

감자라면에서의 발암물질 검사법

† 천 병 수 · ¹유 종 수 · ²이 승 호 · ³안 희 석
† 연세의대 · ¹해양과학기술연구소 · ²서울대 한의학 물리학 · ³더불어식품(주)
(접수 : 2003. 1. 8., 게재승인 : 2003. 2. 24.)

The Detection of Acrylamide Toxin in Potato Noodles

Byeung Soo Cheunt[†], Jong Su Yoo¹, ²Seung Ho Yi², and Hee Suk Ahn³

[†] Medical Research Center, College of Medicine, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

¹Research Institute of Marine Science and Technology, Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

²Department of Biomedical physics, School of physics, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

³Derbuler Food Coporation, Inchon, Korea

(Received : 2003. 1. 8., Accepted : 2003. 2. 24.)

Acrylamide is known to cause cancer in laboratory animals and so these findings on relevant to human health. Acrylamide was not found in any raw or boiled food investigated. There have been no previous reports of acrylamide in foods at these levels. The food safety implications of acrylamide toxins has been widely reported in potato noodles. It is envisioned that this method may be used for future acrylamide toxin monitoring in the food environment.

Key Words: Acrylamide toxin, potato noodle food, Hoechst 33342 staining

서 론

최근 굵거나 튀긴 녹말성분 음식에서의 발암물질 관련성에 대해서 많은 논란이 야기되고 있는 실정이다(1). 이러한 발암성을 일으키는 원인으로는 각종 튀긴 감자 칩, 녹말 성분에 함유된 자연 아미노산인 아스파라긴이 수분, 탄수화물 등의 당분과 함께 가열되면 아크릴 아미드라는 물질로 변화되어 암을 유발시킨다고 알려지고 있다(1). 특히 우리가 식생활에서 매일 접하고 있는 빵, 쌀 등의 인간의 주식품이 녹말 성분이 다량 함유되어 있기에 발암 가능성의 의혹 문제는 크나 큰 사회적 문제로 야기되고 있는 실정이다. 일반적으로 녹말, 감자성분의 식품을 고온에서 굽고 튀길수록 (120°C-185°C) 아크릴 아미드의 생성은 많아진다고 보고되고 있다(1). 또 일부 보고에 의하면 커피는 물론 비스킷, 쿡, 통조림, 땅콩버터 등에 이르기까지 암 유발 가능성에 대해서 의심할 여지가 없는 상황에 이르고 있는 실정이다(2). 그렇다면 인간은 무엇을 먹고 살아야 될까 라는 과제의 딜레마에 빠져 들게 되었다. 인간의 식생활 개선에 적신호를 알리는 발암 물질들의 난립은 식품 전체에 이르기까지 위험 수준치를 넘은 것은 사실이다. 이러한 사실로 미루어볼 때 우리 식생활을

독점하는 녹말 성분의 아크릴 아미드 함유 식품에 대해서 더욱 주의를 기울이고 인간 일일 섭취 기준치 선정이 시급한 상황임에 틀림없다. 실질적으로 플라스틱, 염료제조 등에 쓰이는 아크릴 아미드는 이미 동물실험 결과에서는 암을 유발하는 것으로 나타났지만 인간 세포에서의 암 유발 가능성에 대해서는 거의 보고된 바 없는 실정이지만 아크릴 아미드가 발암성 물질로 지정 되었기에 인간에게도 부인할 수 없는 존재임에는 틀림없다(3). 또한 감자의 경우 감자 분말 성분이 적은 양 함유되어 있고 감자 전분을 사용한다면 인체에는 별 영향을 끼치지 않는다고 보고되고 있다(3). 이러한 보고를 토대로 시중에 유통되고 있는 감자라면을 재료로 한 감자분말 5%, 감자전분 55%의 더불어 식품 감자라면을 대상으로 아크릴 아미드의 성분이 추출되는지에 대해 연구를 하고 그 결과를 보고 한다. 이러한 아크릴 아미드에 대한 다른 보고에 의하면 인간은 신조 때부터 불을 이용하여 식품을 익혀 먹는데 익숙해져서 불을 사용하지 않는 동물보다도 면역능력이 뛰어나다고 볼 수 있다. 인간은 즉 아크릴 아미드의 면역 능력을 이미 가지고 있기에 동물에게는 발암성 물질일 줄 모르지만 인간에게는 암을 유발하지 않는다는 면역학적 설에 대해서도 배제할 수 없는 주요한 결과임에 틀림없다(2, 3).

