

메타락실

(Metalaxyl)

산업화학연구실

2020. 08.

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약(Summary)

메타락실(Metalaxyl)은 고운 백색 분말로 균류의 단백질 합성을 억제하는 효능을 지닌 농약 또는 농약중간체로 사용된다. 2016년 기준 연간 49톤을 사용한 것으로 알려져 있으며, 유해화학물질로 분류되지 않는다.

국소적 피부영향을 제외한 메타락실의 인체유해성은 알려져 있지 않으며, 동물의 체내에서 쉽게 흡수되고 광범위하게 대사 및 제거되는 것으로 알려져 있다.

설치류의 급성 경구독성시험에서 반수치사농도(LD₅₀)는 566~7,120 mg/kg 으로 보고된 바 있으며, 랫드의 아만성 시험에서의 NOEL은 17 mg/kg/day로 보고되었다. 랫드 및 마우스의 발암성 시험 결과에서 EPA의 경우 해당 물질에 대해 발암성 가능성이 없는 것으로 판단하였다. 랫드를 이용한 생식독성 시험의 결과, 태자에서의 NOEL은 50 mg/kg/day, 3세대 생식 독성의 NOEL은 63 mg/kg/day 으로 보고된 바 있다.

유전독성 시험에서는 *in vivo*와 *in vitro*의 시험 결과가 음성 또는 양성으로 다르게 나타났으며 CTA 시험 결과 500 µg/ml 용량에서 세포변형을 유도하는 것으로 알려져 있으나, 이는 발암성에 대한 증거로 불충분하다.

GHS 분류에서 메타락실은 급성 독성 구분4, 피부 과민성 구분1 및 생식독성 구분2로 분류되어 있으며 물리화학적 특성 상 분말 상태로 에어로졸(분진 또는 미스트)형태의 발생을 고려할 수 있다. 또한, 급성 독성이 낮다고 알려져 있으나 흡입경로를 통한 급성 독성시험 결과는 없으므로 급성흡입독성시험을 수행할 필요가 있다고 판단된다.

중심단어 : 메타락실, 살균제, 농약, 비발암성, Group E

차례(Contents)

요약(Summary)	2
약어(Abbreviations)	4
1. 서론(Introduction)	5
1.1. 구성(Composition)	5
1.2. 사용(Uses)	6
2. 인체 연구(Human Studies)	7
2.1. 사례 연구(Case Reports)	7
2.2. 역학 연구(Epidemiologic Studies)	7
3. 독성 연구(Toxicological Studies)	8
3.1. 흡수, 분포, 대사, 배설(ADME)	8
3.2. 급성 독성(Acute Toxicology)	8
3.3. 아급성 독성(Subacute Toxicology)	9
3.4. 아만성 독성(Subchronic Toxicology)	9
3.5. 만성 독성·발암성(Chronic Toxicology/Cancer Information)	9
3.6. 생식·발생 독성(Reproductive/Developmental Toxicology)	12
3.7. 유전 독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity)	13
3.8. 그 외 독성 정보(Others)	14
4. 유해성 분류(Hazard Classification)	15
5. 결론(Conclusion)	16
참고문헌(References)	17

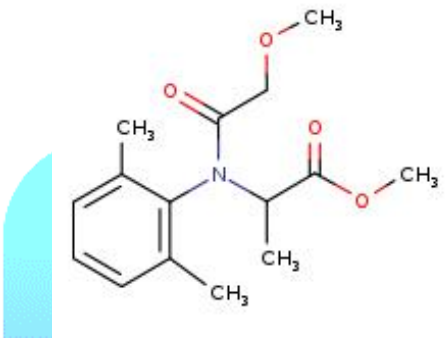
약어(Abbreviations)

EPA	US Environmental Protection Agency, 미국환경보호청
IARC	International Agency for Research on Cancer, 국제암연구기관
NTP	National Toxicology Program, 미국독성물질국가관리프로그램
LC ₅₀	Lethal concentraton for 50 percent kill, 반수치사농도
LD ₅₀	Lethal Dose for 50 percent kill, 반수치사량
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level, 무영향용량
NOEL	No Observed Effect Level, 최대무작용량
RfD	Reference Dose, 독성참고치
TMRC	Theoretical Maximum Residue Contribution, 이론적최대잔류허용량
spp.	Species, 종

1. 서론(Introduction)

1.1. 구성(Composition)

메타락실은 다음과 같은 물리화학적 특성을 가지고 있다.

