

톨루엔 (Toluene) 셀레늄 (Selenium)

톨루엔(Toluene)이란?

■ 톨루엔(Toluene)이란?

톨루엔(Toluene, $C_6H_5CH_3$)은 방향족탄화수소로서 벤젠의 수소 하나가 메틸기로 치환된 구조를 가진 가연성 액체인 메틸벤젠(methylbenzene)의 일반명이다.

톨루엔은 초기 톨루발삼(tolu balsam, 남미산의 향기로운 냄새가 나는 수지)으로 부터 얻었으나, 이후 석탄, 석유로부터 톨루엔을 제조하여, 현재는 주로 원유 정제 과정 중에 생산되고 있다.

톨루엔은 무색투명한 가연성 액체로 방향성 벤젠과 유사한 냄새가 나고 대기의 수산기와 빠르게 반응하여 다양한 물질(벤조산, 벤조알데히드)을 형성한다. 톨루엔은 알코올, 클로로포름, 에테르, 아세톤, 빙초산, 이황화탄소, 벤진, 아세트산 등과는 쉽게 혼합되나 물에는 거의 녹지 않는다(0.067%).

■ 톨루엔은 어디에 사용되나요?

톨루엔은 상온, 상압에서 무채색의 액체로서, 오일, 합성수지, 페인트, 등의 용제로 이용될 뿐만 아니라 페놀, 톨루엔디이소시아네이트, 트리니트로톨루엔, 염료, 약품, 사카린과 같은 화합물 제조에 사용 되는 등 산업에서 가장 널리 이용되는 유기용제 중의 하나이다. 따라서 용제 취급 공정(페인트, 락카, 코팅, 염료, 페인트제거제, 살충제 등)이나, 화학물질제조, 인조 고무제조, 직물/종이 코팅, 자동차 및 항공기 연료

제조 등에 사용된다.

■ 톨루엔에 어떻게 노출될 수 있나요?

톨루엔은 자연적으로 화산, 산불, 원유 등에 의해 생성되는 것으로 알려졌으나, 주된 환경 오염원은 석유 제조과정, 코크스 오븐과정, 페인트, 잉크, 신나, 접착제, 스티렌 등 다른 화학물질 제조과정에서의 환경 배출이다.

환경으로 배출된 톨루엔은 주로 대기와 지표수로 유입되며, 이중 26%가 해수 위층에서 가스 상으로 존재한다. 대기 중에서 톨루엔은 이틀 안에 화합물의 50%가 제거되며, 토양에서는 흡착된 상태로 존재하여 일부는 대기와 수계로 이동하고 토양에 잔류된 경우 화학반응, 생물학적 분해, 또는 치환 등이 일어난다. 토양 중 톨루엔의 휘발률은 자연현상과 토양의 유기함량에 따라 달라진다.

톨루엔의 주 인체 노출 경로는 대기이며, 실외 노출보다 산업장 실내에서의 노출 가능성이 높고 일부 작업장의 경우 고농도로 노출 가능성이 있다. 흡연 등을 통해서도 노출되는 것으로도 알려졌으며, 음식 및 음용수를 통한 노출은 매우 낮은 수준으로 알려졌다.

■ 톨루엔은 우리 몸에 어떤 영향을 주나요?

톨루엔 노출은 호흡이나 섭취를 통해 이루어지는데, 호흡 노출 시 노출량의 약 53%가 흡수되고 흡입 후 40~60%가 체내 잔류 하는 것으로 보고되었으며, 위장기관에서는 100% 흡수가 일어나나 경구흡수는 호흡보다 느린 것으로 보고되고 있다. 피부 흡수에 의해서는 체내 축적에는 유의한 영향을 주지 않는 것으로 알려져 있다.

톨루엔이 체내에 과량 흡입될 경우 복통, 구토와 같은 위장관계의 기능장애를 초래할 뿐만 아니라 두통, 어지럼증 및 환각증세와 같은 신경장애를 일으킨다고 알려져 있다. 또한, 100~200ppm의 톨루엔을 8시간 흡입하면 피로, 구토, 감각저하, 운동불능, 무기력, 졸림 등의 증상을 보이며, 600ppm 정도의 농도가 되면 단시간 노출만으로도 심한 흥분, 강한 피로감, 구토, 두통 등을 일으키는 것으로 보고되었다. 고농도 톨루엔의 급성 또는 만성적인 노출에 의한 영향으로는 진정, 흥분, 혼미한 상태, 떨림, 이명(귀울림), 복시, 환각, 말더듬, 보행실조, 경련과 혼수상태 등 중추신경계의 영향을 들 수 있다.

톨루엔은 동물 실험 결과 발암 증거가 불충분하고 유전독성도 관찰되지 않아, 국제 암연구소(IARC: International Agency for Research on Cancer)에서는 group 3, 미국 환경부(EPA ; Environmental Protection Agency)에서는 group D로 인체 발암물질로 분류할 수 없는 그룹으로 규정하고 있다.

■ 톨루엔은 어떻게 관리되고 있나요?