이러한 관점에서 현재까지 아크릴 아미드 존재 성분 검사를 HPLC 등의 기기분석에만 의존하고 인체에서의 발암물질 척도를 다시 동물 실험에 의해 알 수 있는 번거로움을 없애고 세포 레벨에서의 생물학적 근거를 인간 세포에 직접 도입하여 발암성 여부를 확인하는 새로운 방법을 고안 하기위해 본 연구를 수행

† Corresponding Author : Medical Research Center, College of Medicine, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
Tel: 82-2-372-2627, Fax: 82-2-372-2627
E-mail: bscheun@empal.com

하였다.

본 연구결과는 DNA 핵 apoptosis를 일으키는 척도로 사용되는 Hoechst 33342 염색 시약을 이용하여 세포의 변화를 일반라면, 감자라면 추출액과 아크릴 아미드 성분만을 농도별로 처리하여 그 결과를 세포사를 일으키는 척도로 발암물질의 발생 여부를 알아낼 수 있었다(4). 추후 식품 안전성 평가면에서 세포사에서의 세포 카운트를 통한 확실한 기준치를 데이터 베이스화 시키면 아크릴 아미드 함량을 대충 짐작할 수 있으리라 사료된다.

재료 및 방법

재료

일반 라면은 시중에서 시판된 밀가루라면을 사용하였으며 문제시되고 있는 감자라면은 더불어 식품 주식회사 생산 판매용 라면을 이용하였다.

라면 추출

감자라면은 100℃에서 열탕 추출하여 농도별로 (20 µl/ml, 50, 100) 조절하여 미리 배양해둔 인간 kidney 정상 세포(MDCK cell)에 농도별로 처리한 후 발암성 여부를 측정 하였다. 아크릴 아미드 처리도 똑같은 비율로 처리하였다.

세포 배양

DMEM 배지에 kidney 인간 정상 MDCK 세포를 100 mm dish에 배양한 후 세포가 80% 정도 성장 했을 때 PBS로 씻어내고 trypsin으로 세포를 부유시킨 후 3,000 rpm, 5 min 원심분리하여 침전시킨 후 세포만을 다시 24 well dish에 오토크레이브 처리된 둥그런 cover grass를 깔고 DMEM 배지를 넣은 후 MDCK 세포를 적당량 seeding한 후 다시 배양하였다.

Hoechst 33342 염색법

세포가 80% 이상 자랐을 때 DMEM배지를 교대하고 DMEM 배지 1ml를 넣은 다음 10 µl/ml의 hoechst 33342 DNA핵 염색 시약을 첨가한 후 CO₂ 배양기에 37℃ 15분간 staining하였다. PBS로 2분씩 3회 잘 washing한후 세포가 붙어있는 slide glass만을 꺼내 배지를 흡입 시킨 후(김 티슈이용) glycerol 10µl를 slide glass위에 떨어뜨린 후 세포가 자라 묻어있는 cover glass를 거꾸로 하여 조심히 올려놓고 Nikon Japan 형광 현미경으로 세포의 변화를 관찰 하였다(5).

