Fava P and Moro M. Shelf life extension of Taleggio cheese by modified atmosphere packaging. *Ital. J. Food Sci.* **5**, 115-127 (1993)
- Robertson, G.L. *Food Packaging*. Marcel Dekker: New York, pp.73-110 (1992)
- Shelekhin AB, Dixon AG, Ma YH. Adsorption, permeation, and diffusion of gases in microporous glass membranes. *J. Membrane Sci.* **75**, 233-244 (1992)
- Song Y, Lee DS, Yam KL. Predicting relative humidity in modified atmosphere packaging system containing blueberry and moisture absorbent. *J. Food Process. Preserv.* **25**, 49-70 (2001)

- Topal RS. Effects of different packaging materials and techniques on the curing of Kashar cheese and on its surface moulds. *Lebensm. Wiss. u Technol.* **24**, 341-349 (1991)
- Yam KL, Lee DS. Design of modified atmosphere packaging for fresh produce. In *Active Food Packaging*, Rooney ML (ed.); Blackie Academic and Professional: London, pp.55-73 (1995)
- Yiu HHP, Wright PA, Botting NP. Enzyme immobilization using siliceous mesoporous molecular sieves. *Microporous & Mesoporous Materials.* **44-45**, 763-768 (2001)

제 4 장 옹기를 이용한 장류식품의 발효숙성 방법 정립

제 1 절 서 론

발효식품은 현대 과학문명이 발달하기 훨씬 이전부터 경험을 통하여 터득되어진 자연 발효법에 의하여 각 가정에서 전통적으로 제조되어져 왔다. 그러나 최근에 경제성장과 더불어 전통식품의 상품화가 이루어지고 있으며, 이러한 과정에서 전통적인 자연 발효법의 특성이 종종 무시되면서 대량생산을 위한 미생물 공정이 사용되고 있다(이택수, 1979; 김영수 등, 1994; 유영진 등, 1998). 주거환경의 변화와 주부들의 사회활동에 따른 식생활의 변화로 인하여 한국 발효식품을 대표하는 장류 식품들은 많은 산업화가 이루어져 왔으나 사용되고 있는 제조과정에 있어서 전통적이라 할 수는 없다. 이러한 환경은 전통발효식품의 품질요소와 이미지를 훼손하고 있는 측면이 있다.

전통발효식품이 고부가가치 상품으로의 경쟁력을 가지기 위해서는 전통적인 자연 발효법의 원리를 적용한 기술에 의해서 고급화된 품질의 제품으로 생산될 필요가 있다. 이를 위해서는 전통적인 자연 발효법에 대한 과학기술적인 이해가 무엇보다도 선행되어야 한다. 또한 개방화되고, 세계화된 현대 산업사회에서 우리나라 발효식품이 지속적으로 경쟁력을 갖고 이용되고 세계시장에 수출되기 위해서도 한국 발효식품의 우수한 제조원리와 품질특성에 대한 과학적 해명이 있어야 하고, 이를 체계적으로 홍보할 수 있어야 한다.

한국의 발효식품의 제조과정에 중요한 역할을 한 하나의 요소는 옹기를 중심으로 한 발효옹기에 있다고 할 수 있을 것이다. 옹기는 우리 식생활에서 발효식품을 발효하고 저장하는 용기로 애용되어 왔으며 우리 민족의 정서와 품성을 잘 부합하는 것으로 통념화되어 있다(정양모 등, 1999). 따라서 전통적이고 자연적 소재로 이루어진 발효옹기인 옹기를 이용하여 옛 맛을 그대로 살리면서 우수한 품질을 가진 발효식품으로 생산되는 기술로 확립된다면 이는 한국 고유발효식품의 고부가가치화에 크게 기여할 수 있을 것이다.

곡류를 주식으로 하는 한국 고유의 식생활에서 맛과 향의 조화를 이루는 전통 발효식품인 장류는 조미료뿐만 아니라 단백질 공급원으로 제조방법이나 성분에 관한 연구 및 품질개선에 관하여 지속적인 연구가 이루어져 왔다(조덕현 등, 1970; 이개호 등, 1976; 이종규 등, 1980; 신동화 등, 1996; 박석규 등, 2000; 김문숙 등, 2000; 박병준 등, 2002). 그

러나 전통적으로 사용해 오고 있는 발효 용기인 옹기가 발효식품에 작용하는 메카니즘은 규명되어 있지 않은 것이 현실이다. 발효식품인 장류는 발효용기 즉 플라스틱 옹기, 스텐 옹기, 옹기 등에 따라 맛과 향에 있어서 많은 차이를 나타내는 것으로 통상적으로 얘기되고 있고, 구전으로 전해오고 있다. 이들 용기별 차이점에 대한 연구는 몇몇 연구자들에 의해 아주 기초적인 부분에서 이루어 졌고, 몇 편의 보고문헌이 있다(이영선, 1995; 박옥진 등, 1996; 정혜정, 2000; 유선미 등, 2001). 하지만 이러한 용기별 차이점이 과학적인 방법에 의해 체계적인 연구가 시도된 적이 거의 없다. 따라서 전통 발효식품인 간장, 된장, 고추장을 발효시키는 과정에서 옹기와 그 외 담금 옹기간의 차이점을 과학적인 방법으로 정립하고자 한다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 발효식품 제조

가. 간장의 제조

4간장은 삼미식품에서 발효시킨 멸치 발효액과 시장에서 구입한 콩알메주를 이용하여 Table 4-1과 같은 조건으로 각각의 발효 담금 옹기에 혼합하여 일부는 30℃에 저장 발효하면서 분석하였고, 일부는 상온에서 발효 중 품질변화를 통하여 담금 옹기간의 차이점을 규명하였다. 실험기간은 4개월 간 이었다.

Table 4-1. The mixing ratio of ingredients for the preparation of soy sauce

Ingredients	Weight ratio(%)
Anchovy sauce	80.0
Meju	20.0

나. 된장의 제조

된장은 염화마그네슘(MgCl)이 제거된 천일염을 물에 녹여 18%의 염수를 만들어 시장에서 구입한 콩알메주와 6 : 4(w/w)의 비율로 혼합하여 각각의 발효 담금 용기에 채워서 상온에서 30일간 발효 후 액을 분리하고 4개월간 숙성시키면서 품질변화를 통하여 담금 용기간의 차이점을 규명하였다.

다. 고추장 제조

고추장은 시장에서 구입한 재료를 Table 4-2의 배합조건으로 혼합하여 각각의 발효 담금 용기에 채워서 일부는 30℃에서 일부는 상온에서 각각 4개월 간 저장 발효 중 품질변화를 통하여 담금 용기간의 차이점을 규명하였다.

Table 4-2. The mixing ratio of ingredients for the preparation of traditional *kochujang*

Ingredients	Weight ratio(%)
Refined water	42.6
Red pepper powder	18.8
Glutinous rice	15.6
Salt	8.2
Starch syrup	4.7
Meju powder	4.0
Malt extract solution	3.1
Sugar	3.0

2. 발효 담금 용기

가. 다양한 담금 용기의 발효 중 품질 특성 평가

일반적으로 발효식품 담금 용기로 가정에서 사용하고 있는 기존의 용기(용기토 100%로 유약을 용기의 양면에 모두 도포)를 효과적인 실험을 위하여 컵모양의 628 mL 용량의 소형 원통형으로 제작된 용기를 사용하였으며, 동일한 규격의 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET), 스테인레스 용기를 제작 구매하여 간장, 고추장 발효에 사용하였다.

나. 여러 조건으로 제작된 용기의 발효적 특성 평가

용기의 기공율의 차이에 따른 발효식품의 품질변화를 확인하기 위하여 첫째, 용기제

조용 흙의 비율을 달리하였다. 즉, 옹기토(충남 성환지역 옹기토 : 전남 무안지역 옹기토 = 1:1 비율로 혼합), 황토(경남 양산시 서창 일원에서 채취), 분쇄토(경남 산청군 생초면 일원에서 채취한 점토를 굵은 채로 쳐서 분쇄기로 갈아서 사용)의 비율을 달리하여 제조하였다. 둘째, 유약의 도포 정도를 달리하였다. 즉, 유약을 양면 모두 도포하지 않은 것, 옹기 바깥 한 면만 도포 한 것 그리고 안, 밖 양면 모두 도포 한 것 세 가지로 구분하여 제작한 것을 사용하였다. 옹기의 제작 조건은 1장에서 설명한 바와 같으며, 흙의 구성비와 유약의 도포는 Table 2-1과 같다.

다. 현장 발효용 담금 옹기

발효식품인 간장, 된장, 고추장에 대하여 현장 발효조건으로 담금 옹기를 달리하여 품질에 미치는 영향을 확인하였다. 흙의 비율과 유약의 도포 정도에 따른 옹기의 기공율 차이에서 얻어진 발효식품 품질 변화를 토대로 100%의 옹기토로 유약을 양면 모두 도포한 20 L 용량으로 제작된 옹기를 사용하였다. 대조구로는 동일한 용량의 스테인레스, 플라스틱(PP)을 시장에서 구입하여 사용하였고, 또한 여러 해 동안 사용해온 동일한 용량의 옹기와도 비교 검토하였다.

3. 품질측정 방법

가. 수분손실, 염도, pH 및 총산 측정

간장, 된장, 고추장의 저장 발효 중 품질변화에 대한 측정에 있어서 수분손실은 발효 저장 전 초기 무게에서 저장 후 무게의 차이를 초기무게에 대한 백분율로 나타내었다. 염도는 각각의 시료 5 g에 증류수 45 ml을 넣고 이온 강도 조절시약 orion ionic strength adjustor 1 ml을 첨가하여 염도계(Thermo orion, USA)의 probe로 측정하였다. pH는 pH meter(Model 230A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였다. 총산은 각각의 시료 10 g을 물 100 ml와 혼합하여 0.1 N NaOH로서 pH 8.1이 될 때까지 적정하여 그 소비량으로 나타내었다(보건복지부, 1998).

나. 환원당, 총질소 및 아미노산성 질소 함량 분석

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS) 비색법으로 test tube에 시료 1 g과 DNS 시약 1 ml를 넣고 5분간 중탕한 후, 바로 냉각한다. 여기에 증류수 8 ml를 가한 후 540 nm에

서 흡광도를 측정하여 계산하였고 고추장 시료에 한해서 분석하였다. 총질소 함량은 micro-Kjeldahl법에 의해 분석하였다. 간장, 된장, 고추장 시료 각각 1 g에 분해촉진제 2~3 g과 황산 10 ml를 가한 후, 420℃에서 120분간 시료를 분해하였다. 분해된 시료를 자동 증류·중화장치(Pro-nitro II, Selecta社)에서 증류 및 중화 후 0.1 N - HCl 용액으로 적정한 후, 계산식에 의해 총질소 양을 산출하였다. 아미노산성 질소는 Formol법(주현규 등, 1989)으로 측정하였다.

다. Protease 활성 측정

Protease 활성은 기질로 1.0% casein(Sigma 사)을 사용하였으며 buffer는 Mcilvine buffer(0.2M $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ + 0.1M citric acid, pH 7.0)를 사용하였고 neutral protease의 활성을 억제하기 위하여 1.5×10^{-3} M disodium EDTA를 사용하였다. Buffer에 녹인 1.0% casein 1 mL와 disodium EDTA 1 mL를 시험관에 넣고 항온수조에서 30℃로 조정 한 후, 역시 30℃로 조정 한 시료 각각 1 g를 첨가한다. 정확히 10분 후 0.4 M trichloroacetic acid(TCA) 3 mL를 넣어 반응을 정지시킨 후 30분간 정치한다. 이 반응액을 여과한 후 여액 2 mL를 취하여 다른 시험관으로 옮겼다. 이 시험관에 0.55 M sodium carbonate 5 mL와 3배 희석한 Folin reagent 3 mL를 넣고 30℃에서 30분간 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 반응 조건하에서 1분간 tyrosine 1 μg 을 유리하는 효소량을 1 unit로 하였다.

라. 미생물 변화 측정

간장, 된장, 고추장의 시료에 대한 미생물 변화 중 총균수의 측정은 시료를 멸균증류수로 단계적으로 희석한 후 시료액을 Plate Count Agar(Difco Laboratories, Detroit, U.S.A)에 접종하여 30℃에서 48시간 배양한 후 colony 수를 측정하여 호기성 세균의 균수로 측정하였다. 희석된 시료액을 Potato Dextrose Agar(Difco Laboratories, Detroit, U.S.A)에 접종하여 25℃에서 72시간 배양한 후 나타나는 colony로 효모의 균수를 측정하였다. Lactobacilli MRS 배지에 0.001% bromocresol purple을 첨가하고 희석된 시료액을 도말한 다음 그 위에 배지를 중층시키고, 30℃에서 48시간 배양한 다음 나타나는 colony를 젖산균으로 하여 균수를 측정하였다.

마. 핵산 및 유리아미노산 분석

핵산은 시료 10 g에 10% perchloric acid(KOH) 25 ml 첨가하여 30분 동안 stirring

한 후, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 한다. 이 후 상층액을 취하여 5N - KOH 용액을 가하여 pH를 6.5로 조정한다. 다음, 중화 perchloric acid로 100 ml로 정용하고 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후, HPLC로 분석하였다. 분석조건은 시료 주입량 20 μ l, Agilent SB-C18(4.6×250 mm, 5 μ m)column, 이동상은 60 mM K₂HPO₄, 40 mM KH₂PO₄ (pH 7.5), 유속 0.7 mL/min, UV 254 nm로 검출하였다. 유리아미노산은 시료 200 mg을 정확히 취해서 0.01N - HCl로 50 mL 정용한 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 아미노산 자동분석기(LC 3,000 amino acid analyzer)에 주입하여 분리 정량 하였다. 분석기의 조건은 cation exchanger resin(BTC-F) column을 사용하였고, detector는 UV 570 nm, UV 440 nm를 사용하였으며, injection volume은 20 μ l이고, mobile phase는 A에서 F buffers를 사용하였다.

바. 색도 측정

색도는 색차계(Spectrophotometer, Minolta, CM-3600d, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 표시하였다. 이상의 모든 실험은 3반복에 의한 평균치로 계산되었다.

사. 관능검사

관능검사는 4개월 간 발효·숙성이 완료된 간장, 된장, 고추장에 대하여 실시하였다. 관능요원은 장류회사의 전문요원과 주부로 구성된 20명의 인원에 의해 실시되었다. 검사 항목은 색상, 냄새, 맛, 종합적인 평가로 나누어 실시하였다. 평가는 5점 척도법으로 최고 5점에서 최저 1점으로 하였다. 관능검사 결과는 SAS program(8.2)를 이용하여 ANOVA 분석하였으며, Duncan's multiple Range test($\alpha < 0.05$)로 각 시료간의 유의성을 검증하였다.

4. 담금 용기 내 온도 변화 측정

가. 빈 용기의 온도 변화

20 L로 제작된 용기와 동일한 용량의 스테인레스, 플라스틱(PP) 재질의 빈 담금 용기 내부의 온도 변화를 측정하였다. 외기 온도를 24℃에서 시작하여 담금 용기 내부 온도가 40℃되기까지 온도변화와 시간을 측정하였다. 또한 내부온도가 40℃에서 24℃까지 떨어지는 온도변화와 시간을 측정하였다. 온도측정은 외부 온도의 영향을 받지 않게 제

작된 50 x 50 x 70 cm 상자 내에서 이루어 졌다. 용기의 두께는 0.8 cm이고, 스테인레스 와 플라스틱의 두께는 0.3 cm 이다.

나. 발효식품 내부의 온도 변화 측정

간장, 된장, 고추장을 상온에서 발효시키는 동안 외기 온도와 담금 용기 내 온도 변화를 측정하였다. 온도 변화는 용기, 스테인레스, 플라스틱(PP) 용기에 대하여 측정하였고, 측정기간은 장류를 담근 2월 20일부터 6월20까지 매일 오전 9시부터 오후 10시까지 이루어 졌다. 온도 측정은 용기 내부에 온도계를 설치한 후 실시간 온도변화를 기록하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 제작된 용기에서 발효식품의 발효 특성 평가

가. 다양한 발효식품 담금 용기의 발효 중 품질 특성의 평가

Table 2-1과 같이 제조된 용기와 다른 발효식품 담금 용기[용기, 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스]에 Table 4-1 및 Table 4-2의 배합조건으로 제조된 간장, 고추장에 대하여 발효과정 중 품질 특성을 평가하였다. Fig. 4-1과 Fig. 4-2는 각각 간장과 고추장의 수분 손실의 변화를 보여준다. Fig. 4-1의 간장의 경우 용기는 발효 1개월에서 4개월까지 발효하는 동안 각각 3.4%, 4.3%, 8.0%, 10.7%로 타 용기에 비교해서 높은 손실율을 보인 반면, 유리 용기는 0.5%에서 6.5% 범위였고, 플라스틱 용기의 경우는 0.0%에서 3.0%범위로 증가하였으며, 타파 용기는 초기 0.6%에서 말기 0.6%를 유지하였다. 그리고 스테인레스 용기는 초기 1.6%에서 4개월 마지막 5.2%로 증가하였다. 용기가 다른 용기들에 비교해서 수분 손실율이 높은 이유는 용기가 기공성이 크기 때문일 것으로 생각되며, 또한 간장 자체가 액상이므로 더욱 높은 수분 손실율을 가지는 것으로 생각된다. Fig. 4-2의 고추장의 경우는 간장의 경우와는 달리 발효 1개월에서 3개월까지는 모든 용기에서 거의 비슷한 수준의 감소율을 보였으나 마지막 4개월 째는 용기가 가장 낮은 손실율을 나타내었다. 이는 간장이 가지는 액상의 특성이 아니라 수분 함량이 낮고 점성을 가지므로 자체 수분손실율이 낮은 것으로 생각된다.

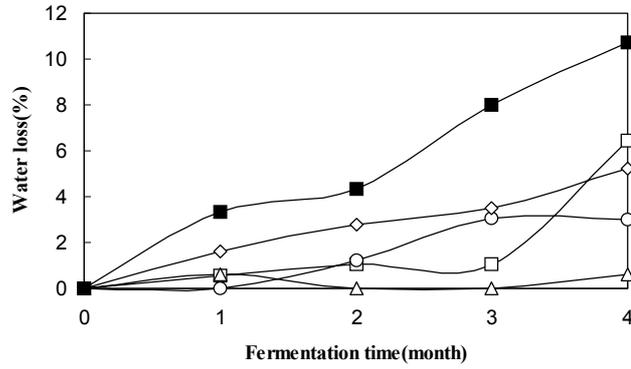


Fig. 4-1. Changes in water loss of soy sauce during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

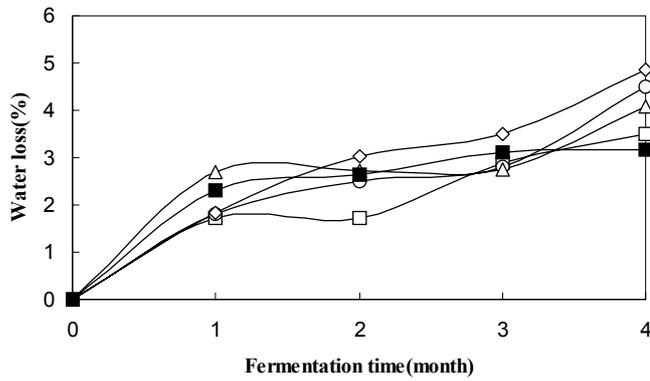


Fig. 4-2. Changes in water loss of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

Fig. 4-3과 Fig. 4-4에서 나타내는 NaCl 함량은 간장과 고추장 모두 전체적인 경향은 증가하는 것으로 나타났다. 담금 초기 15.3%에서 발효 1개월 째는 모든 구에서 거의 일정한 수준을 유지 하다가 발효 2개월부터 스테인레스를 제외한 나머지 구에서 일정한 수분으로 높아지기 시작하여 발효 4개월까지 약 17.0% 수준을 유지하였다. 스테인레스 용기는 17.0%, 17.9%, 18.6%로 증가하여 최고의 염농도를 나타내었다. 발효 4개월 째 스테인레스 용기 내에서 소금의 결정들이 석출되었다. 용기의 경우는 염농도가 수분 손실율에 비례하여 증가하는 것은 아니다. 이는 수분에 녹아 있는 염이 수분과 함께 기공을 통과하는 과정에서 일부는 내부기공에 일부는 용기 표면에 그대로 남아 실제 발효식품 자체의 염농도에는 많은 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 염이 용기 바깥 표면에 붙어 있는 것을 확인할 수 있었다. 그 외 용기에 대해서는 수분 손실율과 비례하여 염농도가 증가하는 경향을 보였다.

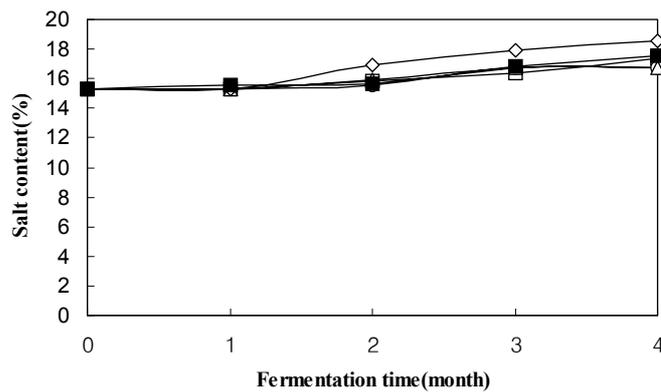


Fig. 4-3. Changes in salt content of soy sauce during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

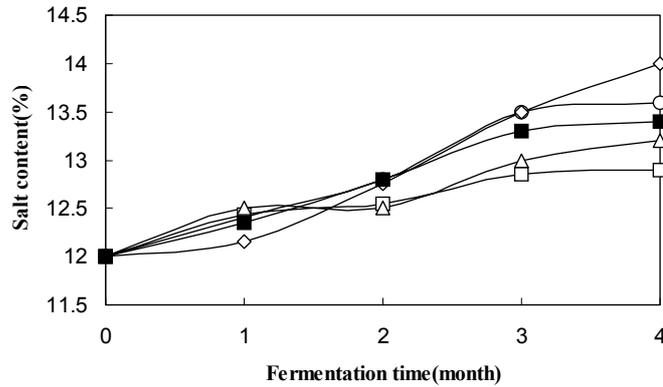


Fig. 4-4. Changes in salt content of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : onggi(B0-BG)

간장과 고추장의 발효 중 미생물에 의한 발효산물과 밀접한 관련이 있는 pH와 적정 총산의 변화는 Fig. 4-5와 Fig. 4-6, 그리고 Fig. 4-7, Fig. 4-8과 같다. 간장에서의 pH 변화는 용기를 제외한 나머지 용기에서 담금 초기 pH 5.5에서 발효 종료시까지 거의 같은 수준으로 유지되었고, 용기의 경우는 발효 초기부터 2개월까지 pH 5.4 정도로 유지되다가 발효 3개월부터 pH 5.3으로 낮아졌다. 이러한 현상은 용기의 기공율에 의해 용기 내부에 미생물이 성장할 수 있는 적정 환경이 유지되어 Fig. 4-7과 같이 젖산 생성이 많았기 때문인 것으로 생각되며, 다음에 제시되는 Fig. 4-13의 미생물 변화와 거의 유사한 경향을 나타내고 있다. 고추장의 경우 용기에서 담금 초기 pH 4.4에서 1개월 후 pH 4.3으로 낮아져 4개월까지 거의 같은 수준으로 유지되었고, 이는 다른 용기들에 비교해서 가장 낮은 pH 였으며, Fig. 4-8의 용기에 대한 젖산 변화와 Fig. 4-14의 미생물 변화와 일치함을 알 수 있다. 그 외의 용기들에서는 일관성 있는 변화는 보이지 않았고, 시간이 지남에 따라 pH가 산성화되어 갔다. Fig. 4-7의 간장에 대한 젖산 변화는 용기를 제외한 나머지 용기들에서 거의 같은 수준으로 증가하였다. 담금 초기 0.40%에서 발효 1개월째 0.54%에서 0.62%범위로 증가 후 비슷하게 4개월 발효 종료까지 이 수준을 유지하였다.

반면 옹기는 담금 초기 0.40%에서 0.62%, 0.62%, 1.31%, 1.43%로 발효 기간이 늘어날수록 젖산 함량도 늘어났다. 이러한 현상은 옹기의 pH 변화와 거의 일치하였다. Fig. 4-8의 고추장 발효 중 젖산의 변화는 Fig. 4-6의 고추장 pH 변화와 일치하지는 않았다.

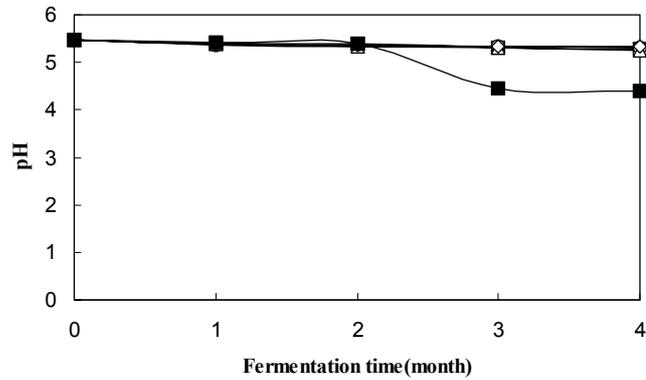


Fig. 4-5. Changes in pH of soy sauce during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

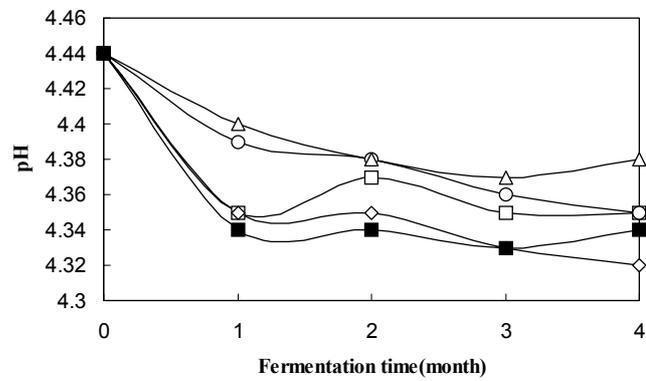


Fig. 4-6. Changes in pH of *kochujang* during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

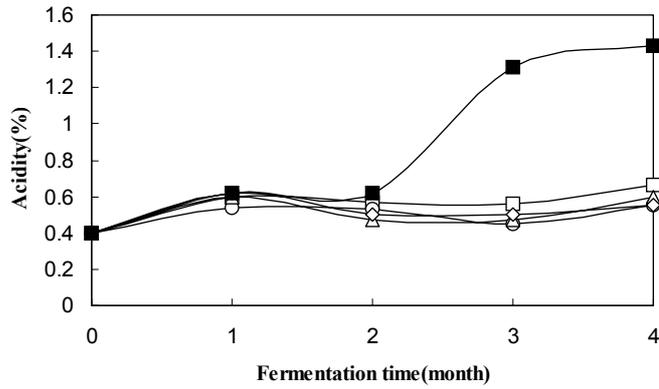


Fig. 4-7. Changes in total acidity of soy sauce during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

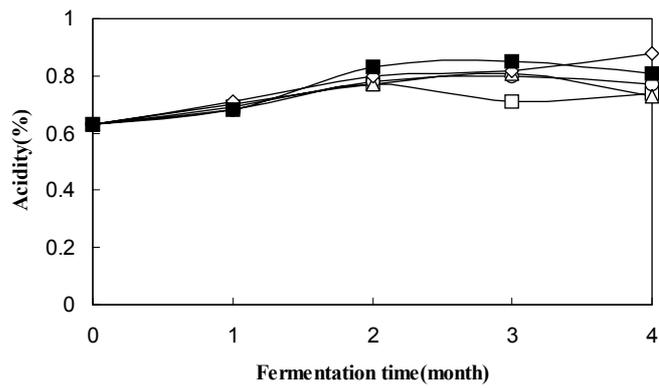


Fig. 4-8. Changes in total acidity of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

총질소 함량은 Fig. 4-9와 Fig. 4-10에서 각각 간장과 고추장의 변화를 보여주고 있다. 간장의 경우 모두 발효 기간의 경과에 따라 증가하고 있고, 특히 용기가 담금 초기 0.9%에서 발효 종료시 1.8%로 가장 높은 함량을 보이고 있으며, 스테인레스가 용기와 비슷한 발효 종료 1.7%로 증가하였다. 그 외의 용기들은 1.3%~1.5% 수준으로 증가하였다. 용기에서 총질소의 양이 증가하는 것은 발효 중 높은 공기 투과도에 영향을 받아 미생물의 증가로 인하여 이들이 생산하는 단백질 분해효소에 의해 아미노산이 분해되어 타 용기에 비해 암모니아를 많이 생성하기 때문인 것으로 생각된다. Fig. 4-10 고추장의 경우도 간장의 경우와 비슷한 경향을 보이고 있다. 용기의 경우는 담금 초기 1.0%에서 발효 종료 4개월까지 1.3% 함량으로 직선적인 증가를 보이고 있고, 유리 용기는 1.1%, 플라스틱 용기는 1.4%, 타파 용기는 1.2%, 스테인레스 용기는 1.0%로 증가하였다. 타 용기에 비교해서 용기가 높은 총질소 함량을 나타낸 것은 간장에서 설명한 내용과 동일한 현상일 것으로 생각한다.