구조	
영문 물질명	Metalaxyl
국문 물질명	메타락실
CAS No.	57837-19-1
분자식	$C_{15}H_{21}NO_4$
분자량	279.33 g/mol ^a
색깔 및 성상	고운 백색 분말
끓는점	295.9 °C @ 760 mmHg ^a 564.6 °F ^b
녹는점	71 ~ 72 °C ^a 159.8 ~ 161.6 °F ^b
증기압	2.20×10^{-6} mmHg @ 20 °C ^d 5.62×10^{-6} mmHg @ 25 °C ^b
밀도/비중	밀도: 1.20 g/cm ³ @ 20 °C ^a 비중: 1.65 ^b , 1.21 ^d
옥탄올-물 분배계수	1.65 ^{a,c} 1.75 @ 증류수, 25 °C ^d
용해도	물: 8.4 g/L @ 22 °C ^d 용매: 대부분의 유기용제에서 쉽게 용해 메탄올에서 650 g/L, 벤젠에서 550 g/L @ 20 °C 에탄올에서 400 g/L, 아세톤에서 450 g/L, 톨루엔에서 340 g/L, n-hexane에서 11 g/L, n-octanol에서 68 g/L @

1.2. 사용(Uses)

농약/농약중간체로 사용되는 메타락실은 피시움 속(*Pythium* spp.)과 파이토프 토라 속(*Phytophthora* spp.)에 의해 일어나는 토양 유래 및 조균류(노균병증)에 의한 질병을 방제하는 농축 살균제로 균류의 단백질 합성을 억제하는 효능이 있다. 기존화학물질(고유번호: KE-11783, 97-3-259)로 관리되고 있으며 유해화학물질로는 분류되지 않는다.

2016년 기준으로 국내 유통량은 연간 45톤이며, 636명의 근로자가 연간 49톤을 사용하였다.

유통량 [톤/년]	제조량 [톤/년]	수입량 [톤/년]	수출량 [톤/년]	사용량 [톤/년]	근로자 [명]
45	46	48	49	49	636

* 화학물질안전원, 2016년 국내 통계조사결과

2. 인체 연구(Human Studies)

2.1. 사례 연구(Case Reports)

1999년부터 메타락실(CAS No.: 57837-19-1)의 이성질체인 메타락실-M(CAS No.: 70630-17-0)을 취급한 근로자에 대해 과거 병력, 혈압, 혈액 및 소변검사 등 정기 검진을 실시한 결과, 메타락실-M에 의한 영향이 없는 것으로 나타났다. 국소적인 피부 영향과는 별개로 1986년에서 1994년 사이에 메타락실-M 생산에 종사하는 근로자에게서 물질과 관련한 인체 영향은 보고되지 않았다. 또한 메타락실 또는 메타락실-M의 생산 및 사용 근로자의 중독 사례는 보고되지 않았다.

2.2. 역학 연구(Epidemiologic Studies)

해당 자료없음

3. 독성 연구(Toxicological Studies)

3.1. 흡수, 분포, 대사, 배설(ADME)

