특집

미래에 있어서 보존료의 위치

지 성 규
삼풍수지화학

인류의 발생과 더불어 미생물과의 투쟁은 계속되어 왔으며, 더딜 수 밖에 없는 고등동물인 인체에 비교하여 단세포로 부터 시작된 미미한 미생물들의 진화는 환경변화에 따라 죽음과 생존의 갈림길에서 소생되면서 진화되어 인체에 영향을 미치고 있는 것이 현존하는 미생물들이다.

인류는 태고로 부터 해를 끼치는 미생물의 퇴치와 방어에 많은 노력을 기울여 왔으며, 섭취하여야만 생명을 유지할 수 있는 식품에 오염되는 유해한 미생물을 제거하기 위한 방법으로 열처리를 비롯하여 보존제를 찾게 된 것이다.

식품첨가물의 사용을 기피하고, 두려워하는 이유중의 하나가 식품첨가물로 취급되고 있는 보존료의 사용에서 기인하는 것으로 생각된다. 일반 소비자들은 식품에 사용하고 있는 보존료를 방부제로 표현하고 있으며, 방부제라는 화학적인 견지에서 보존료를 마치 독극물로 취급하고 있다. 과거에는 천연에서 얻을 수 있는 물질을 이용하여 식품에 서식하고 있는 유해성 미생물로 부터 식품을 보존하였다. 이들 방법이 비과학적이라 하였으나 현대에 이르러 과학적으로 타당성이 내재되고 있음이 입증되고 있다. 미생물은 균류에 속하며 혐오스러운 생물체로 취급되고 있으나 많은 미생물들은 인류에 공헌하고 있으며, 장류발효에 없어서는 않되는 곰팡이와 빵과 음료에 이용되고 있는 미생물들은 재래와 현대 식품가공에 효과적인 기능을 제공하고 있다. 인체내에서도 유익균들은 유해균들의 활성을 저지하여 주거나 사멸하여 주므로 건강한 체력을 유지할 수 있게 된다.

보존료는 미생물에 대한 선별적인 작용을 하여주고, 식품의 대규모 생산체계에서 제품의 신선도 보존으로 장기간 유통을 가능하게 하며 식품의 변패로 인한 폐기에서 일어나는 손실을 최소화하는 중요한 역할을 한다.

인구의 폭발적인 증가에 따른 식품 소비량의 증가와 대단위 생산체계, 그리고 유통범위의 확대와 생활양식의 간편화 등에 발맞추어 식품에 첨가되는 보존료의 중요성은 어쩔 수 없이 인정하여야 하는 현실이다.

자연에서 서식하고 있는 동물과 식물들은 모두가 자신을 보호하기 위하여 침입하는 유해한 미생물의 번식을 방어할 수 있는 성분 즉 보존물질을 가지고 있거나 생산하고 있다. 모든 생물들은 주어진 환경에 적응하고 생명을 유지하려면 적대적인 미생물들과 투쟁하지 않고서는 생명을 지탱할 수 없기 때문이다. 이러한 현상은 사체가 단시일 내에 미생물들의 공격

으로 사라지는 모습에서도 볼 수 있다. 자연에서는 생물체 간에 무한한 경쟁이 이어지고 있으며, 강자만이 살아남게 된다는 원리가 여기에 있다.

우리가 흔히 자연이라하면 오염되지 않은 순수성을 표현하고 있으며, 자연에서 발생되고 있는 모든 생명체는 오염되어 있지 않은 것으로 이해하려고 한다. 이러한 감각적인 느낌은 자연에서 서식하고 있는 생명체들이 얼마나 어려운 환경적 조건에서 살아남고 있는지를 이해하고 있지 못하는데에 있다. 만일 우리들이 가지고 있는 시력이 미생물을 볼수 있는 능력을 가지고 있다면 자연에 대한 인식이 달라질 것이다. 더욱이 아름다운 그림과 같이 느껴지는 자연환경은 산업의 발달로 급격히 변화되고 있다. 자연의 조건은 지상의 환경변화에 따라 변천되고 있다. 지금 우리들이 동경하고 있는 자연은 50-60년 전 또는 그 이전의 자연에 해당된다. 그리고 동물이나 식물조직의 성분조성에 대한 데이터도 현존하는 자연환경조건에서는 엄청나게 다르다는 것을 이해하고 있지 못하다. 그럼에도 불구하고 오래된 문헌이나 책자에 의존하면서, 그것도 단순한 경험을 바탕으로 만들어진 편견을 진리인 양, 하루하루가 달라지게 새로운 이론이 발견되고 있는 오늘날에도 고집스럽게 답습하고, 자연의 진리를 파헤쳐 보려는 노력도 없이 미지의 세계를 신비론으로 귀착시키려는 것은 너무나 게으른 태도라 아니할 수 없다.

자연의 환경과 생체조건은 산업사회의 발전과 더불어 본의 아니게 변하고 있다. 산업의 발달은 지속적인 환경변화를 가져오고 있고, 생명체에 이롭지 못한 물질들을 생산하게 되므로 생체들의 삶을 순조롭게 영위할 수 없는 환경을 만들어 주고 있다. 인류가 동경하고 있는 자연의 조건은 변화의 가속으로 현재의 자연은 과거의 것이 아니다.

