

황석어(*Collichthys nireatus Jordan et starks*) 젓갈의 숙성과정 중 품질변화와 항산화작용에 관한 연구

김지상¹ · 문갑순² · 이경희³ · 이영순^{1*}

¹경희대학교 식품영양학과

²인제대학교 식품과학연구소 · 식품생명과학부 · 바이오헬스소재연구센터

³경희대학교 외식산업학과

Studies on Quality Changes and Antioxidant Activity During the Fermentation of the Salt Fermented Whangseoke

Ji-Sang Kim¹, Gap-Soon Moon², Kyung-Hee Lee³ and Young-Soon Lee^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Kyung-Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Food Science Institute, School of Food and Life Science, and Biohealth
Products Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

³Dept. of Food Service Management, Kyung-Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

The effect of storage temperature on the quality and antioxidative activity Whangseoke sauce was studied over a period of 240 days. Fermented Whangseoke with 25% salt were stored at 25°C. The quality change and antioxidant activity of Whangseoke in linoleic acid emulsion was evaluated with various parameters, including acids values, peroxide values, TBA values, reducing sugar, brown color intensity, electron donating ability and reducing power at various time intervals for 240 days of storage. In general, it was observed, in all sample, that peroxide values, brown color intensity, electron donating ability and reducing power gradually increased, while reducing sugar decreased during storage at 25°C. The antioxidative activities of fermented Whangseoke were determined on the linoleic acid emulsion system. The results showed that Whangseoke had antioxidant activity. These results suggest that antioxidant activity of Whangseoke seemed to influence by Maillard reaction products during the storage periods.

Key words: Whangseoke, antioxidant activity, quality changes, periods

서 론

젓갈은 어패류의 근육, 내장 및 알 등을 20~25% 염 농도가 되도록 절여 일정기간 동안 보관하여 자가분해 효소, 미생물 등에 의해 생성된 아미노산, 함유소화합물, 핵산 관련 물질 등이 짠맛과 함께 특유한 맛을 생성하는 수산발효식품 중의 하나이다. 젓갈은 제조 공정이 단순하고 독특한 풍미를 가져 옛날부터 김치 제조 시 첨가하였고 부식으로, 조미료로 사용하여 왔다. 또한 밥을 주식으로 하는 우리의 식생활에서 부족되기 쉬운 단백질, 지질, 칼슘 등의 우수한 공급원이 되고, 제조 시 소금만 사용하므로 제조방법이 간단한 경제적인 식품이다. 그러나 최근에는 생활수준이 향상되고 건강에 관한 관심이 고조되면서 고식염인 젓갈은 심혈관계질환 등의 유발 원인이 됨과 동시에 현대인의 식생활 패턴에 맞지 않아 섭취량의 저하가 일어나고 있는 실정이다. 따라서 젓갈을

전통식품으로 보존하고 현대인의 식습관 및 기호도에 부응하는 기능성, 편의성, 안전성, 건강 지향적 성향 등에 맞도록 개선함과 동시에 비위생적 처리의 문제점도 보완해야 하는 과제를 안고 있다. 현재 우리나라에 알려져 있는 젓갈의 종류는 145~160종에 이르나 젓갈에 대한 연구는 몇 종류를 제외하고는 젓갈의 제조방법조차 확립되어 있지 않다(1,2).

황석어젓은 우리나라 전지역에서 제조되고 있는 젓갈로서 특히 중부연안지역에서 애용되고 있으나(3), 황석어젓에 관한 연구는 Kim(4)에 의해 키토산을 첨가한 양념 황석어젓 개발에 관한 연구 외에는 거의 이루어져 있지 않은 실정이다.