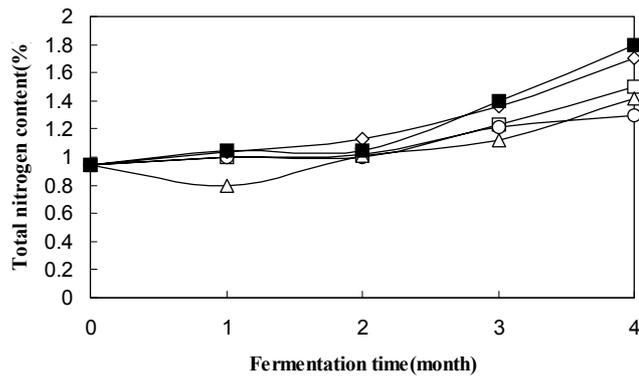


Fig. 4-9. Changes in total nitrogen content of soy sauce during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

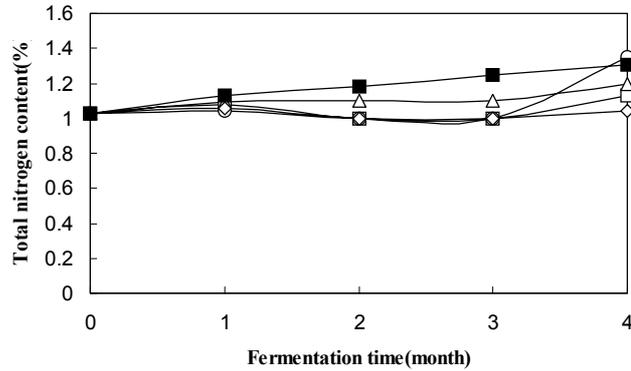


Fig. 4-10. Changes in total nitrogen content of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : onggi(B0-BG)

고추장의 구수한 맛 성분으로 중요시되는 아미노태질소 함량의 변화는 Fig. 4-11에서 보여주고 있다. 용기를 제외한 전체적인 경향은 담금 초기부터 2개월까지는 158 mg%에서 182 mg%에서 193 mg%범위로 거의 비슷한 수준의 함량을 보이고 있으나 그 이후부터는 유리 용기를 제외하고 약간 감소하였다. 용기는 담금 초기 158 mg%에서 1개월까지는 다른 용기와 비슷한 수준인 186 mg% 함량을 가지다가 2개월 쯤부터는 250 mg%로 증가하여 4개월 쯤 260 mg% 였다. 이러한 결과는 맛에 있어서 관능검사 결과와 일치함을 알 수 있다. 고추장의 발효숙성 중 환원당의 변화는 Fig. 4-12와 같다. 초기 19.2%에서 2개월까지 27.8~34.0%수준으로 증가하다가 3개월 쯤 약간의 감소 후 다시 29.5~34.0%로 증가하는 것으로 나타났다. 용기별 차이는 발효 초기에는 용기와 유리, 타파가 같은 수준이었으나 발효 후반부에는 스테인레스와 거의 일치하였다. 고추장의 발효숙성 중 환원당 함량은 타 보고자들에 의한 결과 보다 월등히 높은 수치를 나타내고 있다. 이는 고추장 제조시 물엿의 첨가로 인하여 나타나는 현상이 아닌가 생각된다. 따라서 고추장에서 환원당의 변화는 용기의 기공율이 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다.

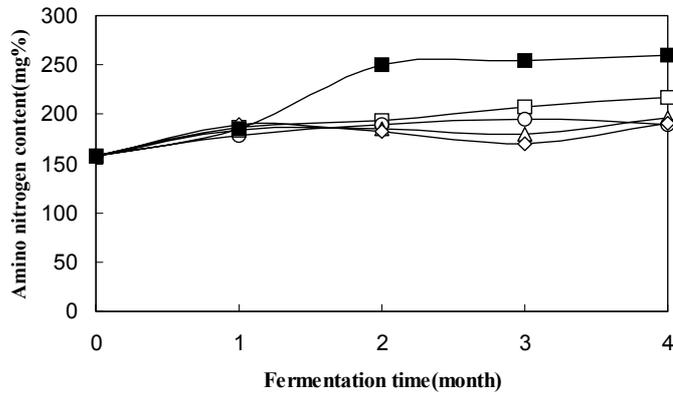


Fig. 4-11. Changes in amino nitrogen content of *kochujang* during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

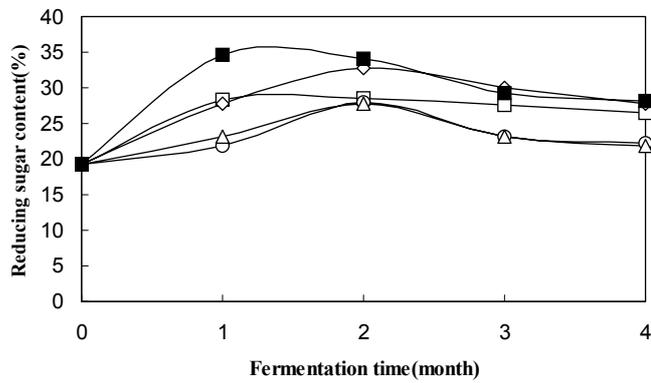


Fig. 4-12. Changes in reducing sugar content of *kochujang* during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

단백질 분해효소 활성도는 간장의 경우 Fig. 4-13에서 고추장의 경우 Fig. 4-14에서 보여주고 있다. 간장의 경우 용기별 전체적인 경향은 담금 초기 1개월 쯤 활성의 증가를 보이다가 2개월 쯤은 약간의 활성감소 후 3개월 쯤 큰 폭으로 활성의 증가를 보였다. 이 중 용기에서 담금 초기 156 $\mu\text{g/ml/min}$ 에서 발효 종료시 810 $\mu\text{g/ml/min}$ 의 역가로 가장 높은 활성을 나타내고 있으며 그 외의 용기 중 스테인레스가 발효 종료시 786 $\mu\text{g/ml/min}$ 수준으로 용기와 비슷한 경향을 나타내고 있고, 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기) 용기가 각각 498 $\mu\text{g/ml/min}$, 498 $\mu\text{g/ml/min}$, 500 $\mu\text{g/ml/min}$ 순이었다. 용기에서 protease의 높은 활성은 미생물의 변화, 유리아미노산의 변화와 거의 일치하였다. 이는 용기가 가지는 기공율이 미생물의 증식을 활발하게 하여 대사과정에서 protease의 활성을 높여주는 것으로 짐작할 수 있다. Fig. 4-14의 고추장의 경우는 용기를 제외한 나머지 용기들의 경향이 담금 초기 58 $\mu\text{g/ml/min}$ 에서 3개월 쯤 300 $\mu\text{g/ml/min}$ 으로 상승되어 거의 같은 수준으로 활성 증가를 보이고, 4개월 쯤은 플라스틱(PP)과 타파(PET 밀봉용기) 용기가 600 $\mu\text{g/ml/min}$ 정도로 활성을 나타내고 유리, 스테인레스 용기는 이보다 낮은 활성을 보이고 있다. 용기의 경우 발효 2개월까지는 타 용기와 비슷한 62 $\mu\text{g/ml/min}$ 수준이었으나 그 후 높은 활성을 나타내 발효 종료시 709 $\mu\text{g/ml/min}$ 로 가장 높은 활성을 나타내고 있다. 이는 간장의 경우와 protease의 활성에서는 비슷한 경향이나 미생물 변화와 유리아미노산의 변화와는 일치하지 않는다. 이것은 고추장 담금시 사용하는 많은 재료들에 의한 복합적인 변화 요인들이 있기 때문에 용기가 가지는 기공율만의 원인으로서는 볼 수 없을 것으로 판단된다.

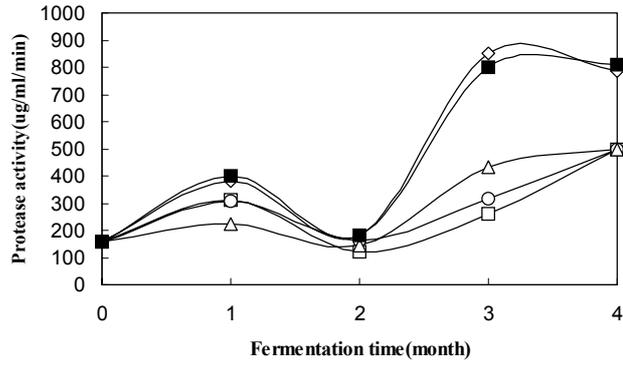


Fig. 4-13. Changes in protease activity of soy sauce during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

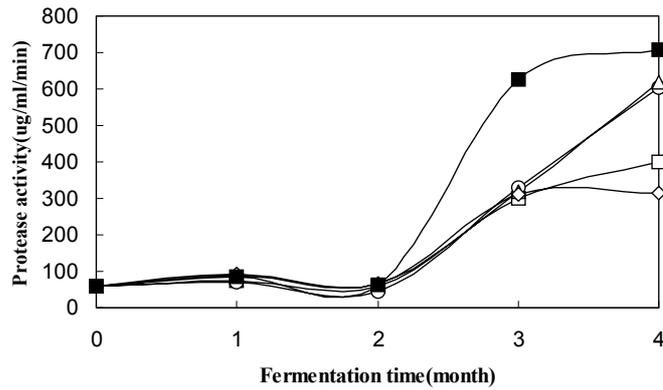


Fig. 4-14. Changes in protease activity of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

간장, 고추장의 미생물 변화는 Fig. 4-15, Fig. 4-16과 같다. 간장과 고추장 전체적인 미생물 변화는 발효 중 호기성 세균이 2개월까지 증가하고 다음 유산균이 3개월 째 최대의 증식을 보이고 있다. 이로 인해 Fig. 4-5와 Fig. 4-6의 pH는 3개월 째 최소 값을 나타내고, Fig. 4-7과 Fig. 4-8의 유산은 최고치로 상승시켰다. 다음에 효모가 증식하여 발효를 돕는다. 간장과 고추장에서 총균수의 변화는 타 용기에 비교해서 용기가 다소 높은 증식을 보이고 있고, 유산균과 효모의 증식에서도 동일한 경향을 보이고 있다. 이러한 현상은 앞서서도 언급한 바와 같이 pH 저하로 인한 생육환경의 변화, 수분손실로 인한 염농도의 증가. 미생물의 왕성한 생육으로 인한 대사산물인 유기산의 증가 및 protease의 활성의 증가 그리고 유리아미노산의 변화 등과 연관되어 일치성을 보이고 있다. 특히 미생물 증식은 용기가 가지는 기공율과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되며, 이러한 결과들로 인하여 입증할 수 있었다.

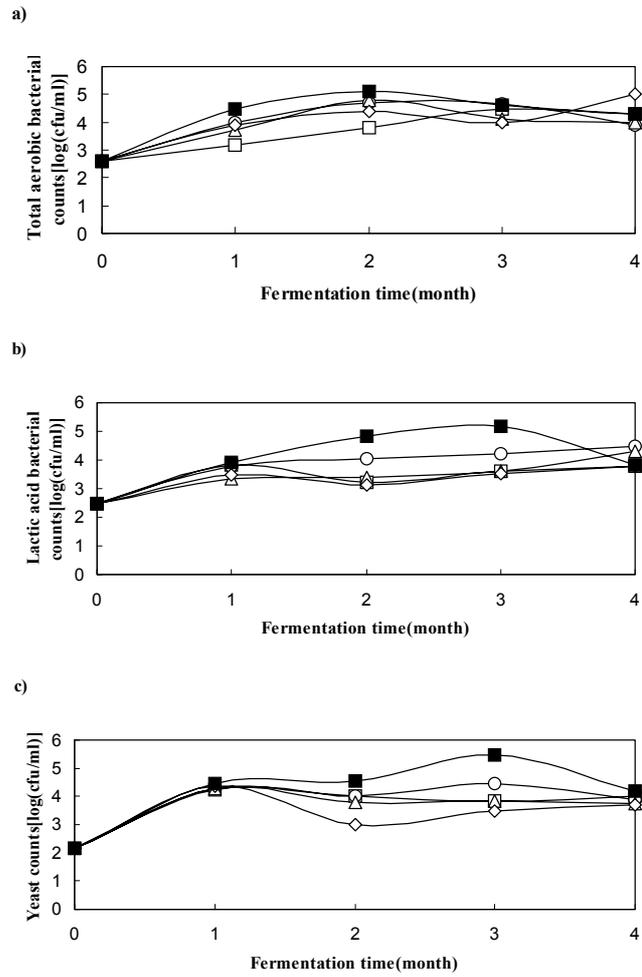


Fig. 4-15. Microbiological changes in a) total aerobic bacteria, b) lactic acid bacteria and c) yeast of soy sauce during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

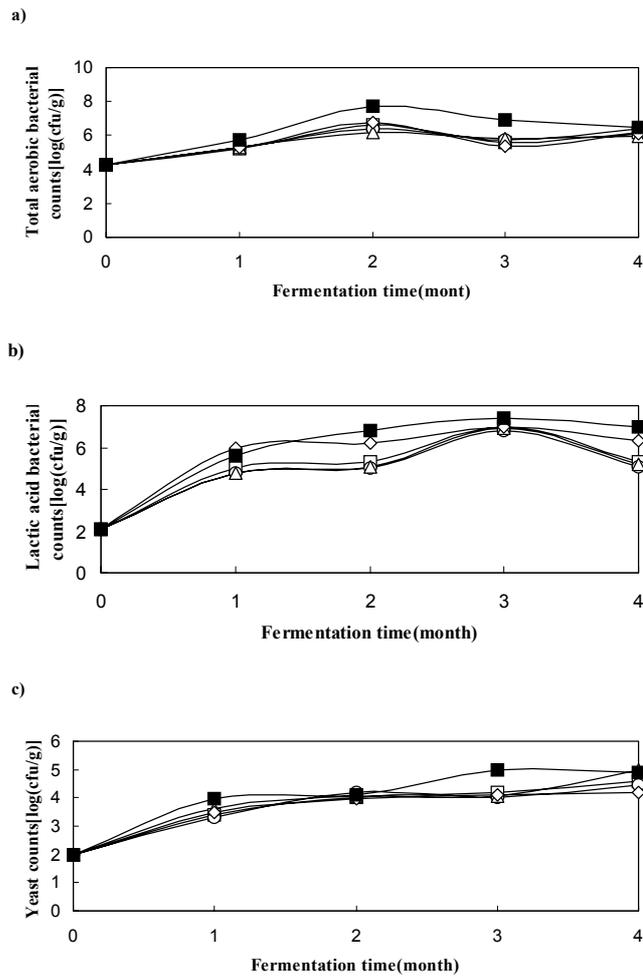


Fig. 4-16. Microbiological changes in a) total aerobic bacteria, b) lactic acid bacteria and c) yeast of *kochujang* during fermentation period. □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

정미물질인 핵산의 변화는 Fig. 4-17과 4-18과 같다. 핵산의 변화 역시도 간장과 고추장의 변화 형태가 비슷하게 나타나고 있다. 담금 초기부터 2개월까지는 완만한 증가를 보였으나 3개월째 큰 폭의 증가를 보이다가 다시 감소하였다. 옹기와 타 옹기의 두드러진 차이점은 확인 할 수 없었다.

간장의 저장 발효 중 색도의 변화는 Fig. 4-19와 같다. 밝기를 나타내는 L값은 옹기의 경우 발효 중 어두워지는 현상을 보였으나, 타 옹기의 경우는 초기 1개월째 감소하였으나 그 후는 약간의 증감을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 옹기에서는 급격한 감소를 보였고, 타 옹기는 증가 후 감소를 그대로 유지하였으며, 스테인레스의 경우는 옹기와 비슷한 감소를 보였다. 황색도인 b값은 초기 1개월째는 동일하게 증가를 하다가 그 후 감소하였다. 이러한 현상은 저장 발효 중 옹기의 높은 기공성에 의한 급격한 수분손실로 인한 원인이 있으며, 산소의 접촉으로 산화에 의한 탈색이 또 하나의 원인이 될 수 있을 것이다. 고추장의 색도 변화를 나타내는 Fig. 4-20의 L값은 옹기 외의 다른 옹기들은 직선적인 증가를 보이고 있으나 옹기의 경우 반대로 직선적인 감소로 인해 색이 어두워짐을 알 수 있다. 이러한 현상은 옹기가 가지는 기공성에 기인한 것이며, 옹기 외의 옹기들은 공기 접촉이 없기 때문인 것으로 생각된다. a값과 b값 또한 옹기는 감소하였고 타 옹기들은 감소 증가가 일정하지 않은 것으로 볼 때 사용한 재료들에 의한 영향도 함께 작용을 하는 것으로 판단된다.

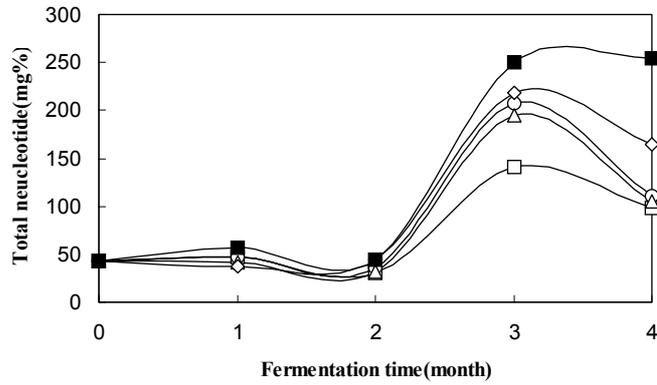


Fig. 4-17. Changes in total nucleotide of soy sauce during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

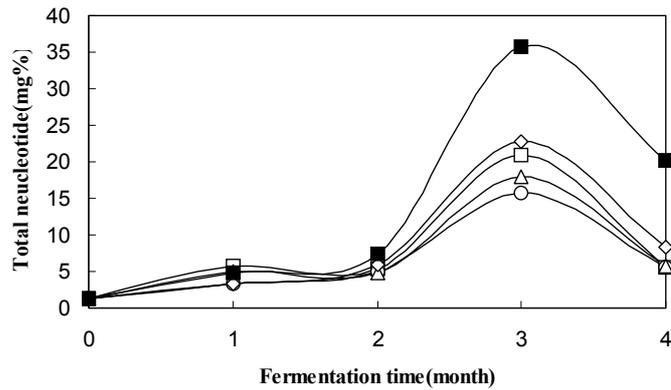
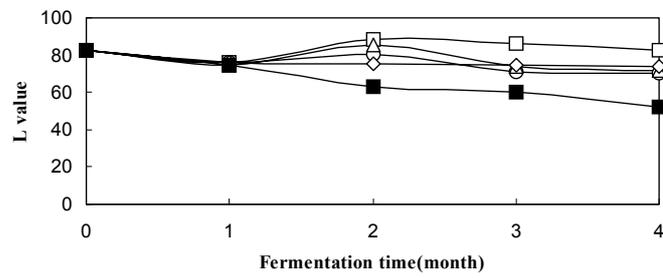
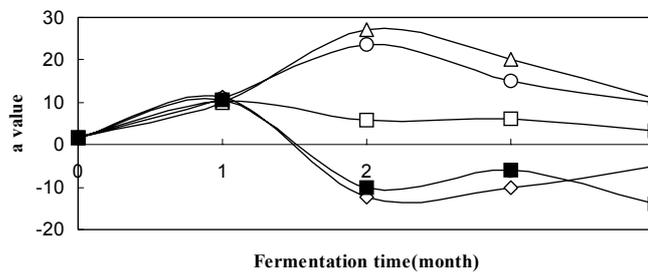


Fig. 4-18. Changes in total nucleotide of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

a) L value



b) a value



c) b value

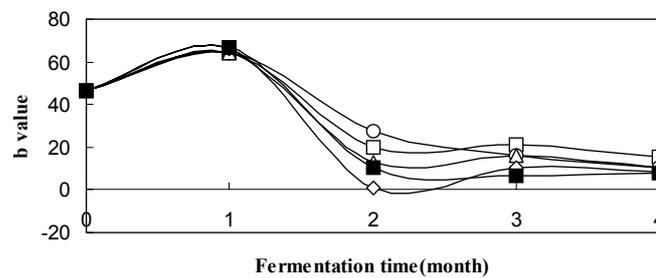
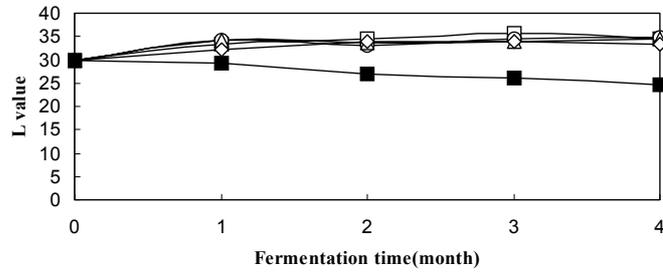
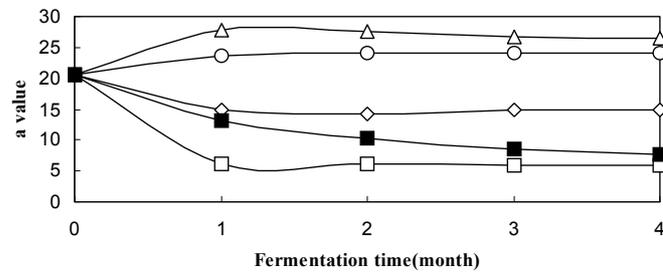


Fig. 4-19. Changes in color of soy sauce during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : onggi(B0-BG)

a) L value



b) a value



c) b value

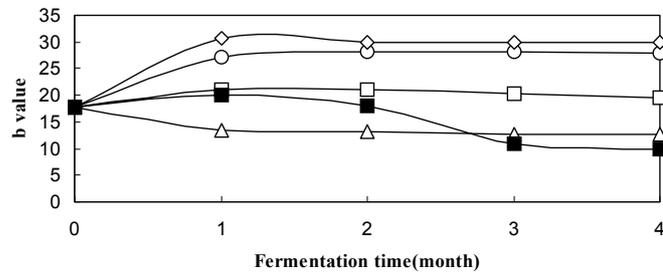


Fig. 4-20. Changes in color of *kochujang* during fermentation period.
 □ : glass, ○ : plastic(PP), △ : tupper(PET), ◇ : stainless, ■ : *onggi*(B0-BG)

간장의 저장 중 유리아미노산의 변화는 Table 4-3에서 Table 4-6과 같다. 초기 원료의 유리아미노산은 cysteine, methionine, arginine이 검출되지 않았고, 31 mg/100g에서 83 mg/100 g 함량 범위의 아미노산들은 histidine, threonine, serine이고 111 mg/100 g에서 195 mg/100 g 함량 범위의 아미노산들은 valine, phenylalanine, leucine, isoleucine, aspartic acid, alanine, glycine이며 proline, glutamic acid 그리고 lysine의 함량은 각각 214 mg/100 g, 300 mg/100 g, 604 mg/100 g이었다. 유리아미노산의 전체적인 변화 경향은 발효 1개월째 lysine을 제외한 모든 유리아미노산이 증가하였고 특히 glutamic acid는 300 mg/100 g에서 765 mg/100 g에서 986 mg/100 g범위로 급격한 증가를 보이고 있다. 반면 lysine은 604 mg/100 g에서 440 mg/100 g에서 542 mg/100 g범위로 많은 감소를 보이고 있다. 2개월째는 전체적인 감소를 보였고, 3개월째 다시 증가를 하여 4개월째는 거의 3개월째와 비슷한 수준을 유지하였다. 용기별 변화는 전체 유리아미노산으로 비교해서 발효 초 1개월(Table 4-3)째 용기가 4,709 mg/100 g로 가장 높은 값을 보였고 다음이 스테인레스(4,690 mg/100 g), 유리(4,458 mg/100 g), 플라스틱(PP, 4,344 mg/100 g), 타파(PET, 3,739 mg/100 g) 순이었으며, 2개월(Table 4-4)째는 용기(2,729 mg/100 g), 스테인레스(2,710 mg/100 g), 플라스틱(PP, 2,621 mg/100 g), 타파(PET, 2,519 mg/100 g), 유리(2,498 mg/100 g) 순이었다. 3개월(Table 4-5)째는 스테인레스(4,619 mg/100 g), 용기(4,543 mg/100 g), 타파(PET, 3,915 mg/100 g), 유리(3,705 mg/100 g), 플라스틱(PP, 3,638 mg/100 g) 순으로 초기에 비교해서 약간의 변화가 있었으나 4개월(Table 4-6)째는 3개월째와 거의 유사하게 용기와 스테인레스가 각각 4,726 mg/100 g와 4,651 mg/100 g였고, 타파(PET), 유리, 플라스틱(PP)에서 각각 3,966 mg/100 g, 3,715 mg/100 g, 3,709 mg/100 g 순이었다. 유리아미노산의 이러한 변화는 발효 4개월 후 관능검사 중 맛에 대한 결과와 거의 일치하는 현상을 보였다(Table 4-11). 유리아미노산 중 맛난 맛과 관련 있는 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 발효 4개월 후 용기에서 1,117mg/100g와 705 mg/100 g로 전체 유리아미노산의 23.6%, 14.9%로 가장 높았다. 스테인레스(22.4%, 14.0%), 유리(21.8%, 13.5%), 타파(PET, 21.5%, 14.1%), 플라스틱(PP, 21.5%, 13.6%) 순이었다. 용기에서의 유리아미노산 함량이 높게 나타난 결과는 용기의 장점으로 알려진 기공성에 의해 미생물의 활성이 높아져 이들이 생성하는 단백질 분해효소 때문인 것으로 판단된다.

Table 4-3. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 1 month (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			1		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ <i>Onggi</i> (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	439	439	373	453	479
*Thr	83	119	119	107	131	131
Ser	63	126	126	95	137	147
Glu	300	912	912	765	941	986
Pro	214	576	587	472	622	622
Gly	195	255	255	218	270	285
Ala	194	374	356	312	383	401
*Val	111	258	246	222	269	281
*Ileu	157	197	184	171	197	197
*Leu	149	302	289	249	315	302
*Phe	116	215	132	132	215	149
*Lys	604	469	484	440	542	513
*His	31	93	93	78	93	93
*Arg	ND	122	122	105	122	122
Total amino acid	2,410	4,457	4,345	3,739	4,690	4,708
*Essencial amino acid	1,251	1,775	1,669	1,504	1,884	1,788

¹⁾*Onggi*(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-4. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 2 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			2		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ Onggi (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	253	253	266	280	280
*Thr	83	60	48	71	71	71
Ser	63	53	53	74	63	53
Glu	300	515	559	515	559	574
Pro	214	183	265	196	207	219
Gly	195	143	150	143	158	158
Ala	194	187	196	196	214	214
*Val	111	141	152	141	152	152
*Ileu	157	105	118	105	118	118
*Leu	149	171	171	171	171	171
*Phe	116	83	83	83	83	83
*Lys	604	453	424	409	467	468
*His	31	62	62	62	62	62
*Arg	ND	87	87	87	105	105
Total amino acid	2,410	2,496	2,623	2,519	2,710	2,728
*Essencial amino acid	1,251	1,162	1,145	1,129	1,229	1,230

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-5. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 3 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			3		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ Onggi (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	545	505	532	625	665
*Thr	83	84	84	120	192	204
Ser	63	105	116	158	168	189
Glu	300	853	897	809	1014	1044
Pro	214	230	276	161	161	299
Gly	195	210	255	255	293	353
Ala	194	285	36	249	294	80
*Val	111	222	234	211	328	234
*Ileu	157	144	144	262	170	210
*Leu	149	249	249	367	314	354
*Phe	116	116	100	116	216	116
*Lys	604	409	511	409	511	511
*His	31	93	109	109	124	109
*Arg	ND	157	122	157	209	174
Total amino acid	2,410	3,702	3,641	3,915	4,619	4,542
*Essencial amino acid	1,251	1,474	1,553	1,751	2,064	1,912

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-6. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 4 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			4		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ Onggi (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	500	505	559	652	705
*Thr	83	120	84	180	204	180
Ser	63	116	116	200	168	179
Glu	300	809	807	853	1044	1117
Pro	214	276	276	138	219	276
Gly	195	158	255	233	315	338
Ala	194	312	197	178	134	98
*Val	111	140	234	199	304	269
*Ileu	157	230	144	301	183	183
*Leu	149	288	249	328	328	380
*Phe	116	149	100	149	199	133
*Lys	604	350	511	336	555	569
*His	31	124	109	155	155	124
*Arg	ND	139	122	157	191	174
Total amino acid	2,410	3,711	3,713	3,966	4,651	4,725
*Essencial amino acid	1,251	1,441	1,553	1,805	2,119	2,012

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

고추장의 특징적인 맛 중의 하나인 구수한 맛은 제조원료의 단백질이 단백질 가수분해 효소에 의해 분해되어 생성되는 아미노산에 의해 발현되는 것으로 발효 1개월부터 4개월까지의 유리아미노산 함량 변화를 Table 4-7에서 Table 4-10에 보여주고 있다. 발효 전 전재료의 혼합물에서 유리아미노산 분석은 cysteine, methionine, aspartic acid가 검출되지 않았고, proline이 142 mg/100 g였으며, glutamic acid가 263 mg/100 g로 가장 높았다. 그 외의 아미노산은 71 mg/100 g에서 11 mg/100 g 범위까지 분포되어 있다. 발효 1개월에서 4개월까지의 유리아미노산함량의 전체적인 변화는 발효 1개월 째 전체 유리아미노산 함량으로 스테인레스 1,179 mg/100 g, 타파(PET) 1,150 mg/100 g, 옹기 1,131 mg/100 g, 유리 1,047 mg/100 g, 플라스틱(PP) 992 mg/100 g 순으로 스테인레스가 가장 높게 검출되었다. 2개월 째는 간장의 경우와 마찬가지로 1개월 째보다 약간 감소되다가 3개월 째는 큰 폭으로 증가를 하였으며 특히 옹기의 경우는 766 mg/100 g에서 3,781 mg/100 g로 증가폭이 가장 크게 나타났다. 4개월 째는 옹기를 제외한 다른 옹기의 경우 약간의 증가를 가져왔고, 옹기의 경우는 4,079 mg/100 g로 증가되었다. 이는 고추장의 발효 중 미생물 증식의 변화에서 알 수 있듯이 발효 3개월 째 가장 왕성한 증식의 결과로 인하여 나타나는 효과일 것으로 보여진다. 원료 혼합 고추장에서 검출되지 않은 cysteine, methionine, aspartic acid 중 aspartic acid는 발효 2개월 째부터 검출되어 4개월 발효 종료까지 증가하였다. 옹기의 경우 678 mg/100 g이고 타파(PET, 665 mg/100 g), 스테인레스, 유리, 플라스틱(PP) 모두 638 mg/100 g로 검출되었다. Aspartic acid와 함께 맛난맛을 내는 glutamic acid는 1개월 째 상승 후 2개월 째 감소 3개월 째부터 4개월 종료시까지 다시 증가하였다. 4개월 째 glutamic acid의 함량은 옹기가 968 mg/100 g로 가장 높고, 타파(PET, 720 mg/100 g), 플라스틱(PP, 662 mg/100 g), 유리(632 mg/100 g), 스테인레스(529 mg/100 g) 순이었다. 이러한 결과는 Table 4-12의 관능검사 중 맛의 결과와 일치하였다. 그 외 나머지 유리아미노산들은 발효 기간의 변화에 비례하여 약간씩 증가를 보이고 있었다.

