

청국장과 된장의 생리활성효과에 미치는 감마선의 영향

손 준 호 / 한국식품연구소 연구팀

요 약

한국산 콩 발효식품인 청국장과 된장의 생리활성효과에 대한 감마선의 영향을 살펴 보았다. 청국장과 된장은 시중에서 구입하였으며 5, 10, 20 kGy의 선량으로 조사하였다. 생리활성효과로 angiotensin converting enzyme inhibition, xanthine oxidase inhibition, tyrosinase inhibition과 전자공여능을 살펴본 결과 10 kGy 보다 낮은 조사선량에서는 어떠한 영향도 끼치지 않는 것으로 나타났다.

1. 서 론

청국장과 된장과 같은 콩발효식품은 한국에서 매우 유명하다. 청국장은 전통적으로 소금을 첨가하지 않고 찐콩에 *Bacilli*를 접종, 발효시켜 제조하여 왔다. 된장은 곰팡이가 자란 메주에 약 20%의 소금을 첨가하여 장독에서 숙성, 제조하여 왔다.

청국장과 된장에는 *Bacilli*, yeast and acid-forming bacteria 등의 미생물이 존재한다. 김 등(2000)은 청국장에 10 kGy의 감마선을 쬐었을 때 5 log cycles 정도 감소하였다 고 하였다. *Bacilli*의 D_{10} value는 1.78 kGy 이었고 20 kGy의 조사에 의해 거의 대부분 사멸하였으며 10 kGy의 감마선조사에 생존하는 *Bacilli*의 수는 심각한 cell damage로 인해 저장 6주 동안에 유의적으로 감소하였다. 된장에 존재하는 *Bacilli*는 10 kGy 조사로 2 log cycles 감소하였으며, D_{10} value는 5.26 kGy 이었다. 된장에서 5 kGy 정도의

감마선 조사로 yeast와 Lactobacillus를 사멸할 수 있다고 밝혔다(Byun 등, 2001). Byun 등(2001)은 감마선조사 기술은 미생물을 사멸시키고, 식품의 안전과 저장성을 향상시키는 등 긍정적인 효과를 나타낸다고 보고하였다. 한국의 콩발효식품은 다양한 생리활성효과를 보인다. 청국장은 혈전을 제거하는 역할을 하는 혈전용해효소를 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 1996; Sumi 등, 1987; Lee 등, 1998). 또한 청국장은 항암작용, 혈압강하효과, 콜레스테롤 저하효과 등을 보인다(Yoo, 1997). 된장은 Salmonella typhimurium TA98 과 TA100에 대해 항돌연변이 효과를 보였고(Park 등, 1996), 또한 혈압감소의 효과를 보였다(Shin 등, 1995; Hwang, 1997). 최근에 한국산 콩발효식품의 질을 향상시키고 미생물에 대해 안전성을 확보한 제품생산에 감마선조사기술의 적용을 시도하고 있다(Kim 등, 2000). 어쨌든, 이러한 식품의 생리활성효과에 대한 감마선의 영향이 관심사가 되고 있다.

이 연구의 목적은 한국산 콩발효식품의 생리활성에 감마선이 미치는 영향을 살펴보는 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시료 전처리

청국장과 된장은 명가식품(충북, Korea)에서 구입하였다. 시료의 감마선 조사는 한국원자력연구소의 선원 100,000 Ci, Co-60 감마선 조사시설(AECL, IR-79, Canada)을 이용하였으며 조사 선량은 실온에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 5, 10, 20 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 흡수선량 확인은 ceric cerous dosimeter를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ± 0.2 kGy였다

2.2 추출

조사와 비조사구는(각각 10 g)은 2시간동안 실온에서 100 ml 증류수에 추출하였으며, 15분동안 원심분리하여 10배 희석된 여액을 제조하였다.