결과 및 고찰

본 연구결과는 더불어 식품에서 개발 생산하고 있는 감자라면과 일반적으로 마케트에서 판매되고 있는 보통 밀가루라면을 대상으로 정상 kidney 사람 세포를 이용하여 그 정상세포에 감자라면과 일반 밀가루라면에 쓰이는 밀 분말, 감자 분말, 전분 등을 농축 추출하여 농도별로 배양세포에 처리 첨가한 후 인간 정상 kidney 세포에서의 발암성 여부 가능성을 측정하기 위해 hoechst 33342 염색시약으로 염색한 후 핵 DNA 염색체의 변화를 형광현미경을 사용하여 관찰하였다. 이 실험의 추측 결과로 만일 일반 밀가루라면, 감자라면 추출액 중 아크릴 아미드 성분이 존재하면 인간 정상세포에 어떤 세포 형태 변화를 일으켜 세

포사를 일으킬 수 있다고 생각한 새로운 방법의 실험 계획을 고안하게 되었다. 만일 이 실험 결과에서 인간 정상 kidney 세포에 아무런 형태 변화가 일어나지 않는다면 인간에게는 무해하며 발암성이 없는 것으로 판명된다. 이미 많은 튀김물질의 홍수 속에서 살고 있는 인간으로서 녹말의 발암성 존재는 생명에 직결되는 크나큰 위협이 아닐 수 없다.

본 실험 결과로 인간 정상 kidney 세포에서 판매 아크릴 아미드 시약을 농도별로 처리했을 때 Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 세포에서 뚜렷한 세포사에 의한 형태 변화가 인정되었다.

Fig. 1에서와 같이 아크릴아미드 성분이 존재하면 확실하게 인간 정상 세포에서도 세포사를 유도하는 발암성 물질임에 틀림이 없었다. 임상적인 견해로 미루어 볼 때 세포 레벨에서는 인간에게 데미지를 줄 수 있을 지 모르지만 식품으로 이 성분을 미량 섭취하는 인간의 인체 내에서는 아크릴 아미드 성분이 인간의 자가면역에 의해 분해되어 발암 물질 그 자체 성분을 손실하게 될 수 있으리라 생각하는 바이다. 많은 보고들에 의한 데이터를 토대로 인간에게는 식품에 함유된 초미량의 아크릴 아미드 성분은 무해하다는 사실을 믿어마지 않는다.

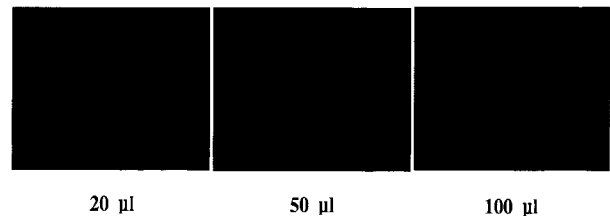


Figure 1. Treatment in acylamide amount (20 µl, 50 µl, 100 µl) of the cell morphology.

일반 마케트에서 시판되고 있는 밀가루라면 추출액을 사용하여 농도 별로 정상 kidney 인간 세포인 MDCK세포에 그 추출액을 처리하였을 때 Fig. 2에서 나타낸 것과 같이 세포 형태 변화에는 이상이 없는 것으로 나타났다. 일반 밀가루라면에서는 설령 식품 제조 공정상 튀김 과정을 거쳐 아크릴 아미드 성분이 존재하더라도 세포 레벨에서 아무런 변화가 없는 것으로 보아 인간에게는 무해한 것으로 판단 사료된다. 일반라면 밀가루라면과 마찬가지로 감자라면에서도 세포 형태 변화가 거의 없는 것으로 판명 되었다(Fig. 3). 이러한 실험 결과를 토대로 튀김 면 일지라도 인간에게는 무독하며 우리가 주식으로 접하고 있는 식품들이 결코 발암 물질인 아크릴 아미드가 적은 양 첨가 되었다 하더라도 인간에게는 별로 큰 영향을 끼치지 못하리라 사료된다.

이러한 두 라면 실험 결과에서와 같이 인간 정상 kidney 세포에서 세포의 형태 변화가 일어나지 않는 것으로 보아 설령 라면의 공정 과정에서 밀가루 감자분말 등을 튀긴다 할지라도 인간에게 발암성을 유발할 정도의 아크릴 아미드의 생성은 없는 것으로 판명되었으며 인간에게는 무해하다는 결론에 도달하게 되었다.