Table 4-7. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 1 month (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			1		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ Onggi (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Thr	71	71	71	77	83	71
Ser	11	11	11	11	11	11
Glu	263	478	456	544	515	529
Pro	142	247	230	276	282	270
Gly	11	15	4	15	15	15
Ala	18	18	4	18	22	22
*Val	23	29	29	23	35	35
*Ileu	13	13	13	13	13	13
*Leu	20	20	20	20	20	20
*Phe	50	41	33	33	41	33
*Lys	15	15	15	15	37	15
*His	62	62	62	70	70	70
*Arg	35	26	44	35	35	26
Total amino acid	734	1,046	993	1,150	1,179	1,130
*Essencial amino acid	289	277	287	286	334	283

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-8. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 2 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			2		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ Onggi (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	106	93	120	120	106
*Thr	71	24	24	36	36	24
Ser	11	42	42	42	42	42
Glu	263	147	132	162	162	147
Pro	142	35	46	58	58	58
Gly	11	38	30	38	45	38
Ala	18	36	36	45	45	36
*Val	23	47	35	47	47	47
*Ileu	13	26	26	39	39	26
*Leu	20	52	52	66	66	52
*Phe	50	33	33	50	50	33
*Lys	15	88	73	88	88	88
*His	62	16	16	16	16	16
*Arg	35	52	52	52	52	52
Total amino acid	734	742	692	859	866	765
*Essencial amino acid	289	338	311	394	394	338

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-9.Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 3 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			3		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ <i>Onggi</i> (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	599	599	612	585	638
*Thr	71	180	228	192	204	204
Ser	11	179	221	221	200	200
Glu	263	603	647	691	544	691
Pro	142	173	173	230	242	276
Gly	11	158	173	188	173	173
Ala	18	196	214	205	196	214
*Val	23	187	222	199	199	211
*Ileu	13	170	157	118	131	157
*Leu	20	341	275	275	262	301
*Phe	50	149	199	100	149	183
*Lys	15	131	146	146	146	161
*His	62	109	78	78	78	93
*Arg	35	191	244	244	278	278
Total amino acid	734	3,366	3,579	3,499	3,387	3,780
*Essencial amino acid	289	1,458	1,549	1,352	1,447	1,588

¹⁾*Onggi*(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-10.Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 4 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)					
	0			4		
	Control	Glass	Plastic(PP)	Tupper (PET)	Stainless	¹⁾ <i>Onggi</i> (B0-BG)
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	638	638	665	638	678
*Thr	71	204	240	180	192	180
Ser	11	179	221	231	210	179
Glu	263	632	662	720	529	968
Pro	142	196	196	219	230	230
Gly	11	150	150	173	158	158
Ala	18	223	187	187	178	214
*Val	23	222	211	222	176	222
*Ileu	13	144	197	144	157	197
*Leu	20	328	262	288	249	262
*Phe	50	183	216	149	183	216
*Lys	15	146	146	175	175	190
*His	62	140	109	140	140	140
*Arg	35	174	244	244	244	244
Total amino acid	734	3,559	3,683	3,737	3,459	4,078
*Essencial amino acid	289	1,541	1,625	1,542	1,516	1,651

¹⁾*Onggi*(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

발효 종료 시점인 4개월 쯤 간장과 고추장에 대한 관능검사 결과는 Table 4-11와 Table 4-12에서 보여주고 있다. 간장의 경우 색도에 대한 분산분석 결과는 p 값이 0.0285로써 0.05보다 조금 작으므로 모평균간에 다소 조금의 유의차가 인정된다고 할 수 있다. 그리고 다중비교를 한 결과 용기, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 유리, 스테인레스 순으로 평균이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 여기서 용기의 평균값이 높은 이유는 관능요원들이 주로 주부로 이루어져 이들이 가정에서 사용하는 용기 발효의 전통간장 색에 익숙해 있기 때문인 것으로 생각된다. 냄새의 경우 p 값이 0.007로 0.05보다 작게 나타나 모평균간의 유의차가 인정된다고 할 수 있다. 다중비교 결과는 용기, 타파(PET 밀봉용기), 유리, 플라스틱(PP), 스테인레스 순으로 평균이 나타났으며, 용기와 타 용기간의 유의차가 있는 것으로 나타났으나 용기를 제외한 나머지 용기들 사이에서는 유의차가 없는 것으로 보인다. 맛에 대한 경우는 p 값이 0.0001이고, 유의차가 있으며, 용기간에도 다소 유의차를 나타내고 있다. 그리고 다중비교 결과는 용기, 스테인레스, 타파(PET 밀봉용기), 플라스틱(PP), 유리 순으로 평균이 나타나 유의차를 보이고 있다. 전체적인 평가에서는 p 값이 0.0001로 0.05보다 커 용기간의 유의차가 인정되고, 다중비교 결과에서도 서로간의 평균차가 인정되어 용기에서 우위를 보이고 있다. 고추장의 경우 색에 대한 분산분석 결과 p 값이 0.0001로 0.05보다 작기 때문에 모평균간의 유의차가 인정되고, 다중비교 결과는 용기, 타파(PET 밀봉용기), 플라스틱(PP), 유리, 스테인레스 순으로 용기와 타 용기간에 유의차가 인정되나, 타 용기간에는 유의차가 나타나지 않았다. 냄새에 있어서도 색의 경우와 마찬가지로 결과를 나타내었다. p 값은 0.0009이다. 맛의 경우는 p 값이 0.0001이고, 용기간에 다소 유의차를 보이고 있으며 다중비교에서도 용기와 타 용기간에 유의차가 있는 것으로 나타났다. 종합적인 평가에서는 간장의 경우와 달리 분산분석의 결과 p 값이 0.0001로써 0.05보다 작으므로 유의차가 인정되며, 다중비교 결과는 용기, 플라스틱(PP), 유리, 스테인레스, 타파(PET 밀봉용기) 순으로 평균이 나타나 서로간의 유의차가 인정되었고 용기를 제외한 타 용기간에는 유의차가 없었다. 관능검사의 결과는 맛에 있어서 용기와 타 용기간에 뚜렷한 유의차를 나타내고 있다. 이는 유리아미노산의 변화 과정에서 보여 주듯이 맛난맛과 관계있는 aspartic acid와 glutamic acid 함량이 타 용기에 비교해서 용기가 월등히 높게 나타난 이유인 것 같다.

Table 4-11. Sensory evaluation of soy sauce fermented for 4 months

Soy sauce	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
Glass	3.45 ^{ab}	3.36 ^b	2.64 ^c	3.00 ^b
Plastic(PP)	3.09 ^b	3.09 ^b	2.82 ^{bc}	3.50 ^b
Tupper(PET)	3.55 ^{ab}	3.55 ^b	2.82 ^{bc}	3.33 ^b
Stainless	3.09 ^b	3.00 ^b	3.18 ^b	3.00 ^b
¹⁾ Onggi(B0-BG)	4.27 ^a	4.36 ^a	4.55 ^a	4.33 ^a
P value	0.0285	0.0070	0.0001	0.0001

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

^{a~c} : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 4-12. Sensory evaluation of *kochujang* fermented for 4 months

Soy sauce	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
Glass	3.18 ^b	3.18 ^b	2.64 ^b	2.75 ^b
Plastic(PP)	3.36 ^b	3.09 ^b	2.73 ^b	3.25 ^b
Tupper(PET)	3.36 ^b	3.18 ^b	2.73 ^b	2.67 ^b
Stainless	3.00 ^b	2.91 ^b	2.73 ^b	2.75 ^b
¹⁾ Onggi(B0-BG)	4.45 ^a	4.18 ^a	4.00 ^a	4.33 ^a
P value	0.0001	0.0009	0.0001	0.0001

¹⁾Onggi(B0-BG) : See footnotes on Table 2-1.

^{a, b} : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

전통 발효식품의 담금 용기로 사용되는 기존의 옹기와 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스 용기를 이용하여 간장, 고추장을 4개월간 발효하는 중에 여러 가지 물리, 화학적인 변화를 측정 한 결과 수분의 손실율과 색의 변화에 있어서는 다공성에 의한 공기의 흐름이 원활한 옹기에서 빠르고 큰 폭의 수분손실을 보였다. 또한 색의 변화 역시도 옹기에서 빠르고 짙은 갈색화 반응이 나타난 반면, 나머지 충질소 함량, 핵산, 유리아미노산, 단백질분해효소, 미생물 등의 변화는 타용기에 비교해서 옹기가 긍정적인 변화를 보였다. 그리고 관능검사의 경우 맛에 있어서 유리아미노산 중 맛난 맛과 관계 있는 aspartic acid와 glutamic acid 함량이 타 용기에 비교해서 옹기에서 높게 나타나 옹

기와 타 용기간에 유의차를 보여 주는 것으로 나타났다. 이는 타용기가 가지지 못한 용기의 기공성으로 인해 용기 내부 환경이 숙성과정 중 발효미생물의 대사작용, 효소작용 등에 많은 영향을 주기 때문인 것으로 보여진다.

나. 여러 조건으로 제작된 용기의 발효적 특성 평가

앞서 실시한 기존 발효 담금 용기인 용기와 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스의 비교에서 용기와 타 용기간에 차이점이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 타 용기가 가지지 않은 용기의 기공성이 주는 역할일 것으로 판단하고, 용기의 기공율을 달리하여 제작 후 실험에 사용하였다. 용기의 기공율은 분쇄토의 함유량으로 조절하였으며, 또한 기공에 영향을 미칠 수 있는 유약의 도포 유·무에 따른 비교도 동시에 이루어 졌다. 용기 제작에 대한 흙의 비율과 유약 도포 방법은 앞에서 제시된 Table 2-1과 같다.

먼저 통기성 측면에서 분쇄토의 비율에 따른 분석 결과는 분쇄토 0%로 통기성이 가장 낮은 B0-BG와 분쇄토 20%에 통기성 중간인 B20-BG 그리고 분쇄토 30%로 통기성이 가장 낮은 B30-BG를 서로 비교 분석할 것이고, 이들은 양면 모두 유약을 도포 되어 있다. 그리고 유약의 도포에 따른 비교 분석은 유약을 도포하지 않은 B0-WG와 유약을 바깥쪽 표면만 도포 한 B0-OG와 유약을 양면 모두 도포 한 B0-BG를 서로 비교할 것이고, 이들은 모두 분쇄토 0%이다. 용기의 통기성을 달리하여 제작한 용기 담금 용기에 대하여 간장을 담귀 저장 중 수분 손실율을 측정 한 결과 Fig. 4-21과 같다. 흙의 배합에 따른 통기성의 차이에서 수분 손실율은 분쇄토의 함유량을 30%로 하여 통기성이 가장 높은 B30-BG가 가장 높게 나타났으며 발효 1개월부터 4개월까지 3.9%에서 19.5% 범위까지 증가하였다. 다음은 분쇄토 함량 20%인 B20-BG로 2.2%에서 15.5%범위까지 증가하였고, 가장 낮은 수분손실율을 나타낸 B0-BG가 3.4%에서 10.7%까지 증가하였다. 결과 통기성을 높임으로써 수분손실율은 증가를 가져와 제품의 수율이 낮아지고 염도가 증가하는 단점을 보이고 있다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 유약을 양면 모두 바르지 않은 B0-WG가 수분 손실율이 가장 높아 4.3%에서 26.1%범위로 발효 초기에서 4개월까지 증가하였고, 분쇄토 0%에 한 쪽 면만 도포 한 B0-OG는 3%에서 13.5%범위 발효 1개월부터 4개월까지 증가하였으며, 분쇄토 0%에 양면 모두 도포 한 B0-BG는 초기 3.4%에서 4개월 발효 마지막 10.7%까지 증가하였다. 결과 유약의 도포 유·무에 따른 수분손실

변화에서는 유약을 도포하지 않은 경우보다 유약을 도포하는 경우가 통기성을 낮추어 수분손실율을 막아주는 것으로 나타났다. 그리고 분쇄토 30%에 유약을 양면 모두 바르지 않은 B30-WG는 간장 용기로써는 부적합한 것으로 보여진다. 이 경우 수분손실율은 발효 초기 1개월 쯤 27.5%에서 발효 말기 4개월 쯤 40.7%의 손실율을 나타내었다.

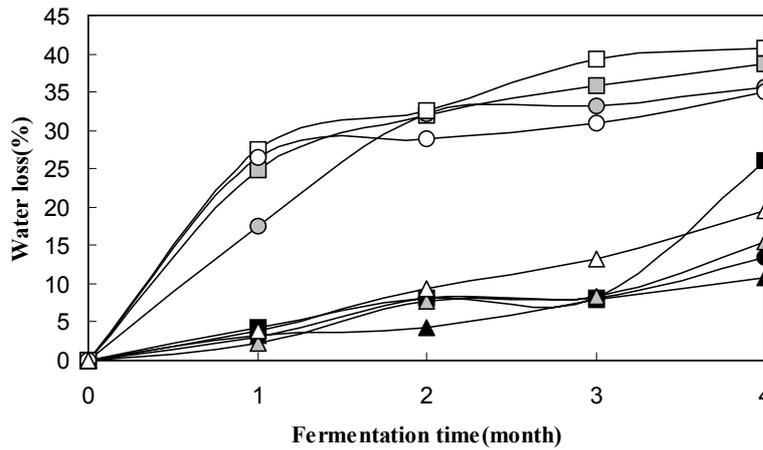


Fig. 4-21. Changes in water loss of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ◼ : B20-WG, ◐ : B20-OG, ◓ : B20-BG, ◻ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장의 수분손실율은 Fig. 4-22와 같다. 분쇄토 30%에 양면 모두 도포하여 통기성이 가장 높은 B30-BG가 발효 초기 1개월 쯤부터 마지막 4개월까지 발효 기간이 길어질 수록 3.3%, 3.6%, 3.6%, 5.4%범위로 상승하였고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 3.4%, 3.5%, 3.9%, 5.0%까지 상승하였다. 그리고 기공율이 가장 낮은 분쇄토 0%인 B0-BG는 발효 초기 2.3%에서 발효 마지막 4개월 쯤 3.2%까지 상승하였다. 또한 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 유약을 양면 모두 바르지 않은 B0-WG가 수분 손실율이 가장 높아 3.5%에서 5.5%범위로 발효 초기에서 4개월까지 증가하였고, 한 쪽 면만 도포한 B0-OG는 2.7%에서 3.9%범위로 증가하였으며, 양면 모두 도포한 B0-BG는 2.3%에서 3.2%범위까지 증가

하였다. 고추장의 점성은 기계적으로 달리 측정한 것은 없지만 수분의 손실율에 비례하여 높게 나타나는 것을 확인 할 수 있었고, 이러한 것이 통기성이 높기 때문에 나타나는 단점일 수 있다. 그리고 분쇄토 30%에 유약을 양면 모두 바르지 않은 B30-WG는 고추장 용기로써도 부적합 한 것으로 보여진다. 수분손실율이 발효 초기 1개월 쯤 4.9%에서 발효 말기 4개월 쯤 8.0%의 손실율을 나타내었고 점성이 가장 높게 나타났다. 따라서 수분손실 측면에서 간장과 고추장 모두의 결과로 볼 때 분쇄토 30%에 유약을 전혀 도포하지 않은 상태의 통기성이 가장 높은 것(B30-WG)과 분쇄토 20%에 양면 도포 한 통기성이 중간인 것(B20-BG) 그리고 분쇄토 0%로 유약을 양면 모두 도포하지 않은 것(B0-WG)과 한쪽 면만 도포 한 것(B0-OG)은 발효 용기로써 적합하지 않은 것 같다. 그리고 그 외의 것들 역시 액체 발효 용기로는 부적합하였다.

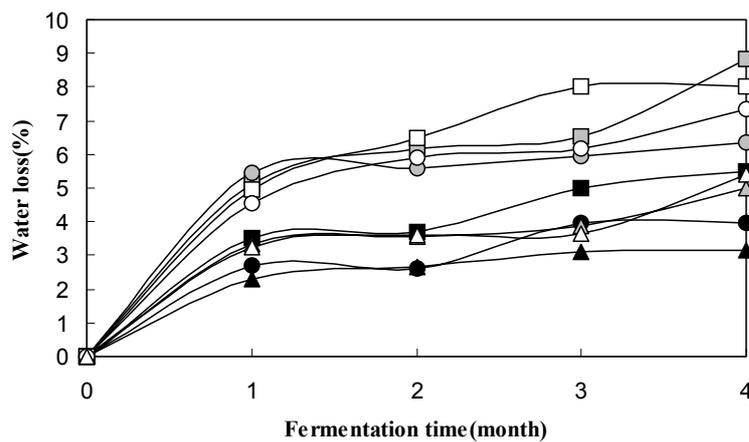


Fig. 4-22. Changes in water loss of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

간장 발효 중 염도 변화는 Fig. 4-23과 같다. 양면 모두 유약을 도포 한 상태에서의 통기성 변화를 볼 때 초기 염도 15.3%에서 분쇄토 30%로 통기성이 가장 낮은 B30-BG의 경우는 발효 1개월 째부터 4개월까지 16.6%, 17.2%, 18.6%, 19.2%로 증가하였다. 분쇄토 20%로 통기성이 중간인 B20-BG의 경우는 14.6%, 16.3%, 16.3%, 19.4%순으로 증가하였고, 분쇄토 0%로 통기성이 가장 낮은 B0-BG은 15.5%, 15.7%, 16.8%, 17.6%순으로 증가하였다. 분쇄토 0%에서 유약을 도포하지 않은 B0-WG는 15.8%, 15.4%, 16.1%, 19.7%로 상승하였고, 한 면만 도포 한 B0-OG는 14.6%, 16.2%, 16.3%, 18.6%로 상승하였다. 유약을 양면 모두 도포 한 B0-BG의 경우는 15.5%, 15.7%, 16.8%, 17.6%로 상승폭이 가장 낮게 나타났다. 이러한 현상은 앞서 보여준 수분손실에 비례하여 염도도 증가하는 것으로 나타났다. 수분 함량이 낮아짐에 따라 염도가 높아지기 때문인 것으로 생각된다.

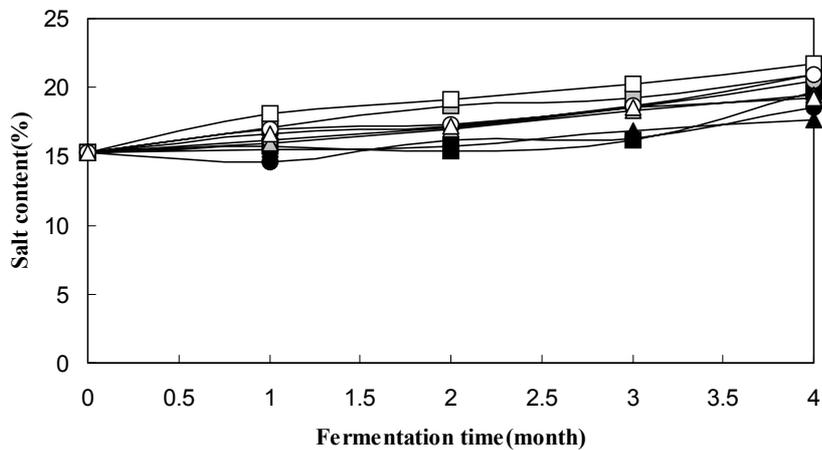


Fig. 4-23. Changes in salt content of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, □ : B20-WG, ○ : B20-OG, △ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장의 염도 변화는 Fig. 4-24에 보여주고 있다. 고추장의 경우는 간장의 경우와는 달리 수분손실의 양이 많지 않기 때문에 염도 변화의 정도도 그렇게 크지 않았다. 초기 염도 12.0%에서 유약을 양면 모두 도포 한 상태에서 분쇄토 30%인 B30-BG의 경우 발효 1개월 쯤 12.5%에서 4개월 쯤 13.4%로 약간의 상승에 거쳤다. 그리고 분쇄토 20%인 B20-BG의 경우 역시 1개월 쯤 12.6%에서 13.2%로 약간 상승하였다. 분쇄토 0%인 B0-BG는 12.4%에서 13.4%범위까지 상승하였다. 그리고 분쇄토 0%인 상태에서 유약을 양면 모두 도포하지 않은 B0-WG는 12.7%에서 13.5%범위로 상승하였다. 한 면만 도포한 경우인 B0-OG는 12.6%에서 14%범위까지 증가하였고, 양면 모두 도포한 경우인 B0-BG는 12.4%에서 13.4% 범위였다. 고추장의 염도 변화는 수분의 손실율의 변화와 일치하지는 않았다. 이는 고추장 자체가 액상이 아닌 상태이기 때문에 수분손실율이 많이 높지 않은 이유일 수도 있다.

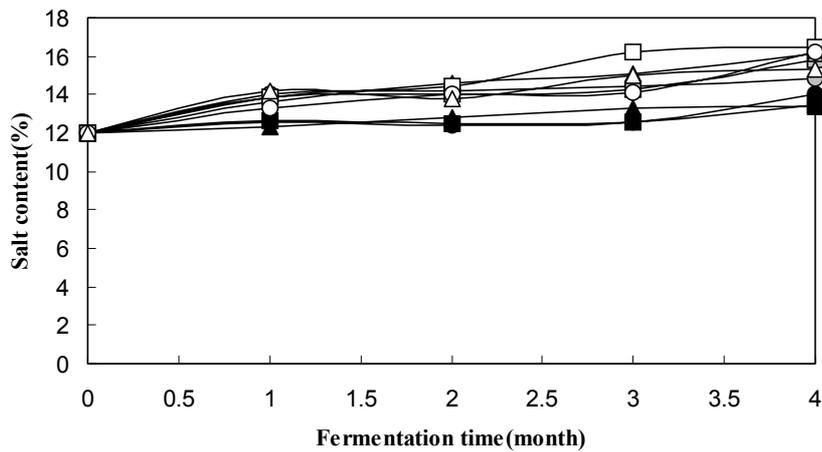


Fig. 4-24. Changes in salt content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

간장의 pH 및 적정 총산 변화는 Fig. 4-25와 Fig.4 -26과 같다. 간장 원료의 초기 pH가 5.5에서 유약을 양면 모두 도포 한 상태에서 분쇄토 30%을 혼합해 기공율이 가장 큰 B30-BG는 발효 초기 1개월 쯤 pH 5.4에서 4개월 쯤 pH 5.3으로 감소하였고, 분쇄토 20% 혼합된 B20-BG는 초기 1개월 쯤 pH 5.4에서 4개월 쯤 5.3으로 줄어들었으며, 분쇄토 0%인 B0-BG는 초기 1개월 쯤 pH 5.4에서 4개월 쯤 pH 4.4로 산성화되었다. 따라서 흡의 비율을 달리한 기공율 차이에서는 기공율이 높은 B30-BG와 B20-BG가 수분 손실이 많아지므로 상대적으로 염농도가 높아져 pH에 영향을 줄 수 있는 미생물 증식이 둔화되기 때문인 것으로 보여지며, 이는 총산 변화를 보여주는 Fig. 4-26과 미생물 증식의 변화를 나타내는 Fig. 4-35에서 잘 설명해 주고있다. 따라서 기공율이 너무 높은 것은 발효 식품에 적합하지 않은 것으로 판단된다. 간장의 적정 총산 변화는 Fig. 4-25의 pH 변화와 거의 일치하고 있다. 전체적인 경향은 발효 2개월까지는 전 구에서 0.55% 정도로 유지하다가 분쇄토 0% 구에서 1.23%에서 1.45% 범위로 증가하였고 나머지 구에서는 발효 마지막 4개월까지 거의 비슷한 수준을 유지하였다. 이러한 현상은 옹기가 가지는 기공성이 적정 수준을 유지함으로써 미생물이 성장 할 수 있는 적정 내부 환경이 유지 될 수 있을 것으로 생각한다. 유약의 도포 유·무에 따른 비교는 한쪽 면 도포 B0-OG, 양면 모두 도포 B0-BG, 양면 모두 도포하지 않은 B0-WG순으로 높았다.

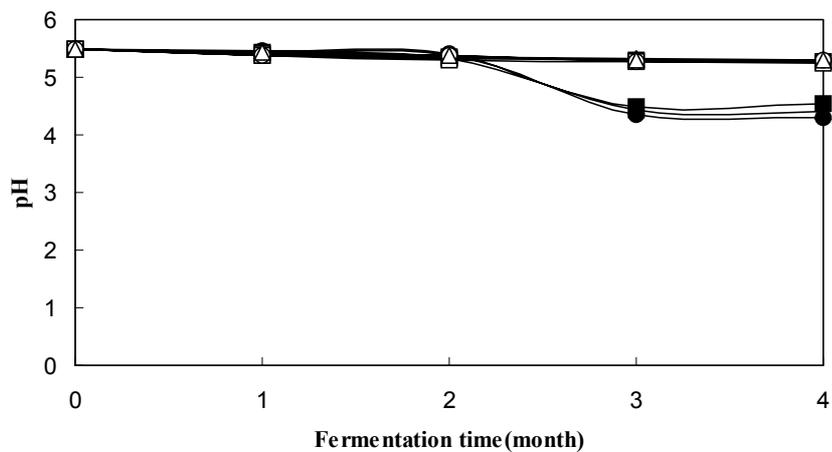


Fig. 4-25. Changes in pH of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

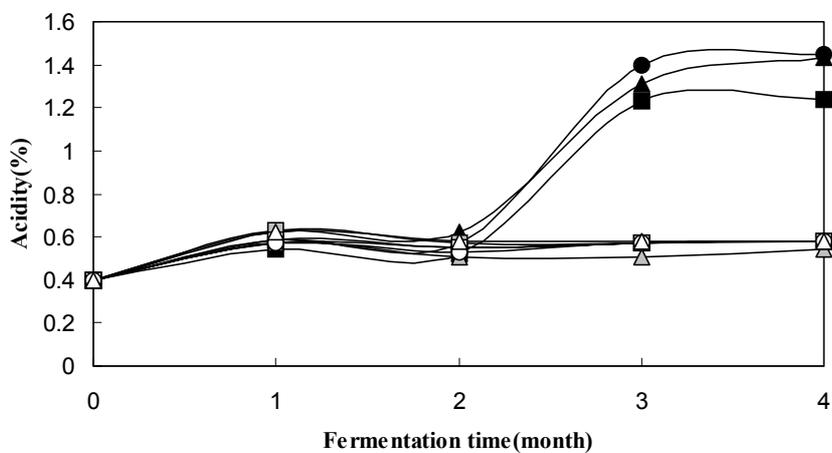


Fig. 4-26. Changes in total acidity of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장 발효 중 pH와 총산 변화는 Fig. 4-27과 Fig. 4-28에 보여주고 있다. 고추장의 pH 변화는 전체적으로 발효 과정 중 감소하여 산성화되고 있었다. 분쇄도의 비율에 따른 변화에서 분쇄도 0%인 B0-BG는 분쇄도 20%인 B20-BG와 거의 같은 수준인 pH 4.3을 발효 초 1개월부터 발효 마지막 4개월까지 유지하였고, 분쇄도 30%인 B30-BG는 발효 1개월 째 pH 4.3에서 발효 4개월 째 pH 4.1범위로 감소하였다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 낮은 pH를 보였다. 산도의 변화는 고추장의 pH 변화와 약간 상이한 현상을 보였다. 이는 고추장 제조시 혼합되는 재료들에 의한 복잡한 변화로 인하여 나타나는 현상일 것으로 생각하며, 기공율 및 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 일관성을 나타내지 못했다.