메타락실의 약물동력학에 대한 연구결과로 수컷과 암컷 랫드에게 1mg/kg 단회 정맥주사 투여, 1mg/kg 단회 경구 투여, 200mg/kg 단회 경구 투여 또는 1mg/kg/day 14일 동안 반복 경구 투여한 결과, 투여량 또는 성별에 차이는 없었으며 암컷의 경우 뇨가 주요 제거 경로인 반면 수컷은 대변이 주요경로였다. 메타락실은 쉽게 흡수되며 (정맥 및 경구 제거 유사) 광범위하게 대사되고 (노폐물 내 1 % 미만의 모체 화합물) 쉽게 제거되었다(24시간 내 70-80 %). 10개의 대사산물이 관찰되었으며 주요 뇨 대사산물은 결합체(글루쿠로나이드 또는 설파이드)인 반면 대변 대사산물은 주로 비결합체였다. 주요 뇨와 대변의 대사산물은 N-(2,6-다이메틸페닐)-N-(하이드록시아세틸)알라닌이며 3가지 주요 대사경로와 1가지 소수 경로가 제안되었다. 한 가지 경로는 에테르의 가수 분해이며 이 후 알코올의 산화, 에스테르 가수분해 또는 에스테르 사슬의 N-탈알킬화를 포함한다. 두 번째 경로는 방향족 메틸 벤질산으로의 산화 또는 에스테르 가수분해를 포함한다. 세 번째 경로는 에스테르 가수분해이며, 이 과정에서 벤질산이 형성될 수 있다. 소수 경로는 페닐 고리의 메타위치에서의 수산화반응이다.

수컷과 암컷 랫드에게 0.5 또는 25mg/kg의 메타락실 단회 경구 투여 결과, 60 % 이상이 24시간 내에 뇨 또는 배설물을 통해 배설되었으며 미량은 호기를 통해 배설되었다. 조직 잔류물은 6일 후에 감지할 수 있을 정도로 축적되지 않았으며, 암컷 랫드는 55-65 %가 뇨를 통해 수컷 랫드는 60-70 %가 배설물을 통해 제거되었다.

3.2. 급성 독성(Acute Toxicology)

랫드에 메타락실을 경구 투여한 결과 LD₅₀은 566 mg/kg으로 결정되었으며 마우스의 경우 788 mg/kg, 햄스터의 경우에는 7,120

동물종	투여경로	시험 결과	자료원
Rat	경구	LD ₅₀ : 566 mg/kg	ChemIDplus
Mouse	경구	LD ₅₀ : 788 mg/kg	식품의약품안전평가원, PubChem
Hamster	경구	LD ₅₀ : 7,120 mg/kg	식품의약품안전평가원, PubChem
Rabbit	경피	LD ₅₀ : > 6,000 mg/kg	식품의약품안전평가원, 화학물질종합정보시스템, PubChem
Rat	경피	LD ₅₀ : > 3,100 mg/kg	ChemIDplus

3.3. 아급성 독성(Subacute Toxicology)

해당 자료없음

3.4. 아만성 독성(Subchronic Toxicology)

암수 SD 랫드에 90일 동안 0, 50, 250, 1,250 ppm의 메타락실을 함유한 사료를 투여했다. 섭취량은 0, 3.4, 17, 83 mg/kg/day 이었다. 수컷 고농도군에서 사료 섭취량이 감소하였으며, 암컷 고농도군에서 간세포의 비대가 미미한 수준으로 관찰되었다. 이러한 결과로 LOEL은 83 mg/kg/day 이고 NOEL은 17 mg/kg/day로 판단되었다.

동물종	투여경로	시험 결과	자료원
Rat (SD)	식이투여	NOEL : 17 mg/kg/day LOEL : 83 mg/kg/day	USEPA (2002)

3.5. 만성독성·발암성(Chronic Toxicology/Cancer Information)

1) 6개월 동안 비글에게 0, 50, 250 및 1,000 ppm의 메타락

증가와 간 절대중량과 뇌 중량대비 간 중량의 증가가 관찰되었다. 이러한 결과로 LOEL은 25 mg/kg/day, NOEL은 6.3 mg/kg/day로 판단되었다.

2) 93% 순도의 메타락실을 80마리의 SD 랫드에게 0, 50, 250, 1,250 ppm농도로 105주 동안 식이투여하였다. 55주 후 부검한 암컷 고용량군과 105주 후 부검한 암수 중간용량군 및 고용량군에서 체중이 증가했다. 또한 105주 후 부검 결과, 메타락실을 투여한 모든 암컷군에서 갑상선의 여포 세포 선종의 발생률이 증가했다. 만성 NOEL은 50 ppm이고, 발암성 NOEL은 1,250 ppm로 결정되었다.

