

통기성이 다른 옹기에서의 고추장 발효 특성

정순경[†] · 이광수* · 안덕순**

창원전문대학 호텔제과제빵과, 부산지방식품의약품안전청*, 경남대학교 식품생명공학부**

Fermentation Characteristics of *Kochujang* in *Onggis* with Different Porosities

Sun-Kyung Chung[†], Kwang-Soo Lee* and Duck-Soon An**

Department of Hotel Confectionery and Baking, Changwon College, Changwon 641-771, Korea

*Busan Regional Food and Drug Administration

**Division of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

Abstract The effect of different porosity of *onggis*, Korean earthenware, on the fermentation of *kochujang* was investigated. The porosity was controlled with glazing treatment. Three kinds of *onggis* were made: one with no glazing treatment, one with outside glazing treatment, and one with both inside and outside glazing treatment. During 4 month fermentation of *kochujang* in porosity-controlled earthenwares, physical, chemical, microbiological, and sensory quality attributes were monitored. Higher protease activity and higher contents of amino nitrogen, free amino acids, and total nucleotide were observed in *kochujang* fermented in the *onggi* with outside glazing treatment, which might have resulted in better sensory quality. *Onggi* with medium porosity could be effective for fermentation of *kochujang*.

Key Words *onggi*, Porosity, Fermentation, *kochujang*

서 론

우리나라의 전통 발효식품인 간장, 된장, 고추장 등의 맛과 품질 특성은 발효용기의 환경에 영향을 받는 것으로 보고된바 있다(유선미 등, 2001; 정순경 등, 2004; 정순경 등, 2007). 전통 발효식품에 이용되고 있는 발효용기는 우리나라 어머니의 어머니, 그 어머니의 어머니께서 신성시 해 오던 옹기가 그것이다. 옹기는 오래전부터 우리의 식생활에 밀접한 관계를 유지하여 왔다. 발효식품 중 장류 외에 술독으로도 활용되었고, 소금, 고춧가루 등의 양념 단지로도 이용되어 왔으며, 더운 음식을 좋아 하는 우리의 식문화에도 딱배기로써 제 기능을 다하였다. 또한 밥술, 떡시루, 콩나물시루, 약탕기 등 주부들의 부엌살림으로도 이용되었고, 특히 식수의 저장 용기인 물두명으로 이용되었으며 이는 지금의 정수기를 대신 할만한 기능을 하기도 했다. 그리고 옹기는 생활용 용기로써 뿐만 아니라 각종 곡물의 저장고로도 활용

되어 왔다(정양모 등, 1991). 이와 같이 여러 가지 용도로 사용된 옹기는 점토를 사용하여 항아리 형태로 성형하여 1,200°C부근의 온도에서 소성을 함으로써 옹기의 표면에 아주 미세한 다공성 구조를 형성함으로써 발효용기 뿐만 아니라 곡물의 저장고로 활용이 가능한 것으로 보고되었다(Seo et al., 2005). 이러한 다공성 구조는 옹기 내부에 기체 조성에 영향을 미치는 중요한 인자 중의 하나이다. Seo et al.(2006)과 서경희 등(2006)은 흙의 배합비와 유약의 처리유무에 따른 옹기의 기공율을 달리하여 옹기 내부의 기체 투과도를 제어 할 수 있다는 연구 결과를 보고한바 있다. 옹기의 기공율에 따른 발효식품의 저장 중 품질 특성에 관한 연구도 보고된바 있다(정순경 등, 2005; 정순경 등, 2006; Lee et al., 2006). 발효식품에 영향을 미칠 수 있는 옹기의 기공성은 옹기를 만드는 흙의 종류와 비율, 유약의 처리 유무에 따라 달라 질 수 있다.