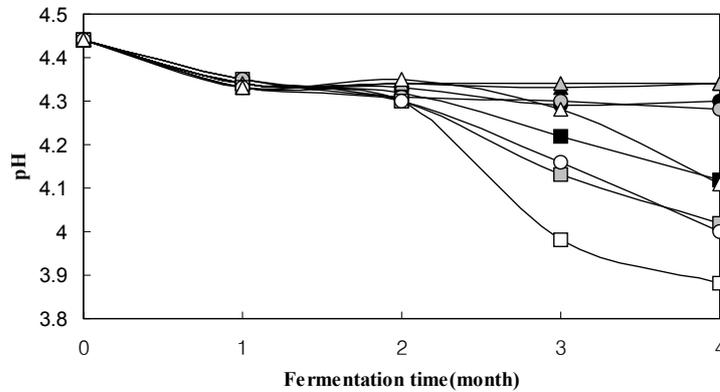


Fig. 4-27. Changes in pH of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

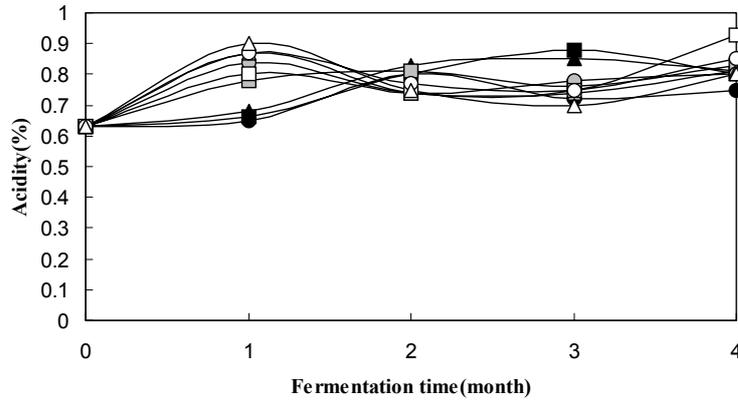


Fig. 4-28. Changes in total acidity of *kochujang* fermented in *onggi* vessels.
 ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

Fig. 4-29는 간장의 발효 중 총질소 함량 변화를 보여주고 있다. 전체적인 경향은 모든 구에서 발효 기간이 지남에 따라 함량 또한 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 분쇄토의 비율에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 초기 0.9%에서 발효 마지막 4개월 째 1.8%로 증가하였다. 분쇄토 20%인 B20-BG의 경우는 0.9%에서 1.7%로 상승하였고, 분쇄토 30%인 B30-BG는 0.9%에서 1.9%로 상승하여 분쇄토 비율에 따른 효과는 분쇄토 30%인 B30-BG가 총질소 함량이 1.9%로 가장 높게 나타났다. 그리고 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 도포하지 않은 경우인 B0-WG가 0.9%에서 1.5%로 한쪽 면 도포인 B0-OG가 0.9%에서 1.6%로 양면 모두 도포 한 경우인 B0-BG가 0.9%에서 1.8%로 증가하였고, 유약을 양면 모두 도포 한 경우(B0-BG)가 가장 높았다.

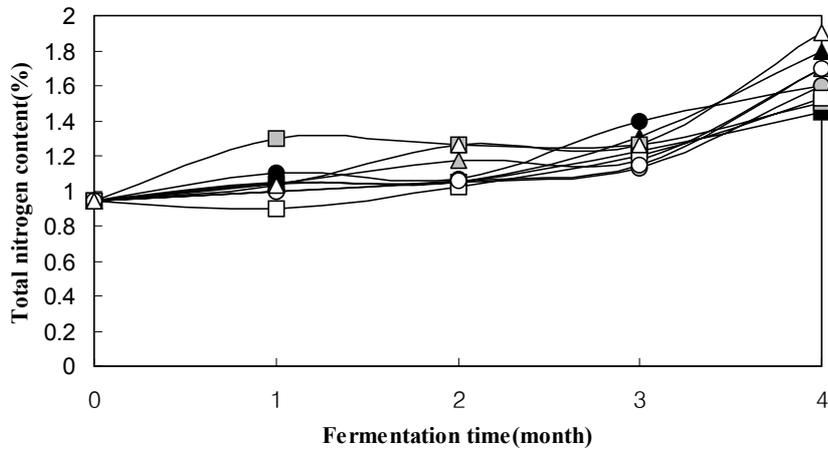


Fig. 4-29. Changes in total nitrogen content of soy sauce fermented in *onggi* vessels.
 ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ◼ : B20-WG, ◐ : B20-OG, ◄ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장 총질소 함량 변화는 Fig. 4-30과 같다. 고추장의 총질소 함량 변화는 전체적으로 초기 1.0%에서 발효 3개월까지 1.1% 부근으로 거의 비슷한 수준을 유지하다가 발효 4개월째 분쇄토 30%에 유약을 양면 모두 도포한 B30-BG가 2.3%로 상승하였다. 그리고 분쇄토 0%로 유약을 한쪽 면만 도포한 B0-OG가 1.8%, 분쇄토 0%에 양면 모두 도포한 B0-BG가 1.4%로 상승하였다. 따라서 분쇄토 비율에 따라서는 분쇄토 0%로 유약을 한쪽 면만 도포한 B0-OG가 가장 높았고, 유약의 유무에 따른 변화에서는 분쇄토 30%에 유약을 양면 모두 도포한 B30-BG가 가장 높게 나타났다. 그 외에는 발효 4개월째 모두 1.2% 부근을 유지하였다.

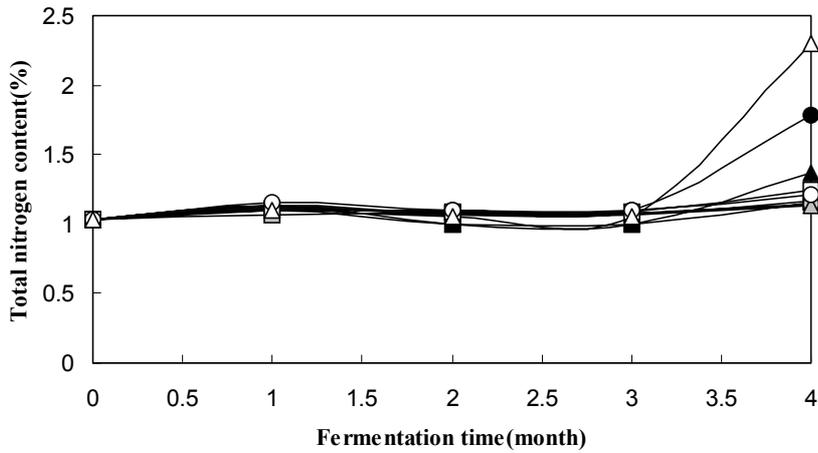


Fig. 4-30. Changes in total nitrogen content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장의 저장 중 맛에 관여하는 아미노태질소 함량의 변화는 Fig. 4-31에 나타내고 있다. 분쇄도의 비율에 따른 변화는 분쇄도 0%인 B0-BG의 경우 초기 158 mg%에서 발효 4개월 쯤 260 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 분쇄도 20%인 B20-BG는 초기 158 mg%에서 발효 4개월 쯤 215 mg%함량을 보였다. 분쇄도 30%인 B30-BG는 158 mg%에서 발효 4개월 쯤 217 mg%를 나타내었다. 유약의 유무에 따른 변화에서는 분쇄도 0%에서 도포하지 않은 B0-WG는 초기 158 mg%에서 발효 4개월 쯤 225 mg%의 함량을 보였고, 한 면 도포 한 B0-OG는 초기 158 mg%에서 발효 4개월 쯤 246 mg%이며, 양면 도포 한 B0-BG는 초기 158 mg%에서 발효 4개월 쯤 260 mg% 함량으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 아미노태 질소 함량의 변화는 발효 4개월 후 맛에 대한 관능검사 결과와 유리아미노산 함량 변화 그리고 핵산의 변화와 거의 일치하는 것으로 보여진다. 따라서 고추장의 아미노태 질소 변화에서도 옹기의 통기성이 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

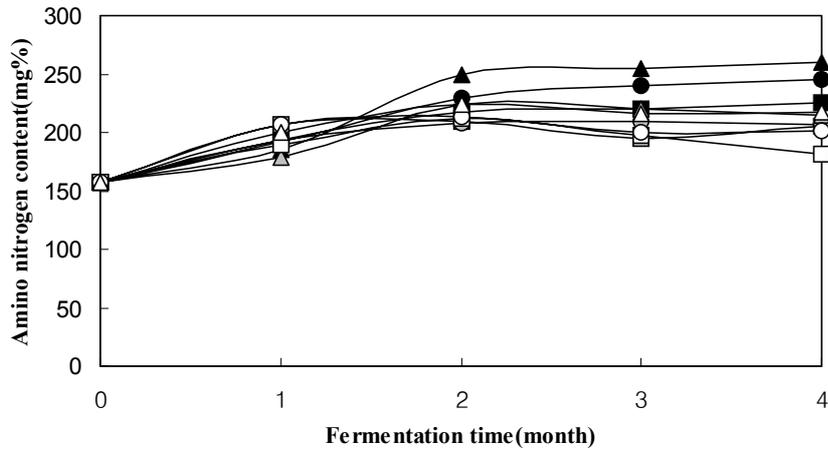


Fig. 4-31. Changes in amino nitrogen content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ◼ : B20-WG, ◉ : B20-OG, ◄ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장의 주요 감미성분인 환원당 변화는 Fig. 4-32와 같다. 고추장 담금 초기 19.2%에서 전체적으로 발효 1개월까지는 증가하는 경향이었고 그 후 2개월 쯤부터는 감소하였다. 이러한 현상은 담금 초기 엿기름과 미생물 등에 의한 amylase의 활성화에 따라 환원당이 증가하다가 생성된 당이 효모에 의해 알콜 또는 유기산으로 당이 소모되기 때문일 것이다. 분쇄도의 함량에 따른 변화는 분쇄도 0%인 B0-BG가 약간 높은 함량을 나타내고 분쇄도 20%인 B20-BG가 다음이고 분쇄도 30%인 B30-BG가 가장 낮은 함량에서 감소하였다. 유약의 도포 유·무에서는 무 도포 인 B0-WG와 한 쪽 도포 인 B0-OG가 거의 같은 수준의 함량으로 감소하였고, 양면 도포 인 B0-BG가 가장 높은 수준의 함량을 유지하면서 감소하였다. 환원당의 함량 변화는 분쇄도 0%에 유약을 양면으로 도포한 경우에 amylase의 효소 활성이 활발하게 작용하는 것으로 추측할 수 있을 것 같다.

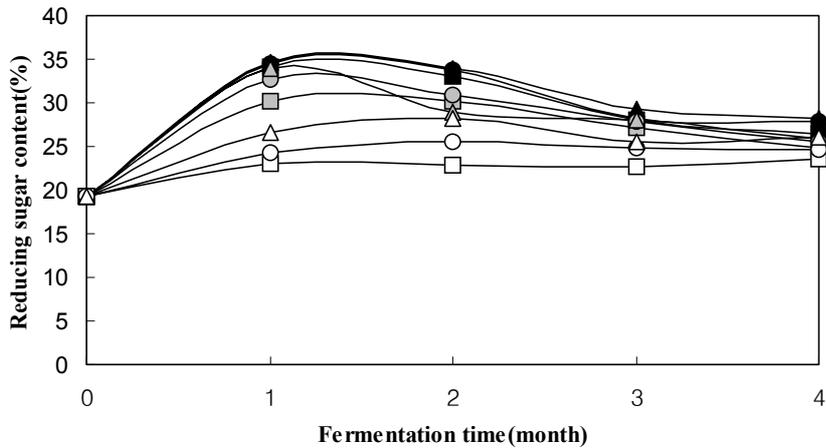


Fig. 4-32. Changes in reducing sugar content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ◼ : B20-WG, ◉ : B20-OG, ◄ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

Fig. 4-33은 간장의 발효 중 단백질 분해효소 활성의 변화를 나타내고 있다. 전체적인 활성 경향은 담금 초기 156 $\mu\text{g/ml/min}$ 에서 발효 1개월 쯤 310~438 $\mu\text{g/ml/min}$ 범위로 증가하다가 2개월 쯤 150~220 $\mu\text{g/ml/min}$ 범위로 감소 후 3, 4개월 쯤 다시 증가하였다. 분쇄토 비율에 따른 변화는 0%인 B0-BG가 3, 4 개월 쯤 각각 799 $\mu\text{g/ml/min}$, 810 $\mu\text{g/ml/min}$ 으로 가장 높은 활성을 나타내고, 분쇄토 20%인 B20-BG일 때의 3, 4 개월 쯤 각각 690 $\mu\text{g/ml/min}$, 720 $\mu\text{g/ml/min}$, 30%인 B30-BG일 때 3, 4 개월 쯤 각각 670 $\mu\text{g/ml/min}$, 700 $\mu\text{g/ml/min}$ 으로 거의 비슷한 수준으로 증가를 하였다. 유약 도포의 유·무에 따른 변화는 발효 4개월 쯤 세 처리구 모두 779~815 $\mu\text{g/ml/min}$ 범위로 거의 비슷한 수준에 있고, 3개월 쯤 B0-WG, B0-OG, B0-BG 각각 853 $\mu\text{g/ml/min}$, 750 $\mu\text{g/ml/min}$, 799 $\mu\text{g/ml/min}$ 로 유약을 도포하지 않은 처리구가 높은 활성을 나타내고 있다. 이러한 결과는 미생물의 변화와 아미노산의 변화의 경향과 거의 일치하고 있다.

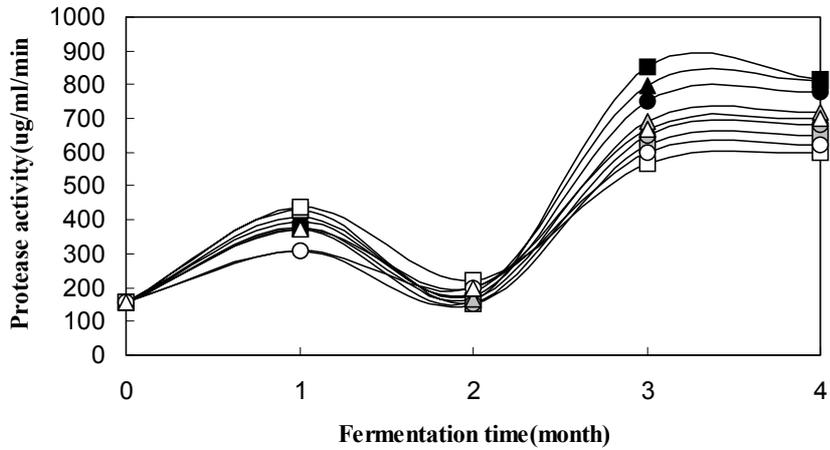


Fig. 4-33. Changes in protease activity of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

고추장의 단백질 효소활성 변화는 Fig. 4-34와 같다. 전체적인 경향은 담금 초기 1~2개월까지는 초기 활성도 $58 \mu\text{g/ml/min}$ 수준으로 유지하다가 3개월 쯤 급격한 활성 증가를 보이며, 4개월 쯤까지 증가하였다. 1~2개월까지는 모든 처리구가 거의 일정한 수준의 활성을 보였고, 3개월 쯤부터 분쇄도 0%인 B0-BG가 $625 \mu\text{g/ml/min}$, 20%인 B20-BG가 $620 \mu\text{g/ml/min}$, 30%인 B30-BG가 $600 \mu\text{g/ml/min}$ 로 분쇄도 0%가 높은 활성을 나타내고 있다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 $625\sim 643 \mu\text{g/ml/min}$ 범위의 활성으로 한 면만 도포 한 B0-OG가 가장 높은 활성을 보였다.

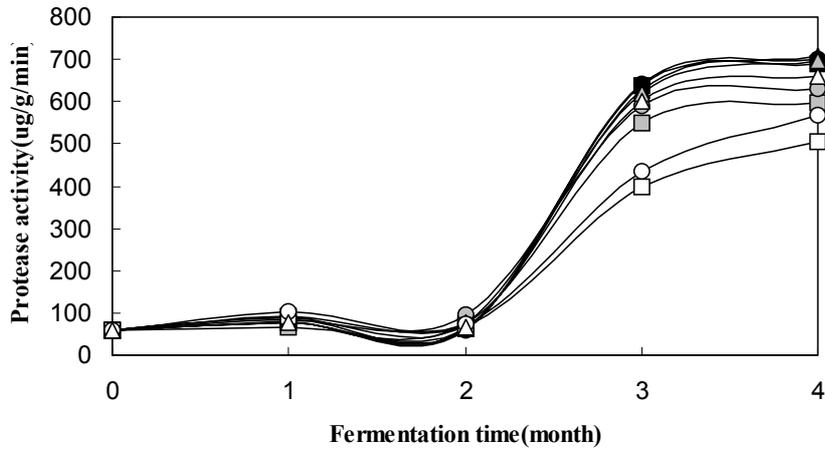


Fig. 4-34. Changes in protease activity of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ◼ : B20-WG, ◉ : B20-OG, ◓ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

Fig. 4-35와 Fig. 4-36은 각각 간장과 고추장의 저장 발효 중 미생물 변화를 나타내고 있다. 간장의 경우 호기성 총균수[Fig. 4-35, (a)]는 전체적으로 발효 2개월까지 증가 후 감소하는 경향이다. 분쇄도 함량에 따른 변화는 분쇄도 0%인 B0-BG는 담금 초기 2.6 [log(cfu/ml)]에서 4.5 [log(cfu/ml)], 5.1 [log(cfu/ml)], 4.6 [log(cfu/ml)], 4.3 [log(cfu/ml)] 으로의 변화를 보였고, 20%인 B20-BG는 2.6 [log(cfu/ml)]에서 4.3 [log(cfu/ml)], 5.7 [log(cfu/ml)], 3.8 [log(cfu/ml)], 3 [log(cfu/ml)] 으로 변화하였으며, 30%인 B30-BG는 2.6 [log(cfu/ml)]에서 4.1 [log(cfu/ml)], 5.3 [log(cfu/ml)], 3.5 [log(cfu/ml)], 3.2 [log(cfu/ml)]로 변화를 나타내었다. 분쇄도 0%가 미생물 증식이 약간 높게 나타났다. 유

약의 도포 유·무에 따른 변화는 유약을 양면 모두 도포 한 B0-BG가 증식이 가장 높게 나타났다. b)의 젖산균의 증식도 완만한 증가지만 2개월까지 증식 증가를 보이다가 3개월 쯤부터는 감소하였다. 그러나 분쇄토 0%에 유약을 양면 모두 도포 한 B0-BG는 3개월까지 증식한 후 감소하였다. 분쇄토의 함량 변화와 유약의 도포 유·무에 따른 미생물 증식 변화에 있어서 분쇄토 0%에 유약을 양면 모두 도포 한 B0-BG의 경우가 증식이 가장 활발한 것으로 나타났다. 따라서 젖산의 변화와 pH 변화에 영향을 주며 변화가 거의 일치하였다. 효모 증식의 경우도 젖산균의 증식의 경우와 비슷한 경향을 보이고 있다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 미생물의 증식은 적당한 산소와 적당한 수분 등에 의해 좌우되며 용기의 기공성은 이들 미생물이 잘 자랄 수 있는 내부 환경을 조성 할 것으로 생각한다. 그러나 기공율이 너무 높아지면 수분의 손실율이 많아지고 염농도가 높아지므로 미생물 증식에는 악영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다. 고추장 발효 중 미생물 증식의 경우도 간장의 경우와 거의 비슷한 경향을 이루고 있으며 총균수와 젖산균수는 간장의 경우보다 다소 높고, 효모수는 거의 같은 수준으로 나타났다.

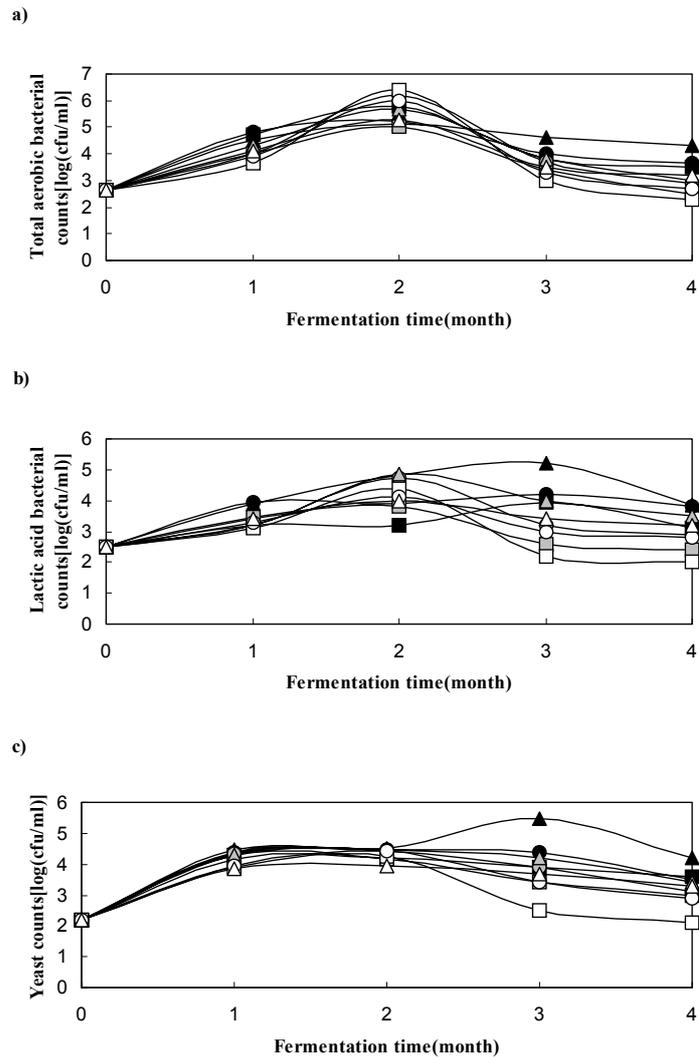


Fig. 4-35. Microbiological changes in a) total aerobic bacteria, b) lactic acid bacteria and c) yeast of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ◼ : B20-WG, ◉ : B20-OG, ◄ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

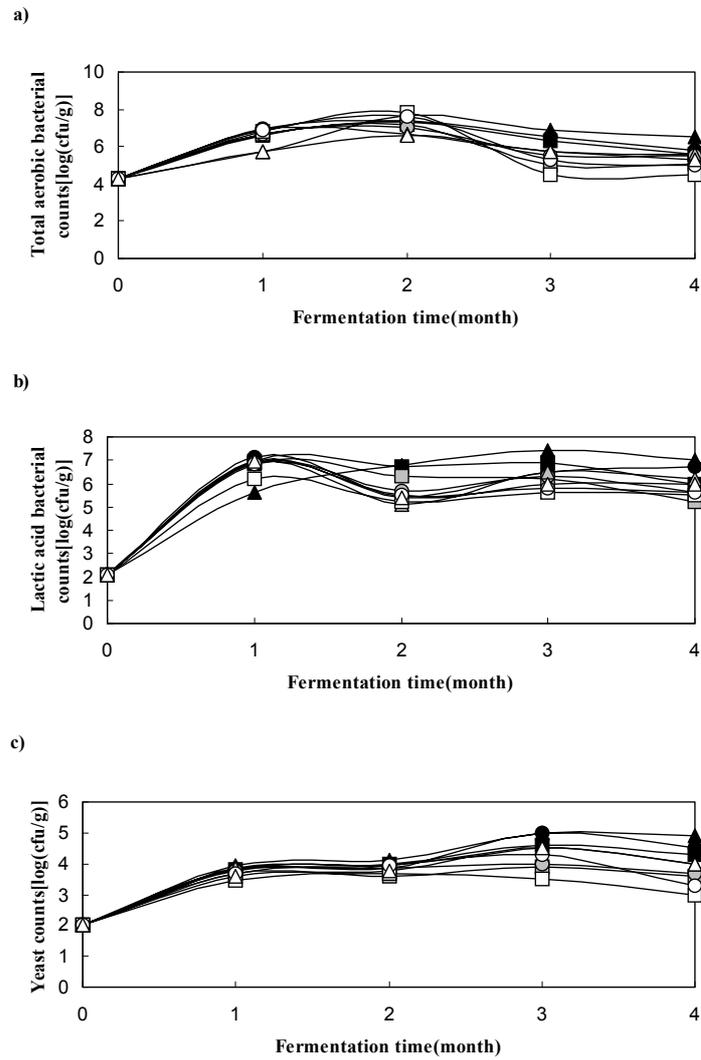


Fig. 4-36. Microbiological changes in a) total aerobic bacteria, b) lactic acid bacteria and c) yeast of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ▒ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

정미물질인 핵산의 변화는 Fig. 4-37과 Fig. 4-38에 보여주고 있다. Fig. 4-37의 간장의 경우 전체적인 경향은 담금 초기 1~2개월까지는 완만한 증가를 보이다가 2개월 후 3개월 쯤 급격하게 증가하여 4개월 쯤까지 비슷한 수준으로 유지하였다. 분쇄토의 비율에 따른 변화는 담금 초기 42.9 mg%에서 분쇄토 0%인 B0-BG, 20%인 B20-BG, 30%인 B30-BG의 발효 4개월 함량은 각각 255 mg%, 230 mg%, 205 mg%로 분쇄토 0%인 B0-BG가 높은 핵산 함량을 보이고 있다. 유약 도포 유무에 따른 변화는 도포하지 않은 B0-WG, 한면 도포 한 B0-OG, 양면 도포 한 B0-BG의 4개월 쯤 함량 수준은 각각 200 mg%, 220 mg%, 255 mg%으로 양면 도포 한 B0-BG가 가장 높은 함량을 나타내고 있다. 이것은 유리아미노산의 변화와 함께 관능검사시 맛에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 관능요원들에게 분쇄토 0%에 양면 도포 한 B0-BG이 높은 점수를 받는 결정적인 요인으로 작용하지 않았나 사료된다. 고추장의 경우는 전체적인 경향으로 담금 1~2개월까지 완만한 증가 후 3개월 쯤 급격한 증가 다음 4개월 쯤은 감소하였다. 분쇄토의 비율에 따른 변화는 0%인 B0-BG, 20%인 B20-BG, 30%인 B30-BG의 3개월 쯤 함량은 각각 35.8 mg%, 28.6 mg%, 27.4 mg% 였다. 그리고 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 도포하지 않은 B0-WG, 한면 도포 한 B0-OG, 양면 도포 한 B0-BG의 3개월 쯤 함량 수준은 각각 27.7 mg%, 28.8 mg%, 35.8 mg%로 간장과 마찬가지로 분쇄토 0%에 유약을 양면 도포 한 B0-BG의 함량이 가장 높게 나타났다.