2.3 Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해

Angiotensin converting enzyme 저해 효과 측정은 Cushman and Cheung(1971)의 방법을 변형하여 행하였다. 반응구는 300 mM NaCl을 함유하는 0.1M potassium phosphate buffer (pH 8.3)에 기질인 Hippuryl-L-histidyl-L-leucine (HHL)과

추출시료 용액을 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. ACE 저해율(%)은 spectrophotometer(UV-1601PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 228nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

2.4. Xanthine oxidase 저해

Xanthine oxidase 활성 저해 측정은 Marcocci 등(1994)의 방법에 따라 292 nm에서 흡광도를 측정하였다. 반응액은 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5)에 2 mM xanthine 기질액, 0.2 unit xanthine oxidase 이다. Xanthine oxidase활성은 xanthine oxidase의 저해율로 나타내었다. 계산식은 $(1-B/A)100$ 이며 이때 A는 샘플 미첨가구의 흡광도이며, B는 첨가구의 흡광도이다.

2.5. Tyrosinase 저해효과

샘플 (0.2 ml)을 10 mM L-DOPA 용액, 1/15 M phosphate buffer (pH 6.8)와 mushroom tyrosinase(100unit/mL)에 첨가하였다. 반응액은 25°C, 15분간 반응시켰으며 Dopachrome의 양은 475nm에서 측정하여 환산하였다.

2.6. 라디칼 소거능(DPPH) 측정

자유라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 1 mL에 0.2 mM α, α' -diphenyl- β -picryl-hydrazyl(DPPH) 1 mL를 넣고 교반한 후 30분 동안 실온에서 방치한 다음 517nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 ACE 저해활성

ACE의 역할은 angiotensin I을 강력한 혈관수축작용을 갖는 octapeptide인 angiotensin II로 전환시키고, 또한 bradykinin을 불활성화시킨다. Fig. 1은 10배 희석된 감마선 조사한 청국장과 된장의 ACE 저해능을 나타내었다. 청국장의 ACE저해율은 된장보다 높은 64%, 56%, 56%, 그리고 52%(nonirradiation, 5, 10, and 20 kGy)을 보여 주었다. 청국장에서는 감마선조사에 의한 차이점을 보이지 않았다. 반면, 된장에서는 0, 5 kGy 조사한 것 보다는 20 kGy 조사구에서 낮은 저해율을 나타내었다. 이러한

결과는 ACE저해제로 알려진 peptide의 경우 10 kGy보다 낮은 조사선량에서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

3.2. Xanthine oxidase 저해활성

Xanthine oxidase (EC 1.2.3.2)는 hypoxanthine과 xanthine에서 uric acid로 산화시키는 촉매의 역할을 한다. 청국장은 된장의 저해율보다 현저히 낮은 값을 나타내었으며 20 kGy에서는 다른 조사구에 비해 현저히 떨어졌다. 된장의 저해율은 0, 5 그리고 10 kGy에서 약 18%정도 나타내었으나 20 kGy에서는 6-8%이었다(Fig. 2). 그러므로 XOase 저해율을 고려한다면, 조사선량을 10 kGy이하로 제한하여야 할 것이다.

3.3. Tyrosinase 저해활성

사람의 피부에서 멜라닌 색소는 자외선에 대한 주요 방어기작으로 생성되는 어두운 색상을 가지며 미적으로 심각한 문제를 일으킬수도 있다(No 등, 1999). 비조사구와 조사구 청국장의 tyrosinase 저해율(%)은 조사선량간에 유의적인 차이가 없었으며 된장의 경우에는 약 30%의 저해율을 나타내었으며 샘플간에 차이는 없었다(Fig. 3).

3.4. 자유라디칼 소거효과

비조사구와 5, 10, 20 kGy로 조사한 청국장과 된장의 자유라디칼 소거능에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Fig. 4 and 5). 라디칼소거능은 감마선 조사에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 변 등 (1999)은 한국산 약용식물에서 전자공여능을 살펴보았을 때 감마선에 의해서 영향을 받지 않는다고 발표한 바 있다.

4. 결론

한국전통의 콩발효식품인 청국장과 된장에 0, 5, 10 kGy 감마선 조사하였을 경우 생리활성효과에는 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 그러므로, 10 kGy이하의 감마선 조사는 발효식품에서 기대되어지는 생리활성효과에는 어떠한 역효과도 나타내지 않으면서 한국산 발효식품에 미생물로 인해 야기될 수도 있는 안전성문제를 조절할 수 있는 유용한 기술임에 틀림없다.