따라서 본 연구에서는 옹기토로 제작한 옹기에 유약 처리 유무 등으로 기공성 등 물리적 특성을 조절한 세 가지 종류의 옹기를 제조하여 이들 옹기가 고추장의 발효 품질에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

[†]Corresponding Author : Sun-Kyung Chung
Dep. of Confectionery and Baking, Changwon College, 196,
Dodae-dong, Changwon, Gyeongnam 641-771, Korea
E-mail : <skchung@changwon-c.ac.kr>

재료 및 방법

1. 용기의 제작

용기는 용기토로 많이 사용하는 충남 성환지역과 전남 무안지역의 용기토를 1:1의 비율로 혼합한 100% 용기토를 이용하여 정순경 등(2006)의 방법에 의해 제작하였다. 용기의 제작은 전통적인 방법으로 성형하여 응달에서 말린 후 750°C 전기로에서 초벌구이 한 후 자연냉각하고 유약을 도포하여 1,190°C에서 재벌구이 하였다. 유약은 우리나라의 용기골인 울산시 울주군 온양면 소재 남창용기마을 인근 산에서 채취한 약토와 소나무재를 사용 하였으며, 유약의 배합비는 수비된 약토와 나뭇재를 1:1로 배합하여 사용하였다. 실험용 용기로 유약을 도포하지 않은 것(A)과 유약을 바깥쪽만 도포한 것(B) 그리고 양면 도포(C)한 세 종류로 제작하였다. 용기는 628 mL 용량의 높이 12.5 cm, 직경 8.0 cm로 표면적이 $3.64 \times 10^2 \text{ m}^2$ 이고 용기 벽면의 두께는 약 4 mm다.

2. 고추장 제조

고추장 제조는 무계비로 정유 수(42.6%), 고춧가루(18.8%), 찹쌀(15.6%), 소금(8.2%), 물엿(4.7%), 메주가루(4.0%), 엿기름(3.1%), 설탕(3.0%)을 혼합하여 제작된 용기에 채워 발효 숙성시켰다. 발효는 30°C로 유지된 저장고에 4개월 간 저장하면서 용기의 통기성에 따른 고추장의 성분 변화를 측정하였다.

3. 물리적 성분변화

물리적 성분 변화로 저장 중 수분손실과 염도를 측정하였다(정순경 등, 2005).

4. 화학적 성분변화

산도는 시료 10 g을 물 100 mL와 혼합하여 0.1 N NaOH 로서 pH 8.1이 될 때까지 적정하여 젖산(lactic acid) 함량으로 나타내었다. pH는 pH meter(Model 230A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였다(정순경 등, 2005).

저장 중 단백질 성분 변화를 아미노태 질소와 유리아미노산으로 하였고(정순경 등, 2005), 핵산은 정순경 등(2005)의 방법에 의해 HPLC를 이용하여 분리 정량하였다.

5. 효소 활성 및 미생물 변화 측정

Protease 활성은 기질로 1.0% casein(Sigma)을 사용하였으며 buffer는 Mcilvine buffer(0.2 M $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ + 0.1 M citric acid, pH 7.0)을 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°C로 조정 한 후, 역시 30°C로 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°C에서 30분간 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 반응 조건 하에서 1분간 tyrosine 1 μg 을 유리하는 효소량을 1 unit로 하였다(김문숙 등, 1999).

미생물수의 변화 중 총균수의 측정은 시료를 멸균증류수로 단계적으로 희석한 후 시료액을 Plate Count Agar (Difco Laboratories, Detroit, U.S.A)에 접종하여 30°C에서 48시간 배양한 후 colony 수를 측정하여 호기성 세균의 수로 측정하였다. 또, 희석된 시료액을 Potato Dextrose Agar (Difco Laboratories, Detroit, U.S.A)에 접종하여 25°C에서 72시간 배양한 후 나타나는 colony로서 효모의 균수를 측정하였다. Lactobacilli MRS 배지에 0.001% bromocresol purple을 첨가하고 희석된 시료액을 도말한 다음 그 위에 배지를 증층 시키고, 30°C에서 48시간 배양한 다음 나타나는 colony를 젖산균으로 나타내었다. 각 항목에 대한 실험은 발효 중인 담금 용기에 대하여 1개월 간격으로 샘플링 하여 3반복으로 수행하였다.

6. 관능검사

관능검사는 4개월 간 발효숙성이 완료된 고추장에 대하여 실시하였다. 관능요원은 장류회사의 전문요원과 주부로 구성된 20명의 인원에 의해 실시되었다. 검사항목은 색상, 냄새, 맛, 종합적인 평가로 나누어 실시하였다. 평가는 5점 척도법으로 최고 5점에서 최저 1점으로 하였다. 관능검사 결과는 SAS program(v8.2)를 이용하여 일원배치분산분석(one way analysis of variance)을 실시하였으며, 각 시료 간의 유의성은 Duncan의 다중검증에 의하였다($\alpha < 0.05$)(신동화 등, 1997).

