

방사선 조사 고추장의 발효 특성

김문숙 · 오진아 · 김인원 · 신동화 · 한민수*
전북대학교 식품공학과(농업과학 기술연구소), *대상 주식회사

Fermentation Properties of Irradiated *Kochujang*

Moon-Sook Kim, Jin-A OH, In-Won Kim, Dong-Hwa Shin and Min-Su Han*

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

*Daesang Co. Ltd.

Abstract

Kochujang, fermented hot pepper soybean paste, was prepared by traditional method, and irradiated with gamma ray of ^{60}Co up to 15 ± 1.5 kGy for confirming main factor of *kochujang* fermentation. Nonirradiated (control) and irradiated samples *kochujang* were fermented at 25°C and analyzed biochemical properties including enzyme activities and viable cell count during fermentation for 60 days. The total viable count in irradiated *kochujang* decreased to 10^4 CFU/g which was 10^8 CFU/g in the control. Because of a little changing enzyme activities of α - β amylase and acid-neutral protease by irradiation at the above level, amino type nitrogen which is the main quality reference of *kochujang* was comparable to the control. By irradiation, gas production was completely stopped which is one of biggest problems during distribution of *kochujang*. Total volume of gas produced at 25°C from the control *kochujang* was 453 mL/100 g which was composed of over 90% of CO_2 . The odor of irradiated *kochujang* was inferior to the control which seemed to be related to reduced microbial populations.

Key words: *Kochujang*, hot pepper, irradiation, gas forming

서 론

고추장은 고추의 매운맛, 콩 단백질 분해산물인 아미노산과 핵산에 의한 구수한 맛, 전분질원의 분해산물인 당류에 의한 단맛이 적절히 조화된 발효 조미료로서 세계에서 그 유례를 찾아볼 수 없는 우리나라 전통 향신 조미료이다. 고추장의 주원료는 고춧가루, 고추장메주, 그리고 쌀을 포함한 다양한 전분질로 구성된 원료가 각각 독특한 맛의 근원이 되고 있다. 고추장의 맛은 주·부재료의 혼합이라기 보다는 혼합된 원부재료가 분해되어 생성된 발효 산물에 의한 것으로 이들의 분해를 주도하는 것은 고추장 메주에 함유된 효소와 미생물로 알려져 있다. 고추장 메주에는 많은 미생물이 발견⁽¹⁾되고 있으며 고추장 발효과정에서도 다양한 균종이 발견되는데 *Bacillus*속⁽²⁾이 50%를 넘고

있다. 이들 미생물의 증식에 의하여 상당량의 전분질 및 단백질 분해 효소가 생성되며 이들 효소의 활성화와 미생물이 고추장의 발효에 깊이 관계⁽³⁾ 될 것으로 추정된다. 고추장 중 미생물 수는 보통 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g 정도⁽⁴⁾로 알려져 있으며 발효중 미생물의 증식 양상은 균종에 따라 차이가 있는데 세균의 경우 일정 수준을 유지하거나 감소하는 경향이^(5,11) 곰팡이는 발효 초기부터 균수가 급격히 감소하나⁽⁶⁾ 효모만은 발효초기 그 균수가 증가⁽⁶⁾하는 경향을 보이고 있다.

이와 같이 고추장의 발효는 미생물과 효소의 작용으로 판단되나 이들 중 어느 요소가 작용이 고추장 발효에 결정적 영향을 미치는가는 밝혀진 바가 없다. 따라서 이 실험에서는 고추장 발효 중 혼재하는 미생물과 고추장 메주에 존재하는 효소의 역할을 확인하기 위하여 효소에 거의 영향을 주지않는 방사선량⁽⁷⁾으로 미생물을 사멸시키고 이 고추장을 발효하면서 무처리 고추장과 비교함으로써 고추장 발효기작을 이해하고 이를 통하여 고추장 품질향상 및 품질 균일화에 필요

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, 664-14, Dukjin-Dong, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea

한 기초 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

고추는 전북 완주지역에서 1996년 생산된 금탑품종을, 메주가루는 순창지역에서 전통적인 방법으로 제조한 것을 사용하여 다음 Table 1과 같은 조성으로 전통적인 방법에 따라 고추장을 제조하였다.