그런데 어유에 다량 함유되어 있는 EPA, DHA와 같은 고도불포화지방산은 이중결합이 많아 쉽게 산패가 일어나 젓갈의 품질변화를 초래하고 또한 젓갈 속에 다량 함유되어 있는 소금도 지방의 산패를 촉진하는 역할을 한다. 이러한 과산화지질은 독성이 강해서 이를 섭취할 경우 생체 내에

*Corresponding author. E-mail: yyslllee@khu.ac.kr
Phone: 82-2-961-0881. Fax: 82-2-968-0260

축적되어 건강에 부정적인 영향을 초래할 수 있다(5). 그러나, Marcusk(6)는 청어기름으로부터 정제한 11개 아미노산에서 강한 항산화활성을 관찰하였으며 Murase 등(7) 및 Wade와 Turker(8)는 peptide가 지방 radical을 봉쇄하고, hydroxyl radical 및 singlet oxygen을 봉쇄하여 항산화활성을 가진다고 보고하였으며 Maillard 반응생성물들(MRPs)의 지질산화 억제효과가 여러 연구자들에 의해 보고되어 있다(4,9). 따라서 젓갈은 숙성과정 중 생성되는 여러 아미노산과 peptides, MRPs에 의해 항산화효과를 나타낼 수 있을 것으로 기대된다. Shahidi와 Amarowicz(10)도 어육단백질 가수분해물은 항산화물질 및 산화촉진물질을 동시에 함유한다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 황석어 젓갈을 일정한 온도에서 숙성시키면서 품질변화를 산패를 중심으로 측정하고 항산화 작용에 미치는 영향을 조사하여 젓갈의 산패와 항산화작용간의 특성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

황석어젓갈의 원료로는 2003년 6월 26일 전북 군산 해망동 수산시장에서 얼음에 채워진 황석어(*Collichthys nireatus Jordan et starks*)를 직접 구입하여 사용하였으며 원료 황석어의 크기는 평균적으로 3.5×9×1.5 cm 정도 되는 것이었다.

시료조제

시료는 얼음을 채우면서 8~10°C의 소금물(4%)에서 세척하여 물기를 뺀 후, 500 g씩 평량하여 유리병에 넣어 소금물 중량비(25%)로 첨가하여, 25°C에서 숙성시키면서 60일 간격으로 꺼내어 분석용 시료로 하였다.

황석어젓갈의 숙성 중 품질변화 측정

지방질의 추출정제 : 시료의 총 지방질은 Folch법(11)(CM법)을 이용하여 총지방질을 추출 정제하였다. 즉 액젓 30 g을 취하여 메탄올과 클로로포름 1:2의 혼합액 30 mL를 넣고 고루 섞은 다음 48시간 냉암소에서 추출하였다. 이것을 여과지(Whatman No.2)에 여과한 후 분액깔때기에서 정치시켜 순수지질이 함유된 클로로포름층만을 취하여 evaporator에서 용매를 증발시켰다. 추출한 지질 시료를 사용하여 산가, 과산화물가, TBA가를 측정하였다.

산가의 측정 : CM법으로 추출한 지질 시료 100 mL을 200 mL 삼각플라스크에 넣고 에테르-에틸알콜(1:1) 혼합용액 40 mL를 가하여 녹인 후 1% 페놀프탈레인 지시용액 2~3 방울을 가하고 0.1 N KOH-에탄올 용액으로 적정하여 용액이 미홍색으로 30초간 지속될 때를 종말점으로 하였다(12).

과산화물가의 측정 : CM법으로 추출한 지질 시료 100 mL을 200 mL의 마개가 있는 삼각 플라스크에 취하고 클로로포름을 10 mL 가하여 녹인 후 빙초산 15 mL를 넣어 혼합하고 다시 KI 포화용액 1 mL를 가한 다음 마개를 하고 1분간

심하게 진탕한 후 5분간 어두운 곳에서 방치하였다. 여기에 증류수 75 mL를 가하여 마개를 다시 하고 심하게 진탕한 후 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N-Na₂S₂O₃ 용액으로 적정하였고 용액의 청남색이 완전히 무색으로 될 때를 종말점으로 하였다(12).

TBA가의 측정 : CM법으로 추출한 지질 100 mL을 0.8 mL의 증류수와 8.1% sodium dodecyl sulfute(SDS) 0.2 mL를 넣어 혼합한 후 20% 초산 1.5 mL를 첨가하였다. 이때 초산에 NaOH를 이용하여 pH 4.0으로 조정하였다. 20%의 초산까지 첨가한 튜브에 0.8% TBA(2-thiobarbituric acid) 용액 1.5 mL를 첨가한 후 0.5% 에탄올 0.1 mL를 가하였다. 이것을 끓는 물에서 60분간 가열한 후 냉각시킨 다음 원심분리(4000 g, 4°C, 15 min)하여 상등액만을 취한 후 UV-VIS Spectrophotometer(Human, X-ma 2000)로 532 nm에서 흡광도를 측정하고, 표준용액은 시료를 뺀 나머지를 공실험으로 하여 비색정량하였다(13).