자연의 환경변화는 생체 자신의 방어력 마저 무기력하게 하면서 제3의 힘을 빌리지 않고서는 살아남지 못할 정도의 환경에 까지 이르게 되었다. 변화된 환경을 극복하고 생존하려면 주어진 환경에 적응하여 살수 있도록 진화되거나 악화된 환경으로부터 오염된 식품을 피하기 위하여는 화학적으로 순수분리된 식품소재를 종합한 제3의 식품을 개발하지 않고서는 진화되기 어려운 인류의 생명체를 보존하기 어렵게 된 현실이다. 이는 한 시대에 공룡들이 멸종하게 된 것과 같은 현상이 초래될 수 있기 때문이다. 한편 환경변화에 대한 영향을 가장 민감하게 수용하게 되는 생명체가 단세포 동물을 위시한 미생물들이다. 지구상에 분포되어 있는 미생물들의 진화는 도시권을 중심으로하여 점차 확대되고 있으며, 농촌으로 갈수록 진화속도는 느리다. 이와같은 증거는 도심에 생존하고 있는 미생물의 생존력이 농촌의 것들에 비교하여 대단히 강력하다는 것이 최근 여러가지 실험에서 입증되고 있다.

이같은 현상은 도시를 중심으로 발생되는 아황산과 아질산의 양이 농촌 보다 엄청나게 많다는 것과 이들은 과거의 자연에 분포되어 있던 양에 비교할 수 없을 정도의 양이다. 아황산이나 아질산은 살균할 수 있는 치명적인 성분이며 사람이 견딜 수 있는 허용치를 훨씬 넘고 있는 도심의 환경에서 살아남고 있는 미생물들은 생존력이 강화된 미생물로 보아야 한다. 실제 도시환경에서 자라고 있는 미생물과 농촌에서 자라고 있는것들 사이에는 살균강도에 엄청난 차이가 있다. 이는 조건이 나쁜 환경에서 자랄 수 있는 미생물들의 생존력이 보다 강력하다는 것을 의미하며, 규제되고 있는 보존료와 살균제의 사용량에 한계가 되었음을 확인하게 되는 현상이기도 하다.

식품가공에 있어 위와같은 조건은 미생물을 이용한 발효식품제조에 영향이 있으며, 자연을 동경하며 과거의 맛과 취각 등을 추구하려는 자연 숭상론자들에게 많은 실의를 안겨 주게 된다. 따라서 지금의 환경에서 과거의 기호를 얻고자 한다는 것은 어리석은 일인지도 모른다.

식품가공에 있어 식품의 기호를 보전, 유지할 수 있는 방법 중의 하나가 식품을 미생물의 침입과 번식으로 부터 보호하는 일이다. 이러한 역할을 하는 것이 바로 보존료이다. 앞에서 설명하였드시 환경의 변화는 보존료의 사용에도 변화가 뒤따를 수 밖

에 없다. 과거의 지침에 따른 보존료의 이용은 미생물의 진화에 따른 효과의 감소와 영향의 확대로 보존료와 현존하는 미생물 간의 상관관계를 새롭고 보다 깊이 연구하여야 한다.

보존료의 화학적 성질은 크게 3가지로 분류 할 수 있다. 무기화합물과 유기화합물, 그리고 유기-무기화합물로 우선 분류하며, 유기화합물과 이들의 염은 분자구조적으로 선상구조(linear structure)와 환상구조(cage-like structure)로 구분된다.

현재 허가되어 있는 품목으로는 순수한 무기화합물류로 과산화수소, 무수아황산, 염화나트륨(소금) 등이 있으며, 유기물로는 당류를 비롯하여 에틸알콜, 데히드로초산, 디부틸히드록시톨루엔, 부틸히드록시아니졸, 초산, 소르브산, 안식향산, 프마르산 등과 염이 있다. 그리고 천연보존료를 선호하고자 희망하고 있으나 이들의 화학구조를 밝혀보면 화학적 합성품과 같은 성분에 속해 있으며, 품목에 따라서는 합성품 보다 유해할 수 있는 성분들로 구성되어 있기도 하다. 천연보존료는 천연물에서 추출하였다는 의미만 부여하였을 뿐 이들도 화학적인 조작이 없고서는 천연으로 부터 분리할 수 없다는 것을 이해하여야 한다.

1. 무기화합물

1.1 과산화수소

과산화수소(H_2O_2)는 과거에 많이 사용하였던 보존료로 현재는 보존료로서는 사용이 금지된 상태이고, 대장균, 포도상균 및 장염비브리오균의 살균에 이용되고 있다. 과산화수소가 식품성분과 작용하면 발생기산소가 수소와 결합하여 물이 되면서 완전하게 분해되는 것으로 이해하고 있었으나 생면, 어육연제품 등의 가공에서 과산화수소가 분자상태로 잔존한다는 것이 보고됨에 따라 과산화수소의 사용에 문제를 제기하게 되었다. 지금까지 식품 중에 잔존하게 된다는 과산화수소 분자가 어떠한 상태로 존재하고 있는지는 분명하게 밝혀지지 않고 있으나 연제품에서 결착제로 사용하고 있는 인산염과 단백질, 전분 등이 과산화수소의 분해를 방해하여 분자상태로 잔존하는 것으로 보고되고 있어 과산화수소 및 이를 함유하고 있는 제제는 최종식품이 완성되기 전에 분해되거나 또는 제거되어야 한다고 규정짓고 있다.