방사선 조사방법

플라스틱 포장 대(150×200 mm, nylon/15 μ m+LDPE/40 μ m)에 혼합된 고추장 300 g씩을 충전한 후 최대한 탈기하고 열접착하여 밀봉하였다. 이 포장된 고추장을 한국원자력연구소의 ^{60}Co 감마선 조사시설을 이용하여 총선량을 15 ± 1.5 kGy가 흡수되도록 조사한 후 25에 발효시키면서 분석 시료로 사용하였다.

분석방법

수분은 상압가열 건조법(105°C), 전당은 시료 2.5 g에 25% HCl을 가하여 가수분해한 후 Somogyi변법⁽⁸⁾으로 정량하였고 아미노산성 질소는 Formal법⁽⁹⁾, 알콜은 산화환원 적정법⁽¹⁰⁾으로 정량하였다. pH와 산도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가하여, 진탕한 후 pH는 pH meter (Orion SA 520, U.S.A.)로, 산도는 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3까지 적정 소요 mL수로 표시하였다.

미생물수 측정

고추장시료 5g을 0.1% peptone수로 적절히 희석하여 3M사 PetrifilmTM plate에 접종한 후 35°C, 47시간 배양하여 생성된 집락수 colony forming unit (CFU/g)를 계수하여 이를 총균수로 하였다.

효소 활성도 측정⁽¹¹⁾

α -amylase는 0.5% 전분 용액을 고추장 추출액(조효

소액)으로 30분 반응시킨 후 0.005% 요오드 용액에 의한 반응 전후의 흡광도 차로, β -amylase는 조효소액으로 1시간 반응시킨 후 생성되는 포도당의 $\mu\text{M/g}$ 로, 그리고 protease는 조효소액을 casein (pH 3.0, pH 7.2)에 30분 반응시킨 후 생성되는 tyrosine의 μM 로 하여 산성 및 중성으로 구분, 표시하였다.

가스 발생량 및 조성(O_2 , CO_2)분석

고추장 발효(25°C)중 생성되는 가스는 밀봉된 시료의 팽창 상태에 따라 실리콘이 부착된 부위에서 주사기로 가스를 뽑아내고 매회 그 용량을 합하여 가스 발생 총량으로 하였다. 채취된 가스 중 O_2 와 CO_2 는 O_2 - CO_2 analyzer (Abiss사 VAK-12)로 분석하였다. 3반복한 실험 결과를 평균하여 표시하였다.

관능 검사

고추장에 친숙한 주부 11명을 대상으로 채점법(가장 좋다 9-가장 나쁘다 1)에 따라 평가하고 그 결과를 SAS 로 Duncan's multiple range test⁽¹²⁾를 실시하여 처리간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

고추장 발효 중 pH와 산도의 변화

방사선 조사 고추장과 비조사 고추장 발효의 pH와 산도의 변화를 비교해 보면 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보면 전체적으로 pH의 상승 및 산도 증가 현상을 볼 수 있으며 조사구나 비조사구의 차이는 뚜렷히 보이

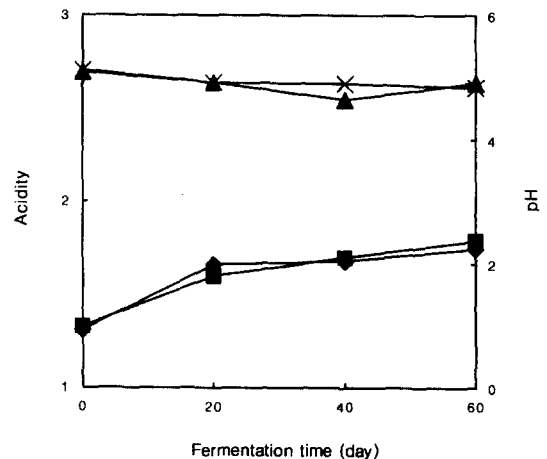


Fig. 1. pH and acidity changes in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. acidity; ◆—◆: control, ■—■: irradiation, pH; ▲—▲: control ×—×: irradiation

Table 1. Mixing ratio of raw material for preparation of *Kochujang*

Raw material	Weight (kg)	Ratio (%)
Red Pepper powder	1.23	13.6
Meju powder ¹⁾	0.74	8.2
Salt	0.92	10.2
Malt syrup ²⁾	6.2	68.0

¹⁾Meju was prepared by fermentation of steamed and mashed soybean, and waxy rice.

²⁾Cooked rice was digested by malt extract.