톨루엔은 우리나라 유해화학물질관리법에서 흥분·환각 또는 마취의 작용을 일으키는 유해화학물질(환각물질)로 정하여 섭취 또는 흡입을 금지하고 있다.

음용수 중 톨루엔에 대해 미국 EPA는 1ppm으로 규정하고 있으며, WHO와 호주에서는 각각 700ppb와 800ppb로 권고기준을 정하고 있다. 캐나다는 냄새 역치인 24ppb를 음용수의 심미적 기준으로 정하고 있으며, 일본은 600ppb, 우리나라는 먹는 물 관리법에 톨루엔 기준을 700ppb로 정하고 있다.

토양 중 톨루엔의 국내 기준은 토양환경보전법에 의해 규정되는데, 토지용도에 따라 토양오염우려기준은 20~60 mg/kg, 토양오염대책기준은 60~180mg/kg으로 설정하고 있다.

구 분	토양오염우려기준	토양오염대책기준
1지역 : 전·답·과수원·목장용지·광천지·대·학교용지·양어장·공원·사적지·묘지·어린이 놀이시설(실외)	20 mg/kg	60 mg/kg
2지역 : 임야·염전·대·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지	20 mg/kg	60 mg/kg
3지역 : 공장용지, 주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지 및 국방·군사시설 부지	60 mg/kg	180 mg/kg

식품의 경우 식품위생법에서 식품의 기구 및 용기·포장 제조 시 식품과 직접 접촉하는 면에는 인쇄를 할 수 없으며, 식품과 직접 접촉하지 않는 면에 인쇄를 하고자 하는 경우에도 인쇄잉크를 반드시 건조시켜야 한다고 정하고 있다. 또한, 식품과 직접 접촉하지 않는 면의 인쇄된 합성수지 포장재 중 내용물 투입 시 형태가 달라지는 포장재의 경우, 잉크성분인 톨루엔의 잔류량을 2mg/m² 이하로 관리하고 있다.

셀레늄이란?

■ 셀레늄(selenium)이란?

셀레늄(Se)은 자연 중에 널리 존재하는 비금속성의 원소이며 토양이나 바위에서 흔히 발견됩니다. 토양 내 농도는 평균 0.05~0.09mg/kg 정도로 존재량은 적은 편이며, 자연계에서 셀레늄은 보통 순수한 셀레늄의 형태로 존재하지 않고 황, 은, 구리, 납, 니켈과 같은 다른 원소의 화합물 형태로 존재합니다.

셀레늄은 1817년 스웨덴의 화학자 베르셀리우스(*Jons Jakob Berzelius*)가 황산을 제조하는데 사용하는 납 상자에 생긴 적색의 침전물속에서 처음 발견하였습니다. 셀레늄이 연소할 때 달빛과 비슷한 푸른빛을 내는 특징이 있어 그리스어로 달을 뜻하는 'selene'에서 이름을 따 '셀레늄(selenium)' 이라고 명명하였는데 현재는 셀레늄 또는 셀렌으로 불리고 있습니다.

산업적으로 셀레늄은 구리의 정제 과정 중에 부산물로 얻어지는데 주로 반도체 소자, 유리 착색제의 원료로 가장 많이 사용되고 있으며 기타 영양 보충제, 비듬방지 샴푸, 감광제, 항공판이제, 진단시약, 의약품

등에서 원료로 사용되고 있습니다.

1950년대 이전까지만 하여도 셀레늄은 독성이 있는 원소로 분류되었으나, 오늘날에는 생체에 필요한 미량 무기질 영양소로 생리기능을 조절·유지하는 역할이 인정되고 있습니다. 셀레늄은 생체내에서 활성산소를 억제하는 항산화 작용과 같은 여러 가지 생리조절 기능이 알려지면서 '기적의 원소', '꿈의 원소', '푸른빛의 마법사' 등으로 불리며 많은 연구자들에게 관심의 대상이 되었습니다.

■ 셀레늄은 우리 몸에 어떤 영향을 줄 수 있나요?

식품 섭취 등을 통해 인체내로 유입된 셀레늄 화합물은 대부분 인체의 소화관에서 쉽게 흡수되는데 일부 기체상의 화합물은 호흡을 통하여 폐에서도 흡수됩니다. 흡수된 셀레늄은 보통 24시간 이내에 대부분 소변으로 배출되고, 섭취량이 매우 많을 때에는 호흡을 통해 배출될 수도 있습니다.

셀레늄은 유익한 점과 유해한 점을 모두 가지고 있는 원소입니다. 미량의 셀레늄은 건강을 유지하기 위해 필요하지만 높은 농도의 셀레늄은 인체 건강에 부정적인 영향을 야기할 수 있습니다. 사람에서 셀레늄은 체내에서 항산화 작용을 하는 글루타티온 과산화 효소의 구성 성분이며, 동물실험 결과 셀레늄이 결핍된 먹이를 섭취한 쥐의 경우 털이 빠지고 성장이 지연되며 2세대에 걸쳐 셀레늄이 극도로 결핍된 먹이를 먹인 쥐는 생식 불능 증세가 나타났습니다.