과산화수소가 발생하는 발생기 산소는 색소원자단에 있는 이중결합을 파괴하여 표백되고, 생체내에서 생리활성에 중요한 역할을 하는 수용성 미네랄을 산화물로 변화시켜 비수용성화시키는 등 강력한 산화작용을 하는 것으로 고등동물이 아닌 미생물에 극단적인 영향을 주어 생리작용을 멈추게 하는 것으로 알려지고 있어 보존료는 물론 살균제로 많이 이용되어 왔다.

과산화수소의 사용은 식품에 분자상태로 잔유하게 된다는 문제가 있으나 대다수는 반응되고 미량만이 잔유하게 된다. 다행히 인체에는 과산화수소를 분해하는 카타라아제와 페르옥시다아제를 가지고 있어 식품에 잔유하고 있는 미량의 과산화수소를 완전하게 분해할 수 있으며 위장에 분비되는 위산은 이들 잔유분을 강력하게 분해시켜 주기도 한다. 카타라아제와 페르옥시다아제 효소는 체내에 헤모단백질 형태로 존재하며 카타라아제는 간장과 적혈구에, 페르옥시다아제는 백혈구와 우유즙 외에 여러종류의 식물조직에 분포되어 있어 식품에 잔유하고 있는 과산화수소의 잔유분에 대해서는 염려할 바가 아니다.

카타라아제 : $H_2O_2 + H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$

페르옥시다아제 : $\text{Doner} + H_2O_2 \rightarrow \text{Oxidized Doner} + 2H_2O$

1.2 아황산

무기화합물인 아황산(SO_2)은 환원성 표백제로 사용되고 있는 것으로 아황산이 황산으로 산화되는 과정에서 착색물질을 환원시키는 강한 표백제이다. 아황산은 표백작용을 동반하면서 미생물의 구성성분 중 산소를 탈취하게 되고 이어서 황산이 되면서 강한 산성을 발휘하여 유기산에 비교되지 않을 정

도로 미생물의 번식을 억제하며, 살균과 발효억제 작용에도 유효한데 10ppm정도의 첨가량으로 이들의 효과를 달성할 수 있다.

과거에는 아황산의 사용에 제한이 없었으나 최근에 이르러 천식과 알레르기반응을 이유로 강력하게 사용을 제한하고 있다. 최근 이들의 적극적인 반응에 비추어 유익한 점도 발견되고 있다는 것은 흥미로운 일이다. FASEB(Federation of American Societies for Experimental Biology's Life Science Research Offices)가 FDA에 보고된 바에 의하면 중아황산염이 방사선의 침투를 차단하고 벤즈피린에 의해서 유도되는 발암을 저지할 가능성이 있다고 하였다. 다시 말하면 극소량의 아황산(100ppm)을 투여하면 방사선에 의하여 발생되는 자유라디칼(free radical)의 생성을 억제하며 아황산기가 벤즈피린을 소거(quenching)하는 작용을 하여 발암을 저지할 수 있다는 것이다. 이러한 의미에서 아황산의 취각적인 혐오감은 어쩔 수 없지만 아황산에 대한 완전한 규제는 좀더 두고 연구하여야 할 것으로 생각된다. 현재 아황산에 대한 규제는 나라마다 달라 사용량을 제시하고 있는데, 이는 아황산의 작용으로 일어나는 유해와 유익성의 상충된 관점에서 비롯된 것으로 보아야 한다.

1.3 염화나트륨

염화나트륨(소금)은 옛부터 염장이라는 식품의 보존방법으로 사용하여 왔으며, 현재에도 소금을 이용한 절임으로 식품을 장기간 보관하는 습관이 남아 있다.

태초의 동물들이 소금환경의 보호하에서 발생하였다는 생물발생론과 생체내에서 필수적으로 이용되고 있는 소금에 의한 식품의 보존이라는 의미에서 중요한 보존제임에는 틀림이 없다. 그럼에도 불구하고 현대의학에서 저염식품의 섭취를 주장하고 있는 것은 많은 문제를 안고 있다. 무조건적 저염의 주장에 대한 반론은 필자의 저서'기능성식품' 62~68쪽과 '건강과 장수를 위한 식생활' 230~238쪽, 그리고 '바이오미네랄' 100~110쪽에 상세히 논한 바 있으며, 현대인의 식생활에서 Na/K ratio를 유지하기 위하여는 많은 양의 나트륨 성분을 섭취하여야 하는 조건에서 염장으로 인한 소금의 섭취는 두려워할 바 아니며 식품의 보존성과 더불어 권장하여야 하는 식품의 강화성 물질이라고 본다.