지 않고 있다. 따라서 조사에 의하여 고추장 발효 중 산 생성에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

고추장 발효에는 많은 미생물과 효소가 관여^(1,5,11)하여 여러 발효 산물을 내는데 특히 각 종 유기산의 생성으로^(13,14) pH와 총산도의 변화가 일어난다. 고추장 발효 중 생성되는 주요 유기산은 acetic acid, oxalic acid⁽⁵⁾, formic acid, citric acid^(15,12), succinic acid, malic acid⁽¹⁷⁾, lactic acid⁽¹⁸⁾ 등 다양한 유기산이 생성되며 발효기간에 따라 구성 유기산과 그 구성비가 각각 달라지고 있다. 또한 lactic acid는 고추장의 발효 판별 기준으로도 이용⁽¹⁹⁾ 될 수 있는데, 방사선 조사로 인해 미생물의 수가 감소하여도 상당량의 유기산은 생성되는 것으로 생각된다.

효소역가의 변화

고추장 발효 중 맛 성분생성과 깊은 관계가 있는 효소는 amylase와 protease로 이들 효소의 역가는 고추장 품질 결정에 중요한 인자로 작용 할 수 있을 것이다. 조사 및 비조사 고추장 중 amylase와 protease의 효소 역가를 비교한 결과는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다.

Fig. 2에서 보면 amylase 역가는 조사구에 있어서 α,β 모두 일정 수준을 유지하고 있는 반면 비조사구의 경우 발효 기간에 따라 역가가 감소하는 경향을 보이고 있다. 연구 결과에 의하면 10 kGy 정도의 조사량은 미생물을 사멸 혹은 감소시키거나 효소의 역가는 변화가 없다고 알려져 있는 바⁽²¹⁾ 고추장을 조사하는 경우 초기 역가는 비조사구와 차이가 있었고 오히려 발효과정중 안정된 결과를 보이고 있다. 일반적으로 고추

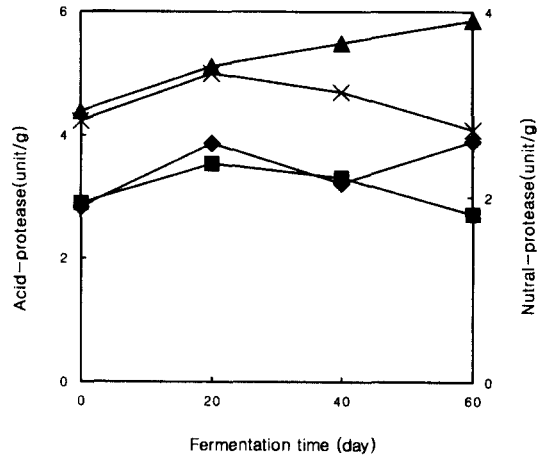


Fig. 3. Acid and neutral protease activity in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. acid-protease; ◆—◆: control, ■—■: irradiation, neutral-protease; ▲—▲: control, ×—×: irradiation

장 발효중 α-amylase 역가는 감소하고 β-amylase는 증가후 감소^(6,11) 하는 경향과는 일치하지 않고 있다.

Protease의 역가는 발효 40일 까지 조사구와 비조사구에서 큰 차이를 보이지 않고 있으나(Fig. 3) 이후 조사구의 효소역가가 비조사구보다 감소하는 경향을 보이고 있어 amylase의 역가와와는 다른 경향을 보이고 있다. 다른 연구자의 결과에 의하면 고추장 중 protease 역가는 발효중 증가하다가 감소하는 경향^(1,3)을 보여 Fig. 3의 결과와는 일치하지 않으나 고추장 발효과정은 서로 다른 원료의 조합과 관여 미생물, 그리고 이에 따른 효소의 특성이 각각 다르기 때문에 일정 경향을 제시하기는 어려울 것으로 판단된다.

총균수의 변화

고추장에는 보통 총균수가 10⁶~10⁹ CFU/g 정도 함유되어 있고 발효 과정 중 균수가 감소하는 경향을 보인다고 알려져 있다^(1,3). 조사 및 비조사 고추장의 초기 및 발효과정중 총균수의 변화를 관찰한 결과는 Fig. 4와 같다.

비조사구의 초기 미생물 수는 10⁸ CFU/g 정도이나 조사구의 경우 10⁴ CFU/g으로 10⁴정도가 감소한 결과를 보이고 있으며 발효 과정중 미생물수의 증가는 뚜렷히 나타나지 않았다. 따라서 방사선 조사에 의해서 고추장 중 미생물 수를 크게 줄일수 있으며 발효중에도 이들 미생물은 증식하지 않는 것을 확인하였다.