3) 93.8~95.2% 순도의 메타락실을 ICI Alderley Park(스위스 계통 기원)마우스에게 0, 50, 250, 1,250 ppm의 농도의 사료를 104주 동안 투여하였다. 0주에서 104주까지 사망한 고용량군과 대조군을 비교한 결과, 수컷 고용량군에서 큰 간세포 지방의 액포 형성이 증가하였다. 수컷 고용량군에 대한 체중은 투여 22주에서 90주 사이에 5%에서 10%로 감소하였다. 이러한 변화에 근거하여 만성 NOEL은 250 ppm로 결정되었다.

4) 만성독성/발암성 시험에서 암수 SD 랫드를 대상으로 2년 동안 0, 50, 250 및 1,250 ppm으로 식이 노출시켰다. 이 수치는 0, 2.5, 13, and 63 mg/kg/day였다. 고용량군에서 체중대비 간의 중량이 증가하고 간세포의 샘주위 액포 발생률이 증가하였다. 간세포 변화에 근거하여 전신적 LOEL은 63 mg/kg/day이고 NOEL은 13 mg/kg/day로 판단되었다.

동물종	투여경로	시험 결과	자료원
Dog (beagle)	식이투여	NOEL : 6.3 mg/kg/day LOEL : 25 mg/kg/day	USEPA (2002)
Rat (SD)	식이투여	NOEL : 50 ppm LOEL : 1,250 ppm	독성정보제공시스템
Mouse (ICI			

- 수컷 마우스의 간 종양
- 최대허용용량(MTD; Maximum Tolerated Dose)

암컷 랫드에서 갑상선 종양의 발생에 대한 우려는 다음 증거에 의해 완화되었다.

- 악성 종양으로 진행 없음
- 과형성 변화의 증가 없음
- 용량-반응 관계 없음
- 재검경 결과 시험물질 관련 변화 없음

수컷 랫드의 부신과 수컷 마우스의 간에서 유사한 소견의 재평가 결과, 이들 장기에서 종양 발생에 대한 시험물질의 영향은 나타나지 않았다. 시험의 최고용량인 1,250 ppm는 최대허용용량(MTD)이 아니었으나 EPA는 랫드 시험과 마우스 시험의 결과를 종합한 결과, 메타락실이 실험동물에서 발암 가능성이 없으며 추가 시험이 필요하지 않다고 결론지었다. 결론은 다음과 같은 증거에 의해 뒷받침되었다.

- 두 연구에서 시험된 용량은 간 중량과 조직학적 소견에서 시험물질 처리와 관련된 변화를 설명하기에 충분함.
- 이미 알려진 발암물질과 구조적 관계가 없음.
- 유전독성 없음
- 랫드와 마우스의 시험 용량은 신생물 발병에 무영향

1985년 12월 31일 EPA는 메타락실을 Group E (인간에게 비발암성 증거)로 분류했다. RfD는 6개월 개 연구에서 얻은 NOEL 7.8 mg/kg/day 및 불확실성 계수 100을 기준으로 0.08 mg/kg/day로 설정되었다. 전체 미국 인구에 대한 TMRC는 0.012 mg/kg/day 이며, 이는 RfD의 16%이다. 1~6세 아동이 노출된 경우 TMRC는 0.025 mg/kg/day 이며, 이는 RfD의 31%이다. EPA는 이러한 자료에 근거하여 모든 메타락실 사용에서 섭취에 의한 만성독성 위험이 최소라고 결론지었다.

메타락실에 대해 미국 환경청(EPA)에서는 실험동물에서 발암의 가능성이 없고 인간에게 암을 유발할 가능성이 없는 E 등급으로 판단하였고, 국제암연구소(IARC)와 미국 독성물질관리 프로그램(NTP)에서 발암성 등급을 분류하지 않았다.