2. 유기화합물

보존료로 이용되고 있는 유기화합물로는 대체적으로 유기산류이며, 적은 분자를 가지고 있는 것이 특징이다. 적은 분자를 가진 화합물이 미생물의 생리활성과 번식을 저지할 수 있는 것은 미생물의 세포막 투과가 가능하여 내부로 침투할 수 있으므로 미생물의 주성분인 단백질과 반응하여 변이물질을 생성하거나 생리활성의 스타트 스위치sStart switch)역할을 하는 미네랄의 거동을 정지시키는 작용을 하므로 미생물의 활성은 물론이고 번식기능을 상실시킨다.

이러한 기작은 인체의 장내에서 일어나는 미생물의 활동에서 쉽게 이해할 수 있다. 대장에서의 미생물은 100종류이며, 숫적으로 100조개가 분포된 것으로 알려지고 있다. 이들 미생물은 공교롭게도 반은 인체에 유익한 비피더스균, 초산균, 젖산균 등으로 구성되어 있으며, 유해한 균으로는 대장균, 클로스트리듐균,스트렙토코쿠스균 등 장내 종양발생에 관여하는 것들로 구분되고 있다. 대장은 균종분포에 따라 조건이 조정된다. 유해균이 많을 경우는 복통과 더불어 설사를 일으키며 유익균이 이들을 제압할 정도로 증식되면 복통과 설사는 멈추게 된다. 유익균의 증식은 유익균의 먹이로 이용되는 식이섬유를 공급하므로 유익균의 증식을 일으킬 수 있다. 유익균들은 식이섬유인 올리고당을 섭취하고 배설물로 초산, 프로피온산, 이소부티르산, 부티르산, 이소발레르산과 발레르산 등 휘발성지방산을 배설하게 된다. 휘발성지방산은 유해균의 세포막을 쉽게 침투할 수 있고, 침투된 낮은 분자인 휘발성지방산은 유해균의 생리작용을 저지하게 되므로 활

성이 정지되거나 사멸하게 된다. 유해균은 유익균들이 배설한 휘발성 지방산에 민감한 반응을 일으켜 번식과 활성이 저지되므로 균들의 활동처인 대장은 평온함을 유지하게 된다.

이와같은 조건적 특성은 식품의 보존에 이용되고 있다. 휘발성인 초산과 프로피온산은 현재 식품의 보존제로 사용되고 있으며, 휘발성지방산 보다 분자량이 큰 저급지방산도 미생물의 활성을 저지할 수 있다는 것이 최근에 입증되므로 탄소수 12개 이하의 저급지방산도 보존제로 이용되고 있다. 탄소수가 4개인 프마르산과 6개인 소르브산이 여기에 속하며, 8개인 카프릴산은 최근에 알려진 강력한 항균제이다. 탄소수 4개인 부티르산과 6개인 카프로산도 양호한 항균성을 가지고 있으나 8개인 카프릴산보다 약하고, 이중결합을 가지고 있는 프마르산과 소르브산은 같은 탄소수를 가지고 있는 저급지방산에 비교하여 항균력이 강한 것이 특징이다.

특히 탄소수 8개인 카프릴산의 항균력은 저급지방산 중에서도 가장 강한 편이고, 카프릴산의 모노글리세리드는 보다 강한 항균성을 나타내고 있음이 확인되고 있다.[1)]

미생물들, 특히 유해균들이 휘발성지방산과 저급지방산, 그리고 이들의 염이나 에스테르를 혐오하는 이유는 세포막의 침투가 용이할 뿐만 아니라 미생물에서 활성을 지속하여야 할 미네랄과 결합하여 불활성화하는 작용을 하기 때문이다. 이러한 확인은 시험관실험에서 쉽게 행할 수 있다.

고등동물들은 이들의 성분을 피부를 통하여 외부로 배출하는 작용하고 있다. 사람의 피지(皮脂)에는 유리지방산이 30% 함유되어 있으며, 불포화지방산과 포화지방산이 각각 15%씩 조성되어 있다. 피지에는 5% 정도의 저급지방산이 분포되어 있어 피부에서 저급지방산의 강력한 항균력은 외부로 부터 침입하거나 부착되는 미생물의 활성을 저지시켜 주는 역할을 하고 있다. 피지에 저급지방산이 함유되어 있지 않는다면 미생물이 탐식하게 되는 피부단백질은 보존되기 어려울 것이며, 피부는 미생물의 침투와 번식에 성할 날이 없을 것이다.

식품의 보존제로 사용되고 있는 휘발성지방산과 저급지방산은 독특한 냄새를 가지고 있어 미생물들은 물론 이거니와 사람의 취각에도 역겨운 것이 많다. 취각적인 혐오감 때문에 빵이나 건과류에 보존제로 사용하고 있는 프로피온산칼슘이나 프로피온산나트륨의 유해론이 계속되고 있는 현실이다. 휘발성과 저급지방산을 주성분으로 만들어진 보존료에 대한 유해론은 잘못된 것이다. 휘발성과 저급지방산은 체내에서 일어나는 식품대사의 부산물이거나 유익균의 배설물이고, 이들의 작용으로 유해균의 활성과 번식을 저지시켜 정상적인 생체활성을 유지하도록 하는 중요한 역할을 하고 있다는 것을 잊어서는 않된다.