FAO/WHO가 정한 향신료의 방사선 조사선량 10 kGy정도에서는 초기오염도 10⁸~10¹⁰ CFU/mL에서 10⁵~10⁶ CFU/mL로 감소시켜 10⁴정도를 감소⁽²¹⁾시키고 있

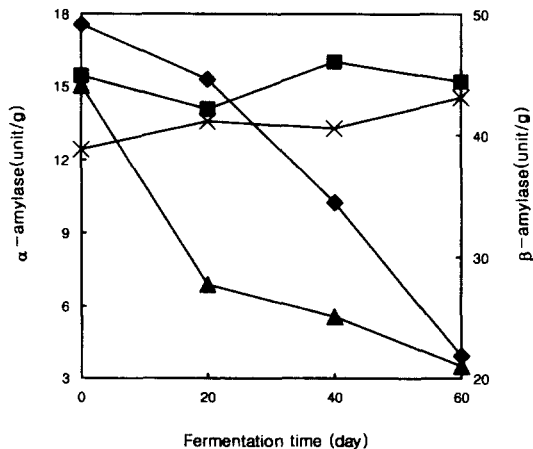


Fig. 2. α-β-amylase activity changes in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. α-amylase; ◆—◆: control, ■—■: irradiation, β-amylase; ▲—▲: control, ×—×: irradiation

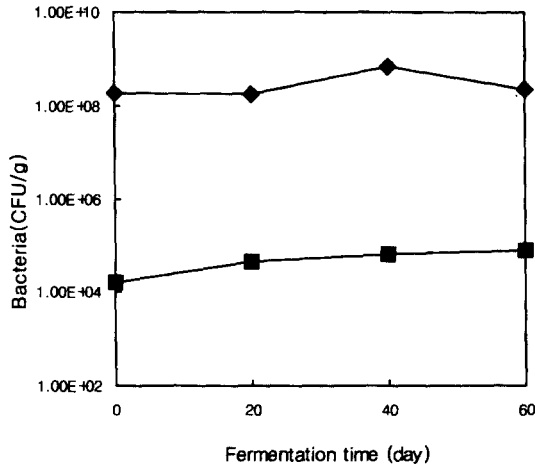


Fig. 4. Total viable cell count in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. ◆—◆: control, ■—■: irradiation

으며 8~20 kGy선량으로 거의 모든 미생물을 살균할 수 있다는 결과와 향신료에 직접 조사하는 경우도 4~10 kGy에서 미생물 감소 혹은 살균이 가능하다고 보고⁽²²⁾하고 있다. 이와 같은 결과로 볼 때 고추장의 방사선 조사에서도 초기 균수에 비하여 조사후 10⁴정도가 감소하는 것은 비슷한 경향으로 볼 수 있으며, 균수가 감소된 고추장에서 발효중 균수가 증가하지 않는 것은 이들 미생물이 고추장 발효에 직접 관여하지 않을 것이라는 추정이 가능하다.

총당 변화와 알콜생성

방사선조사 혹은 비조사 고추장의 발효 중 총당의 변화와 생성되는 알콜양을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 총당은 발효과정중 전체적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며 조사구의 총당량은 비교적 안정되어 있는 반면 비조사구의 총당량은 감소 폭이 더 큰 양상을 보이고 있다. 이는 Fig. 4에서 밝혀진 바와 같이 방사선 조사에 의하여 미생물수가 급격히 감소함에 따라 이들 미생물에 의한 당 소모가 일어나지 않기 때문으로 판단된다.

고추장 발효 중 총당은 감소⁽²³⁾하며 환원당은 초기 증가후 감소하는 결과와 유사한 경향을 보이나 이들의 감소가 주로 미생물에 의한 것이기 때문에 방사선조사로 미생물 수가 감소된 고추장에서는 총당의 소모량이 낮은 것으로 판단된다.