결과 및 고찰

1. 수분손실 및 염도 변화

수분손실은 Fig. 1과 같다. 수분손실의 정도는 유약이 안, 밖으로 도포되지 않은 A가 가장 크며, 두 번째로 손실이 큰 것은 바깥쪽에 도포된 B이고, 손실이 가장 낮은 것은 양면 모두 도포된 C다. 이 결과는 Seo et al.(2005)에 의해 보고된 바에 의하면 유약이 도포되지 않은 표면의 기공율이 유약이 도포된 면보다 큰 것으로 되어 있다. 따라서 A가 기공율이 가장 높고 다음이 B이며 C가 가장 낮다. 그러므로 이들 기공에 의해 수분손실은 일어 날 것이고 기공율이 가장 높은 A가 가장 크게 나타났을 것으로 생각된다.

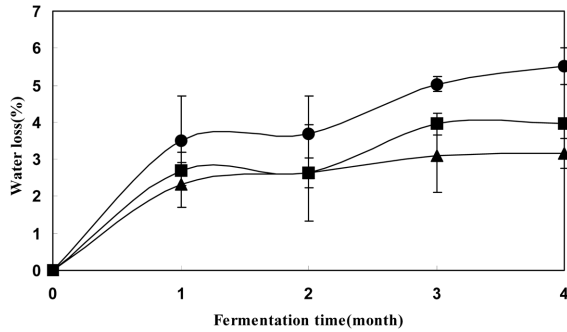


Fig. 1. Changes in water loss of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C).

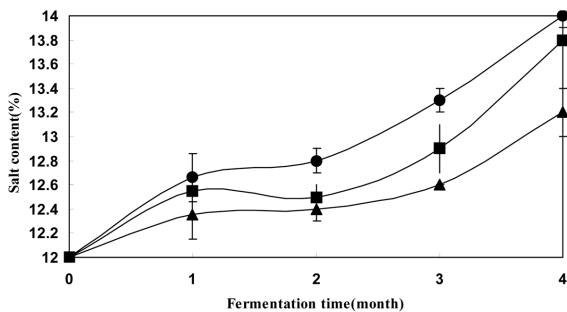


Fig. 2. Changes in salt content of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C)

염도는 Fig. 2에서 보여주고 있다. 전체적인 경향은 염도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 고추장이 품고 있던 수분이 시간이 경과함에 따라 손실율이 증가함으로 염 농도가 높아지는 것으로 판단된다. 이는 정순경 등(2005)의 높은 수분손실이 높은 염도를 보이는 것과 일치하였다. 처리구별 염도 차이는 수분손실이 가장 큰 A가 가장 높고, 다음이 B이며, C가 가장 낮다.

2. pH 및 산도 변화

발효 중 pH와 산도의 변화는 Fig. 3과 같다. pH와 산도는 발효 중 미생물에 의한 발효산물과 밀접한 관련이 있다. pH의 전체적인 경향은 발효 중 완만한 감소를 보이고 있고, 처리구별 차이는 발효 2개월째까지 A, B, C가 모두 비슷한 값으로 감소하였으나 3, 4개월째는 유약을 도포하지 않은 A가 가장 낮은 값을 보이고 있다. B와 C는 비슷한 값을 보였다. 산도는 반대로 증가를 보이고 있다. 이는 pH와 산도가 반비례 관계에 있기 때문일 것이다. 정순경 등(2005)의 유리, PP, PET, 스테인레스 그리고 옹기의 담금 옹기 비교실험에서는 옹기의 기공율에 의해 미생물의 성장