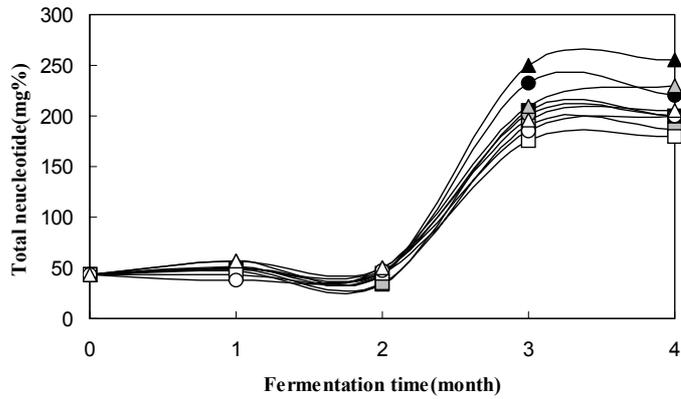


Fig. 4-37. Changes in total nucleotide of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

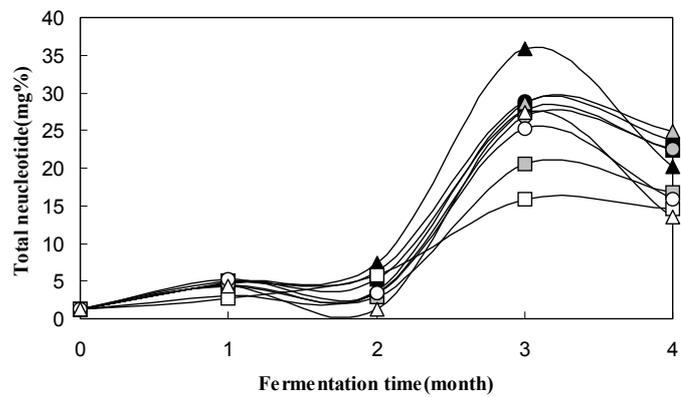


Fig. 4-38. Changes in total nucleotide of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

간장의 색도 변화는 Fig. 4-39와 같다. 밝기를 나타내는 L값의 경우 분쇄토 0%인 B0-BG는 담금 초기 82.7에서 발효가 진행됨에 따라 점점 어두워져 종료 4개월 쯤 52.4를 나타내었다. 분쇄토 20%인 B20-BG는 담금 초기 82.7에서 발효가 진행됨에 따라 점점 밝아져 종료 4개월 쯤 86.2를 나타내었다. 그리고 분쇄토 30%인 B30-BG는 B0-BG와 같은 경향으로 담금 초기 82.7에서 발효가 진행됨에 따라 점점 어두워져 종료 4개월 쯤 56.1를 나타내었다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 담금 초기 82.7에서 B0-WG와 B0-OG 그리고 B0-BG의 발효 4개월 쯤 값이 각각 45.5, 77.2, 52.4로 어두워졌다. 적색도를 나타내는 a값은 분쇄토의 비율에 따라 B0-BG는 담금 초기 1.8에서 발효 기간이 증가함에 따라 점점 밝은 적색을 보이며 발효 종료 4개월 쯤 34.5를 나타내고, B20-BG와 B30-BG는 점점 어두운 적색을 나타내며 발효 종료 4개월 쯤 각각 -4.9, -8.2의 값을 나타내었다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 앞의 분쇄토 비율에 따른 변화와 동일한 경향을 나타내고 있다. 담금 초기 1.8에서 B0-WG와 B0-OG는 발효 4개월 쯤 값이 각각 -20.5, -13.7로 어두운 적색을 보이고 있고, B0-BG는 34.5로 밝은 적색을 보이고 있다. 황색도인 b값은 분쇄토의 비율에 따른 경우와 유약의 도포 유·무에 따른 경우 모두 일정한 경향이 없고 증가, 감소를 반복하며 불규칙한 경향을 나타내고 있다. 대체적으로 용기의 기공율이 높은 경우 밝기인 L값은 공기의 접촉으로 인한 산화로 많이 어두워지는 것으로 나타났고, 적색도인 a값은 또한 기공율이 높아짐에 따라 어두운 적색을 나타내는 것으로 나타났다. 황색도인 b값은 불규칙 적으로 변화하여 정확한 예측이 불가능하였다. 고추장의 색도 변화인 Fig. 4-40에서는 L값이 전체적으로 어두워지는 것으로 나타났고, 분쇄토의 비에 따른 변화는 B0-BG와 B20-BG 그리고 B30-BG가 모두 담금 초기 30.0에서 감소하여 발효 4개월 쯤 각각 24.5, 24.6, 26.2를 나타내었다. 도포 유·무에 따른 변화는 25.0으로 같은 밝기를 보이고 있다. 따라서 고추장의 경우 L값은 기공율에 따라서는 많은 차이를 나타내지 않는 것으로 볼 수 있다. 적색도인 a값 또한 발효 시간의 경과에 따라 어두운 적색으로 변하고 있었다. 분쇄토의 비에 따른 변화는 담금 초기 20.7에서 발효 종료 4개월 쯤 B0-BG, B20-BG, B30-BG의 값이 각각 12.6, -19.9, -12.5로 나타났다. 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG, B0-OG, B0-BG의 값이 각각 5, 6, 12.6을 나타내고 있다. 황색도인 b값은 일관성 없는 변화를 보이고 있다. 따라서 고추장의 색도 변화는 기공율이 높아짐에 따라 L값은 어두워지고, a값은 짙어지는 경향을 보이고 있다. 이는 원

활한 공기의 유통으로 인하여 내부 제품과 산소 접촉에 의해 갈색화 반응이 진행되기 때
문인 것으로 생각된다.

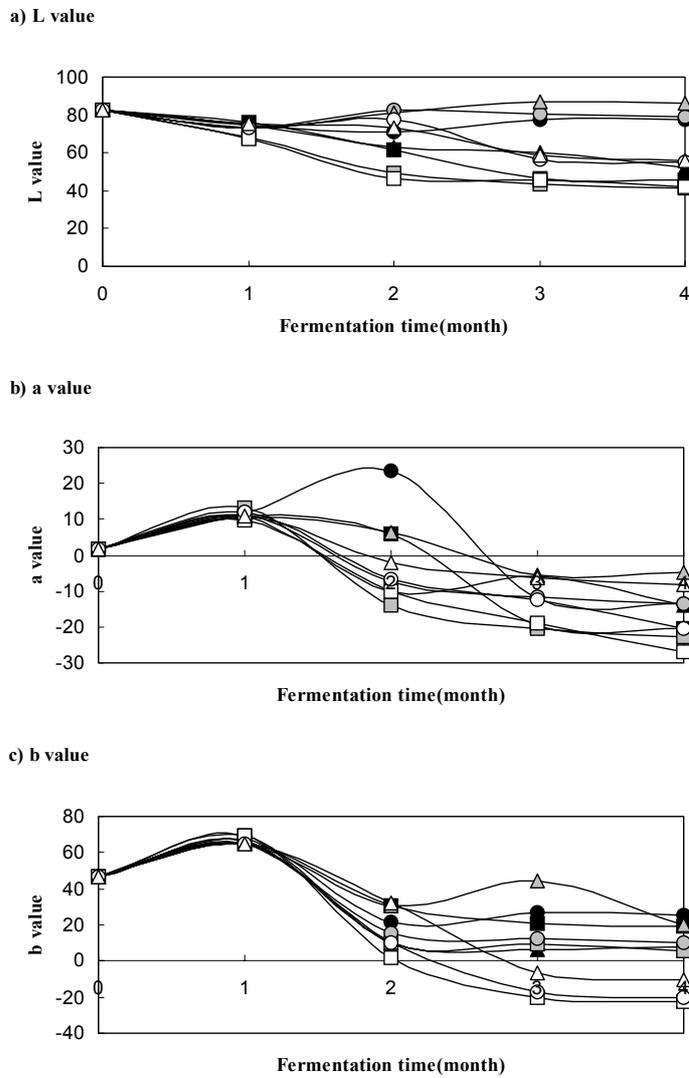
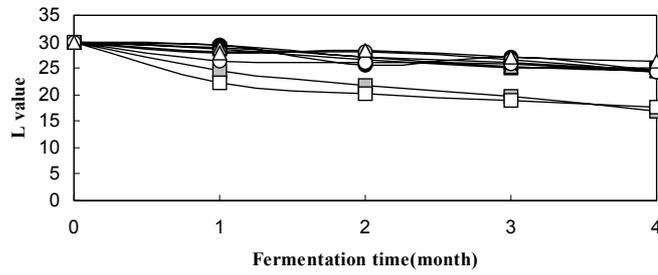
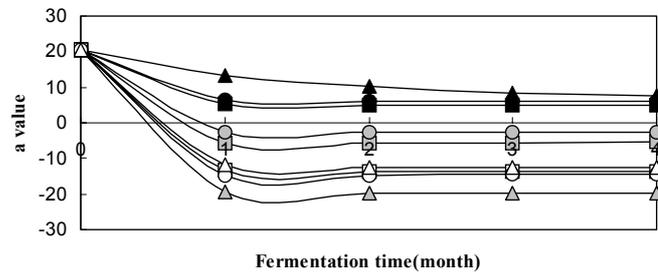


Fig. 4-39. Changes in color of soy sauce fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

a) L value



b) a value



c) b value

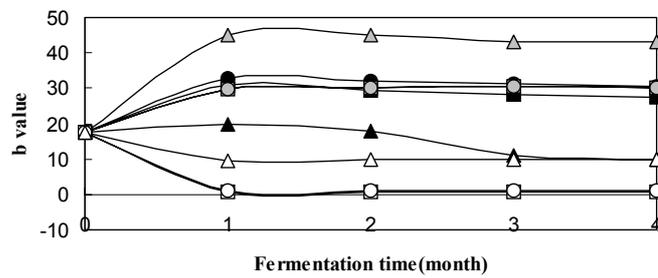


Fig. 4-40. Changes in color of *kochujang* fermented in *onggi* vessels. ■ : B0-WG, ● : B0-OG, ▲ : B0-BG, ■ : B20-WG, ● : B20-OG, ▲ : B20-BG, □ : B30-WG, ○ : B30-OG, △ : B30-BG

간장 발효 중 유리아미노산의 변화는 Table 4-13 ~ Table 4-16까지 나타내고 있다. 전체적인 경향은 초기 총 아미노산 함량이 2,410 mg/100 g에서 발효 1개월 쯤 많은 증가를 보이고 있다. 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 4,711 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 4,661 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 4,605 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 4,661 mg/100 g이고 B0-OG가 4,813 mg/100 g이며, B0-BG가 4,711 mg/100 g이다. 2개월 쯤(Table 4-14)는 1개월 쯤보다 감소하였고, 3개월 쯤(Table 4-15)는 다시 증가하여, 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 4,545 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 5,875 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 5,417 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 4,698 mg/100 g이고 B0-OG가 4,503 mg/100 g이며, B0-BG가 4,545 mg/100 g이다. 4개월 쯤(Table 4-16)는 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 4,728 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 5,659 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 5,336 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 4,848 mg/100 g이고 B0-OG가 4,634 mg/100 g이며, B0-BG가 4,728 mg/100 g이다. 유리아미노산의 변화는 분쇄토 20%에 유약을 양면 모두 도포 한 B20-BG의 경우가 가장 높게 나타났다. 변화과정에서 맛난맛과 관련이 있는 aspartic acid와 glutamic acid의 변화가 두드러지게 높은 수준으로 증가하였다. 이는 간장의 맛에 있어서 긍정적으로 작용하리라 생각한다.

Table 4-13. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented in *onggi* vessels for 1 month (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	1								
	Control	¹⁾ B0-WG	²⁾ B0-OG	³⁾ B0-BG	⁴⁾ B20-WG	⁵⁾ B20-OG	⁶⁾ B20-BG	⁷⁾ B30-WG	⁸⁾ B30-OG	⁹⁾ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	479	479	479	532	439	466	546	399	453
*Thr	83	131	131	131	143	119	131	143	107	119
Ser	63	116	126	147	137	116	126	147	95	126
Glu	300	956	986	986	1103	883	956	1147	794	927
Pro	214	622	725	622	679	564	633	691	483	587
Gly	195	278	278	285	315	255	270	308	233	263
Ala	194	392	401	401	454	365	383	445	339	383
*Val	111	281	281	281	316	269	269	304	234	269
*Ileu	157	197	197	197	236	197	197	223	184	210
*Leu	149	315	315	302	367	315	302	341	276	315
*Phe	116	149	149	149	281	248	165	149	281	231
*Lys	604	528	528	513	557	454	542	616	454	513
*His	31	93	93	93	93	78	93	93	62	78
*Arg	ND	122	122	122	140	122	122	157	105	122
Total amino acid	2,410	4,659	4,812	4,708	5,354	4,426	4,658	5,314	4,051	4,602
*Essencial amino acid	1,251	1,816	1,816	1,788	2,133	1,806	1,821	2,026	1,703	1,857

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-14. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented in *onggi* vessels for 2 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	2								
	Control	¹⁾ B0-WG	²⁾ B0-OG	³⁾ B0-BG	⁴⁾ B20-WG	⁵⁾ B20-OG	⁶⁾ B20-BG	⁷⁾ B30-WG	⁸⁾ B30-OG	⁹⁾ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	266	293	280	253	253	266	316	306	306
*Thr	83	60	71	71	36	60	60	71	71	71
Ser	63	53	63	53	21	53	53	63	63	63
Glu	300	544	588	574	485	515	530	667	622	618
Pro	214	219	115	219	299	207	207	242	242	242
Gly	195	150	158	158	158	153	150	173	173	173
Ala	194	205	214	214	214	214	214	225	223	223
*Val	111	152	152	152	152	152	152	170	170	164
*Ileu	157	105	118	118	118	118	105	118	118	118
*Leu	149	171	171	171	171	171	171	186	186	184
*Phe	116	83	83	83	83	83	83	100	99	99
*Lys	604	438	468	468	453	438	468	497	497	497
*His	31	62	62	62	62	62	62	62	62	62
*Arg	ND	105	105	105	87	87	87	105	105	105
Total amino acid	2,410	2,613	2,663	2,728	2,593	2,568	2,611	2,999	2,942	2,931
*Essencial amino acid	1,251	1,176	1,230	1,230	1,162	1,171	1,188	1,309	1,308	1,300

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-15. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented in *onggi* vessels for 3 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	3								
	Control	¹⁾ B0-WG	²⁾ B0-OG	³⁾ B0-BG	⁴⁾ B20-WG	⁵⁾ B20-OG	⁶⁾ B20-BG	⁷⁾ B30-WG	⁸⁾ B30-OG	⁹⁾ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	652	678	665	776	756	745	780	771	771
*Thr	83	108	276	204	255	245	240	219	216	216
Ser	63	126	221	189	242	242	242	169	169	158
Glu	300	1014	956	1044	1180	1170	1176	1325	1226	1205
Pro	214	276	230	299	536	529	529	253	253	253
Gly	195	293	203	353	225	225	225	312	332	323
Ala	194	401	329	80	442	442	445	346	369	392
*Val	111	316	222	234	423	423	433	345	325	316
*Ileu	157	210	210	210	285	280	288	249	249	249
*Leu	149	354	275	354	369	360	393	386	369	393
*Phe	116	133	116	116	149	149	149	149	149	149
*Lys	604	496	467	511	596	580	584	566	567	599
*His	31	124	109	109	124	124	124	140	140	140
*Arg	ND	191	209	174	236	246	296	246	244	244
Total amino acid	2,410	4,694	4,504	4,542	5,839	5,773	5,872	5,489	5,384	5,414
*Essencial amino acid	1,251	1,932	1,884	1,912	2,437	2,407	2,507	2,300	2,259	2,306

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-16. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented in *onggi* vessels for 4 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	4								
	Control	¹ B0-WG	² B0-OG	³ B0-BG	⁴ B20-WG	⁵ B20-OG	⁶ B20-BG	⁷ B30-WG	⁸ B30-OG	⁹ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	193	678	705	705	705	711	718	706	705	705
*Thr	83	132	192	180	192	264	264	188	196	168
Ser	63	158	200	179	222	254	252	256	235	200
Glu	300	1044	1014	1117	1042	1086	1103	1106	1107	1147
Pro	214	299	242	276	365	355	483	442	413	322
Gly	195	308	218	338	226	223	210	200	231	308
Ala	194	427	312	98	401	403	401	412	422	436
*Val	111	269	246	269	431	412	421	421	268	269
*Ileu	157	249	223	183	324	312	328	316	278	288
*Leu	149	301	328	380	324	324	328	288	299	367
*Phe	116	149	166	133	199	118	116	123	142	149
*Lys	604	467	453	569	603	602	613	596	568	584
*His	31	171	124	124	155	155	155	155	149	140
*Arg	ND	191	209	174	241	248	261	261	248	244
Total amino acid	2,410	4,843	4,636	4,725	5,431	5,469	5,656	5,474	5,266	5,333
*Essencial amino acid	1,251	1,929	1,941	2,012	2,469	2,435	2,486	2,348	2,148	2,209

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

고추장의 발효 과정에서 유리아미노산의 변화는 담금 초기 총아미노산 함량이 734 mg/100 g에서 발효 1개월 써(Table 4-17) 모든 용기에서 큰 폭의 증가를 보이고 있고, 2개월 써(Table 4-18) 1개월 써에 비교해서 감소하다 다시 3개월 써(Table 4-19) 많은 양의 유리아미노산이 검출되었으며, 발효 마지막 4개월 써(Table 4-20)는 약간 감소한 구도 있고 증가한 구도 있다. 1개월 써(Table 4-17) 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 1,133 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 1,121 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 1,048 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 1,105 mg/100 g이고 B0-OG가 1,076 mg/100 g이며, B0-BG가 1,133 mg/100 g이다. 발효 2개월 써(Table 4-18) 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 763 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 1,080 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 870 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 849 mg/100 g이고 B0-OG가 733 mg/100 g이며, B0-BG가 768 mg/100 g이다. 발효 3개월 써(Table 4-19) 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 3,783 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 4,120 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 5,129 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 4,651 mg/100 g이고 B0-OG가 4,471 mg/100 g이며, B0-BG가 3,783 mg/100 g이다. 발효 4개월 써(Table 4-20) 분쇄토의 비에 따른 변화는 분쇄토 0%인 B0-BG는 4,081 mg/100 g이고, 분쇄토 20%인 B20-BG는 4,438 mg/100 g이며, 분쇄토 30%인 B30-BG는 4,609 mg/100 g이다. 유약의 도포 유·무에 따른 변화는 B0-WG가 4,846 mg/100 g이고 B0-OG가 4,309 mg/100 g이며, B0-BG가 4,081 mg/100 g이다. 이상의 고추장 발효과정에서 유리아미노산의 변화 중 가장 두드러진 변화는 간장에서와 마찬가지로 맛난 맛과 관계가 있는 aspartic acid와 glutamic acid의 증가폭이 가장 높았으며 이는 고추장의 맛에 긍정적인 작용을 하리라 생각한다. 그리고 유리아미노산 변화에 있어서 분쇄토의 비에 따른 영향은 분쇄토 20%가 긍정적이며, 유약의 도포 유·무는 도포하지 않은 구가 긍정적으로 작용하는 것으로 나타났다.

Table 4-17. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels for 1 month (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	1								
	Control	¹ B0-WG	² B0-OG	³ B0-BG	⁴ B20-WG	⁵ B20-OG	⁶ B20-BG	⁷ B30-WG	⁸ B30-OG	⁹ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Thr	71	71	71	71	60	71	77	77	77	66
Ser	11	5	11	11	5	11	11	11	11	11
Glu	263	529	500	529	348	515	500	537	537	485
Pro	142	270	265	270	201	265	259	270	276	253
Gly	11	15	11	15	8	15	15	15	15	11
Ala	18	18	18	22	18	22	18	22	18	18
*Val	23	18	29	35	18	23	35	18	23	18
*Ileu	13	13	13	13	7	13	13	13	13	13
*Leu	20	20	13	20	13	20	20	26	26	20
*Phe	50	33	33	33	25	33	41	41	41	41
*Lys	15	15	22	15	29	22	29	22	22	15
*His	62	70	62	70	47	62	62	70	70	62
*Arg	35	26	26	26	26	35	35	26	26	26
Total amino acid	734	1,103	1,075	1,130	806	1,109	1,118	1,152	1,160	1,045
*Essencial amino acid	289	266	269	283	225	279	312	293	298	261

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-18. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels for 2 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	2								
	Control	¹ B0-WG	² B0-OG	³ B0-BG	⁴ B20-WG	⁵ B20-OG	⁶ B20-BG	⁷ B30-WG	⁸ B30-OG	⁹ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	120	80	106	133	160	146	120	133	120
*Thr	71	36	24	24	36	48	48	36	36	36
Ser	11	32	32	42	21	42	33	42	42	32
Glu	263	162	118	147	191	206	206	177	177	162
Pro	142	58	46	58	58	69	81	58	81	58
Gly	11	38	30	38	53	53	53	45	45	38
Ala	18	45	36	36	53	62	53	45	53	45
*Val	23	47	35	47	59	70	70	59	59	47
*Ileu	13	39	26	26	39	52	52	39	39	39
*Leu	20	66	39	52	79	79	79	79	66	66
*Phe	50	33	33	33	50	66	50	50	50	33
*Lys	15	102	73	88	146	131	117	102	117	117
*His	62	16	124	16	16	16	16	16	31	16
*Arg	35	52	35	52	52	70	70	70	70	52
Total amino acid	734	846	733	765	987	1,126	1,077	942	1,004	867
*Essencial amino acid	289	391	389	338	477	532	502	451	468	406

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-19. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels for 3 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	3								
	Control	¹ B0-WG	² B0-OG	³ B0-BG	⁴ B20-WG	⁵ B20-OG	⁶ B20-BG	⁷ B30-WG	⁸ B30-OG	⁹ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	771	746	638	931	718	785	612	758	1184
*Thr	71	312	204	204	504	276	324	216	324	228
Ser	11	231	189	200	336	242	242	158	231	273
Glu	263	764	779	691	970	1029	794	735	926	941
Pro	142	265	460	276	299	414	219	299	311	288
Gly	11	225	180	173	338	165	180	218	233	248
Ala	18	249	231	214	356	178	240	231	249	267
*Val	23	351	211	211	386	246	234	281	246	398
*Ileu	13	170	197	157	472	314	301	328	367	170
*Leu	20	341	341	301	288	170	157	197	262	328
*Phe	50	232	448	183	315	299	183	249	216	232
*Lys	15	146	146	161	234	234	102	204	161	161
*His	62	155	93	93	140	93	109	140	140	124
*Arg	35	435	244	278	331	539	244	383	261	278
Total amino acid	734	4,647	4,472	3,780	5,901	4,919	4,117	4,255	4,690	5,126
*Essencial amino acid	289	2,142	1,884	1,588	2,670	2,171	1,654	1,998	1,977	1,919

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

Table 4-20. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented in *onggi* vessels for 4 months (mg/100g)

Amino acid	Fermentation time(month)									
	0	4								
	Control	¹ B0-WG	² B0-OG	³ B0-BG	⁴ B20-WG	⁵ B20-OG	⁶ B20-BG	⁷ B30-WG	⁸ B30-OG	⁹ B30-BG
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	771	652	678	865	771	785	652	678	732
*Thr	71	288	216	180	480	276	288	252	300	252
Ser	11	210	200	179	347	242	210	200	210	252
Glu	263	1044	1056	968	1144	1124	1075	955	988	986
Pro	142	288	253	230	265	380	322	288	265	265
Gly	11	240	173	158	300	150	158	173	210	218
Ala	18	258	169	214	365	160	231	187	178	267
*Val	23	363	199	222	374	269	234	234	222	257
*Ileu	13	197	210	197	511	275	301	280	288	197
*Leu	20	380	262	262	262	197	144	170	301	380
*Phe	50	216	415	216	282	315	183	183	249	249
*Lys	15	131	117	190	234	248	117	117	161	146
*His	62	124	124	140	124	78	140	140	155	155
*Arg	35	331	261	244	365	348	244	261	226	244
Total amino acid	734	4,841	4,311	4,078	5,919	4,835	4,435	4,096	4,436	4,606
*Essencial amino acid	289	2,030	1,804	1,651	2,632	2,006	1,651	1,637	1,902	1,880

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

간장 발효 마지막 4개월 째 실시한 관능검사 결과는 Table 4-21와 같다. 옹기에 따른 색상에 대한 분산분석 결과는 p 값이 0.0001로써 0.05보다 작으므로 유의차가 인정된다고 할 수 있으며, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG 순으로 각각 4.27, 3.18, 2.91의 평균값이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.45, 3.82, 4.27로 이것 역시 서로간의 유의차를 보이고 있다. 따라서 색에 있어서는 통기성이 크지 않은 B0-BG가 긍정적인 결과를 보였다. 냄새의 경우 p 값이 0.0001로 0.05보다 작게 나타나 유의차가 인정된다고 할 수 있고, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.36, 3.27, 3.00의 평균값이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.55, 3.82, 4.36으로 이것 역시 서로간의 유의차를 보이고 있다. 따라서 냄새에 있어서는 색과 마찬가지로 통기성이 크지 않은 B0-BG가 긍정적인 결과를 보였다. 맛의 경우는 p 값이 0.0001로 0.05보다 작기 때문에 유의차가 인정되고, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.55, 3.55, 3.55의 평균값이 나타났으며, B0-BG가 B20-BG와 B30-BG 사이에서는 유의차가 인정되나 B20-BG와 B30-BG 사이에서는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.73, 4.09, 4.55로 서로간의 유의차를 보이고 있다. 전체적인 평가에서는 p 값이 0.0001로 0.05보다 작으므로 옹기 상호간에 유의차가 인정되고, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.33, 3.33, 3.00의 평균값이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.25, 4.00, 4.33으로 이것 역시 서로간의 유의차를 보이고 있다. 따라서 간장의 관능검사 결과 옹기의 통기성에 따라서 제품의 색상, 냄새, 맛 그리고 종합적인 평가에 있어서 유의성을 가지며 특히 분쇄토 0%에 유약을 양면 모두 도포 한 B0-BG가 가장 긍정적으로 작용하는 것으로 나타났다.

Table 4-21. Sensory evaluation of soy sauce fermented in *onggi* vessels for 4 months

Soy sauce	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
¹⁾ B0-WG	3.45 ^{bc}	3.55 ^{bc}	3.73 ^{bc}	3.25 ^{abc}
²⁾ B0-OG	3.82 ^{ab}	3.82 ^b	4.09 ^{ab}	4.00 ^{ab}
³⁾ B0-BG	4.27 ^a	4.36 ^a	4.55 ^a	4.33 ^a
⁴⁾ B20-WG	1.91 ^f	2.00 ^e	2.64 ^{de}	1.50 ^d
⁵⁾ B20-OG	2.64 ^{de}	2.82 ^d	3.18 ^{cd}	3.25 ^{abc}
⁶⁾ B20-BG	3.18 ^{cd}	3.27 ^{bcd}	3.55 ^{bc}	3.33 ^{abc}
⁷⁾ B30-WG	1.73 ^f	1.73 ^e	2.27 ^e	1.50 ^d
⁸⁾ B30-OG	2.09 ^{ef}	2.27 ^e	3.00 ^{cd}	2.75 ^c
⁹⁾ B30-BG	2.91 ^{cd}	3.00 ^{cd}	3.55 ^{bc}	3.00 ^{bc}
P value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

a~f : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

고추장의 관능검사 결과는 Table 4-22과 같다. 색상에 대한 분산분석 결과는 p 값이 0.0001로써 0.05보다 작으므로 유의차가 인정된다고 할 수 있으며, 옹기에 따른 색의 변화는 역시 유의차가 있다고 할 수 있다. 그리고 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.45, 3.36, 3.00의 평균값이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.45, 3.91, 4.45로 이것 역시 서로간의 유의차를 보이고 있다. 따라서 색에 있어서는 통기성이 크지 않은 B0-BG가 긍정적인 결과를 보였다. 냄새의 경우 p 값이 0.0001로 0.05보다 작게 나타나 유의차가 인정된다고 할 수 있고, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.27, 3.09, 3.00의 평균값이 나타났으며, 따라서 B0-BG가 B20-BG와 B30-BG 사이에서는 유의차가 인정되나 B20-BG와 B30-BG 사이에서는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.36, 3.73, 4.27로 이것 역시 서로간의 유의차를 보이고 있다. 따라서 냄새에 있어서도 색과 같이 통기성이 크지 않은 B0-BG가 긍정적인 결과를 보였다. 맛에 대한 경우는 p 값이 0.0001로 0.05보다 작기 때문에 유의차가 인정되고, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.27, 3.55, 3.27의 평균값이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.73, 3.91, 4.27로 서로간의 유의차를 보이고 있다. 전체적인 평가에서는 p 값이 0.0001로 0.05보다 작으므로 옹기 상호간에 유의차가 인정되고, 다중비교를 한 결과 분쇄토 비에 따른 반응은 B0-BG, B20-BG, B30-BG순으로 각각 4.33, 3.67, 3.33의 평균값이 나타났으며, 서로간의 유의차가 있는 것으로 나타났다. 유약의 도포 유·무에서는 B0-WG, B0-OG, B0-BG순으로 각각 3.25, 4.00, 4.33으로 이것 역시 서로간의 유의차를 보이고 있다. 따라서 고추장의 관능검사 결과 역시 간장과 같이 옹기의 통기성에 따라서 제품의 색상, 냄새, 맛 그리고 종합적인 평가에 있어서 유의성을 가지며 특히 분쇄토 0%에 유약을 양면 모두 도포한 B0-BG가 가장 긍정적으로 작용하는 것으로 나타났다.