한편 고추장 발효 중 상당량의 알콜이 생산되고^(25,26) 전통 고추장에서도 알콜함량이 1.98~3.7%⁽⁴⁾에 이르는 데 방사선 조사의 경우(Fig. 4) 전 발효기간 중 거의

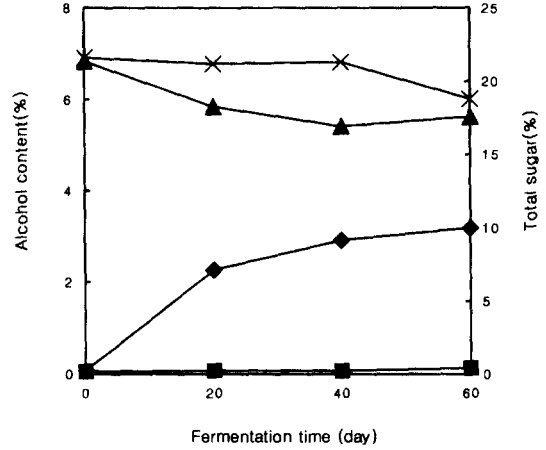


Fig. 5. Total sugar and alcohol content changes in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. alcohol; ◆—◆: control, ■—■: irradiation, total sugar; ▲—▲: control, ×—×: irradiation

알콜이 생성되지 않아 알콜 생성에 관여하는 효모가 모두 사멸된 것을 알 수 있다. 이와 같이 알콜 발효가 차단되었기 때문에 총당의 함량도 일정수준을 유지하는 것으로 본다.

아미노산성 질소의 변화

고추장의 품질 평가 기준으로 가장 중요한 아미노산성 질소⁽⁹⁾의 함량을 조사 혹은 비조사 고추장을 발효하면서 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 조사여부에 관

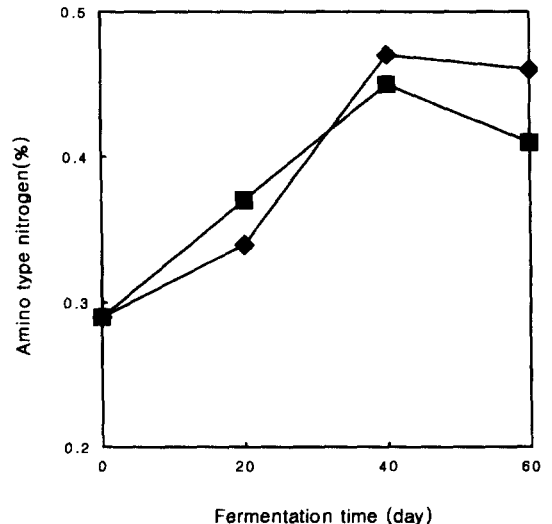


Fig. 6. Amino type nitrogen content in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. ◆—◆: control, ■—■: irradiation

계없이 아미노산성 질소의 함량은 증가하고 있으며, 발효 60일까지 큰 차이는 보이지 않고 있다. 아미노산성 질소 함량은 고추장 원부재료에 함유된 미생물과 이들이 생성한 단백질 분해효소에 의존할 것이며 발효 고추장의 특징이 되고 있다. 연구결과에 의하면 전통 고추장 중 아미노산성 질소의 함량은 $0.26 \pm 0.15\%$ 에 이르며⁽⁴⁾ 품질지표로 아미노산성 질소를 선택하고 그 하한선을 170 mg%내외로 제안^(27,28)하기도 하였다. 이들 결과에 의하면 방사선 조사 고추장의 경우도 아미노산성 질소 수준으로 보았을 때 발효고추장으로서 조건을 만족시키므로서 고추장 발효는 관련 효소의 역할로도 진행될 수 있음을 보여주고 있다.

고추장 발효중 가스 생성량

전통 고추장을 상품화하여 유통하는 경우 가장 큰 문제는 포장내 가스 발생과 변색으로 알려져 있다. 전통 고추장은 발효후 살균과정이 없기 때문에 고추장 유통중 가스 발생은 주로 효모에 의해서 일어나며 주요 관여 효모는 *Zygosaccharomyces rouxii*와 *Saccharomyces cerevisiae*로 보고⁽²⁹⁾ 된 바 있다.

방사선조사 고추장의 경우 Fig. 7과 같이 전혀 가스를 생성하지 않는 반면 비조사 고추장의 경우 발효 초기부터 가스가 발생하였다. 특히 발효 7일부터 27일까지는 발생량이 급격히 증가하는 경향을 보이고 있으나, 40일 이후 둔화되는 경향으로 다른 연구결과⁽³⁰⁾와도 유사하였다. 비조사 고추장의 경우 발효 60일에 고추장 300 g으로부터 생산된 총 가스의 양은 1,360

mL였고, 이때 생성된 가스는 90% 이상이 탄산가스로 구성되어 있었다. 따라서 생성된 가스는 주로 효모에 의한 알콜 발효산물로 추정된다.