황석어 젓갈의 항산화 효과의 측정

Linoleic acid emulsion의 제조 : Hayase와 Kato의 방법(14)에 따라 linoleic acid(Sigma Chem. Co., USA) 1 g을 20 mL 에탄올에 녹인 후 인산 완충액(pH 7.0) 25 mL를 가한 뒤 이 용액 시료를 전체 무게의 0.05%가 되도록 혼합한 후 50°C incubator에서 12일간 반응시키면서 경시적으로 과산화물가를 측정하였다. 항산화제로 잘 알려진 0.05%의 BHT의 항산화효과를 대조군으로 사용하였다.

과산화물가의 측정 : Linoleic acid emulsion을 300 mL 분액여두에 옮긴 다음 적량의 물과 NaCl 2 g을 가한 후 디클로로메탄 25 mL를 가해 추출하고 하층을 250 mL 삼각플라스크에 모으고 초산 25 mL과 포화 KI 포화용액 1 mL를 가해 vortex로 1분간 강하게 진탕한 후 암소에 10분간 방치하였다. 여기에 증류수 50 mL를 가하여 마개를 다시 하고 심하게 진탕한 후 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N-Na₂S₂O₃ 용액으로 적정하였고 용액의 청남색이 완전히 무색으로 될 때를 종말점으로 하였다(12).

DPPH에 의한 전자공여능의 측정 : 각 시료의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical에 대한 소거효과 측정은 Blois 등(15)의 방법으로 측정하여 항산화능의 지표로 삼았다. 시료인 황석어 액젓 0.4 mL를 취하고 0.12 mM DPPH 2 mL와 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 다음 UV-VIS Spectrophotometer로 517 nm에서 흡광도를 측정하여 DPPH radical 소거활성[Reduction of DPPH(%)=1-(시료 처리구의 흡광도/대조구의 흡광도)×100]을 구하였다.

환원력의 측정 : 각 시료의 환원력 측정은 Oyaizu(16)의 방법으로 측정하였다. 황석어 액젓 0.5 mL를 취하여 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 0.5 mL과 potassium ferricyanide 0.5 mL를 혼합하여 50°C에서 20분간 반응시켰다. 그 후 10%(w/v) TCA 0.5 mL를 첨가하고 증류수 2 mL과 0.1%(w/v) ferric chloride 400 µL를 첨가하였다. 위 반응

액을 UV-VIS Spectrophotometer(Human, X-ma 2000)로 700 nm에서 흡광도를 측정하고, 700 nm에서의 흡광도 차이를 환원력의 증가로 나타내었다.

갈색도의 측정 : 시료의 갈색도는 Lee 등(17)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, UV-VIS Spectrophotometer를 이용하여 400 nm과 500 nm에서의 흡광도를 측정하여 그 비율을 갈색도의 척도로 사용하였다.

환원당 함량의 측정 : 시료의 환원당은 Miller(18)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 황석어 액 5 mL을 6배로 희석한 후 0.5 mL를 취하여 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 시약 2 mL을 가한 후 water bath(100°C)에서 발색시킨 후 UV-VIS Spectrophotometer를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하고, glucose의 농도를 0.5~5 mg/mL의 범위로 제조하여 위와 동일한 방법으로 측정하여 표준곡선을 작성하였다.

통계처리

실험결과와 통계처리는 SPSS program을 이용하여 분석하여 mean±SD로 표시하였으며, 각 군간 평균치의 통계적 유의성은 one-way ANOVA로 검증한 다음 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 사후 검증하였다.

결과 및 고찰

황석어 젓갈의 숙성 중 품질변화

산가의 변화 : 황석어 젓갈을 25°C에서 숙성시키면서 숙성기간(240일)별 시료에 함유된 유지 중의 산가를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 산가는 유지 및 유지를 함유한 식품의 품질판정에 필요한 항수이며, 특히 유지의 산패 정도를 나타내는 기준이 되고 있다.