Table 4-22. Sensory evaluation of *kochujang* fermented in *onggi* vessels for 4 months

<i>Kochujang</i>	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
¹⁾ B0-WG	3.45 ^c	3.36 ^{bc}	3.73 ^b	3.25 ^{bcd}
²⁾ B0-OG	3.91 ^b	3.73 ^b	3.91 ^{ab}	4.00 ^{ab}
³⁾ B0-BG	4.45 ^a	4.27 ^a	4.27 ^a	4.33 ^a
⁴⁾ B20-WG	2.27 ^f	2.18 ^e	2.18 ^e	2.25 ^{ef}
⁵⁾ B20-OG	2.73 ^e	2.64 ^{de}	2.82 ^d	3.00 ^{cde}
⁶⁾ B20-BG	3.36 ^{cd}	3.09 ^{cd}	3.55 ^{bc}	3.67 ^{abc}
⁷⁾ B30-WG	1.91 ^f	1.73 ^f	2.00 ^e	2.00 ^f
⁸⁾ B30-OG	2.27 ^f	2.27 ^e	2.36 ^e	2.50 ^{def}
⁹⁾ B30-BG	3.00 ^{de}	3.00 ^{cd}	3.27 ^c	3.33 ^{bcd}
P value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

^{1)~9)} : See footnotes on Table 2-1.

a~f : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

2. 발효식품의 품질을 고려한 현장 발효공정에 용기의 적용

가. 최적조건으로 제작된 용기와 그 외 담금 용기를 이용한 현장 조건에서의 발효

1) 용기 내 온도 변화 측정

1차년도 결과로부터 최적조건으로 제작된 용기를 이용하여 간장, 된장, 고추장을 현장 조건에서 발효, 숙성시키는 과정에서 품질변화를 측정하여 담금 용기별 차이점을 확인하고자 하였다. 간장, 된장, 고추장의 제조는 앞에서 설명한 바와 같으며, 발효 조건은 상온에서 햇볕이 쬐이는 곳에 두고 실험하였다.

용기와 스테인레스, 플라스틱(PP) 빈 용기 내의 온도변화를 측정한 결과 Fig. 4-41과 Fig. 4-42에서 보여주고 있다. Fig. 4-41에서는 상온 24℃에서 40℃까지 온도를 올리면서 용기 내부의 온도변화와 시간을 측정한 결과로 용기가 다른 용기에 비교해서 온도의 변화가 완만하고, 시간은 스테인레스가 60분, 플라스틱이 70분 용기가 90분으로 가장 오래 걸렸다. 그러나 스테인레스와 플라스틱은 용기에 비교해서 빠른 온도 상승과 짧은 시간에 내부 온도가 40℃까지 상승하였다. Fig. 4-42는 용기 내부 온도를 40℃까지 올린 상태에서 24℃까지 내려가는 시간과 내부 온도 변화를 측정한 결과로 Fig. 4-41과 동일하게 용기에 비교해서 스테인레스와 플라스틱에서 급격하게 온도가 내려가는 것을 확인 할 수 있었다. 내부 온도가 24℃로 되는 시간은 스테인레스와 플라스틱은 70분이고 용기는 100분이 걸렸다. 이는 용기와 스테인레스, 플라스틱의 두께 차이에서 나타나는 현상일 수 있으나 결과적으로 발효식품에 미치는 결과는 내부 온도 변화가 급격한 것보다는 완만한 것이 제품의 질에 긍정적인 작용을 할 것으로 판단된다.

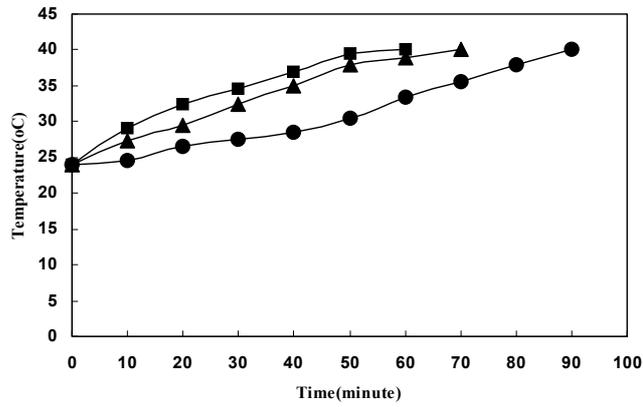


Fig. 4-41. Changes of temperature in empty fermentation vessels in range of a rising temperature from 24 to 40°C. ● : onggi, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

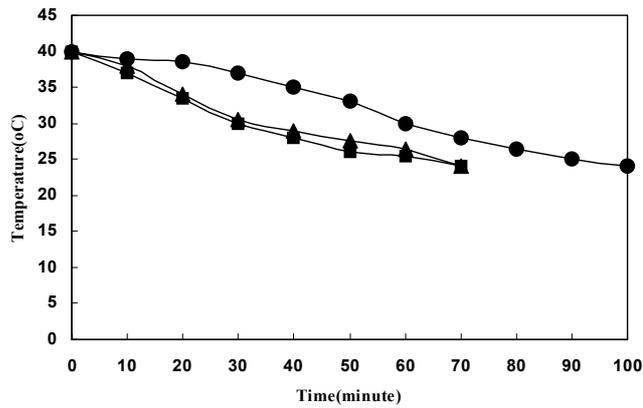


Fig. 4-42. Changes of temperature in empty fermentation vessels in range of a drop in temperature from 40 to 24°C. ● : onggi, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

발효식품이 채워져 있는 담금 용기 내의 온도 변화는 Fig. 4-43, 44, 45에서 보여주고 있다. 온도 기록 시간은 오전 09:00부터 오후 22:00까지 이루어 졌고, 온도 측정은 간장을 담은 용기를 대상으로 하였다. Fig. 4-43은 기온이 낮은 2월 한 달의 온도변화를 평균하여 나타낸 값이다. 겨울철 용기 내부의 중심 온도는 외기 온도와 최저 1℃에서 최고 3℃까지의 온도차를 보이고 있고, 스테인레스와 플라스틱은 최저 0.5℃에서 최고 2℃까지의 온도차를 나타내고 있다. 이는 추운 겨울날 낮은 외기 온도에도 불구하고 용기에서는 스테인레스와 플라스틱에 비교해 보온성을 유지하는 것을 알 수 있었다. Fig. 4-44는 6월 중 맑고 화창한 날 용기 내부 중심온도를 측정한 결과이다. 더운 여름 철 용기 내부의 중심 온도는 외기 온도와 최저 0℃에서 최고 5.5℃까지 온도차를 나타내고 있다. 스테인레스는 최저 0℃에서 최고 12.5℃의 편차를 나타내고, 플라스틱의 경우도 스테인레스와 유사하게 최저 0℃에서 최고 11.5℃까지의 차이를 보이고 있다. 이는 Fig. 4-43의 비어 있는 용기에서의 온도변화보다 편차가 큰 것을 알 수 있다. 이것은 더운 여름 직사광선과 지면의 복사열로 인하여 나타나는 것으로 판단되어진다. 우리의 전통 간장, 된장, 고추장의 적정 발효온도는 주로 실온상태의 온도조건에서 이루어지고 있다(김덕용 등, 2004). 장류 발효에는 세균, 곰팡이, 효모가 관여한다(손태화 등, 1999). 이들 미생물의 적정 생육온도는 25~38℃ 범위이다. 따라서 용기의 내부 온도는 최저 26.5℃에서 최고 33.5℃로 그다지 온도가 낮지도 높지도 않으면서 미생물이 생육할 수 있는 적정 온도를 유지하고 있다. 하지만 스테인레스와 플라스틱은 최저 온도는 26.5℃로 용기와 같으나 최고 온도가 각각 40℃와 39℃로 높게 나타났다. 이 온도는 발효 중 제품에 좋지 못한 영향을 미치는 초산균의 번식이 왕성한 온도 범위이다. Fig. 4-45는 5월 중 흐린 날 용기 내부의 온도변화를 보여주고 있다. 흐린 날 기온이 내려감에도 불구하고 용기 내부는 외기 온도보다 1~2℃ 높은 온도로 유지되고 있으며, 스테인레스와 플라스틱은 외기 온도와 거의 같은 온도로 유지되었다. 이상의 온도 변화를 종합해 볼 때 발효에 미치는 가장 중요한 인자로 작용하는 온도가 스테인레스와 플라스틱보다 용기에서 보온성을 유지하며 적정 온도로 유지됨으로써 장류 제품에 긍정적인 작용을 하는 것으로 판단된다. 유진영 등(1998)은 간장 발효 온도는 30℃가 적합한 것으로 보고하고 있으며, 간장의 맛에 있어서 25℃에서 발효한 간장이 우수한 것으로 보고하였다.

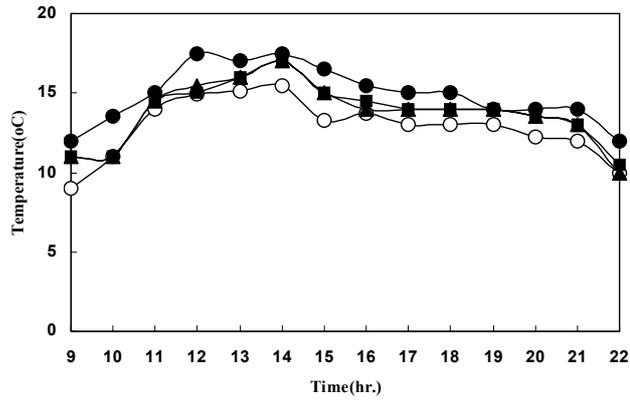


Fig. 4-43. Changes in temperature of soy sauce in vessels during fermentation period in the field.(fine weather in within February) ○ : ambient ● : *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

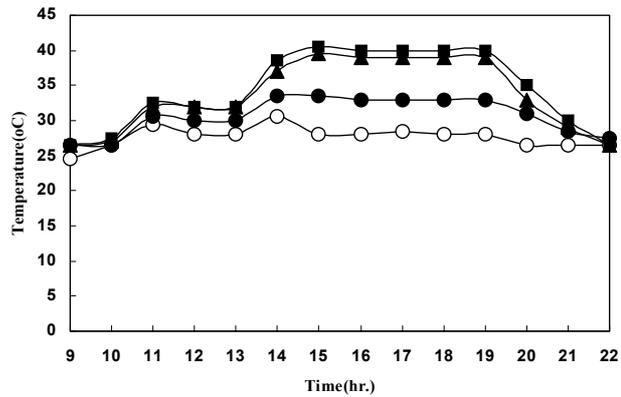


Fig. 4-44. Changes in temperature of soy sauce in vessels during fermentation period in the field.(fine weather in within June) ○ : ambient ● : *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

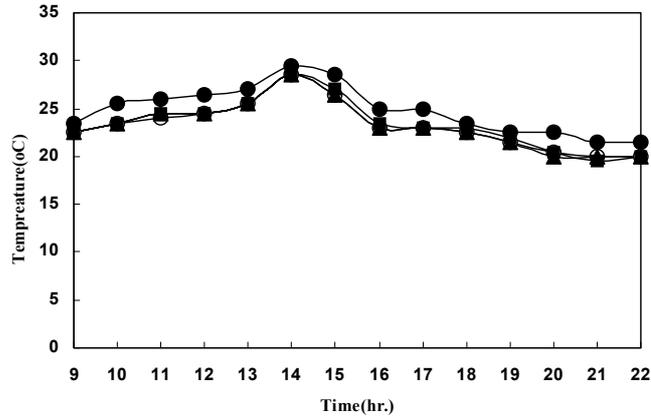


Fig. 4-45. Changes in temperature of soy sauce in vessels during fermentation period in the field.(cloudy weather in within May) ○ : ambient ● : *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

2) 기 사용된 용기의 내부 기공 촬영(SEM)

간장, 된장, 고추장을 담구었던 용기의 내부 조직 변화를 확인하기 위해 각각의 용기를 파쇄하여 전자현미경(SEM)을 이용해 내부 조직 사진을 찍은 결과 Fig. 4-46, 47, 48과 같다. Fig. 2-1 ~ Fig. 2-3은 용기를 제작하여 기공을 전자현미경으로 찍은 사진이다. 여기서 보여지는 기공 내부는 비어 있는 상태 그대로 이지만 발효 후 보여지는 것은 기공 내부에 염 결정들이 많이 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 Fig. 3-8 에서는 많은 미생물이 존재하는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 앞에서 언급된 내용 중 타 용기에 비교해 용기에서 많은 수분 손실이 있었음에도 불구하고 염도가 낮은 것은 용기의 기공을 통해 수분만이 흘러나오는 것이 아니라 수분에 녹아 있는 염도 함께 흘러나오면서 기공에서 결정으로 남기 때문인 것으로 판단된다. 또한 기공 내부에 존재하는 미생물은 발효속도에 영향을 미칠 것으로 판단되나, 미생물 동정이 이루어지지 않았으므로 앞으로 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

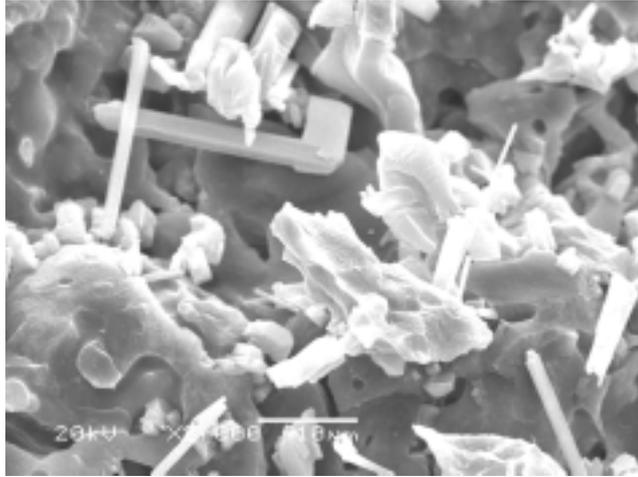


Fig. 4-46. Crystals of salt in old *onggi* tissue after fermentation of soy sauce

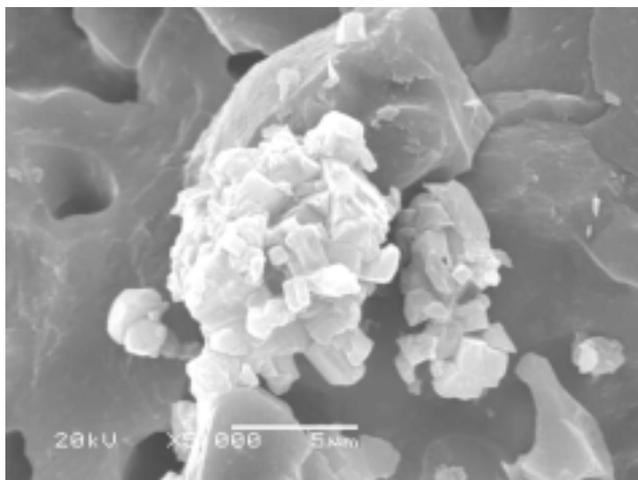


Fig. 4-47. Crystals of salt in old *onggi* tissue after fermentation of *doenjang*

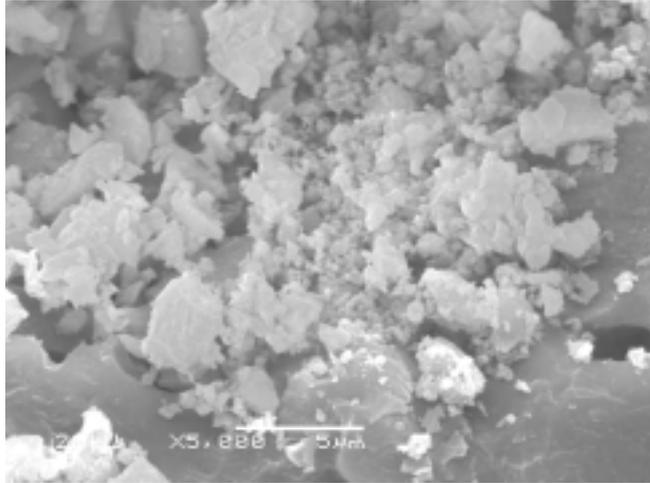


Fig. 4-48. Crystals of salt in old *onggi* tissue after fermentation of *kochujang*

3) 현장 발효 조건에서의 장류 발효 중 품질 변화

1차년도 실험 결과를 토대로 최적 조건으로 제작된 옹기와 기 사용한 옹기, 스테인레스, 플라스틱 담금 옹기에 간장, 된장, 고추장을 각각의 옹기에 담아 4개월간 발효·숙성 중 품질 변화를 측정하였다. 현장 발효 조건은 자갈 위에 옹기가 놓이고 외부에 노출되어 직사광선이 바로 쬐이며 비, 바람이 그대로 맞는 상태이다.

Fig. 4-49는 간장의 염 농도를 보여주고 있다. 발효 1개월째 염 농도는 새로운 옹기가 초기 18.0%에서 15.9%로 감소하였고, 한 번 사용한 옹기는 16.3%로 감소하였으며, 스테인레스와 플라스틱은 동일하게 16.5%로 감소하여 한 번 사용된 옹기와 비슷하였다. 옹기별 차이점은 Fig. 4-46에서 설명한 바와 같이 새 옹기의 기공에 염분이 흡착됨으로써 염 농도가 낮아지는 것으로 생각되며, 사용된 옹기는 이미 염 결정이 기공을 채우고 있고 스테인레스, 플라스틱 옹기는 흡착될 수 없기 때문인 것으로 판단된다. 발효 2개월째부터는 옹기 모두가 비슷한 염 농도를 유지하면서 1개월째 보다 상승하였으며, 발효 마지막 4개월째는 17.0%에서 17.4%로 거의 같은 염 농도를 보이고 있다. 정순경 등(2004)의 담금 옹기별 어간장 품질변화에서의 초기 염 농도와는 약간의 상이한 점은 있으나 후반

부에는 거의 비슷한 경향을 나타내고 있다. 이는 용기의 규격과 발효 온도에서 나타나는 차이일 것으로 생각된다.

Fig. 4-50의 된장에 대한 염 농도 변화는 간장의 변화와 거의 유사하였다. Fig. 4-51의 고추장에 대한 염 농도는 초기 11.0%에서 발효 마지막 4개월까지 계속 증가하는 것으로 나타났다. 스테인레스와 플라스틱은 14.0%이고 사용한 옹기와 새 옹기는 각각 13.6%와 13.2% 약간 낮은 농도를 보였다. 이러한 현상은 스테인레스와 플라스틱 용기가 옹기에 비해서 온도 변화에 영향이 크므로 수분 손실에 의한 차이 일 것으로 생각된다.

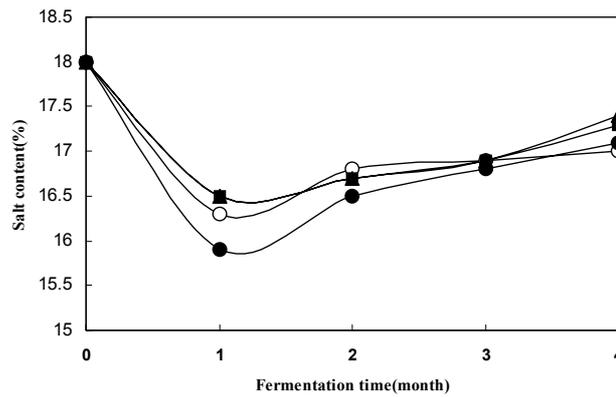


Fig. 4-49. Changes in salt content of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

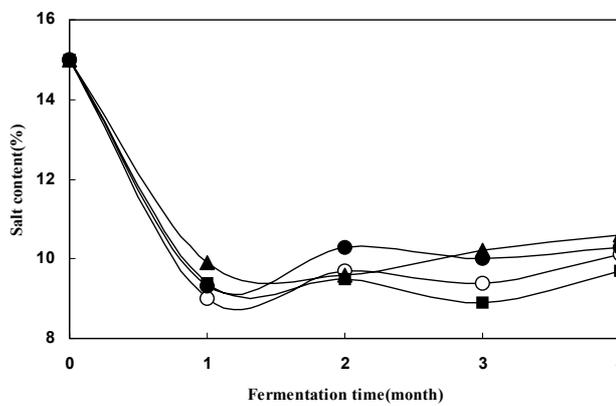


Fig. 4-50. Changes in salt content of *doenjang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

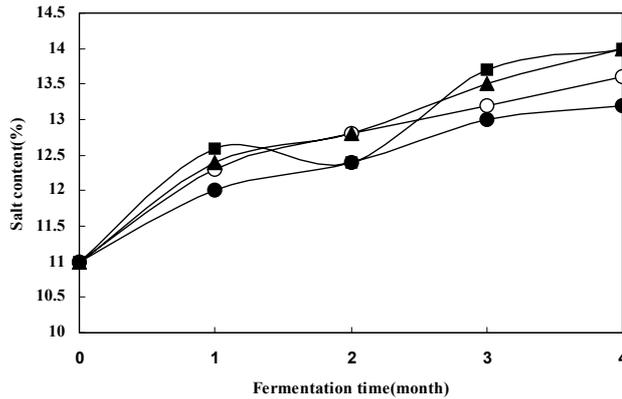


Fig. 4-51. Changes in salt content of *kochujang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

간장의 pH와 총산 변화는 Fig. 4-52와 Fig. 4-53에서 보여주고 있다. 4종류의 용기 모두 발효 중 pH는 감소하는 경향이 비슷하다. 초기 pH 5.76에서 발효 말기 4개월째 스테인레스가 pH 5.43으로 가장 높고, 새 용기가 pH 5.39로 다음이고, 사용한 용기와 플라스틱이 pH 5.36으로 가장 낮은 pH 값을 보이고 있다. 이우진 등(1971)은 한국채래식 간장은 유산의 생성에 의해 pH가 감소하는 것으로 보고한바 있다. 본 실험의 결과와 일치하였다. Fig. 4-53의 적정 총산 변화는 전체적인 경향으로 발효 중 증가하는 것으로 나타났다. 이는 Fig. 4-52의 pH 변화와 상호 관계가 일치함을 알 수 있다. 용기별 경향은 뚜렷하게 설명 할 수는 없다. 용기가 가지는 기공성의 차이에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

Fig. 4-54와 Fig. 4-55는 각각 된장의 pH와 총산 변화를 나타내고 있다. 된장의 경우 pH 변화의 전체적인 경향은 감소하고 있으며, 발효 초기에는 용기가 스테인레스나 플라스틱 용기보다 높은 pH를 보이고 있다. Fig. 4-55의 총산 변화는 pH 변화와 반대로 증가하고 있음을 알 수 있으며, 이것은 pH 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 용기별 차이는 발효 초기에는 스테인레스와 플라스틱에서 용기보다 동일하게 높은 수치를 보였으나 2개월 이후부터는 플라스틱 용기가 가장 낮은 총산을 보이고 있다. 이러한 현상은 발효 중 미생물이 분비한 amylase 등에 의해 발효성 당당류인 glucose 등이 알콜발효와 유기산발효를 계속하게 됨으로써 나타나는 현상으로 생각되며(Jung 등, 1994), 이는 용기가 가지는 통기성이 스테인레스나 플라스틱의 무통기성보다 더욱 영향을 미치는 것이라 판단된다. 이 결과는 유선미 등(2001)에 의해 보고된 결과 중 용기에 의해 발효된 된장보다 플라스틱에서 발효된 된장의 총산이 가장 낮은 것과 일치하고 있다.

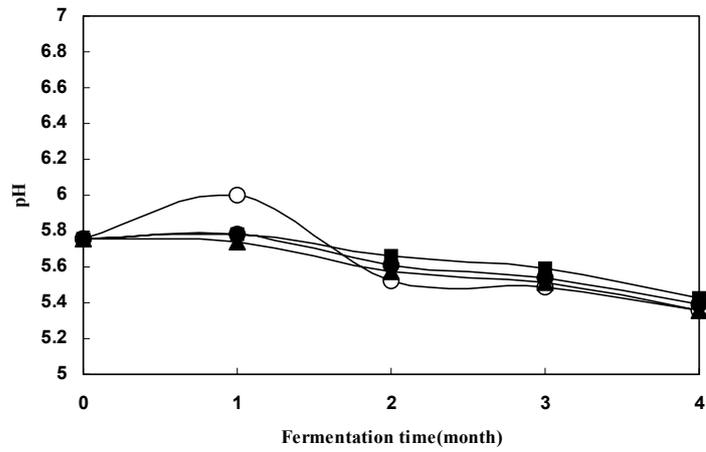


Fig. 4-52. Changes in pH of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

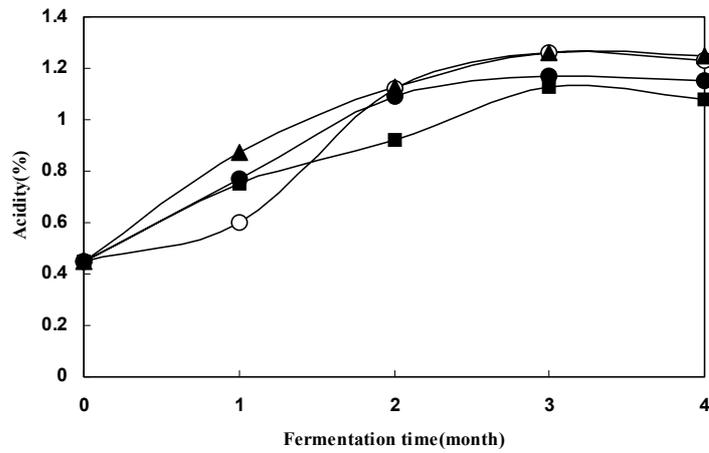


Fig. 4-53. Changes in total acidity of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

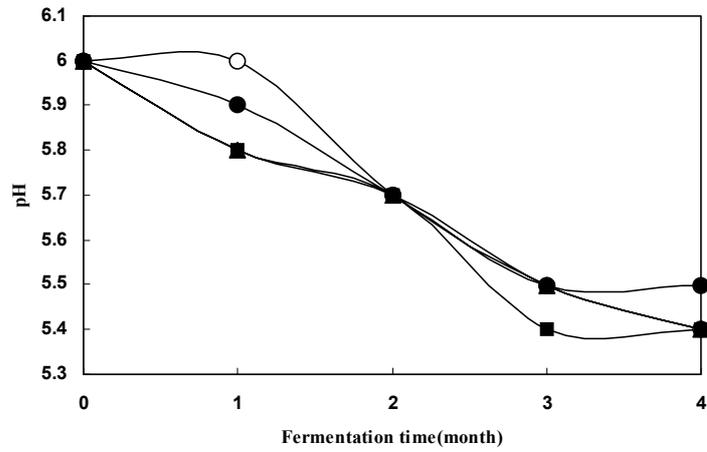


Fig. 4-54. Changes in pH of *doenjang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

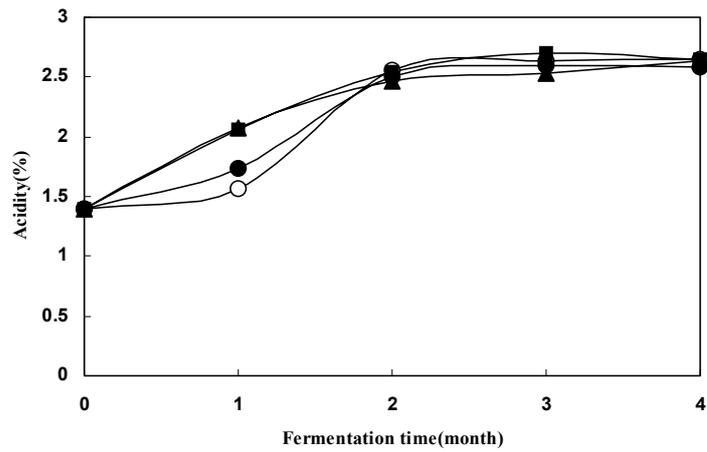


Fig. 4-55. Changes in total acidity of *doenjang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

Fig. 4-56과 Fig. 4-57은 고추장의 pH와 총산 변화를 보여주고 있다. 고추장 숙성 중 미생물에 의하여 생성되는 유기산의 정도에 따라 달라지는 pH와 총산 중 Fig. 4-56의 pH는 전체적인 경향으로 담금 초기부터 서서히 감소하다 중간에 약간의 정체기가 나타났다가 다시 발효 마지막까지 감소하였다. 이는 pH가 감소하다가 발효 초기에 유기산의 생성이 많아지다 발효 중기 알콜과 유기산의 esterification으로 유기산이 감소되거나 *Bacillus subtilis*가 분비하는 deaminase에 의한 deamination으로 아미노산의 감소에 의한 것으로 판단된다(김영수 등, 1994). Fig. 4-57의 적정 총산은 pH 변화와 일치하는 경향을 보였는데 발효·숙성기간 동안 계속 증가하였다. 용기별 차이점은 뚜렷하게 일관성을 보이지는 않았으나 한 번 사용한 용기와 새로운 용기가 스테인레스와 플라스틱 용기 보다는 pH가 낮았으며, 총산은 약간 높은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 용기가 가지는 기공성과 보온성으로 인하여 미생물 생육을 촉진하고, 따라서 유기산 생성이 높기 때문인 것으로 판단된다.