문제는 보존제로 광범위하게 사용하고 있는 유기성 방향족화합물이다. 방향족화합물로 구성된 보존료는 현재 FDA에서 많은 논란이 일고 있다. 인체를 구성하고 있는 조직의 화학적 조성물은 대다수 선상결합구조물(Linear bonded structure)로 되어 있으며, 환상결합구조물(Ring-like bonded struture)은 극소수이다. 환상구조물은 특수한 기능, 즉 단백질 합성(엄밀하게는 중합)과 효소의 구조물로 이용되고 있을 뿐 이들의 활성은 미네랄에 의존하고 있다.

인체를 조성하고 있는 환상구조물은 수적으로 약세이나 집적(accumulation)될 경우에는 생체조성에 불필요한 변이원물질을 생성하게 되므로 생체의 대사와 구성에 이성화를 일으키게 된다. 이러한 결과는 곧 암이라는 비정상적인 체질의 발생으로 이어지게 된다. 암의 조직은 대다수 단백질로 되어 있으며, 단백질 조직의 기본물질은 아미노산이다. 최근 아미노산 중 방향족 아미노산에 대한 경각성이 많이 보고되고 있는 이유도 여기에 있다. 편식과 오식으로 인한 단백질의 섭취에서 방향족 아미노산인 페닐알라닌, 티로신, 트립토판의 대량섭취로 일어나는 질병의 발생에 대하여 많은 학자들이 관심을 갖게 되었고, FDA의 경고성 보도도 심심치 않게 발표되고 있는 실정이다. 이와같은 현상은 방향족 아미노산의 위해성을 의미하기도 한다. 인

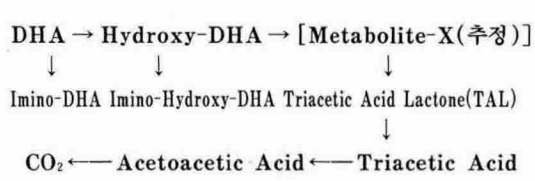
체에 불필요한 성분은 생리조절기능에 의하여 여러 가지 형태로 체외로 배출하고 있다.

암세포 조성물로 밝혀지고 있는 황화아미노산(Ex.; Keratinization)과 방향족아미노산(Ex.; Multiplication)이 이들에 해당되는데 정상적인 대사로는 모발과 손톱, 발톱의 형태로 배출되고 있으나, 비정상적인 경우에는 체내 축적이 암이라는 치명적인 조직을 만들게 되는 것으로 밝혀지고 있다.

보존제 중에서 과거에 많이 사용하였던 데히드로초산, 디부틸히드록시톨루엔, 인식향산과 파라옥시안식향산 등의 사용을 줄이도록 권장하고 있는 이유도여기에 있다.

2.1 데히드로초산(DHA)

데히드로초산은 섭취후 90%는 몸 밖으로 배설되고 약 10% 정도가 조직에 잔류된다. 동물실험 결과 입으로 투여하였을 때 변화되지 않은 데히드로초산은 투여량의 약 50%이다. 체내에서 변화가 일어나는 부분은 데히드로초산과 히드록시-데히드로초산이 소변 성분의 암모니아와 반응하여 일부는 이미노-(Imino-)데히드로초산과 이미노-히드록시데히드로초산 형태로 배설되고 나머지는 정상 대사물질인 트리아세트산락톤(triacetic acid lactone)의 형태로 되어 체외로 제거되어야 하나 트리아세트산락톤의 배출은 비교적 지연된다. 배설이 지연되는 이유는 트리아세트산락톤과 아세토아세트산 분자에 케토기(keto radical)를 가지고 있어 단백질이나 다른 화합물의 아미노기와 결합되므로 배출이 원활치 못한 것으로 생각하고 있다. 이러한 현상은 알데히드기를 가지고 있는 포도당은 위장에서 직접 흡수되나 케토기를 가지고 있는 과당은 위장에서 흡수되지 않고 소장에서 흡수되는 것과 같다. 결국 데히드로아세트초산은 대사에 참여하므로 트리아세트산락톤을 거쳐 탄산가스 형태로 체외로 방출되어야 하나 체내에서의 대사가 순조롭지 못하기 때문에 조직에 잔유하게 된다. 방향구조를 가진 데히드로초산의 체내 흡수와 축적은 바람직하지 못한 것으로 알려지고 있다.



2.2 안식향산

장년층 사람의 간기능을 검사할 때 안식향산(6g을 입으로 또는 1.5-2.0g을 정맥으로)투여하면 소변에 히프르산(hippuric acid)이 배설된다. 안식향산은 혈중에서 혈청단백질과 결합되지 않고 유리상태로 존재하며, 체내대사도 일으키지 않는 물질이다. 안식향산의 전구물질인 페닐알라닌, 티로신과 야채, 과일, 차류, 커피에 존재하는 퀴닌산(quinic acid), 식물의 정유에 존재하는 벤질알콜, 식물유에 함유된 신나밀알콜은 장내에 존재하는 미생물의 대사에 의하여 안식향산과 같은 방향족 화합물을 발생한다. 안식향산은 탄수화물분해효소인 아밀라아제와 지방분해효소인 리파아제에는 영향을 주지 않으나 단백질 분해효소인 펩신이나 트립신의 활성에는 저해작용을 일으킨다. 이러한 현상은 펩신이나 트립신의 조성물에 동질의 방향성 구조물을 가지고 있다는 것을 의미하며, 단백질분해효소들에 상용성인 안식향산이 집적될 수 있다는 것을 암시한다.