숙성기간이 길어짐에 따라 산가는 증가하였으며 숙성 60일 이후 산가가 급격하게 증가하여 숙성초기 3.63 mg/g였던 산가가 숙성 240일에는 84.03 mg/g으로 크게 증가하였다. Gökhan 등(19)은 저장온도와 기간에 따른 어유의 품질변화에 관한 연구에서 어유의 산가가 저장기간 150일까지 증가하며 120일째에 급격히 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 보고하였다.

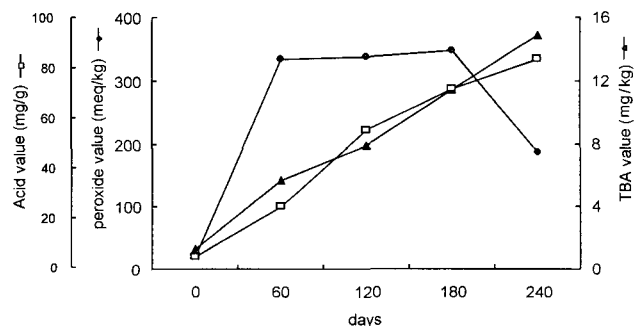


Fig. 1. Changes in acid values, peroxide values, TBA values of the salt fermented whangseoke during storage at 25°C.

과산화물가의 변화 : 25°C에서 숙성시키면서 숙성기간(240일)별 황석어 젓갈의 과산화물가를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 과산화물가는 식용유지 또는 지방질식품에 존재하는 과산화물의 함량을 측정함으로써 산화적 산패의 발생을 검출하거나 유도기간의 길이를 측정하는 매우 예민한 측정법이다(20).

과산화물가는 숙성 60일에서 333.49 meq/kg으로 급격히 증가하여 숙성 180일까지 유사값을 유지하다가 그 이후 감소하여 240일째 185.64 meq/kg으로 나타났다. Gökhan 등(19)은 어유의 과산화물가가 저장기간 150일까지 증가하며 저장기간 60일째 급격하게 증가한다고 보고하여 본 결과와 일치함을 알 수 있었다. 또한, Song 등(21)도 멸치젓갈의 과산화물가가 초기숙성기간을 전후로 증가하다가 감소한다고 보고하였고, Lee 등(22)도 정어리 젓갈에서 초기숙성기간을 전후로 과산화물가의 증가와 감소가 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 형태를 보고하였다.

TBA가 변화 : 지질의 산패는 일차 산화물인 과산화물이며 이것이 분해되어 카르보닐 화합물 등의 2차 분해산물을 생성하므로 2-thiobarbituric acid(TBA)을 이용하여 육류 및 다른 지질 함유 식품의 다가불포화지방산의 분해산물인 malonaldehyde량을 측정하여 젓갈의 산화적 변화를 살펴보았다(23-25). 황석어 젓갈의 숙성기간(240일) 동안의 TBA가를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다.

숙성기간이 길어짐에 따라 TBA가는 지속적으로 증가하였으며 숙성초기 1.28 mg/kg이었던 TBA가가 숙성 240일에는 14.89 mg/kg으로 나타났다. Gökhan 등(19)은 어유의 TBA가가 저장기간에 따라 증가하며(1.20~9.70) 저장기간 120일째 급격하게 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 그러나 Song 등(21)은 멸치젓갈의 TBA가는 숙성기간 15일을 전후로 증가하다가 감소한다고 보고하였고, Lee 등(22)도 정어리 젓갈에서 숙성기간 31일을 전후로 TBA가의 증가와 감소가 나타났다고 보고하였으나 본 연구에서는 TBA가는 숙성 240일 동안 계속 증가하였으며 이는 어류 종류와 염도의 차이, 그리고 숙성 온도에 의해 나타난 것으로 생각된다.

황석어젓갈의 숙성과정 중의 항산화효과

과산화물가의 변화 : Linoleic acid emulsion system를 통하여 황석어 젓갈의 숙성기간(240일) 동안의 항산화 효과 정도를 과산화물가로 측정하였고 그 효과를 대표적인 항산화제인 BHT와 비교하였다. 50°C에서 incubation 시키면서 12일간 산화시킨 결과는 Fig. 2와 같다.