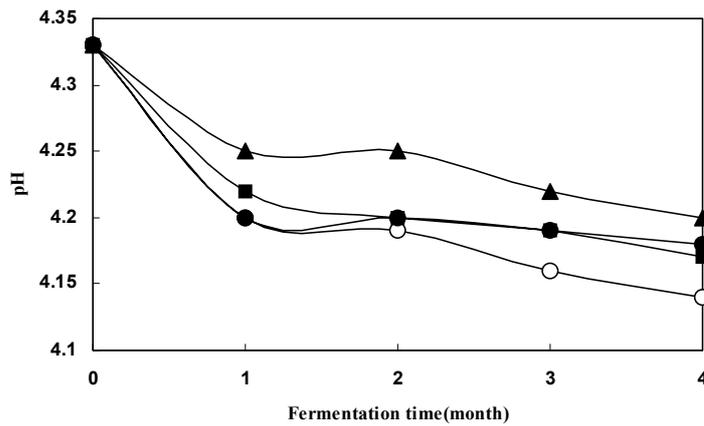


Fig. 4-56. Changes in pH of *kochujang* during fermentation period in the field.
 ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

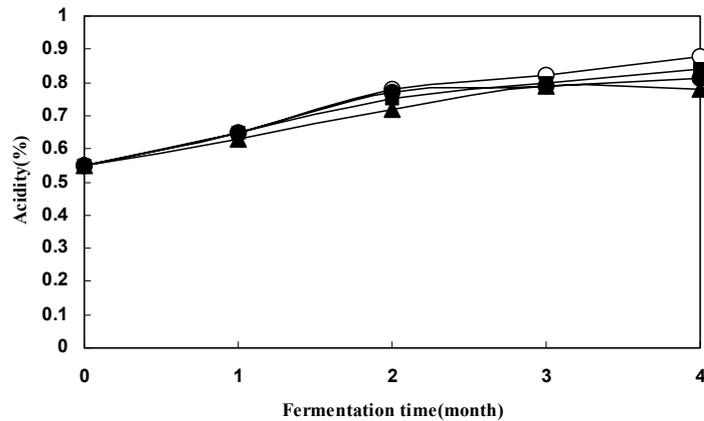


Fig. 4-57. Changes in total acidity of *kochujang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

간장 발효·숙성 중 총질소 함량 변화는 Fig. 4-58과 같다. 실험구 전체적인 경향은 한국재래식 간장에 대하여 연구 보고한 김종규 등(1980), 유진영 등(1998) 그리고 이우진 등(1971)의 결과와 같이 발효 과정 중 지속적인 증가를 보이다가 4개월째 약간 감소를 하였다. 이 같은 결과는 발효 중 일반 미생물이 생산하는 단백질 분해효소의 생성량이 증가하다 4개월째는 영양분의 손실로 인하여 미생물 증식이 줄어드는 이유인 것으로 생각된다. 용기별 차이는 한번 사용한 용기와 새로운 용기 사이에서는 사용한 용기가 높은 수치를 나타내고 있다. 이는 2장에서 언급한 내용 중 사용한 용기의 기공에 존재하고 있는 미생물들이 발효에 영향을 미치면서 더욱 효과가 극대화되어 나타나는 현상으로 추측되며, 용기가 스테인레스나 플라스틱보다 높은 함량을 보이고 있는 것은 용기가 가지고 있는 특성 중 기공성과 보온성에 의하여 발효에 영향을 미치는 미생물의 높은 생육으로 인하여 많은 효소들의 작용 때문인 것으로 생각된다. 이는 유진영 등(1998)의 효소첨가에 의한 간장의 제조 공정에서 나타난 결과와도 같다.

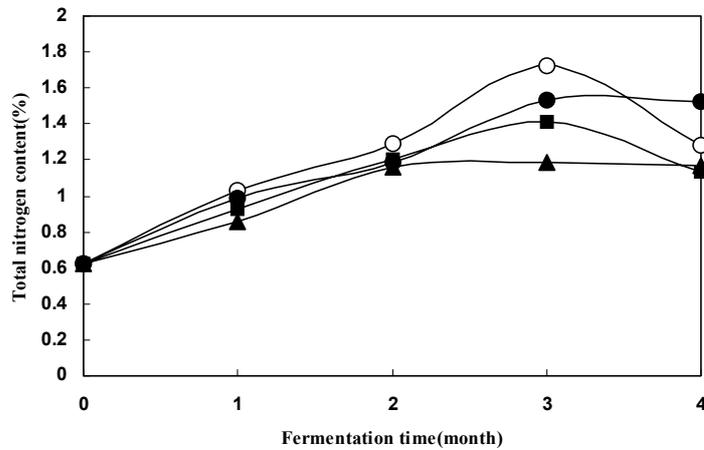


Fig. 4-58. Changes in total nitrogen content of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

Fig. 4-59는 된장의 발효·숙성 중 총질소 함량의 변화를 보여주고 있다. 된장의 총질소 함량의 변화는 전체적인 경향으로 발효 1개월 째 증가하다가 2개월 째는 약간의 감소 후 3개월 째 증가 다시 감소하는 양상을 보였다. 용기별 차이는 발효 초기 1개월 째 스테인레스가 가장 높은 3.0%의 수치를 보이고 다음이 새 옹기, 한 번 사용한 옹기, 플라스틱 순으로 각각 2.7%, 2.5%, 2.4%를 나타내고 있다. 발효 2개월 이 후부터는 옹기가 스테인레스나 플라스틱보다 높은 값을 보이고 있고, 새 옹기보다는 한 번 사용한 옹기가 더 높은 수치를 나타내고 있다. 이는 유선미 등(2001)의 담금 용기를 달리한 된장의 발효 중 품질변화와 경향이 일치하고 있다. 수용성 질소 함량은 항아리(옹기)에서 가장 높은 수치를 나타내고 플라스틱이 가장 낮은 값을 보인다고 보고하고 있다. 이러한 현상은 이 경희 등(2003)과 장지현(1966)의 연구 보고에 따르면 된장의 발효 중 통기성이 있는 메주를 사용했을 때 단백질 분해효소 역가가 높아진다고 하였다. 따라서 스테인레스와 플라스틱보다 기공성이 있는 옹기에서 영향을 미친 것으로 판단된다.

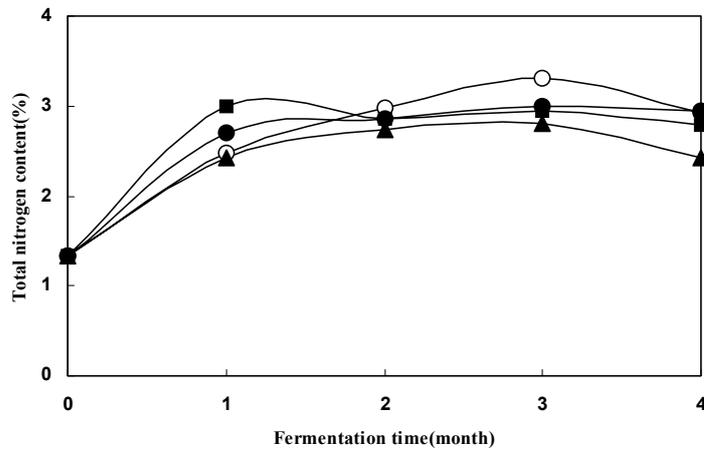


Fig. 4-59. Changes in total nitrogen content of *doenjang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

아미노태 질소는 장류의 구수한 맛성분으로 중요시되는 성분 중의 하나이다(신동화 등, 1997). Fig. 4-60은 간장의 아미노태 질소 함량의 변화를 보여주고 있다. 발효 숙성 중 용기 모두에서 증가하고 있다. 이는 박옥진 등(1996)의 연구 결과와 일치하였다. 용기 별 차이는 용기가 스테인레스와 플라스틱 보다 높은 수치의 함량을 나타내고 있고, 한번 사용한 용기가 새 용기보다 함량이 높게 나타났다. 이러한 경향은 박옥진 등(1996)이 유리병과 항아리를 이용하여 간장을 발효시킬 때 유리병보다 항아리에서 더 많은 양을 함유하고 있다는 것과 일치하였다. 아미노태 질소는 간장이 숙성되어감에 따라 메주 중의 protease의 작용에 의해 단백질과 고분자 polypeptide 등이 아미노산이나 저급 peptide로 분해되어 용출되는 것으로 숙성도를 판정하는 중요성분이다. 이 또한 미생물의 생육 활성과 관련되므로 통기성이 없는 스테인레스와 플라스틱보다는 기공성이 있는 용기에서 미생물 생육을 돕기 때문인 것으로 판단된다.

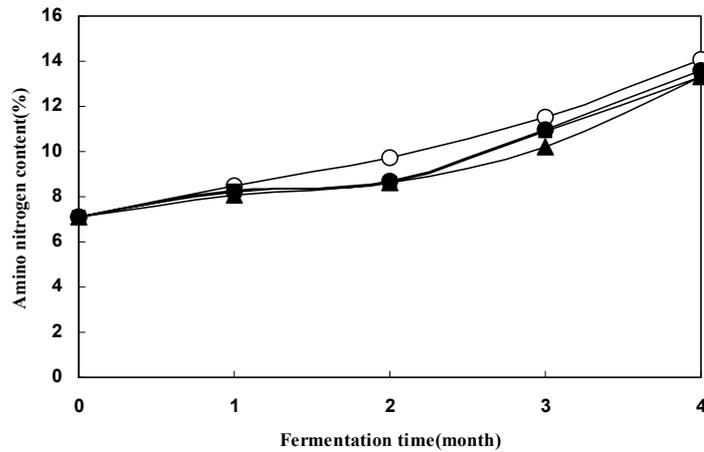


Fig. 4-60. Changes in amino nitrogen content of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

Fig. 4-61은 된장의 발효·숙성 중 아미노태 질소 함량의 변화를 보여주고 있다. 된장의 발효·숙성 중 아미노태 질소 함량의 전체적인 경향은 발효 4개월까지 계속 증가하였다. 초기에 비해 약 1.5~2배의 증가세를 보였다. 용기별 차이는 용기를 이용해 발효한 경우가 스테인레스나 플라스틱을 이용한 것보다 높은 수치를 나타내며, 발효 4개월째 한번 사용한 용기, 새 용기, 스테인레스, 플라스틱 용기에서 각각 8.1 mg%, 7.9 mg%, 7.3 mg%, 6.6 mg% 였다. 이러한 결과는 유선미 등(2001)의 오지 항아리와 플라스틱과의 담금용기별 된장 발효에서와 거의 비슷한 결과를 보였다. 이는 앞서의 간장 발효 중 아미노태 질소 함량의 변화에서 언급된 바와 같이 용기가 가지는 기공성과 보온성으로 인하여 왕성한 미생물 생육에 힘입어 protease 활성도가 높으므로 단백질 분해율이 높아 저분자 peptide 또는 amino acid가 다량 생기게 되어 아미노태 질소의 생성량이 많아지기 때문이라고 생각된다(이경희 등, 2003).

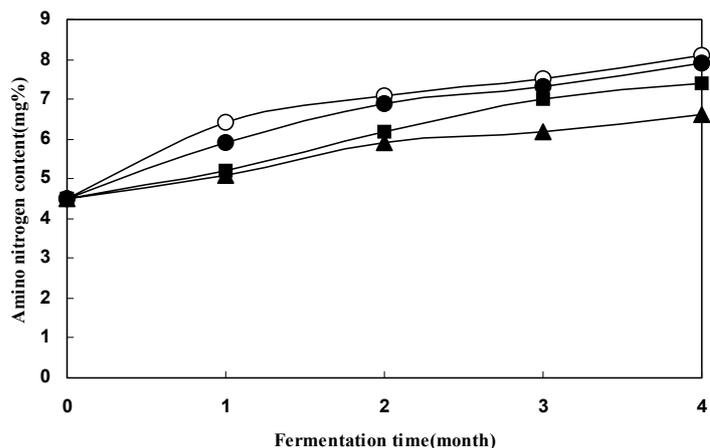


Fig. 4-61. Changes in amino nitrogen content of *doenjang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

고추장의 단백질 성분이 발효·숙성 중에 유리아미노산형태로 분해되어 고추장의 구수한 맛을 내는데 중요한 아미노태질소 함량의 변화는 Fig. 4-62에 보여주고 있다. 초기 165 mg%에서 발효 3개월까지 한 번 사용한 옹기, 새 옹기, 스테인레스, 플라스틱 용기에서 각각 269 mg%, 250 mg%, 216 mg%, 198 mg%로 증가하다가 4개월째부터 약간의 감소를 나타내고 있다. 이러한 현상은 김권향 등(1986)과 이택수(1979)의 연구 결과보고와 일치한다. 고추장에서도 된장의 아미노태질소 변화와 같이 옹기가 스테인레스나 플라스틱보다 높은 값을 나타내고 있으며, 한 번 사용한 옹기가 새 옹기보다는 높은 수치를 보이고 있다. 이 또한 옹기에서의 protease 활성에 기인한 것으로 판단된다. 이갑상 등(1986)과 신동화 등(1997)의 마늘 첨가 고추장에서 전반적으로 아미노태질소 함량이 낮았는데 이는 마늘이 미생물 생육에 저해작용을 함으로써 protease 활성이 낮았기 때문이라고 보고한 바 있다. 따라서 옹기에서 전통적인 방법으로 장류를 발효시키는 가운데 발효의 영향인자인 온도, 습도, pH 등이 잘 유지됨으로써 제품에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 판단된다.

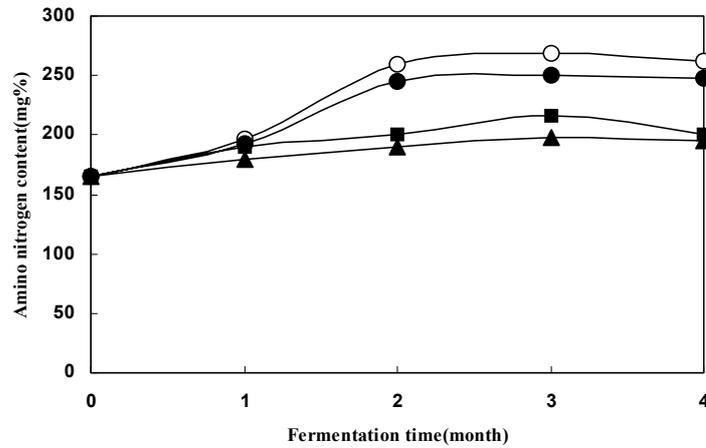


Fig. 4-62. Changes in amino nitrogen content of *kochujang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

간장의 환원당 함량 변화는 Fig. 4-63과 같다. 용기별 전체적인 경향은 초기 0.01%에서 발효 2개월 후 플라스틱 용기가 가장 높은 1.93%이고 한 번 사용한 용기가 가장 낮은 1.52%로 증가하다 발효 마지막 4개월까지 각각의 수준에서 거의 같은 수준으로 유지하였다. 이는 장지현(1966)과 김영아 등(1996)이 보고한 환원당 함량 0.70~1.35%, 0.72~1.01% 범위보다는 높은 수치이나 경향은 일치하고 있다. 함량이 높은 것은 원료가 소금물이 아닌 멸치 발효액을 사용했기 때문일 것으로 판단된다. 또한 용기와 타 용기간의 차이는 한 번 사용한 용기에서 가장 낮은 함량의 수치를 보이고 있고, 새로운 용기와 스테인레스가 비슷한 값을 나타내며, 플라스틱이 가장 높은 함량을 보였다. 이는 기공성과 적정온도가 유지되는 용기에서 미생물 생육으로 인한 환원당의 소비가 일어나기 때문인 것으로 보여진다(장지현, 1966). Fig. 4-64, Fig. 4-65의 된장과 고추장의 환원당 함량 변화도 간장의 것과 동일한 경향을 보이고 있다. 된장의 경우 발효 2개월까지 증가하다가 그 이후 감소하였다. 이는 이경희 등(2003)의 40일까지 증가와 거의 유사하며, 용기별 경향은 간장의 결과와 일치하였다. 고추장의 경우도 신동화 등(1997)의 결과와 일치하였으며, 용기별 차이는 간장의 그것과 일치한다.

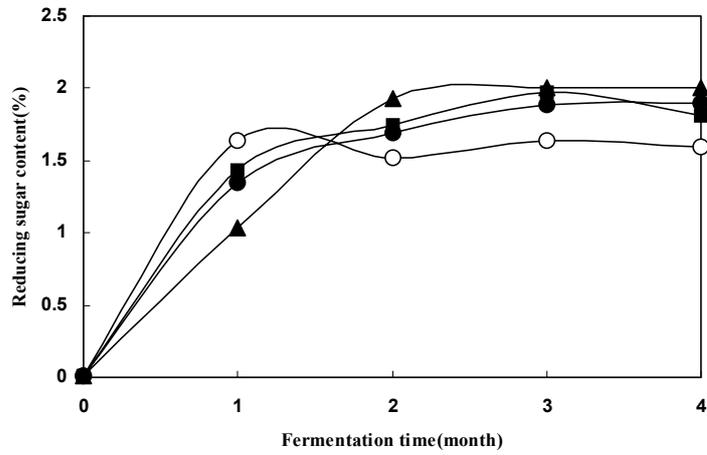


Fig. 4-63. Changes in reducing sugar content of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

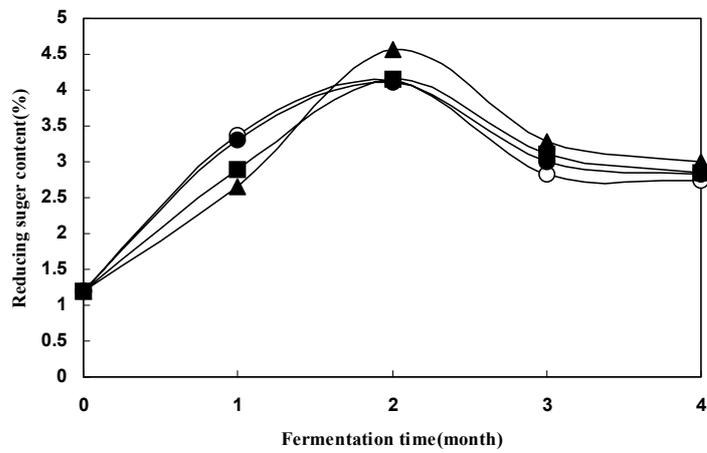


Fig. 4-64. Changes in reducing sugar content of *doenjang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

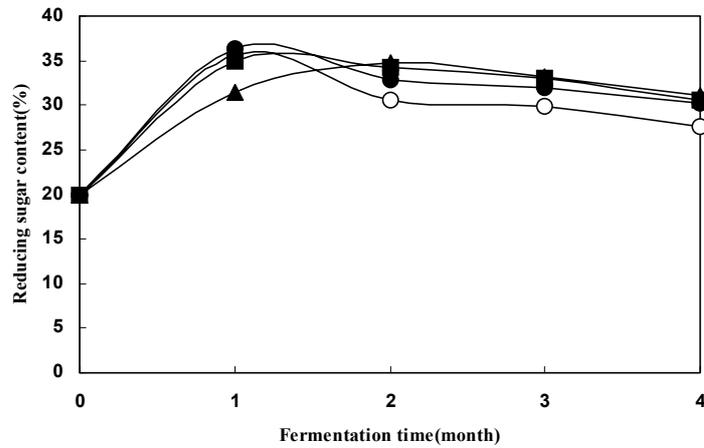


Fig. 4-65. Changes in reducing sugar content of *kochujang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

간장, 된장, 고추장의 발효 중 미생물 변화는 각각 Fig. 4-66, Fig. 4-67, Fig. 4-68과 같다. 그 중 간장의 미생물 변화를 보여주고 있는 Fig. 4-66에서는 전체적인 경향으로 발효 1개월 쯤까지 증가를 하다가 2, 3개월째 약간 침체를 가진 후 다시 증가를 하였다. 담금 용기별로는 처음부터 끝까지 스테인레스나 플라스틱보다 옹기에서 균수가 더 많았고, 옹기 중에서도 새로운 옹기보다는 한 번 사용한 옹기에서 약간 높은 수치를 나타내고 있다. 스테인레스와 플라스틱 용기 사이에서는 비슷한 균수를 보였다. 정혜정(2000)의 연구 결과는 담금 초기에는 항아리에서 균수가 더 많았으나 발효 후 유리병 간장에서 균수가 많은 것으로 나타났다. 이는 정혜정(2000)의 경우에는 침지 45일까지 발효 후 메주를 제거하고 30분 동안 달여서 숙성시키는 동안의 미생물 균수를 측정함으로써 미생물 생육이 발효 후반부에 억제되었기 때문인 것으로 판단되며, 항아리 보다 유리병에서 균수가 많았다는 것은 본 연구와 약간의 차이점을 보이고 있다. 유산균은 발효 1개월까지 증가 후 발효 마지막 4개월까지 거의 같은 수준의 균수를 보였다. 이 또한 정혜정(2000)

은 발효 20일까지 약간 증가 후 감소하여 발효 말기인 45일째에는 거의 검출되지 않은 것으로 보고되고 있는 점이 본 연구와 상이하나 용기별 경향은 본 연구의 결과와 유사하게 항아리에서 유산균수가 많았다고 보고하고 있다. 효모의 증식 경향은 전체적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 용기별 경향은 총균수와 유산균의 그것과 동일하였다. 효모의 증식은 Fig. 4-63의 환원당의 변화과정과 일치하였다. 효모가 당을 소비하여 왕성한 발효를 돕는 것으로 생각된다.

Fig. 4-67의 된장에 대한 미생물 변화 중 총균수는 발효 2개월까지는 증가 후 3개월째 약간의 감소가 있었으나 4개월째 2개월째 보다 약간 증가하였다. 용기별 차이는 초기 1개월까지는 모두 비슷한 균수를 보이다가 1개월 이후부터는 스테인레스와 플라스틱 용기보다 옹기에서 높은 균수를 보였고, 한 번 사용한 옹기가 약간 높은 균수를 보였다. 유산균과 효모의 변화는 용기별 큰 차이를 보이지 않고, 비슷한 경향을 보이고 있다.

고추장의 미생물 변화는 Fig. 4-68에서 나타내는 것과 같이 총균수의 경우 한 번 사용한 옹기와 새로운 옹기가 비슷하게 3개월까지 증가하다 이후 감소하였고, 스테인레스는 초기와 거의 같은 수준으로 유지되었으며, 플라스틱의 경우는 증감의 기복이 심하게 나타나면서 가장 낮은 균수를 보였다. 유산균과 효모 또한 총균수와 같은 경향을 보이고 있다. 이러한 현상은 이 등(1976)의 실험결과와 같은 경향을 보이고 있다.

간장, 된장, 고추장의 미생물 변화의 전체적인 현상은 앞에서 언급한 pH 저하(이계호 등, 1976)에 따른 미생물 생육환경의 변화, 미생물의 왕성한 생육으로 인한 유기산의 증가 및 효소 활성의 증가 그리고 유리아미노산의 변화 등과 연관되어 일치성을 보이고 있다. 특히 미생물의 증식은 옹기가 가지는 기공율과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되며, 또한 Fig. 4-41 ~ Fig. 4-45의 용기별 온도변화에서 언급한 옹기의 보온성과 아주 밀접한 관계를 가지는 것으로 판단된다.

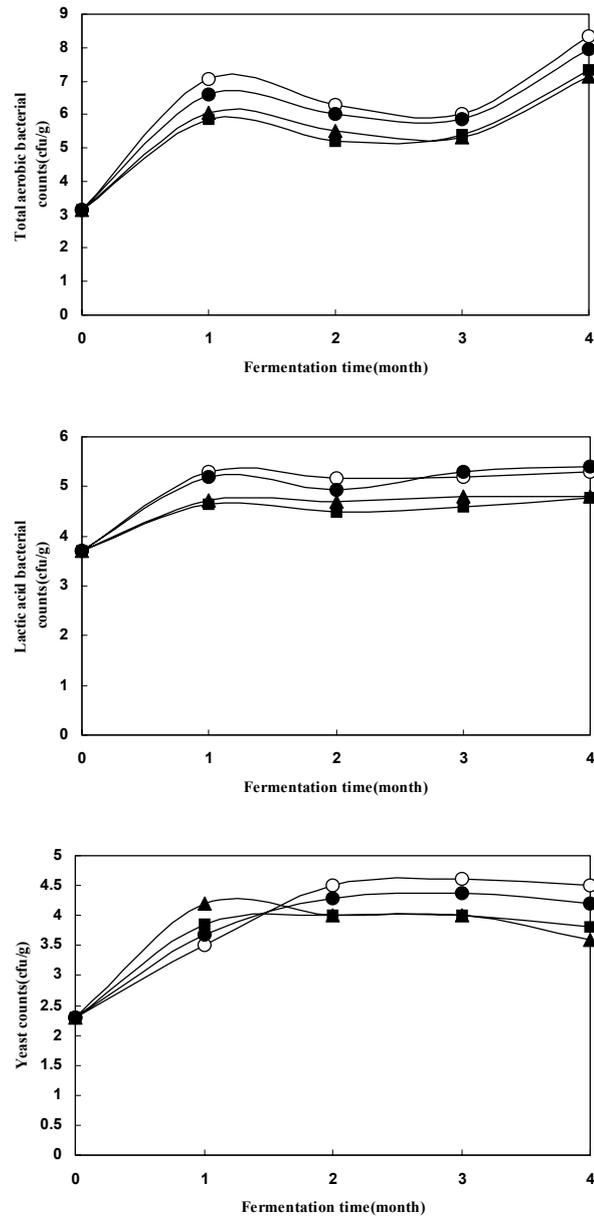


Fig. 4-66. Microbiological changes of soy sauce during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

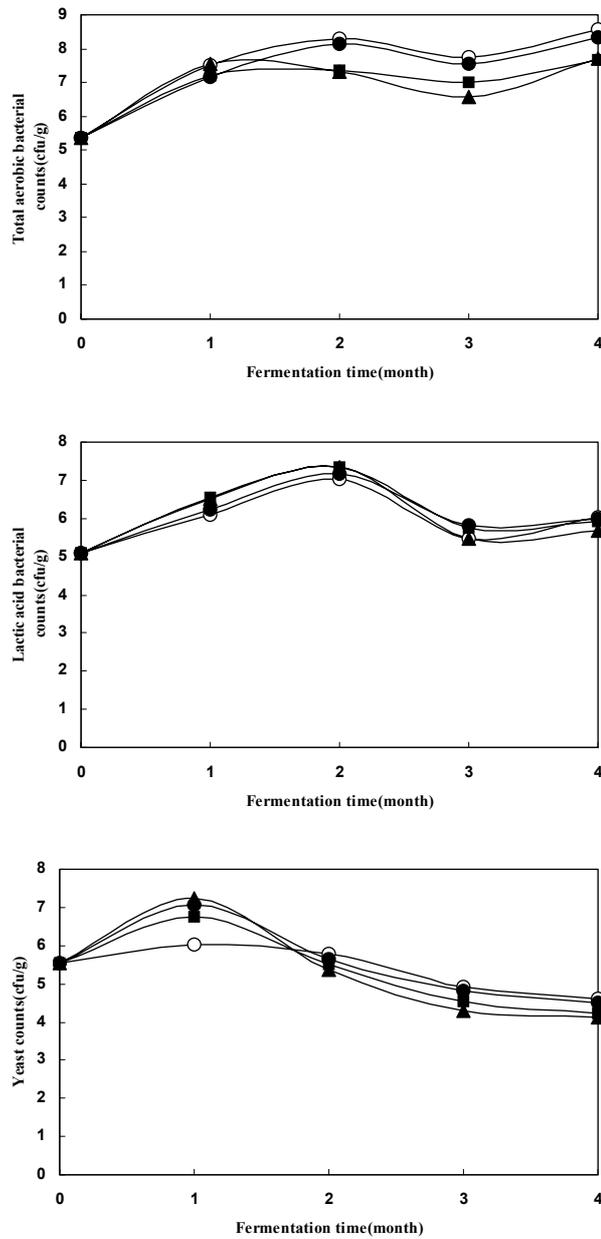


Fig. 4-67. Microbiological changes of *doenjang* during fermentation period in the field.
 ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

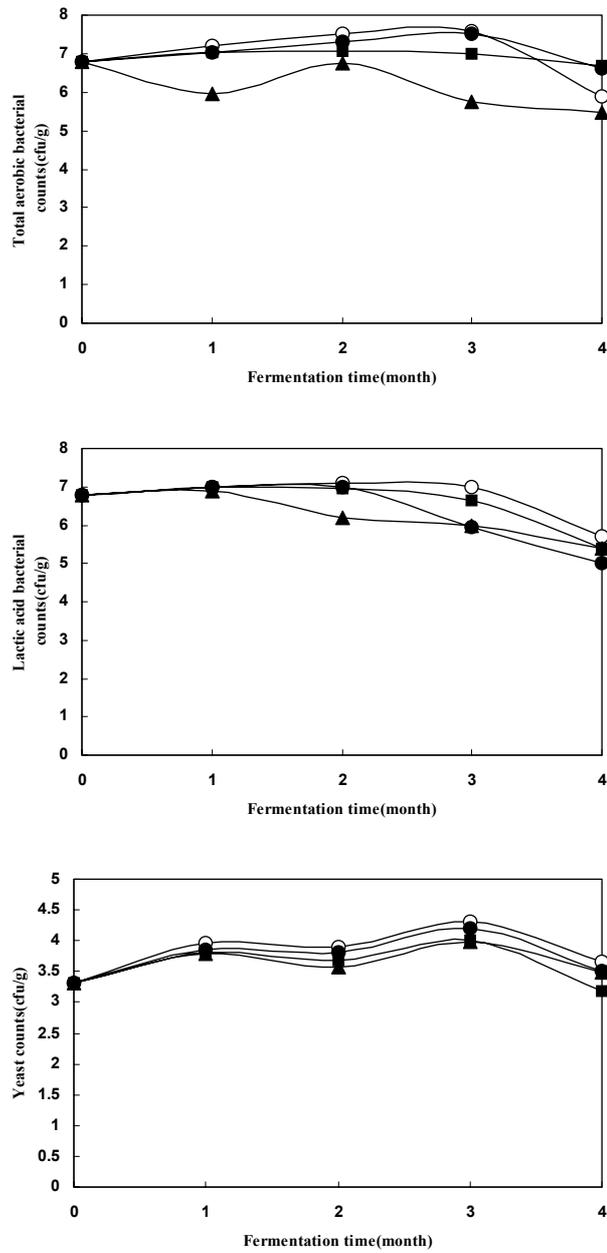


Fig. 4-68. Microbiological changes of *kochujang* during fermentation period in the field. ○ : old *onggi*, ● : new *onggi*, ■ : stainless, ▲ : plastic(PP)