관능 검사

고추장에 친숙한 주부 11명을 선발하여 방사선 조사 및 비조사 고추장을 60일 발효 후 관능한 결과는 Table 2와 같다. 방사선조사 고추장과 비조사 고추장을 관능검사한 결과 Table 2와 같이 냄새에 있어서는 조사 고추장이 유의적으로 차이가 있었으나 색깔, 맛, 그리고 전체적인 기호도에서는 차이가 없었다.

조사 고추장의 경우 활성이 있는 amylase나 protease에 의하여 전분(Fig. 2)과 단백질의(Fig. 3) 분해는 계속되었으나 조사로 인하여 미생물의 살균 혹은 균수의 감소(Fig. 4)로 알콜발효가 억제(Fig. 5)됨에 따라 향의 생성이 활발치 못하여 관능검사 결과 냄새의 차이가 감지되는 것으로 본다.

이상의 결과를 종합하면 고추장을 방사선 조사(15 kGy)하여 살균하거나 균수를 줄이는 경우 효소의 활성은 유지하여 아미노산과 같은 맛성분은 생성되나 고추장 특유의 향생성에 부정적 영향을 끼치는 것으로 판단된다.

결 과

전통적 방법으로 고추장을 담근 후 ⁶⁰Co의 감마선을 15 ± 1.5 kGy에 해당하는 선량으로 조사한후 이 고추장을 방사선 비조사구와 함께 25°C에서 60일간 저장하면서 미생물의 변화와 성분변화를 비교하였다. 조사된 고추장의 미생물 수는 비조사구에 비하여 10⁴정도 감소되었고 amylase와 protease의 역가에는 영향을 주지 않아 고추장의 품질지표인 아미노산성 질소량은 발효 후 큰 차이가 없었다. 조사에 의한 살균으로 알콜 생성이 완전히 억제되었고 이에 따라 고추장 저장중 가장 큰 문제인 가스는 발생되지 않았다. 비조사 고추장 발효 중 가스 발생량은 453 mL/300 g이었고

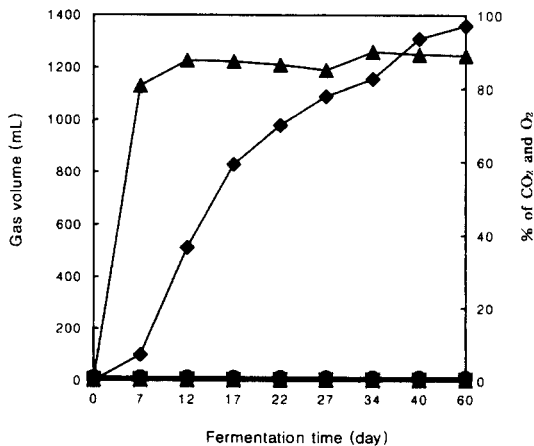


Fig. 7. Total gas production and its composition in 15 kGy irradiated and control *Kochujang* during fermentation at 25°C. ◆—◆: Gas volume (control), ■—■: Gas volume (irradiation), ▲—▲: CO₂ (control), ×—×: CO₂ (irradiation), *—*: O₂ (control) ●—●: O₂ (irradiation)

Table 2. Sensory evaluation of control or irradiated *Kochujang* after 60days fermentation at 25°C.

Attribute	Control	Irradiation
Odor	6.38 ^a	3.85 ^b
Color	5.77 ^a	6.23 ^a
Taste	4.38 ^a	4.15 ^a
Palatability	5.00 ^a	4.46 ^a

¹⁾Different letters in same row mean significantly difference at P<0.05.

발생가스의 90% 이상이 탄산가스였다. 방사선 조사 고추장을 관능 검사한 결과 비조사구에 비하여 냄새는 유의적 차이를 보였으나 전체적인 기호도는 차이가 없었다. 이상의 결과로 고추장 발효는 존재하는 효소에 의해서 일어날 수 있으나 적절한 냄새의 발현을 위하여 미생물의 역할도 필요함을 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 1995-1997년도 과학기술부 선도기술개발 사업으로 수행된 연구결과의 일부로 지원에 감사드립니다.