모든 시료가 저장 기간이 길어짐에 따라 과산화물가는 증가하였으며 incubation 기간 6~9일 사이에 급격히 증가하였다. 240일간 숙성시킨 젓갈첨가군은 0~21.33 meq/kg으로 대조군보다 과산화물가가 더 크게 나타났다. 숙성기간을 달리한 황석어 젓갈의 과산화물가는 숙성 180일의 것이 가

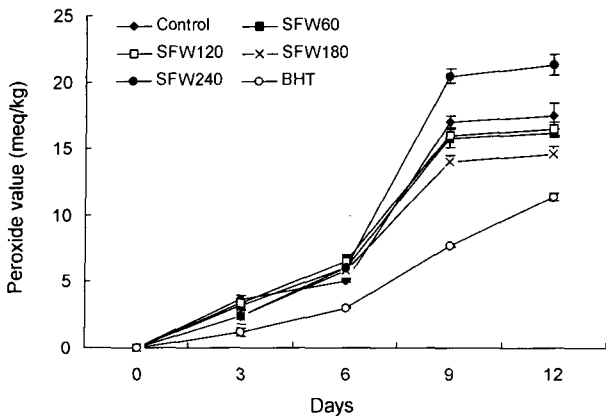


Fig. 2. Peroxide values of the salt fermented whangseoke and its fermented products determined using linoleic acid emulsion system.

Control was added to the linoleic acid emulsion.
 SFW60 was fermented for 60 day.
 SFW120 was fermented for 120 days.
 SFW180 was fermented for 180 days.
 SFW240 was fermented for 240 days.

장 낮아서 항산화효과가 가장 높은 것으로 나타났고 숙성 60일과 120일의 것같은 유사한 값을 나타내었으며 대조군보다 낮은 값으로서 약한 항산화효과가 있었으며 숙성 240일 것같은 경우 대조군보다 높은 과산화물가를 나타내어 pro-oxidant의 역할을 하는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 것같은 숙성기간에 따른 어육 단백질의 가수분해로 인한 아미노산 및 histidine를 함유한 peptide 그리고 MRPs에 의한 항산화 효과 의해서 과산화물의 변화 양상이 다르게 나타난 것으로 여겨진다.

DPPH에 의한 황색어것같은 전자공여능: 25°C로 숙성 시킨 황색어 것같은 숙성기간(240일) 동안의 항산화활성을 DPPH로 측정하고 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

숙성기간에 따라 전자공여능은 증가하여 숙성초기 44.27%였던 것이 숙성 240일째 63.83%로 나타났다. DPPH 라디칼은 자신이 가지고 있는 odd electron으로 인해 517 nm 부근에서 흡광도가 극대화되며 DPPH 분자내의 질소가 불안정한 상태가 되기 때문에 쉽게 전자를 받아들이는 성질을 가지고 있다(26). 그리고 cysteine, glutathione과 같은 함황

Table 1. Changes in electron donating ability, reducing power of the salt fermented whangseoke during storage at 25°C

Days of storage	EDA (%)	Reducing power (A700 nm)
60	44.27 ± 0.06 ^{1)kd2)}	0.09 ± 0.00 ^d
120	52.92 ± 0.04 ^c	0.12 ± 0.00 ^c
180	57.34 ± 0.06 ^b	0.13 ± 0.00 ^b
240	63.83 ± 0.04 ^a	0.15 ± 0.00 ^a

¹⁾Values are mean ± SD.

²⁾Means in the column with different superscripts are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

아미노산과 토코페롤, 비타민 C, polyhydroxy 방향족, 방향족 아민류 등의 항산화물질과 반응하여 전자를 받게 되면 hydrazine 형태의 안정한 분자로 환원되어 짙은 자색이 탈색되므로 탈색 정도가 항산화 물질의 전자공여능으로 알려져 있다.