그리고 짧은 기간 동안 높은 농도의 셀레늄에 경구 노출시 구역질, 구토, 설사를 유발할 수 있으며 호흡기를 통해 셀레늄 또는 이산화 셀레늄에 노출시 호흡기 자극, 천식, 호흡곤란, 위통증 등을 유발할 수 있습니다. 만성적으로 높은 농도의 셀레늄 화합물에 노출될 경우 머리 빠짐, 손톱 손상, 무감각 또는 감각이상을 유발하는 신경계 이상 증상이 나타나는 셀레늄증(selenosis)이라 불리는 병을 유발할 수 있습니다.

동물실험에서 매우 높은 농도의 셀레늄은 정자 생산과 암컷의 생식 주기에 영향을 나타내었지만 사람에게도 유사한 영향이 일어나는지는 밝혀지지 않았습니다. 어린이에 대한 건강영향은 어른에게서 보여지는 것과 유사하지만 일부 연구 결과는 어린이가 어른에 비해 셀레늄에 대해 다소 덜 민감한 것으로 보고하고 있습니다.

■ 우리는 어떻게 셀레늄에 노출될 수 있나요?

셀레늄은 자연계에 널리 존재하는 원소이기 때문에 공기, 물, 식품 등을 통해 일상적으로 매우 낮은 농도의 셀레늄에 노출될 수 있으며, 주 노출 경로는 식품 섭취를 통한 노출입니다.

외국에서 식품 중에 존재하는 셀레늄 함유량을 조사한 자료(1994년)에 따르면 셀레늄이 풍부한 식품은 육류의 내장과 해산물로 0.4~1.5mg/kg 정도 함유되어 있으며 그 다음은 살고기로 0.1~0.4mg/kg, 곡류에는 0.1~0.8mg/kg, 유제품에는 0.1~0.3mg/kg, 과일과 채소에는 0.1mg/kg 이하가 함유되어 있는 것으로 알려져 있습니다. 곡류 및 식물성 식품에 함유된 셀레늄은 식물이 자란 토양내 셀레늄 양에 따라 함량이 달라질 수 있지만, 동물은 체내 셀레늄 양을 일정하게 유지하려는 항상성이 있기 때문에 동물성 식품 중

셀레늄 함량은 식물성 식품에 비해 차이가 적은 편입니다.

■ 우리 국민은 셀레늄을 얼마나 섭취하고 있나요?

2004년도에 식품의약품안전청에서 우리나라의 대표 식품 중 셀레늄 함량을 조사한 연구 결과에 의하면, 어패류에서 셀레늄 함량 값이 가장 높게 나타났습니다. 한국인의 대표 식이 섭취 비율을 고려한 결과에서는 백미(밥)를 통한 셀레늄 섭취량이 $20\mu\text{g}/\text{인}/\text{일}$ 으로 가장 높게 나왔으며, 우리나라 사람의 셀레늄 1인당 하루 섭취량은 $68.646\mu\text{g}$ 으로 세계보건기구(WHO)의 권장량인 $50\sim 200\mu\text{g}$ 내에 있는 것으로 나타났습니다.

그리고 우리나라의 경우는 특수의료용도등식품, 영아용·성장기용 조제식, 영양소보충용 건강기능식품에 한하여 사용할 수 있도록 식품첨가물로 지정되어 있으며, 영양소보충용 건강 기능식품에 한하여 $15\sim 135\mu\text{g}$ 을 1일 섭취량으로 허용하고 있습니다.

■ 안전한 셀레늄 섭취를 위해서는 어떻게 해야 하나요.

셀레늄의 인체 유익성에 대한 연구 결과들이 보고되면서 셀레늄 함유 건강 보조 식품이나 셀레늄 강화를 표방한 식품들이 일부 회사에서 판매되고 있으나, 건강한 일반 국민들은 특별히 셀레늄 섭취량을 고려하지 않아도 일상적인 식사를 통하여 충분한 양의 셀레늄을 섭취하고 있기 때문에 굳이 건강 보조 식품 등을 섭취할 필요는 없습니다.

한국영양학회에서 2010년에 발표한 한국인영양섭취기준에 의한 성인의 하루 상한섭취량은 $400\mu\text{g}$ 입니다. 일상적인 식사를 통해 이루어지는 셀레늄 섭취는 유해 영향을 나타내지 않지만 의사의 처방없이 임의로 셀레늄을 함유한 건강보조 식품을 과량 섭취하는 경우에는 건강에 위해가 발생할 수 있습니다. 따라서 건강 보조 식품을 통한 섭취보다는 일상적인 식품을 통한 셀레늄 섭취가 바람직하며 음식을 통한 섭취는 셀레늄 과잉 섭취에 따른 부작용을 우려하지 않아도 되며 셀레늄 외의 다른 영양소도 골고루 섭취할 수 있는 장점이 있습니다.