문헌

- Park, J.M. and Oh, H.I.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional kochujang meju during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 56-62 (1995)
- Lee, J.M., Jang, J.H., Oh, N.S. and Han, M.S.: Bacterial distribution of Kochujang (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 260-266 (1996)
- Oh, H.I. and Park, J.M.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang* prepared with of different fermentation period during aging (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1158-1165 (1997)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, E.K. and Lim, M. S.: Studies on the physicochemical characteristics of traditional *Kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 157-161 (1996)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Effect of red pepper varieties on the microflora, enzyme activities and taste components of traditional *Kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 1050-1057 (1997)
- Kim, Y.S., Kwon, Min. Seon., Oh, H.I. and Kang, T.S.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 502-509 (1996)
- IAEA : *Training manual on food irradiation technology and techniques* (2nd ed.). 43-52 (1982)
- Institute of miso technology : Official methods of miso analysis, Japan, Show Hei Tou, Tokyo, 10 (1968)
- Institute of miso technology : Official methods of miso analysis, Japan, Show Hei Tou, 28 (1968)
- Institute of miso technology : Official methods of miso analysis, Japan, Show Hei Tou, 18 (1968)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 901-906 (1997)
- SAS. Copyright (c) 1985, 86, 87 SAS Institute Inc., Cary, NC 27512-8000, U.S.A.
- Chun, M.S., Lee, T.S. and Noh, B.S.: The changes in organic acid and fatty acid in *Kochujang* prepared with different mashing method (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 25-29 (1995)
- Park, W.P.: Quality changes of *Kochujang* made of rice flour and rice starch syrup during aging (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 23-25 (1994)
- Kim, Y.S., Kwon, D.J., Oh, H.I. and Kang, T.S.: Comparison of physicochemical characteristics of traditional and commercial *Kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 12-17 (1994)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Taste components of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 912-918 (1997)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, E.K. and Lim, M.S.: Studies on the taste components of traditional *Kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 152-156 (1996)
- Chun, M.S., Lee, T.S. and Noh, B.S.: The changes in organic acid and fatty acid in *Kochujang* prepared with different mashing method (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 25-29 (1995)
- Kim, Y.S. and Oh, H.I.: Discrimination of *Kochujang* by physicochemical and sensory characteristics (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 561-566 (1994)
- Wilkinson, V.M. and Gould, G.W.: Food irradiation a reference guide. Butterworth heinemann, E 51 (1996)
- Wetzel, K., Huebner, G. and Baer, M : Irradiation of onions, spices and enzyme solutions in the German democratic republic in *food irradiation processing*. International Atomic Energy Agency Vienna. p. 35-46 (1985)
- Byun, M.W.: Radurization and radication of spices (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 311-318 (1997)
- Lee, K.S., Kim, D.H. and Moon, C.O.: Effect of ethanol and lactic acid on the preparation of low salted *Kochujang*. *Wonkwang Univ., Bulletin* **20**, 143-165 (1986)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Physicochemical characteristic of traditional *Kochujang* prepared with various row material (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 907-912 (1997)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Effect of red pepper varieties on the physicochemical characteristics of traditional *Kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 1004-1049 (1997)
- Kwon, D.J., Jung, J.W., Kim, J.H., Park, H.J., Yoo, J.Y., Koo, Y.J. and Chung, K.S.: Studies on establishment of optimal aging time of korean traditional *Kochujang* (in Korean). *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, **39**, 127-133 (1996)
- Lee, Y.K., Kim, S.H., Lee, H.G., Han, O. and Chang, U. J.: Studise on the prediction of the shelf-life of *Kochujang* through the physicochemical and sensory analyses during storage (in Korean). *Korean J. Food Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 588-594 (1997)
- Shin, D.B., Park, W.M., Lee, O.S., Koo, M.S. and Chung, K.S.: Effect of storage temperature on the phsicochemical characteristics in *Kochujang* (red pepper soybean paste)

- (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol*, **26**, 300-304 (1994)
29. Jung, Y.C., Choi, W.J., Oh, N.S. and Han, H.S.: Distribution and physiological characteristics of yeast in traditional and commercial *Kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol*, **26**, 253-259 (1996)
30. Chung, M.J.: Studies on preservation of red pepper paste on the product packaged in the plastic film bag. *Chugbuk Univ. Bulletin*, **6**, 87-96 (1972)
-
- (1998년 4월 16일 접수)