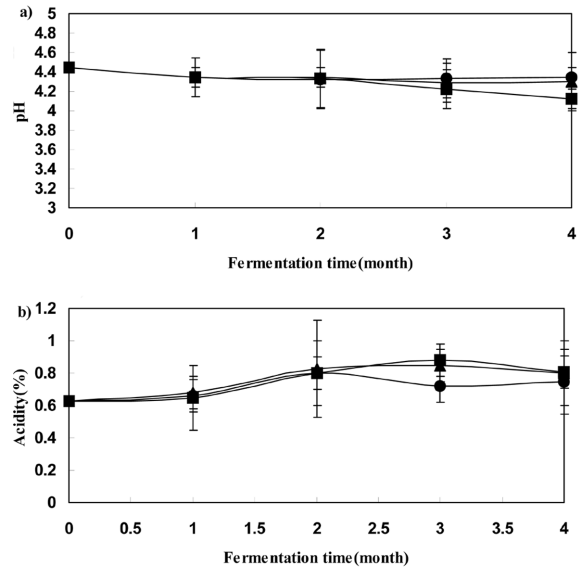


Fig. 3. Changes in a) pH, b) acidity of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C)

이 양호함에 따라 유기산의 생성이 높은 것으로 보고되었다. 하지만 기공율의 정도에 따른 결과에서는 기공율이 높은 것이 유기산의 생성은 높은 것으로 평가 되어진다. 정순경 등(2006)은 옹기를 이용한 간장의 발효시 옹기내부의 용존 산소량이 낮아지고, 또한 외부에서 옹기를 통해 투과해 들어오는 산소의 양이 상대적으로 낮아 젖산발효 미생물의 생육이 활발해짐으로서 일어나는 변화라 보고된바 있다.

3. 아미노태 질소, 유리아미노산 그리고 핵산의 변화

아미노태 질소 함량의 변화는 Fig. 4와 같다. 아미노태 질소는 고추장의 구수한 맛 성분으로 중요시되고 있다. 저장 1개월까지는 A, B, C 모두 거의 비슷한 수준으로 증가하였으나 2개월째부터는 한 면 도포한 옹기(B)에서 가장 높은 값을 보였고, 발효 4개월째까지 지속적으로 높은 값을 나타내었다. 다음이 양면 도포한 옹기(C)이고, 기공율이 가장 높은 무 도포된 옹기(A)가 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 Seo et al.(2005)이 보고한 바와 같이 옹기의 높은 기체 투과도에 영향을 받아 높은 미생물증식으로 인한 활발한 효소의 활성화에 기인한 것으로 생각되며, 기체 투과도가 가장 낮은 것보다는 중간정도의 것(A, B, C 중 A가 가장 기체 투과도가 크고, B가 중간이고, C가 가장 작다.)인 B가 고추장 발효에는 적당한 것으로 보여 진다.

유리아미노산의 변화는 Table 1과 같고, 발효 1개월째는 총 유리아미노산 함량으로 1,133 mg/100 g인 양면 도포(C)의 값이 가장 높았으나, 2개월 이후부터는 가장 낮은 값을 나타내었다. 3, 4개월째는 무 도포(A)가 각각 4,650 mg/100 g,

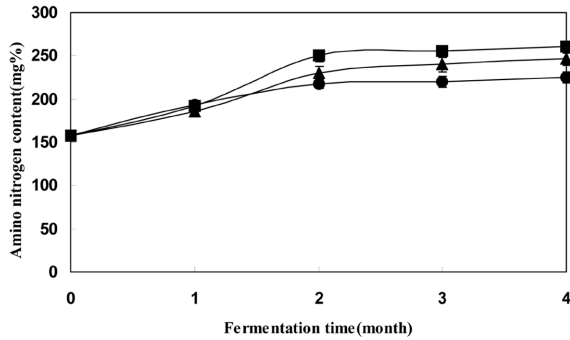


Fig. 4. Changes in amino nitrogen content of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C)

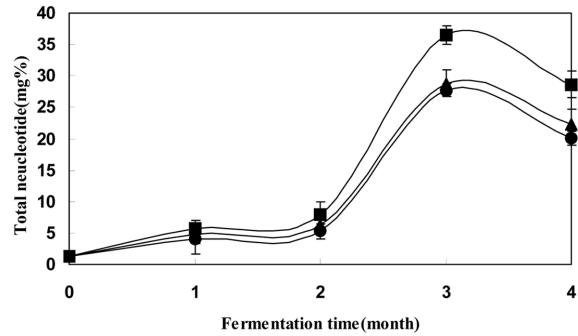


Fig. 5. Changes in total nucleotide content of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C)

4,845 mg/100 g으로 가장 높은 값을 보였고, 한 면 도포(B)는 각각 4,469 mg/100 g, 4,307 mg/100 g으로 A와 비슷한 값을 보였다. 이는 정순경 등(2006)의 흡배합비를 달리하여 기공율을 조절한 항아리에서 간장발효 실험에서와 거의 일치하는 결과를 보이고 있다. 맛 성분인 Glutamic acid 함량은 3, 4개월째 B가 각각 779 mg/100 g, 1,056 mg/100 g 높게 나타났으며, 이는 관능에서도 영향을 미친 것으로 보여 진다.