환원력의 변화: 항산화활성은 환원력과 함께 수반되고 보고되어 있으며(27), 일반적인 특징은 reductones의 존재와 관계가 있고(28), reductones 또한 peroxide의 어떤 전구체로서 반응하기 때문에 peroxide 형성을 억제한다. Gordon(29)에 따르면, 항산화반응은 reductones이 제공하는 수소원자가 free radical 사슬을 분해함으로써 시작된다고 보고하였다. 따라서 25°C에서 숙성시킨 황색어 것같은 숙성기간(240일) 동안의 환원력 변화를 측정하고 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

숙성초기 0.09였던 환원력이 240일째 0.15로 증가하였다. 이는 것같은 숙성 과정 중 생성된 아미노산과 황색어에 함유되어 있는 환원당 및 지질 과산화과정에서 생성된 carbonyl 화합물들이 Maillard 반응 생성물을 만듦으로써 그 과정에서 생성된 reductone들이 주요 환원력 증가에 관여한 것으로 유추된다.

갈색도의 변화: Lee 등(17)는 적색색소의 최대흡수 파장은 500 nm이고 황색색소의 최대흡수 파장은 400 nm임을 고려하여 두 가지 파장에서의 흡광도 비율로 간장의 색도를 측정할 수 있다고 보고하였다. 따라서 25°C에서 숙성시킨 황색어 것같은 숙성기간(240일) 동안의 갈색도를 측정하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

가시부 흡광도 gradient를 나타내는 흡광도 400/500 nm에 대한 흡광 비율은 숙성기간에 따라 증가하였으며 숙성초기 2.49였던 흡광도 비율은 숙성 240일째 3.42를 나타냈다. You 등(30)은 amino acid-xylose 갈변반응 물질의 항산화성 연구에서 갈변도가 증가할수록 과산화물가는 감소하는 경향을 보인다고 보고하였고, Kiligaya 등(31)은 glucose와 각종 아미노산을 반응시킨 갈변반응 물질에서도 갈변도가 큰 것일수록 항산화 활성이 크게 나타난다고 보고하였다. 그러나 Lingnert와 Eriksson(32)은 Maillard 반응의 초기단계에서 항산화효과는 갈색도에 비례하여 증가하지만 최대치에 이르고 난 다음에는 오히려 항산화효과는 감소한다는 다른

Table 2. Changes in reducing sugar, color intensity of the salt fermented whangseoke during storage at 25°C

Days of storage	Reducing sugar (mg/mL)	Original color intensity		
		400 nm	500 nm	400/500 nm
60	1.38 ± 0.02 ^{1)ab2)}	0.35	0.14	2.49
120	0.74 ± 0.01 ^b	0.83	0.37	2.26
180	0.71 ± 0.01 ^c	0.58	0.18	3.29
240	0.53 ± 0.01 ^d	0.52	0.15	3.42

¹⁾Values are mean ± SD.

²⁾Means in the column with different superscripts are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

견해를 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 것으로 나타났다.

환원당 함량의 변화: Maillard 반응은 아미노산과 환원당을 함유하는 식품에서 일어나는 비효소적 갈변 현상으로 amino-carbonyl 반응으로 불리기도 한다. 갈색화반응 생성물의 항산화작용에 대한 초기의 연구들은 가열처리 받은 식품의 지방질성분의 산화 안정성이 더 좋아진 이유가 가열과정 중에 형성된 비효소적 갈색반응인 Maillard 반응의 결과로 항산화작용을 가진 물질들이 형성되었기 때문으로 알려져 있다. 따라서 25°C에서 숙성시킨 황석어 젓갈의 숙성기간(240일) 동안의 환원당의 변화를 측정하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

환원당의 함량은 숙성기간이 길어짐에 따라 감소하였으며 숙성초기 1.38 mg/mL였던 환원당 함량은 숙성 240일에는 0.53 mg/mL로 나타났다. 특히, 숙성기간 120일째 환원당의 함량은 0.74 mg/mL로 감소가 가장 크게 나타났다. Lee (17)는 어류의 근육으로부터 아미노산과 glycerol의 전구물질에 의해 glucose 신생합성으로 전환되어 glucose가 합성되어진다고 보고하였으며, 발효가 진행됨에 따라 젖산균 등의 미생물 작용으로 당이 lactic acid를 비롯하여 acetic acid, alcohol, carbon dioxide 등으로 변하기 때문에 환원당 함량이 감소한다고 보고하였다(33,34).