라면 100 g을 기준으로 튀길 때 함유된 밀가루라면, 감자라면 성분에서 아크릴 아미드 성분이 존재하더라도 인간에게는 무해하고 발암성의 존재를 확인할 수 없었다.

이러한 결과로부터 현재 문제시되고 있는 감자 튀김 물질에서

의 발암 물질인 아크릴 아미드의 검출 시비는 당분간 논란이 되겠지만 실질적으로 인간에게는 식품으로 적당량 섭취로 인해서 발암 가능성이 희미한 것으로 추정된다. 본 실험에 사용한 일반 밀가루 라면과 감자 라면의 경우 면을 140°C 이상으로 튀긴 면이지만 실험 결과에서와 같이 발암 물질의 함유성은 보이지 않았다. 라면을 주식으로 하지 않고 간식으로 많이 이용하는 국민의 식생활 형편 상 이러한 튀긴 물질을 섭취하는 인간으로서는 공포스러운 존재일 줄 모르지만 본 실험 결과에 의하면 인간에게는 무해하며 아크릴 아미드 성분 검출 시비에서 독립될 수 있는 좋은 결과임에 의심하지 않는다. 그러나 추후 인간에 있어서의 아크릴 아미드 축적에 의한 유발 사고에 대해서는 주의 깊은 연구 결과를 살펴볼 필요성이 있는 것으로 사료된다.

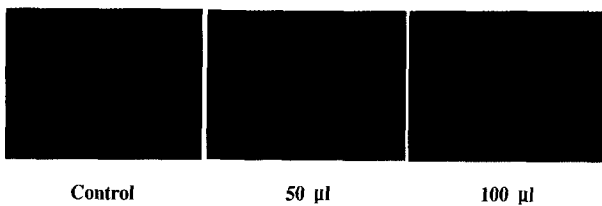


Figure 2. Treatment of (control, 50 µl, 100 µl) extract solution in wheat flour noodles of the cell morphology.

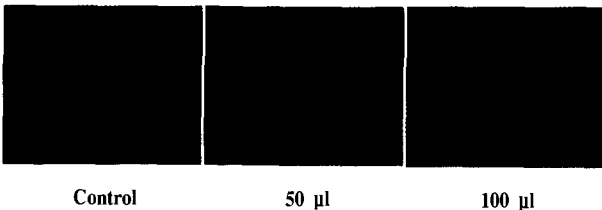


Figure 3. Treatment of (control, 50 µl, 100 µl) extract solution in potato noodles of the cell morphology.

요 약

아크릴 아미드는 동물에서는 발암성이 확인되었으나 인간에 있어서는 직접적인 피해가 없는 것으로 보고 되고 있다. 특히 이러한 아크릴 아미드 성분은 튀김식품에 많이 첨가되어 있다고 알려져 왔다. 본 실험 결과 밀가루라면 감자라면 모두가 세포 레벨에서도 무해함을 알 수가 있었다. 우리가 접하고 있는 튀김 면에서 아크릴 아미드 성분이 존재하더라도 인간에 있어서 발암성은 없는 것으로 사료된다.

감 사

본 연구에 감자라면 등의 실험 자제를 제공 해주신 더불어 식품 박종명 본부장님께 깊은 감사를 드린다.

REFERENCES

1. IARC (1994), International agency for research on cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. *Some Industrial Chemicals*. Vol. 60, 560. IARC. Lyon, France.
2. Mottram, D. S., L. W Bronislaw, and A. T. Dodson (2002), Acrylamide is formed in the maillard reaction. *Nature*. 419, 448-449.
3. Harder, B (2002), Cancer link cooks up doubt: Heating may form potential carcinogen in food. *Science News* 161 (4), 277.
4. McGrath, J and D. Solter (1983) Nuclear transplantation in the mouse embryo by micro surgery and cell fusion. *Science* 220, 1300-1302.
5. Datta, S. R., H. Dudek, X. Masters., S. Fu., Y. Gotoh. and M. X. Greenberg (1997), Akt phosphorylation of BAD couples survival signals to the cell intrinsic death machinery. *Cell* 91, 231-241.