핵산의 변화는 Fig. 5와 같다. 정미물질인 핵산의 전체적인 트렌드는 발효 중 3개월까지 증가하는 것으로 나타났고, 4개월째는 모두 감소하였다. A, B, C의 처리구에 따른 변화는 A가 가장 낮은 값을 보였고, 다음이 C며, B가 가장 높은 값을 보였다. 이는 효소활성(Fig. 6)과 미생물변화(Fig. 7)의 트렌드와 일치하는 경향이다.

Table 1. Changes in the free amino acid content of *kochujang* fermented in *onggi* containers with different surfaces glazes(mg per 100 g sample)

Amino acid	Fermentation time(month)											
	1			2			3			4		
	None ¹⁾	Outside ²⁾	Both ³⁾	None	Outside	Both	None	Outside	Both	None	Outside	Both
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
*Met	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Asp	ND	ND	ND	120	80	106	771	746	638	771	652	678
*Thr	71	71	71	36	24	24	312	204	204	288	216	180
Ser	5	11	11	32	32	42	231	189	200	210	200	179
Glu	529	500	529	162	118	147	764	779	691	1044	1056	968
Pro	270	265	270	58	46	58	265	460	276	288	253	230
Gly	15	11	15	38	30	38	225	180	173	240	173	158
Ala	18	18	22	45	36	36	249	231	214	258	169	214
*Val	18	29	35	47	35	47	351	211	211	363	199	222
*Ileu	13	13	13	39	26	26	170	197	157	197	210	197
*Leu	20	13	20	66	39	52	341	341	301	380	262	262
*Phe	33	33	33	33	33	33	232	448	183	216	415	216
*Lys	15	22	15	102	73	88	146	146	161	131	117	190
*His	70	62	70	16	124	16	155	93	93	124	124	140
*Arg	26	26	26	52	35	52	435	244	278	331	261	244
Total amino acid	1,105	1,076	1,133	848	731	765	4,650	4,469	3,780	4,845	4,307	4,078
*Essencial amino acid	266	269	283	391	389	338	2,142	1,884	1,588	2,030	1,804	1,651

1) *Onggi* container with no surface glaze
 2) *Onggi* container with glazing only on the outside surface
 3) *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces

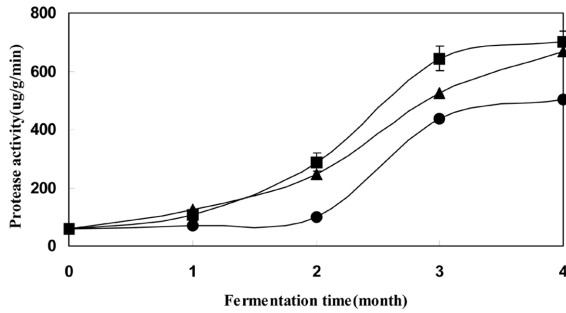


Fig. 6. Changes in protease activity of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C)