요 약

본 연구는 황석어 젓갈을 25°C에서 숙성시키면서 숙성기간(240일)에 따른 품질변화와 항산화 작용에 미치는 영향을 조사하여 그 특성을 규명하였다. 숙성기간에 따른 황석어 젓갈의 산가는 숙성 60일 이후 산가가 급격하게 증가하여 숙성초기 3.63 mg/g였던 산가가 숙성 240일에는 84.03 mg/g으로 크게 증가하였으며 과산화물가는 숙성기간 180일까지 증가하여 347.53 meq/kg으로 나타났으나 그 이후 감소하여 240일째 185.64 meq/kg으로 나타났다. TBA가는 숙성초기 1.28 mg/kg이었던 TBA가가 숙성 240일째에는 14.89 mg/kg으로 나타났다. Linoleic acid emulsion system계를 이용한 황석어 젓갈의 항산화작용을 살펴본 결과, 과산화물가는 모든 시료가 incubation 기간 6~9일 사이에 과산화물가가 급격히 증가하였으며, 숙성 180일의 젓갈 첨가군(0~16.50 meq/kg)의 항산화효과가 가장 높았으며 240일 숙성 젓갈의 경우 prooxidant 작용을 하는 것을 알 수 있었다. DPPH에 의한 radical 소거 작용을 살펴본 결과 숙성기간이 증가함에 따라 라디칼 소거능이 증가하여 숙성초기 44.27%였던 소거능이 240일 숙성젓갈에서 63.83%로 나타났다. 환원력도 숙성기간에 따라 증가하여 숙성초기 0.09였던 환원력이 240일째 0.15로 나타났다. 따라서 황석어 젓갈은 숙성기간이 증가함에 따라 라디칼소거능, 환원력이 증가하면서 항산화활성이 증가하는 것으로 나타났지만 어류 자체의 산패 증가로 항산화효과는 숙성 180일째에 가장 높음을 알 수 있었다.

숙성기간에 따른 갈색도 변화는 흡광도 400/500 nm에 대한 흡광 비율을 측정한 결과 숙성초기 2.49였던 흡광도 비율은 숙성 240일째 3.42로 숙성기간에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 숙성초기 1.38 mg/mL였던 환원당 함량은 숙성 240일에는 0.53 mg/mL으로 숙성기간이 길어짐에 따라 감소하였다. 이상의 결과 숙성기간에 따라 DPPH에 의한 전자공여성, 환원력, 갈색도 등의 증가, 환원당의 감소, linoleic acid emulsion system계에서 젓갈 첨가군이 대조군보다 항산화 효과가 있는 것으로 나타나 Maillard 반응생성물에 의한 항산화 물질들이 형성되어 젓갈의 항산화성이 나타난 것으로 여겨진다. 젓갈에는 고도불포화지방산이 많이 함유되어 있으나 어유의 산화를 방지하는 물질 역시 많이 생성되며 이들이 젓갈의 산패를 어느 정도 억제하는 것으로 추정된다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 경희대학교 교내연구비 지원에 의해 시행된 결과로 이에 감사드립니다(KHU-20030325).

문 헌

1. Suh HK. 1987. A Study on the regional characteristics of Korean Chotkal. *Korea J Food Culture* 2: 149-161.
2. Lee WD. 2001. Recent development of Jeotagal (traditional Korean fermented seafood) and its future. *Food Industry and Nutrition* 6: 23-27.
3. Do SD, Lee YM, Chang HG. 1993. The study on kinds and utilities of Jeot-Kal (fermented fish products). *Korean J Food Cookery Sci* 9: 222-229.
4. Kim SH. 2002. Development of seasoned whangseoke-jeot with chitosan. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 34-42.
5. Valenzuela A, Nieto S, Cassels BK, Speisky H. 1991. Inhibitory effect of boldine on fish oiloxidation. *J Am Oil Chem Soc* 68: 935-937.
6. Marcusk R. 1960. Antioxidative effect of amino acids. *Nature* 185: 886-887.
7. Murase H, Nagao A, Terao J. 1993. Antioxidant and emulsifying action of N-(long-chain-acyl)histidine and N-(long-chain-acyl)carnosine. *J Agric Food Chem* 41: 1601-1604.
8. Wade AM, Turker HN. 1998. Antioxidant characteristics of L-histidine. *J Nutr Biochem* 9: 308-315.
9. Lingnert H, Eriksson CE. 1981. Antioxidative Maillard reaction products I. Products from sugars and free amino acids. *Prog Food Nutr Sci* 5: 453-466.
10. Shahidi F, Amarowicz R. 1996. Antioxidant activity of protein hydrolyzates from aquatic species. *J Am Oil Chem Soc* 73: 1197-1199.
11. Folch J, Lee M, Sloan Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
12. Wrolstad RE, Acree TE, Decker EA. 2005. *Handbook of food analytical chemistry: pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components*. John Wiley & Sons Inc, New Jersey.
13. Pikul J, Leszczynski DE, Kummerow FA. 1983. Elimination of sample autooxidation by butylated hydroxy-