간장의 발효 중 유리아미노산의 변화는 Table 4-23에서 Table 4-26과 같다. 발효 1개월째의 유리아미노산 함량 변화는 Table 4-23로 초기 원료의 유리아미노산 변화가 Table 4-3와는 달리 threonine 한 종류가 검출되지 않았고 15종의 아미노산이 최저 37 mg/100 g(histidine)에서 최고 492 mg/100 g(glutamic acid)로 검출되었다. 발효 1개월까지 threonine은 검출되지 않았고, 2개월째부터 검출되었으며, 총아미노산 함량은 원료의 경우 3,393 mg/100 g에서 한 번 사용한 용기에서 5,819 mg/100 g, 새로운 용기에서 5,727 mg/100 g, 스테인레스 용기에서 4,471 mg/100 g, 플라스틱 용기에서 4,324 mg/100 g 순이었다. Table 4-24의 발효 2개월째의 총아미노산의 함량은 한 번 사용한 용기에서 6,497 mg/100 g, 새로운 용기에서 6,433 mg/100 g, 스테인레스 용기에서 5,607 mg/100 g, 플라스틱 용기에서 6,122 mg/100 g 순이었으며, Table 4-25의 발효 3개월째는 한 번 사용한 용기에서 8,536 mg/100 g, 새로운 용기에서 8,190 mg/100 g, 스테인레스 용기에서 7,935 mg/100 g, 플라스틱 용기에서 7,946 mg/100 g 순이었다. 발효 마지막 4개월째인 Table 4-26에서의 유리아미노산의 변화는 한 번 사용한 용기에서 11,206 mg/100 g, 새로운 용기에서 10,812 mg/100 g, 스테인레스 용기에서 10,049 mg/100 g, 플라스틱 용기에서 3,478 mg/100 g 이었다. 플라스틱 용기를 제외한 모든 용기에서 증가하는 것으로 나타났다. 플라스틱 용기에서는 발효 3개월째까지는 증가하다가 4개월째 큰폭의 감소를 보이고 있다. 용기별 차이에서는 한 번 사용한 용기에서 가장 큰폭의 증가를 나타내고 있으며 다음이 새로운 용기였다. 스테인레스나 플라스틱 용기보다 용기에서 대체적으로 많은 함량이 검출되었다. 발효 중 아미노산의 변화가 증가하는 것은 김행자(1992)의 연구와 일치하였으며, 공기의 공급이 적을 때보다 공기의 공급이 많을 때 아미노산 함량이 높게 나타난다는 김행자(1992)의 연구 결과가 스테인레스와 플라스틱 용기보다 용기에서 아미노산 함량이 높은 이유를 간접적으로 설명할 수 있을 것 같다. 한국 재래식 간장 맛에 크게 영향을 미치는 인자인 isoleucine, leucine, valine의 함량(김행자, 1992)의 변화도 대체적으로 용기에서 높게 나타났다. 간장의 감칠맛 성분인 glutamic acid의 함량 변화 역시 용기에서 높은 값을 보이고 있다. 이는 관능검사 결과의 맛에 관한 통계분석과 일

치함을 알 수 있다. 박옥진 등(1996)의 항아리와 유리 용기 사이에서의 아미노산 변화는 본 연구와는 달리 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 그러나 유선미 등(2001)의 용기별 된장의 발효에서는 플라스틱 용기보다 오지항아리가 발효효율이 높으며, 관능적 특성도 열등한 것으로 보고하였다. Table 4-27에서 Table 4-30은 된장 발효 중 유리아미노산의 함량 변화를 보여주고 있다. 이는 발효 1개월째 가장 높은 수치로 증가한 후 2개월째는 감소했다가 3개월째부터 2개월째보다 약간의 증가를 나타내고 있다. 전체적인 경향은 간장의 발효와 거의 같게 옹기에서 많은 함량의 수치를 보이고 있다. 고추장 발효중 유리 아미노산의 변화는 Table 4-31에서 Table 4-34와 같다. 이 또한 간장, 된장의 변화와 동일하게 스테인레스와 플라스틱 용기보다 옹기에서 높은 함량을 나타내었다.

Table 4-23. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 1 month (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		1		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	300	581	597	462	450
Glu	492	1,160	1,158	869	859
Ser	58	136	143	115	112
*His	37	91	86	66	67
*Thr	ND	ND	ND	ND	ND
Gly	353	612	619	469	455
*Arg	67	211	200	157	158
Ala	348	513	512	396	377
Tyr	68	92	98	76	75
Cys	384	566	449	416	399
*Val	161	293	308	243	188
*Met	106	180	154	118	142
*Phe	100	205	215	195	182
*Ileu	219	218	208	159	159
*Leu	281	404	406	314	299
*Lys	419	556	574	416	402
Total amino acid	3,393	5,818	5,728	4,471	4,324
*Essencial amino acid	1,389	2,156	2,150	1,667	1,597

Table 4-24. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 2 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		2		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	300	596	653	557	585
Glu	492	1,257	1,320	1,104	1,210
Ser	58	141	142	116	134
*His	37	97	87	73	87
*Thr	ND	713	493	688	694
Gly	353	119	176	110	120
*Arg	67	268	270	200	238
Ala	348	457	461	453	445
Tyr	68	96	105	85	96
Cys	384	403	288	254	352
*Val	161	266	248	252	261
*Met	106	136	161	139	133
*Phe	100	290	307	274	281
*Ileu	219	388	401	349	376
*Leu	281	461	451	435	438
*Lys	419	807	870	518	672
Total amino acid	3,393	6,495	6,435	5,607	6,122
*Essencial amino acid	1,389	3,426	3,288	2,927	3,179

Table 4-25. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 3 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		3		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	300	948	893	862	848
Glu	492	1,814	1,741	1,646	1,653
Ser	58	351	328	293	310
*His	37	139	139	128	140
*Thr	ND	373	422	320	316
Gly	353	459	394	441	426
*Arg	67	424	392	349	408
Ala	348	626	611	619	582
Tyr	68	128	124	134	111
Cys	384	551	556	626	762
*Val	161	395	384	388	351
*Met	106	218	196	189	186
*Phe	100	373	360	356	359
*Ileu	219	384	362	345	323
*Leu	281	580	553	528	519
*Lys	419	770	735	711	652
Total amino acid	3,393	8,533	8,193	7,935	7,946
*Essencial amino acid	1,389	3,655	3,542	3,315	3,254

Table 4-26. Changes in the free amino acids content of soy sauce fermented for 4 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0	4			
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	300	1,275	1,242	1,141	378
Glu	492	2,369	2,293	2,106	735
Ser	58	415	391	344	132
*His	37	195	186	163	52
*Thr	ND	536	461	417	169
Gly	353	606	579	563	191
*Arg	67	554	499	444	158
Ala	348	787	759	744	242
Tyr	68	129	118	128	25
Cys	384	839	923	811	357
*Val	161	503	490	461	158
*Met	106	294	290	277	82
*Phe	100	434	413	396	139
*Ileu	219	552	534	494	159
*Leu	281	701	689	640	222
*Lys	419	1,013	945	920	279
Total amino acid	3,393	11,202	10,816	10,049	3,478
*Essencial amino acid	1,389	4,782	4,508	4,214	1,417

Table 4-27. Changes in the free amino acids content of *doenjang* fermented for 1 month (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0	1			
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	118	2,183	2,280	1,531	1,165
Glu	374	3,987	4,035	2,668	2,104
Ser	105	961	922	691	563
*His	214	490	479	328	243
*Thr	97	871	1,195	807	530
Gly	144	1,205	1,004	705	514
*Arg	57	1,382	1,375	931	736
Ala	321	885	1,011	640	504
Tyr	91	346	219	275	226
Cys	117	1,670	1,617	1,001	766
*Val	221	1,368	1,449	957	768
*Met	66	ND	ND	ND	ND
*Phe	197	1,234	1,431	789	1,210
*Ileu	216	917	871	655	270
*Leu	295	1,590	1,606	1,100	884
*Lys	219	1,183	1,294	831	644
Total amino acid	2,852	20,272	20,789	13,909	11,127
*Essencial amino acid	1,582	9,034	9,699	6,397	5,284

Table 4-28. Changes in the free amino acids content of *doenjang* fermented for 2 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		2		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	118	1,399	1,238	718	708
Glu	374	2,428	2,145	1,519	1,532
Ser	105	559	423	194	208
*His	214	265	217	151	140
*Thr	97	1,080	1,170	733	646
Gly	144	368	284	148	17
*Arg	57	818	696	358	365
Ala	321	566	539	318	317
Tyr	91	235	132	65	43
Cys	117	883	799	536	516
*Val	221	868	772	393	391
*Met	66	ND	ND	ND	ND
*Phe	197	739	647	287	290
*Ileu	216	985	862	388	393
*Leu	295	629	573	366	356
*Lys	219	934	729	552	596
Total amino acid	2,852	12,756	11,228	6,726	6,518
*Essencial amino acid	1,582	6,318	5,666	3,228	3,178

Table 4-29. Changes in the free amino acids content of *doenjang* fermented for 3 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		3		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	118	1,783	1,661	1,435	1,559
Glu	374	3,050	2,888	2,561	2,689
Ser	105	940	912	839	829
*His	214	304	327	298	295
*Thr	97	866	808	669	743
Gly	144	708	716	662	662
*Arg	57	1,126	1,095	906	927
Ala	321	741	711	641	668
Tyr	91	123	99	60	6
Cys	117	1,129	957	960	936
*Val	221	522	499	423	448
*Met	66	296	257	224	267
*Phe	197	400	642	611	660
*Ileu	216	912	549	443	498
*Leu	295	1,154	1,102	977	1,032
*Lys	219	837	860	750	711
Total amino acid	2,852	14,891	14,086	12,459	12,930
*Essencial amino acid	1,582	6,417	5,776	6,140	5,300

Table 4-30. Changes in the free amino acids content of *doenjang* fermented for 4 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		4		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	118	1,528	1,794	1,705	1,454
Glu	374	2,917	2,971	2,854	2,447
Ser	105	827	778	750	656
*His	214	346	297	278	227
*Thr	97	992	936	888	820
Gly	144	698	676	657	545
*Arg	57	952	895	868	748
Ala	321	739	706	669	582
Tyr	91	198	196	88	184
Cys	117	2,180	1,277	1,056	1,038
*Val	221	740	711	738	604
*Met	66	363	358	331	307
*Phe	197	655	630	616	533
*Ileu	216	837	837	808	692
*Leu	295	1,221	1,175	1,137	987
*Lys	219	853	908	891	734
Total amino acid	2,852	16,046	15,149	14,334	12,558
*Essencial amino acid	1,582	6,956	6,746	6,556	5,653

Table 4-31. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 1 month (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		1		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	41	56	62	45	48
Glu	286	546	537	515	456
Ser	15	35	65	32	16
*His	62	63	70	70	71
*Thr	72	72	77	79	73
Gly	12	14	13	15	15
*Arg	37	96	52	39	44
Ala	20	104	22	22	20
Tyr	ND	ND	ND	ND	ND
Cys	ND	ND	ND	ND	ND
*Val	25	29	28	35	29
*Met	4	4	3	4	4
*Phe	56	64	58	58	57
*Ileu	13	14	14	14	13
*Leu	25	27	26	26	26
*Lys	41	46	45	47	47
Total amino acid	709	1,170	1,073	1,001	919
*Essencial amino acid	335	414	373	371	364

Table 4-32. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 2 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		2		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	41	107	112	120	93
Glu	286	656	666	625	598
Ser	15	44	65	42	42
*His	62	18	18	18	18
*Thr	72	36	35	31	32
Gly	12	41	40	38	31
*Arg	37	103	96	88	66
Ala	20	115	103	96	96
Tyr	ND	ND	ND	ND	ND
Cys	ND	ND	ND	ND	ND
*Val	25	47	47	47	47
*Met	4	8	6	5	5
*Phe	56	50	33	50	33
*Ileu	13	39	36	32	29
*Leu	25	52	53	46	47
*Lys	41	88	88	88	73
Total amino acid	709	1,404	1,400	1,326	1,210
*Essencial amino acid	335	441	412	406	350

Table 4-33. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 3 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		3		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	41	718	638	595	600
Glu	286	1,030	891	691	659
Ser	15	256	248	225	228
*His	62	93	109	78	78
*Thr	72	284	209	204	228
Gly	12	188	176	173	173
*Arg	37	516	389	298	251
Ala	20	240	214	205	196
Tyr	ND	ND	ND	ND	ND
Cys	ND	ND	ND	ND	ND
*Val	25	246	211	212	210
*Met	4	9	9	7	8
*Phe	56	299	183	149	199
*Ileu	13	216	175	145	167
*Leu	25	314	298	286	279
*Lys	41	234	234	246	246
Total amino acid	709	4,643	3,987	3,514	3,522
*Essencial amino acid	335	2,211	1,817	1,625	1,666

Table 4-34. Changes in the free amino acids content of *kochujang* fermented for 4 months (mg/100 g)

Amino acid	Fermentation time(month)				
	0		4		
	Control	Old <i>onggi</i>	New <i>onggi</i>	Stainless	PP
Asp	41	728	732	645	658
Glu	286	1,125	1,026	998	1,002
Ser	15	219	207	189	192
*His	62	113	125	100	98
*Thr	72	284	225	224	229
Gly	12	165	146	153	135
*Arg	37	456	289	257	245
Ala	20	245	236	225	216
Tyr	ND	ND	ND	ND	ND
Cys	ND	ND	ND	ND	ND
*Val	25	258	234	226	234
*Met	4	11	10	10	10
*Phe	56	204	164	126	145
*Ileu	13	223	200	186	179
*Leu	25	347	324	300	299
*Lys	41	190	157	163	173
Total amino acid	709	4,568	4,079	3,802	3,815
*Essencial amino acid	335	2,085	1,728	1,592	1,611

발효 종료 시점인 4개월 째 간장, 된장, 고추장에 대한 관능검사 결과는 각각 Table 4-35, 37, 38에서 보여주고 있다. Table 4-35의 간장의 경우 용기별 색상에 대한 다중비교 결과 새로운 옹기, 스테인레스, 플라스틱 용기가 서로 동일하며, 한 번 사용한 옹기가 이들보다 낮은 값을 보이면서 유의성을 보이고 있다. 하지만 그 차이가 그다지 크지 않은 점을 고려할 때 색의 변화는 용기별 차이는 극히 미약하다고 할 수 있겠다. 냄새의 경우는 용기간의 유의차는 거의 없는 것으로 나타났다. 맛에 있어서는 유의성을 보이고 있으며, 한 번 사용한 옹기에서 평균값이 가장 높고, 새로운 옹기, 스테인레스, 플라스틱 용기간에는 별 차이가 없다. 이는 앞에서 설명된 간장의 맛 성분과 관계있는 유리아미노산 함량의 변화와 일치하는 것을 알 수 있다. 전체적인 평가에서도 맛의 평가에서와 같이 옹기에서 거의 같은 평균치를 나타내고, 스테인레스와 플라스틱 용기에서 비슷한 평균치를 보이므로 옹기와 그 외의 용기간에 유의차를 보이고 있다.

Table. 4-36의 된장의 경우는 색을 제외한 향, 맛, 종합적인 평가에서 모두 한 번 사용한 옹기에서 평균값이 가장 높으며, 다른 용기와의 유의적 차이를 보이고 있다. 관능적인 평가에서는 새로운 옹기와 스테인레스, 플라스틱, 옹기가 비슷한 것으로 나타났다. 유 등 (2001)의 평가에서도 플라스틱 용기가 열등한 것으로 평가되었다. 새로운 옹기와 한 번

사용한 용기간의 차이는 용기 내부에 기 존재하고 있는 미생물들의 작용으로 인하여 영향을 미치는 것으로 생각되며, 패널 요원인 주부들은 오래 전부터 전통 용기에서 발효시킨 장류에 익숙해 있기 때문에 여기에서 나타나는 영향도 있으리라 생각된다.

Table 4-37의 고추장의 경우는 간장의 경우와 거의 같은 결과를 보이고 있다. 역시 색은 새로운 용기, 스테인레스, 플라스틱 용기에서 한 번 사용한 용기보다 높은 평균값을 보이며, 유의차를 나타내고, 향은 용기별로 유의차를 보이지 않았다. 맛은 한 번 사용한 용기가 평균값이 높았고 그 외의 용기는 비슷하면서 약간의 유의차를 나타내고 있다. 전체적인 평가는 용기가 스테인레스와 플라스틱보다 우수한 것으로 나타났다.

Table 4-35. Sensory evaluation of soy sauce fermented for 4 months

Vessels	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
Old <i>onggi</i>	3.55 ^a	3.35 ^a	3.55 ^b	3.45 ^b
New <i>onggi</i>	4.10 ^b	3.55 ^a	2.80 ^a	3.25 ^b
Stainless	4.10 ^b	3.50 ^a	2.85 ^a	2.67 ^a
PP	4.00 ^b	3.45 ^a	2.75 ^a	2.75 ^a

^{a, b} : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 4-36. Sensory evaluation of *doenjang* fermented for 4 months

Vessels	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
Old <i>onggi</i>	3.85 ^a	4.25 ^b	4.05 ^b	3.75 ^b
New <i>onggi</i>	4.60 ^b	3.85 ^a	3.40 ^a	3.25 ^b
Stainless	4.60 ^b	3.85 ^a	3.50 ^a	2.67 ^a
PP	4.70 ^b	3.55 ^a	3.60 ^{ab}	2.75 ^a

^{a, b} : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 4-37. Sensory evaluation of *kochujang* fermented for 4 months

Vessels	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
Old <i>onggi</i>	3.55 ^a	3.55 ^a	3.50 ^b	3.55 ^b
New <i>onggi</i>	4.20 ^b	3.55 ^a	2.80 ^a	3.25 ^b
Stainless	4.20 ^b	3.45 ^a	2.85 ^a	2.77 ^a
PP	4.10 ^b	3.35 ^a	2.75 ^a	2.25 ^a

^{a, b} : Means with the same letter in column are significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

제 4 절 결 론

옹기를 제 2 장에서와 같이 기공성을 높이기 위해 흙의 종류별 혼합비를 달리하고, 유약의 도포를 달리하여 제작한 628 mL의 소형 옹기를 제작하여 먼저 장류의 숙성에 사용하였다. 옹기토 100%에 양면 유약을 도포한(B0-BG) 옹기와 같은 부피를 가진 유리, 플라스틱(PP), 타파(PET 밀봉용기), 스테인레스 용기에 간장, 고추장을 각각 담구워 30℃ 발효실에 4개월간 저장하면서 물리, 화학적인 품질변화를 분석하여 옹기와 타 용기간의 차이점을 확인하였다. 아울러 옹기의 종류별로 간장, 고추장을 담아서 숙성시키면서 품질변화를 측정하여 최적 조건의 옹기를 선발하고자 하였다. 이러한 결과를 활용하여 최종적으로 상온의 현장조건에서 20 L 단위의 옹기에서 간장, 된장, 고추장의 발효숙성 실험으로부터 옹기의 우수성을 확인하였다.

간장과 고추장의 수분 손실율은 플라스틱 및 스테인레스 용기에 비해서 다공성의 옹기에서 가장 컸으며, 이는 간장 염도에 영향을 줄 수 있는 인자임에도 불구하고 염도는 스테인레스 용기에서보다 낮게 나타났다. 이러한 현상은 수용성인 염분이 수분과 함께 빠지면서 옹기벽면으로의 확산 이동되는 현상에 기인하는 것으로 추정되었다. 또한 옹기가 갖는 기공성에 의하여 미생물의 생육이 활발하고 이에 따라 단백질분해효소의 활성이 왕성해짐으로써 총질소 함량이 높게 나타난다. 그리고 핵산 및 유리아미노산의 함량도 옹기에서 가장 많은 양이 검출되어 제품에 긍정적인 변화를 보였다. 총산의 함량도 젖산균 함량이 많은 옹기에서 높았다. 이는 타 용기가 가지지 못한 옹기의 기공성으로 인해 옹기 내부 환경이 숙성과정 중 발효미생물의 대사작용, 효소작용 등에 많은 영향을 주기

때문인 것으로 보여진다. 색상의 변화에서는 기공성이 높은 용기에서 높은 공기의 접촉으로 인하여 빠르고 짙은 갈색화 반응이 촉진되는 것을 확인하였다. 관능검사의 경우 맛에 있어서 유리아미노산 중 맛난 맛과 관계있는 aspartic acid와 glutamic acid 함량이 높게 나타난 용기 시험구에서 우수하였다. 색상의 관능적 품질에서 용기에서 갈변이 높았음에도 불구하고 높은 점수를 얻었으며, 이는 관능요원들이 진한 색을 가지는 기존의 제품에 익숙해 있기 때문인 것으로 판단된다.

용기간의 비교 실험에서는 간장과 고추장의 수분 손실율은 분쇄토의 함유율이 높은 용기에서 높게 나타났으며, 유약의 도포 정도가 낮은 용기에서 높게 나타났다. 염도는 기공율이 높은 용기에서 높게 나타났으며, pH와 총산은 간장의 경우 투과도가 낮은 용기에서 서로 반비례적으로 높게 나타났으나, 고추장의 경우는 일정한 경향성이 없이 나타났다. 이외의 성분분석 결과들에서는 기공성이 높지 않은 용기에서 높은 함량을 유지시켰다. 대체적으로 유약을 도포하지 않으면서 분쇄토의 함유율을 높여서 기공성을 높인 용기는 액상 식품의 발효 용기로써 부적합하였으며, 용기토 100%에 양면 유약 도포한 용기가 간장, 고추장의 숙성을 위해서는 가장 좋았다. 발효식품의 특성에 따라 적절한 기공성을 가진 용기가 선택되는 것이 중요한 것으로 판단된다.

현장실험 조건은 용기토 100%에 양면 유약 도포한 20 L 들이 용기를 제작하여, 새 용기와 한번 사용한 용기, 스테인레스, 플라스틱 용기에 간장, 된장, 고추장을 각각 담구어 상온에서 발효하면서 여러 가지 성분들을 분석하였다. 현장 실험에서도 용기가 가지는 통기성으로 인하여 발효 중 관여하는 미생물의 생육환경을 적절하게 조성하여 여러 가지 성분 변화에 영향을 미치는 것을 확인 할 수 있었다. 아울러 용기는 보온성과 온도 안정성을 가지고 있어서 더운 여름에는 냉장의 효과를 나타냄으로써 발효과정 중 발효의 온도변화의 편차를 줄일 수 있었으며, 성분 변화에 긍정적인 작용을 하였다. 특히 용기는 새 것보다는 한번 사용한 용기에서 제품의 발효에 상승작용을 하는 것으로 나타났다.

이상으로 용기에 대한 특성 규명은 용기가 가지는 기공성과 보온성으로 인하여 용기내 발효식품에 긍정적인 효과를 주는 것으로 확인되었으며, 이러한 용기를 이용하여 발효한 식품을 적극적으로 홍보한다면 우리나라의 발효식품에 대하여 재인식의 계기가 만들어질 수 있으리라 생각한다.

참 고 문 헌

- 강성근, 김광길, 김정평: 한국 전통용기에 있어서 천연유약의 개발을 위한 체계적인 분석 연구. 한국공예논총, 9-23 (2003)
- 김권향, 배정설, 이택수: 찹쌀과 찹쌀가루가 고추장의 품질에 미치는 영향. 한국농화학회지, **29**, 227 (1986)
- 김덕웅, 김두진, 김명숙, 배국웅, 윤교회, 이재우, 최부돌, 박성수: 식품가공저장학. 광문각 서울, pp. 357-369 (2004)
- 김문숙, 안은영, 안은숙, 신동화: 가열 처리에 의한 고추장의 특성 변화. 한국식품과학회지, **32**, 867-874 (2000)
- 김영수, 차진, 정승원, 박은지, 김정옥: 공장산 고오지 고추장의 이화학적 특성변화 및 품질지표 개발. 한국식품과학회지, **26**, 453-458 (1994)
- 김영아, 김현숙, 정명준: 재래식 조선간장과 시판양조간장의 이화학적 특성 연구. 한국조리과학회지, **12**, 273-279 (1996)
- 김종규, 김창식: 한국재래식 간장의 맛 성분에 관한 연구. 한국농화학회지, **23**, 89-105 (1980)
- 김행자: *Bacillus licheniformis*를 이용한 한국 재래식 간장의 주요맛 성분. 한국조리과학회지, **8**, 73-82 (1992)
- 박병준, 장규섭, 김동호, 육홍선, 변명우: 감마선 조사와 저염함량으로 제조한 된장의 미생물 및 품질특성 변화, 한국식품과학회지, **34**, 79-84 (2002)
- 박석규, 서권일, 손미예, 문주석, 이영환: 가정에서 제조된 전통된장의 품질특성. 한국조리과학회지, **16**, 121-127 (2000)
- 박옥진, 손경희, 박현경: 담금용기에 따른 한국 전통 간장의 맛 성분 분석. 한국식생활문화학회지, **11**, 229-233 (1996)
- 보건복지부: 식품공전 (1998)
- 손태화, 성종환, 강우원, 문광덕: 식품가공학. 형설출판사, 서울, pp. 336-351 (1999)
- 신동화, 김동한, 최웅, 임대관, 임미선: 전통고추장의 품질특성. 한국식품과학회지, **28**, 157-161 (1996)

- 신동화, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영: 고추품종을 달리한 전통식 고추장의 숙성중 이화학적 특성 변화. 한국식품영양과학회지, **26**, 1044-1049 (1997)
- 신동화, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영: 담금원료에 따른 전통식 고추장의 숙성 중 미생물과 효소력의 변화. 한국식품과학회지, **29**, 901-906 (1997)
- 유선미, 김진숙, 신동화: 전통 된장의 담금용기에 따른 숙성 중 품질변화. 한국농화학회지, **44**, 230-234 (2001)
- 유진영, 김현규, 권동진: 효모첨가에 의한 재래식 간장 제조공정 개선. 한국식품영양과학회지, **27**, 268-274 (1998)
- 이갑상, 문정옥, 백승화, 김동한: 통고추를 이용한 보리 고추장 양조시 마늘이 품질에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지, **14**, 225 (1986)
- 이경희, 조성환: 황국균과 납두균의 혼합배양이 된장메주의 효소활성 및 숙성된장의 품질에 미치는 영향. 농업생명과학연구, **37**, 9-21 (2003)
- 이계호, 이미숙, 박성오: 재래식 고추장 숙성에 미치는 미생물 및 효소에 관한 연구. 한국농화학회지, **19**, 82-91 (1976)
- 이영선: 담금 용기에 따른 재래식 간장의 미생물과 맛 성분의 변화. 연세대학교 대학원 석사학위 논문 (1995)
- 이우진, 조덕현: 한국 재래식 간장의 발효미생물에 관한 연구(제2보). 한국농화학회지, **14**, 137-148 (1971)
- 이택수: 효모첨가에 의한 고추장의 양조에 관한 연구. 한국농화학회지, **22**, 65-90 (1979)
- 장지현: 재래식 한국간장중의 유리당류. 한국농화학회지, **7**, 35-37 (1966)
- 정순경, 이광수, 조성환: 발효 담금 용기에 따른 어간장의 숙성 중 품질변화. 한국식품저장유통학회지, **11**, 233-239 (2004)
- 정양모, 이훈석, 정명호: 옹기. 대원사, 서울, pp. 38-45 (1999)
- 정혜정: 담금용기에 따른 재래식 간장의 미생물 변화. 조리연구, **6**, 357-371 (2000)
- 조덕현, 이우진: 한국 재래식 간장의 발효미생물에 관한 연구. 한국농화학회지, **13**, 35-42 (1970)
- 주현규, 조현기, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조: 식품분석법. 유림문화사, 서울 (1989)
- Chang, C.M.: Improvement for the preparation of traditional Meju. *Food and Nutrition*, **10**, 5-8 (1989)

Jung, S.W., Kwon, D.J., Koo, M.S. and Kim, Y.S.: Quality characteristics and acceptance for doenjang prepared with rice. *J. Kor. Agri. Chem. Soc.*, 37, 266-271 (1994)

Kim, M.S., Kim, I.W., Oh, J.A. and Shin, D.H.: Effect of different koji and irradiation on the quality of traditional *kochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31, 196-205 (1999)