결과적으로 방향족 화합물인 안식향산과 안식향산염은 체내대사가 순조롭지 못하며, 직접 간접적으로 소화기관 내의 단백질 성분에 대한 소화장해와 체내에서 진행되어야 하는 대사에 영향을 주게 되므로 득보다는 해를 주는 성분인 것만은 확실하다. 필수아미노산으로 취급되고 있는 페닐알라닌과 티로신은 대사의 부산물로 파라옥시안식향산을 거쳐 벤조산을 생성하게 된다. 벤조산은 국소마비, 활기저하, 운동성저하, 간염, 간경화 등을 일으킨다는 보고가 있으며, 벤조산의 집적은 암을 일으킬 수 있다는 최근의 주장도 염두에 두어야 한다.

이러한 결과는 미미한 미생물의 활성을 정지시키는 것에 제한되지 않고 인체에 까지 영향을 미친다

는 것은 독성이 그만큼 강력하다는 것을 의미한다.

2.3 에틸알콜

에틸알콜은 우리들이 애호하는 기호성 음료이다. 에틸알콜이 보존료로 효과가 크다는 것은 오래전부터 알려져 왔다. 에틸알콜은 체내에서 쉽게 분해되어 물과 탄산가스로 분해되어 배출된다는 이론으로 안전성에 별 문제가 없는 것으로 이해되어 마음 놓고 사용되고 있는 보존료이다.

$$CH_3CH_2OH \rightarrow CH_2CHO \rightarrow CH_2COOH \rightarrow H_2O + CO_2$$

Ethyl Alcohol Acetaldehyde Acetic Acid Water Carbon Dioxide

그러나 에틸알콜이 물과 탄산가스로 분해되려면 에틸알콜이 산소에 의하여 산화되어 연속적으로 아세트알데히드와 초산의 형태를 거쳐야만 마지막으로 물과 탄산가스로 분해된다. 에틸알콜은 체내에 존재하는 탈수소효소의 작용으로 강력한 화학반응을 일으키는 화학물질로 취급되는 아세트알데히드(Acetaldehyde)를 거쳐 초산을 만들어 주며, 초산이 다시 산화되어 물과 탄산가스로 분해된다.

에틸알콜이 미생물의 활성에 미치게 되는 에틸알콜의 작용은 세가지 이상으로 분류할 수 있다. 첫째, 알콜형 구조물을 가지고 있는 에틸알콜은 미생물의 세포막을 구성하고 있는 단백질막을 보호하여 주는 수화막을 파괴하므로 수분 이탈로 인한 단백질의 경화현상(단백질 변성이라고 함)을 일으키므로 세포막의 생리작용을 저지하게 된다. 둘째, 알데히드는 강력한 화학반응을 일으키는 성질을 가지고 있어 잔유알콜의 히드록실기와 반응하여 비수용성이고 단단한 아세탈을 생성하거나, 아세트알데히드 간에 중합반응이 일어나 파라알데히드(paraldehyde)를 생성하게 되므로 지속적인 알데히드의 영향은 물론이고, 파라알데히드에 의한 정신기능장해(hyponotic toxics)까지 일으킨다. 그리고 초산의 생성은 세포막은 물론이고 세포질(cytoplasm) 중 단백질을 가속적으로 변성시키고 세포질내에 함유되어 있는 저급단백질(short chain peptide)에 킬레이트되어 있는 활성미네랄을 킬레이트 구조로부터 분리시키게 되므로 전체적인 생리활성의 저지 내지는 정지를 일으켜 미미한 미생물의 사멸은 물론이거니와 고등동물인 인체의 부분 구조물에 까지 손상을 초래하게 되기도 한다.

3. 천연 보존료

최근 합성보존료의 배타적 경향에 발맞추어 천연보존료를 찾기에 바쁘다. 천연보존료로 취급되고 있는 것으로는 난백(卵白)에서 추출하였다는 라이조자임, 단백질의 완전분해물이고 필수아미노산인 글리신의 혼합물과 리진의 중합체인 폴리리진 등이다.

3.1 라이조자임

계란의 흰자질에 약 3% 함유되어 있으며 사람의 눈물, 모유, 타액 등에 존재하는 용균(bacteriolysis)활성을 가진 물질이다. 라이조자임은 그램양성균과 대장균, 살모넬라균 등 그램음성균의 세포막을 분해하는 용화작용을 하는 것으로 알려졌다. 라이조자임이 균을 적극적으로 사멸시키는 이유는 미생물의 세포막을 구성하고 있는 다당 N-아세틸 글루코사민(NAG)과 N-아세틸 뮤라민산(NAM)의 축합물인 (1-4) 배당체(glucoside)결합을 절단하는 역할을 하기 때문이다.