- toluene additions before thiobarbituric assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J Agric Food Chem* 31: 1338-1342.
14. Hayase F, Kato H. 1984. Antioxidative components of sweet potatoes. *J Nutr Sci Vitaminol* 30: 37-46.
 15. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 26: 1199-2000.
 16. Oyaizu M. 1986. Antioxidant activity of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 35: 771-775.
 17. Lee YS, Homma S, Aida K. 1987. Characterization of melanoidin in soy sauce and fish sauce by electrofocusing and high performance gel permeation chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 5: 313-319.
 18. Miller GL. 1959. Use of reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 19. Gökhan B, Hikmet K, Muhammet B. 2005. Change in the quality of fish oils due to storage temperature and time. *Food Chemistry* (article on line) 29: 1-6.
 20. Lee YC. 1990. Measurement of rancidity of edible fats and oils. *J Korean Oil Chemists' Soc* 7: 91-100.
 21. Song YO, Byeun DS, Byeun JH. 1982. Lipid oxidation and proteolysis of anchovy pickle during ripening. *J Korean Soc Food Nutr* 11: 1-6.
 22. Lee EH, Cho SY, Cha YJ, Jeon JK, Kim SK. 1981. The effect of antioxidants on the fermented Sardine and taste compounds of product. *J Kor Fish Soc* 14: 201-211.
 23. Mukai FH, Goldstein BD. 1976. Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition product of polyunsaturated fatty acids. *Science* 191: 868-869.
 24. Newburg DS. 1980. Malonaldehyde concentrations in food are affected by cooking condition. *J Food Science* 45: 1681-1683.
 25. Siu GM. 1978. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *J Food Sci* 43: 1147-1148.
 26. Tanaka M, Kuie CW, Nagashima Y, Taguchi T. 1988. Application of antioxidative Maillard reaction products from histidine and glucose to sardine products. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54: 1409-1414.
 27. Duh PD. 1998. Antioxidant activity of burdock (*Arctium lappa* Linn). Its scavenging effect on free radical and active oxygen. *J Am Oil Chem Soc* 75: 1214-1218.
 28. Gordon MF. 1990. The mechanism of antioxidant action in vitro. In *Food antioxidants*. Hudson BJJ, ed. Elsevier Applied Science, London. p 1-18.
 29. You BJ, Lee KH, Kim CY, Lee JH. 1986. Antioxidant activity of amino acid-xylose browning reaction products. I. Antioxidant activity various amino acids and their browning reaction products. *Bull Korean Fish Soc* 19: 1-9.
 30. Kiligaya N, Kato H, Fujimaki M. 1968. Studies on antioxidant activity of nonenzymatic browning reaction products. Part I. Relations of color intensity and reductones with antioxidant activity of browning reaction products. *J Agric Chem Soc* 32: 289-290.
 31. Lingnert H, Eriksson CE. 1981. Antioxidative effect of Maillard reaction products. *Food Nutr Sci* 5: 453-466.
 32. Cho Y, Rhee HS. 1979. A study on flavorful taste components in Kimchis on free amino acids. *Korean J Food Sci Technol* 11: 26-31.
 33. Park WP, Kim ZU. 1991. The effect of spices on the Kimchi fermentation. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 34: 235-241.

(2005년 10월 25일 접수; 2006년 2월 3일 채택)