EPA	IARC	NTP
Group E	자료없음	자료없음

3.6. 생식·발생 독성(Reproductive/Developmental Toxicology)

1) 발생 독성을 알아보기 위해 임신한 SD 암컷 랫드를 대상으로 0, 50, 250 및 400 mg/kg/day의 메타락실을 임신 6일부터 15일까지 위관영양법으로 투여하고 임신 20일차에 계획 도살하였다. 250 mg/kg/day 이상의 용량은 모체에 운동 실조와 경련 증상을 보였다. 400 mg/kg/day 용량에서는 모체의 1/3이 사망하였다. 250 mg/kg/day 이상의 용량은 골화되지 않은 흉골의 발생률 증가로 태아에서 독성을 나타냈다. LOEL은 250 mg/kg/day 이고 NOEL은 50 mg/kg/day 이었다.

2) 임신 7일부터 19일까지 Dutch belted 토끼를 대상으로 0, 30, 150 및 300 mg/kg/day 의 용량으로 발생 독성 연구를 수행하였다. 임신 28일차에 계획 도살한 결과, 고용량군에서 약간의 체중 감소가 나타났다. Range-finding 연구에서 500 mg/kg/day은 모체의 체중을 감소시켰고 1,000 mg/kg/day 에서는 사망 개체가 발생하였다. 그러나 어떠한 용량 수준에서도 시험물질과 관련한 발생 독성이 관찰되지 않았다. 모체 독성에 대한 LOEL은 300 mg/kg/day 이며, NOEL은 150 mg/kg/day이다. 발생 독성에 대한 NOEL은 시험의 최고 용량인 300 mg/kg/day 이었다.

3) SPF SD 랫드를 이용하여 3세대 생식 독성 연구를 수행하였다. 사료 중 메타락실 용량은 0, 50, 250 및 1250 ppm로 투여되었다. 이는 각각 2.5, 13 및 63 mg/kg/day에 해당한다. F1세대 암컷과 수컷의 무게가 감소하였으며 F2세대 수컷은 증간 및 고용량군에서 감소하였으며 F2세대 수컷은 증간 및 고용량군에서 감소하였다. 착상 전과 후의 손실, 새끼의 크기와 체중, 태아 기형/변이의 발생률은 시험물질의 영향을 받지 않았다. 따라서 부모의 NOEL은 2.5 mg/kg/day (50 ppm)이었고, 생식 독성에 대한 NOEL은 시험의 최고 용량인 63 mg/kg/day (1,250 ppm) 이었다.

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat (SD)	경구	LOEL : 250 mg/kg/day NOEL : 50 mg/kg/day	EPA (2015)
Rabbit (Dutch belted)	미확인	LOEL : 300 mg/kg/day(모체) NOEL : 300 mg/kg/day(발생)	EPA (2015)
Rat (SD)	식이투여	NOEL : 2.5 mg/kg/day(부모) NOEL : 63 mg/kg/day(생식)	EPA(2015)

3.7. 유전 독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity)

1) 메타락실의 세포 독성 효과와 변형 특성을 대사활성계의 존재와 부재 하에 *in vitro* BALB/c 3T3 세포 형질 전환 시험(cell transforming assay)에서 분석하였다. 메타락실은 500, 250 및 50 $\mu\text{g/ml}$ 에서 대사활성계의 존재 및 부재 하에, 최고 투여량(500 $\mu\text{g/ml}$)에서 세포 변형을 유도하였다.