그러나 이와같은 작용을 하게 되는 라이조자임은 단순화합물이 아닌 복합물질이며, 12%의 글리신과 알라닌, 그리고 11%의 알기닌과 기타 아미노산으로 구성되어 있어, 지금까지 알려진 항균성은 글리신에 의존되고 있을 것이란 것 이외는 확실하지 못한 조건에서 연구의 대상으로 흥미로운 물질이다. 그러나 라이조자임이 천연보존료라는 의미만 부여하였을 뿐 고가인데 비교하여 항균력이 약하기 때문에 보편적으로 사용하기에는 문제가 있다.

3.2 글리신

글리신은 필수아미노산 중에서 가장 낮은 분자를 가지고 있으며, 항균성이 인정되어 야채절임, 수산연제품, 두부 등의 보존료로 사용되고 있다.

글리신은 식품가공에 있어 정미료로 사용되고 있으며 미생물에 대한 발육억제 능력을 가지고 있다는 것이 특징이다. 특히 글리신은 바실루스속 균의 세포 증식억제작용이 있다. 실루스속 세균은 자연계에 널리 분포된 아포(gemmule)를 가지고 있는 그램양성간균이며 내열성이고, 가열조리식품 중에 생존가능성이 많은 식중독 및 식품의 품질저하를 일으키는 원인균으로 알려졌다.

글리신 단품 보다는 소금, 말토오스, 라이조자임 등과 병용하면 상승효과가 있으며 초산나트륨, 유기산, 명반, 모노글리세리드, 축합인산염 등과 병용해도 효과가 상승된다.[1)]

3.3 폴리리진

지금까지 소개된 천연보존료들은 원하는 만큼 강력한 항균성을 가지고 있지 못하다. 최근에 발표된 폴리리진은 보다 강력한 보존성을 가지고 있음이 알려졌으며, 폴리리진은 글리신, 중급지방산의 모노글리세리드, 푸마르산, 비타민B, 초산나트륨 등과 병용하면 상승효과와 더불어 다음과 같은 작용을 하는 것으로 보고되었다.

(1) 천연물로 안전성이 높다.
(2) 식품의 맛 변질에 영향을 주는 젖산균이나 효모균에 현저한 증식억제.
(3) 그램양성, 그램음성, 진균 등 광범위한 균증식 억제.
(4) 감염식품의 부패에 관계되는 내염성 효모균의 증식억제.
(5) 고초균 등 내열성균의 증식억제.
(6) 약한 알칼리로 부터 산성까지 넓은 pH영역에서 균증식억제.
(7) 자체의 쓴맛은 적당한 첨가로 조정가능.
(8) 내열성을 가지고 있으며 수용성이기 때문에 사용이 편리하다.

생면, 만두피, 채소절임, 셀러드의 생선식품, 데친면과 장국의 조리액에 사용하면 효과 있다.

3.4 향신료

최근에 관심을 갖게 되는 학술적으로 밝혀지고 있는 향신료의 항균작용에 사용의 영역을 넓혀주고 있다. 열대지방 민족들이 즐겨 사용하고 있는 강력한 향신료는 식품의 보존은 물론이거니와 섭취 후에 체내에서 일으킬 수 있는 미생물에 의한 중독으로 부터 보호하여 주기도 한다. 우선 온대지방 민족들이 즐겨 이용하고 있는 마늘, 양파, 겨자, 생강, 왕사비는 천연의 보존료이기도 하다.

마늘에는 알리신을 함유하고 있다. 알리신 분자에 함유되어 있는 두개의 황성분이 아민분자와 결합하면 황화수소를 발생하게 되며, 황화수소는 미생물의 증식억제에 강력하게 작용하고, 알리신은 단백질 분자 중에 개입되어 있는 황화아미노산(시스틴과 시스테인)과 결합하게 되면 단백질의 전체적인 생리활성에 장해를 일으키게 된다.

* $(CH_2{=}CHCH)_2S_2 + HS\text{-}Protein \rightarrow CH_2{=}CH\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}S\text{-}Protein$
* $(CH_2{=}CHCH)_2S_2 + 2H\text{-}NH_2 \rightarrow 2CH_3CH_2CSNH_2$

$2CH_3CH_2CSNH_2 + 4H_2O + 2HCl \rightarrow 2H_2S + 2CH_3CH_2COOH + 2NH_4Cl$

와사비도 항균작용에 효과가 있다. 와사비 성분 중에 항균성을 나타내는 성분은 이소티오시안산알릴(allylisothiocyanate)로 티오시안산기가 강력한 항균성을 가지고 있음이 밝혀졌다. 와사비의 주성분은 시니그린(sinigrin)인데 와사비를 물에 반죽하여 37℃에서 일정기간 방치하면 가수분해되어 이소티오시안산아릴을 생성하게 된다.

$$\begin{array}{l} CH_2CH{=}CH_2 \\ \quad | \\ C_6H_{11}O_5\text{-}S\text{-}C{=}NOSO_3K \end{array} \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6 + KHSO_4 + \underline{CH_2{=}CH\text{-}CH_2\text{-}N\text{-}C{=}S}$$