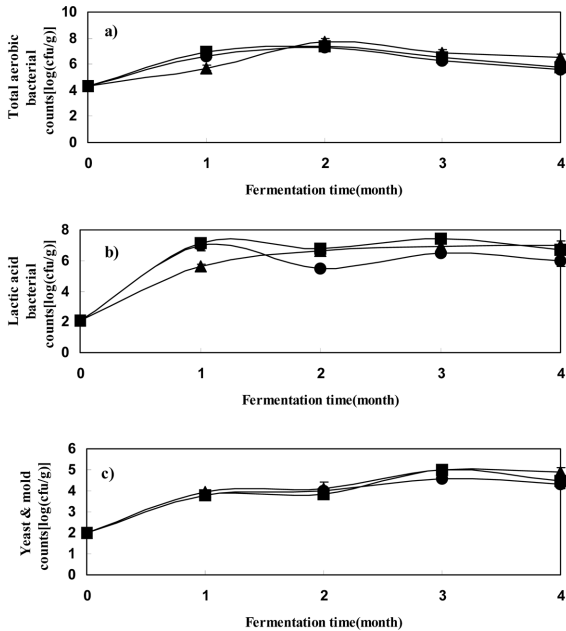


Fig. 7. Microbiological changes in a) total aerobic bacteria, b) lactic acid bacteria and c) yeast & mold of *kochujang* during fermentation period. ●: *Onggi* container with no surface glaze(A), ■: *Onggi* container with glazing only on the outside surface(B), ▲: *Onggi* container with glazing on the outside and inside surfaces(C)

4. 효소활성의 변화

발효 중 단백질 분해효소의 변화는 Fig. 6과 같다. 고추장 발효 중 단백질 분해효소 활성 변화는 고추장 내의 단

백질을 분해하여 맛 성분에 관여함으로 고추장의 품질에 영향을 미칠 수 있는 인자다. 전체적인 경향은 아미노태질소 변화와 핵산의 변화와 유사하며, 발효 시간이 지남에 따라 효소 활성은 증가하는 것으로 나타났다. 특히 한 면 도포(B)가 가장 높은 활성을 보였고, 다음이 양면 도포인 C이며, 무 도포(A)가 가장 낮은 역할을 보였다. 이는 고추장 발효에 있어서 과도한 기공을 보다는 제한적 가스 투과도가 긍정적인 효과를 주는 것으로 보여 지며, 이러한 트렌드로 볼 때 모든 발효식품에 동일한 기공율이 적용되는 것이 아니라는 것을 확인 할 수 있다.

5. 미생물 변화

미생물 변화는 Fig. 7에서 보여주고 있다. 호기성 세균인 총균수는 A, B, C 모두 발효 2개월까지 거의 같은 균수로 증가하다가 이후 감소하였다. 균수의 양은 A가 가장 적은 수치를 나타내고 있다. 유산균의 경우는 발효 2개월째부터 무 도포(A)가 가장 낮은 균수를 나타내었고, B와 C는 거의 비슷한 균수로 A보다 높은 수치를 보였다. 이로 인한 유기산의 증가가 산도의 변화에 영향을 미치며 Fig. 3의 경향과 일치하고 있다. 이스트 & 곰팡이 변화는 발효 3개월까지 증가하다가 거의 같은 균수로 유지하였다. 이러한 변화는 발효가 진행되는 과정에서 효소의 활성이 왕성해져 단백질 분해뿐만 아니라 맛에 영향을 미치는 핵산의 함량에도 직접적인 원인 중의 하나로 작용함을 알 수 있다.

6. 발효 중 관능 평가

관능평가에 다른 통계처리 결과는 Table 2와 같다. 색상의 경우 기공율의 차이에 따라 유의성을 나타내고 있다. 기공율이 가장 높고 수분손실이 가장 많은 무 도포(A)가 가장 나쁜 점수를 받았다. 다음이 두 번째로 기공율이 높은 단면 도포(B)이며, 점수가 가장 높은 것은 기공율이 가장 낮은 양면 도포(C)이다. 이는 고추장의 색상에 관여하는 갈변이 산소 투과도에 영향을 미치며, 특히 높은 투과도와 많은 수분손실로 인하여 고추장의 색상에 악영향을 미친 결과로 보여 진다. 향은 B와 C가 유의성이 있는 것으로 나타났고, A와 C는 유의성이 없는 것으로 나타났으며, 가장 높은 평가를 받은 것은 B이다. 맛에 있어서는 A와 B가 유의성이 있는 것으로 나타났고, B와 C는 유의성이 없는 것으로 나타났으며, 역시 B가 가장 좋은 평가를 얻었다. 전체

Table 2. Sensory evaluation of *kochujang* fermented in *onggi* for 4 months

Glazing treatments	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
No glazing	3.45 ^{*c}	3.36 ^{bc}	3.73 ^c	3.25 ^c
Outside glazed	3.93 ^b	4.33 ^a	4.44 ^a	4.40 ^a
Both sides glazed	4.45 ^a	3.77 ^b	4.12 ^{ab}	4.03 ^{ab}

*Values with the same letters within each column are significantly different at $p < 0.05$ by duncan's multiple range test.