2) 배양된 인체 말초 혈액 림프구를 이용한 *in vitro* 시험에서 염색체 손상은 용량 관련 효과를 나타내었는데 이는 유사 분열 억제 또는 세포 사멸과 관련이 없었다. 미체소체(microsomal) 활성화가 없는 경우 300~1,000 $\mu\text{g/ml}$ 메타락실에서 염색체 이상이 현저하게 나타났다. S9 mix의 존재 하에서의 배양은 세포 유전학적 손상을 덜 일으켰다. 단회 75~300 mg/kg 메타락실의 복강투여는 마우스의 다색성 적혈구에서 검출된 소핵의 빈도에 영향을 미치지 않았다. 골수를 이용한 소핵 시험 결과는 세포 독성의 직접적인 증거로 사용될 수 없다. 연구 결과는 메타락실의 유전독성이 *in vivo*가 아닌 *in vitro*에서만 나타났다. 이용 가능한 자료에 따르면 메타락실은 비발암성이며 유전독성 테스트에서 부정적 결과를 나타냈다. 따라서, 메타락실의 염색체 손상은 DNA 반응성에 대한 증거가 아닐 수 있지만 발암 과정에 관여하는 세포 항상성의 변화를 나타낼 수 있다.

3) 대사활성계의 존재와 부재 하에 <

시험법	시험계(종)	시험 결과	참고문헌
BALB/c 3T3 CTA	BALB/c 3T3 cell	500 μ g/ml : 세포변형 유도	Hrelia et al. (1996)
<i>in vitro</i> 염색체이상	인체 말초 혈액 림프구	300, 1000 μ g/mL : 양성 (대사활성계 부재시)	Ferocco et al. (1995)
<i>in vivo</i> 소핵	마우스 골수	75~300 mg/kg(복강) : 음성	CCRIS, HSDB Ferocco et al. (1995)
<i>in vitro</i> 복귀돌연변이	<i>S. typhimurium</i> TA98, TA100, TA102, TA1535, TA1537	20, 78, 313, 1250, 5000 μ g/plate in acetone : 음성	Deparade & Arni (1985)

3.8. 그 외 독성 정보(Others)

암수 F344 랫드에 1일 4시간, 주 5일, 90일간 0, 130, 3,900 및 13,000 ppm의 농도로 연기 흡입 시험을 수행한 결과, 흡연과 관련된 독성 영향은 없었다.

4. 유해성 분류(Hazard Classification)

유해성·위험성 분류	급성 독성(경구) : 구분4 피부 과민성 : 구분1 생식독성 : 구분2
예방조치문구를 포함한 경고표지 항목	  - 유해·위험문구 H302 : 삼키면 유해함 H317 : 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 H361 : 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 - 예방조치문구 P201 : 사용 전 취급 설명서를 확보하십시오. P202 : 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급하지 마시오. P261 : (분진·흙·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하십시오. P264 : 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으십시오. P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오. P272 : 작업장 밖으로 오염된 의복을 반출하지 마시오. P280 : (보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하십시오. - 대응 P301+P312 : 삼켜서 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오. P302+P352 : 피부에 묻으면 다량의 물/(...)로 씻으십시오. P308+P313 : 노출되거나 노출이 우려되면 의학적인 조치·조언을 구하십시오. P321 : (...) 처치를 하십시오. P330 : 입을 씻어내십시오. P333+P313 : 피부자극성 또는 홍반이 나타나면 의학적인 조치·조언을 구하십시오. P362+P364 : 오염된 의복은 벗고 다시 사용 전 세척하십시오. P405 : 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하십시오. P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하십시오.
유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성	

5. 결론(Conclusion)

메타락실은 농약 또는 농약중간체로 사용되며, 살균제로 이용될 경우 균류의 단백질 합성을 억제하는 효능이 있다. 2016년 기준으로 636명의 근로자가 연간 49톤을 사용한 것으로 알려져 있으며, 유해화학물질로 분류되지 않는다.

국소적 피부영향을 제외한 메타락실의 인체유해성은 알려져 있지 않으며, 동물을 이용한 대사연구에 따르면, 랫드에서 정맥 또는 경구의 경로로 투여된 경우, 주요 뇨 대사산물은 글루쿠로나이드 또는 설파이드 결합체로, 쉽게 흡수되고 광범위하게 대사 및 제거된다고 알려져 있다.