Sinigrin Glucose Allylisothiocyanate

보존료의 성분은 생체의 구조적 성질에 따라 다르지만 대체로 각 생체가 혐오하는 성분임에도 틀림 없다. 보존료로서 이상적인 조건은 미생물의 세포막을 용이하게 투과할 수 있는 특성을 가지고 있어야 한다. 모든 생체를 구성하고 있는 세포막은 수화막의 보호하에 단백질을 표면을 하고, 이어서

인지질의 포스파티콜린 층이 단백질막을 향하여 병행하면서 인지질 분자내의 지방층이 지질막을 형성하고 있어 세포막의 외부와 내부를 가르고 있다. 다음으로 세포질을 향하여 다시 단백질막을 형성하여 전체적으로 단백질의 이중막을 구성하고 있기 때문에 세포막은 물론이고 세포질내에 있는 단백질 성분과 활성미네랄의 생리작용을 저지 내지는 정지시키려면 보존력을 가진 성분이 세포내로 용이하게 침입할 수 있어야 한다. 보존료는 미생물의 단백질로 되어 있는 세포막의 변성내지 퇴화시킬 수 있고, 세포내의 세포질에서 대사를 일으키게 하는 미네랄화 단백 중 미네랄의 활성을 저지 내지 정지시킬 수 있는 성분이 이상적이다.

천연에 상존하고 있는 생물에는 자신을 다른 생물로 부터 보호하기 위하여 여러 종류의 독성(다른 종류의 생체는 유해하나 자신에게는 영향이 없음)을 가지고 있다. 모든 생체들은 독특한 화학성분을 보유하므로 생명의 유지와 보존을 할 수 있으며, 각각의 영역에서 생존할 수 있는 것이다.

지금까지 열거된 보존제의 성분은 합성되기 이전에 천연물에 존재하고 있다. 보존료의 성분들은 천연물에서 화학적으로 추출 농축한 것일 뿐 자연에 존재할 수 없는 화합물은 합성할 수도 없는 것이다. 화학적 방법에 의하여 신물질을 만들었다하나 합성이 가능한 물질은 자연의 지구환경 조건에서 생성될 수 있기 때문에 인위적으로도 합성할 수 있는 것이다. 화학적으로 합성되었다는 단순한 고정관념에서 합성품을 배척한다는 것은 미래지향적인 자연과학을 이해하지 못하는데서 기인한 것이다. 유해와 무해는 인체를 구성하고 있는 구성성분을 바탕으로 판단하여야 하고 자연에서 얻은 물질이라도 화학적인 구조가 체질에 맞지 않는다면 선택하지 말아야하고, 인체 구성성분들과 동질성이거나 필수적인 화학적 구성물일 경우는 사용에 주저함이 없어야 하는 자신감을 가져야 한다.

식품에 사용되고 있는 보존제는 화합물의 구조가 중요하다. 앞에서 설명하였듯이 보존제는 물론이고 일반식품이라도 그들의 구성성분이 방향족일 경우 기피는 필수적이어야 한다. 그리고 무기질이거나 유기질 중 선상구조를 가지고 있는 화합물은 감각적 기호에 맞지 않드라도 적절하게 이용하는 것이 현명하다.

보존제의 사용이 불가피한 입장에서 무기질 보존제와 선상구조를 가진 유기질 보존료의 사용은 예전부터 무의식적으로 사용하여 왔다. 무기성 보존제인 과산화수소와 아황산은 화산의 폭발과 더불어 지상의 유해성 미생물의 사멸에 공헌하였으며, 선상구조물인 초산을 비롯하여 프로피온산 등 휘발성 지방산은 인체의 카프르산은 고추의 주성분인 캅사이신(capsacine)으로 부터 얻을 수 있는 것으로 간장, 된장의 보존료로 옛부터 이용하였던 것을 상기시키면 취각적인 자극정도로 기피할 것이 아니라 선호하는 입장이 되어야 한다.

휘발성지방산이나 저급지방산은 현재 사용되고 있는 보존제로서 우수성이 인정되고 있는 자연보존제라 할 수 있다. 선상구조물의 보존료는 자연물에서 얻기 위하여 화학적인 방법을 동원하였을 뿐 이들을 화학제품이라고 한정 짓기에는 어색한 느낌마저 일으킨다. 대다수가 방향족 화학구조를 가지고 있는 농약의 오염으로 부터 탈피하려고 노력하는 방법도 화학적인 수단을 동원하지 않고서는 완전한 제거가 불가능하다.

지구환경의 파괴로 인한 중금속의 오염과 농수산물 증산을 위한 농약으로 부터 피할 수 있는 식품을 만들고자 1995년 부터 선진국들은 화학적으로 순수하게 분리한 성분만을 선택하여 인류가 요구하는 최적의 식품을 제조하기 시작한 디자인식품(design food)의 태두는 우리들의 후진성을 하루 빨리 벗어나야 한다는 교훈을 주고 있다.

참 고 문 헌

1. 지성규; 식품첨가물, p327~332, 도서출판 광일문화사(1994)
2. 지성규; 기능성식품, p56~57, 도서출판 광일문화사(1994)