적인 평가에서는 B와 C는 유의성이 없고, A와 B는 유의성이 있는 것으로 나타났으며, 최적의 제품은 B가 가장 좋은 것으로 나타났다. 이러한 원인은 앞의 아미노태 질소, 유리아미노산, 핵산, 효소활성, 미생물 변화 등의 결과에 기인한 것으로 보여 진다.

요 약

옹기토를 사용하여 옹기를 빚고 유약의 도포를 하지 않은 것, 한 면만 도포한 것, 양면 도포한 것 3가지 유형으로 기공율을 달리하여 옹기를 제작한 후 각각의 옹기에 고추장을 담아 4개월간 발효시키면서 고추장의 품질 변화를 측정하였다. 결과는 발효식품의 종류에 따라 기공율이 달라져야 한다는 결론을 얻을 수 있었다. 간장의 경우는 기공율이 아주 낮은 것이 좋은 품질을 얻을 수 있었으나, 고추장의 경우는 기공율이 너무 높거나, 너무 낮아도 제품에는 악영향을 미치는 것으로 나타났다. 유약을 한 면 도포한 옹기가 효소활성이 높고, 미생물 균수도 높으며, 이로 인하여 아미노태 질소 함량이 높고, 유리아미노산 함양도 높으며, 핵산의 량도 높게 나타났다. 그리고 관능평가에서도 긍정적인 작용을 하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과와 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김문숙, 김인원, 오진아, 신동화. 1999. 우수 균주접종과 감마선 조사에 따른 전통고추장의 품질 비교. 한국식품과학회지 31(1): 196-205.
2. 서경희, 송봉수, 안덕순, 정순경, 이동선. 2006. 식품 보관 용기로써 옹기의 물리적 특성. 한국포장학회지 12(2): 87-90.
3. 신동화, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영. 1997. 담금원료에 따른 전통식 고추장의 숙성 중 맛성분의 변화. 한국식품과학회지 29(5): 913-918.
4. 신동화, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영. 1997. 고추품종을 달리한 전통식 고추장의 숙성중 미생물, 효소활성 및 맛성분의 변화. 한국식품영양과학회지 26(6): 1050-1057.
5. 유선미, 김진숙, 신동화. 2001. 전통 된장의 담금용기에 따른 숙성 중 품질변화. 한국응용생명화학회지 44(4): 230-234.
6. 정순경, 김영숙, 이동선. 2005. 고추장의 숙성 중 발효 옹기가 품질변화에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지 12(3): 292-298.
7. 정순경, 이광수, 이동선. 2006. 흙배합비를 달리하여 기공율이 조절된 담금용기 항아리에서의 간장 발효. 한국식품과학회지 38(2): 215-221.
8. 정순경, 이광수, 이동선, 이세훈. 2007. 물리적 특성이 다른 옹기에서의 고추장 발효 중 성분 변화. 한국포장학회지 13(2): 51-58.
9. 정순경, 이광수, 조성환. 2004. 발효 담금 옹기에 따른 어간장의 숙성 중 품질변화. 한국식품저장유통학회지 11(2): 233-239.
10. 정양모, 이훈석, 정명호. 1991. 옹기. 대원사 p.38-79.
11. A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
12. Lee, K.S., Lee, Y.B., Lee, D.S. and Chung, S.K. 2006. Quality Evaluation of Korean Soy Sauce Fermented in Korean Earthenware(Onggi) with Different Glazes. *International Journal of Food Science and Technology*. 41: 1158-1163.
13. Seo, H.S., Chung, S.K., An, D.S. and Lee, D.S. 2005. Permeabilities of Korean Earthenware Containers and Their Potential for Packaging Fresh Produce. *Food Sci. Biotechnol.* 14(1): 82-88.
14. Seo, H.S., Yun, J.H., Chung, S.K., Park, W.P. and Lee, D.S. 2006. Physical Properties of Korean Earthenware Containers Affected by Soy sauce Fermentation Use. *Food Sci. Biotechnol.* 15(2): 168-172.