동물을 이용한 독성 시험 결과 설치류의 급성 경구독성시험에서 반수치사농도 (LD₅₀)는 566~7120 mg/kg 으로 보고된 바 있으며, 랫드의 아만성 시험에서의 NOEL은 17 mg/kg/day로 보고되었다. 랫드 또는 마우스를 이용한 발암성 시험 결과에서 EPA의 경우 해당 물질에 대해 발암성 가능성이 없는 것으로 판단하거나, 기타 기관에서는 발암성 등급이 분류되지 않았다. 또한 랫드를 이용한 생식독성 시험의 결과, 태자에서의 NOEL은 50 mg/kg/day, 3세대 생식 독성의 NOEL은 63 mg/kg/day 으로 보고되었고 토끼에서는 300 mg/kg/day의 용량에서 발달독성이 관찰되지 않았다.

유전독성 시험에서는 *in vivo*와 *in vitro*의 시험 결과가 음성 또는 양성으로 다르게 나타났으며 유전자 변형에 의한 세포변화 여부를 판단하는 CTA 시험 결과 500 µg/ml 용량에서 세포변형을 유도하는 것으로 알려져 있으나, 이는 발암성에 대한 증거로 불충분하다.

GHS 분류에서 메타락실은 현재 급성 독성 구분4, 피부 과민성 구분1 및 생식 독성 구분2로 분류되어 있으며 물리화학적 특성 상 분말 상태로 에어로졸(분진 또는 미스트)형태의 발생을 고려할 수 있다. 또한, 급성 독성이 낮다고 알려져 있으나 흡입경로를 통한 급성 독성시험 결과는 없으므로 급성흡입독성시험을 수행할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

1. 메타락실(57837-19-1), 화학물질정보검색, 안전보건공단. [(accessed on 28 July 2020)]. Available from: <http://msds.kosha.or.kr/kcic/msdssearchAll.do>
2. 메타락실(57837-19-1), 화학물질정보, 화학물질안전원. [(accessed on 28 July 2020)]. Available from: <https://icis.me.go.kr/searchTotal.do>
3. 메타락실(57837-19-1), 독성정보제공시스템, 식품의약품안전평가원. [(accessed on 28 July 2020)]. Available from: <https://www.nifds.go.kr/toxinfo/searchTotal.do>
4. Metalaxyl, ChemIDplus. [(accessed on 28 July 2020)]. Available from: <https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/rn/57837-19-1>
5. Metalaxyl, PubChem. [(accessed on 27 July 2020)]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/42586>
6. Metalaxyl, EPA. [(accessed on 27 July 2020)]. Available from: https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/html/status_page_m.html
7. Kaloyanova F, Ivanova-Chemishanska L, Zaykov HR, et al. Toxicological evaluation of agromet (Metalaxyl) preparation. J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol. 1991;35(4):375-382.
8. Worthing CR, Hance RJ, & British Crop Protection Council. (1991). The Pesticide manual: A world compendium. Farnham, Surrey, UK: British Crop Protection Council. p554
9. Coate, W. Correction Pages and Addendum: Subchronic Inhalation Study in Rats: CGA-48988: 1982. Project No. 483-202. (Unpublished study received Aug 12, 1982 under 1F2500; prepared by Hazleton Laboratories America, Inc., submitted by Ciba-Geigy Corp., Greensboro, NC; CDL:071032-A)
10. Perocco P, Colacci A, Bonora B, Grilli S. In vitro transforming effect of the fungicides metalaxyl and zineb. Teratog Carcinog Mutagen. 1995;15(2):73-80.
11. Hrelia P, Maffei F, Fimognari C, Vigagni F, Cantelli

12. De Parade E. and Arni P. (1985). Salmonella/mammalian-microsome mutagenicity test with CGA 48988 techn. Unpublished report No. 851007, dated 18 November 1985 from Ciba-Geigy Ltd, Basel, Switzerland. Submitted to WHO by Syngenta Crop Protection AG, Basel, Switzerland
13. WHO, Pesticide residues in food, 2002. [(accessed on 21 August 2020)]. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42684/WHO_PCS_03.1.pdf#page=172

