독성정보 조사보고서

2-메틸-1-(4-(메틸티오)페닐)-2-(4-몰폴리닐)-1-프로파논

(2-methyl-1-(4-methylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-one)

산업화학연구실

2020. 08.

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

요약(Summary)

2-메틸-1-(4-(메틸티오)페닐)-2-(4-몰폴리닐)-1-프로파논(2-methyl-1-(4-methylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-one, MMMP)은 옅은 노란색 및 흰색을 띄는 고체이다. UV를 조사하면 자유라디칼(Free Radical)을 방출하는 특성을 활용하여 산업에서는 프리폴리머의 광중합을 개시하는 광개시제로 활용된다.

인체 연구자료는 보고된 바 없으며, 급성경구투여 시험의 경우 LD50이 1984 mg/kg, 28일, 90일 반복경구투여의 경우 NOAEL이 각각 100 mg/kg, 75 mg/kg로 확인되었다.

유전독성시험은 복귀돌연변이, 소핵시험이 수행되었고 결과는 모두 음성이었다. 생식·발생독성이 확인되어 현재 유럽화학물질청 고위험성우려물질 (European Chemicals Agency Substances of Very High Concern, ECHA SVHC)에 등록되어 있다.

MMMP는 9.6 ~ 40.9 ㎛의 입자크기를 가지고 있고, 증기압 또한 0.0002 Pa로 휘발성이 매우 낮기 때문에 흡입 하는게 거의 불가능하므로, 동물을 흡입독성시험은 불필요하다고 판단된다.

중심단어 : 2-methyl-1-(4-methylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-one, 광개시제, irgacure 907, MMMP

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) ····· 10

3.5. 만성 독성·발암성(Chronic Toxicology/Cancer Information) ····· 11

3.6. 생식·발생 독성(Reproductive/Developmental Toxicology) ····· 11

3.7. 유전 독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity) ····· 13

3.8. 그 외 독성 정보(Others) ····· 14

4. 유해성 분류(Hazard Classification) ····· **15**

5. 결론(Conclusions) ····· **16**

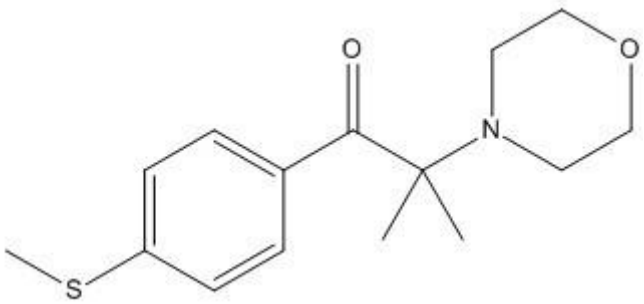
참고문헌(References) ····· **17**

약어(Abbreviations)

ECHA	European Chemicals Agency, 유럽화학물질청
NTP	National Toxicology Program, 미국 독성물질국가관리프로그램
NCIS	Chemicals Information System, 화학물질정보시스템
NIH	National Institutes of Health, 미국 국립보건원
NITE	National Institutes of Technology and Evaluation, 일본 기술평가원
LD_{50}	Lethal Dose for 50 percent kill, 반수치사량
IARC	International Agency for Research on Cancer, 국제 암 연구기관
OECD SIDS	OECD Screening Information DataSet, 대량생산화학물질 위해성 평가사업

1. 서론(Introduction

1.1. 구성(Composition)*

구조	
영문 물질명	2-methyl-1-(4-methylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-one
국문 물질명	2-메틸-1-(4-(메틸티오)페닐)-2-(4-몰폴리닐)-1-프로파논
CAS No	71868-10-5
분자식	$C_{15}H_{21}NO_2S$
분자량	279.403
색깔 및 성상	옅은 노란색 ~ 흰색, 고체
끓는점	348.8 ℃
어는점	74.6 ℃
인화점	165 ℃
자연발화온도	자료없음
증기압	0.0002 Pa, at 20℃
밀도/비중	1.21 at 23 ℃
점도	자료없음
옥탄올-물 분배계수	자료없음
용해도	17.9 mg/L in water

* ECHA 발췌

MMMP는 UV를 조사하면 자유라디칼을 생성하는 특성을 가지고 있으며, 9.6 ~ 40.9 ㎛의 입자크기를 가지고 있다.

1.2. 사용(Uses)

MMMP는 옅은 노란색 및 흰색을 띄는 고체로, UV를 조사하면 자유라디칼을 방출하는 특성 때문에 광중합반응을 개시하는 광개시제 및 UV 경화형 잉크등의 안료로 사용된다.

국내의 경우 연간 171톤이 유통되었으며, 110,845명의 근로자가 연간 179톤을 사용하고 있는 것으로 나타났다 (화학물질안전원, 2016).

유통량 [톤/년]	제조량 [톤/년]	수입량 [톤/년]	수출량 [톤/년]	사용량 [톤/년]	근로자 [명]
171	1	191	21	179	110,845

* 화학물질안전원, 2016년 국내 통계조사결과

2. 인체 연구(Human Studies)

2.1. 사례 연구(Case Reports)

해당 자료없음

2.2. 역학 연구(Epidemiologic Studies)

해당 자료없음

3. 독성 연구(Toxicological Studies)

3.1. 흡수, 분포, 대사, 배설(ADME)

동물을 이용한 아급성 및 아만성 시험의 결과 및 낮은 분자량을 고려하였을 때 위장 시스템(gastro-intestinal system)을 통한 흡수가 가장 가능성이 높고, MMMP는 위에서 pH-의존적인 가수분해가 일어날 수 없기 때문에 변하지 않고 흡수된다.

흡수된 MMMP는 대부분 간 대사 즉 S-디메틸화(S-demethylation), keto-히드록실화(keto-hydroxylation) 그리고 모르폴린 고리열림(morpholine ring cleavag)에 의해 분해된다. 또한 대사변환은 일산소 첨가효소 의존성 시토크롬 P-450에 의해 촉매되는 모르폴린 모이어티의 고리열림을 포함할 수 있다.

Moclobemide (구조적 유사물질)의 실험데이터를 통해 물질 광범위한 대사 변형 후 소변을 통해 배설될 것으로 추측할 수 있다. 주요 대사 경로에는 모르폴린 모이어티의 산화스트레스(oxidative attack of the morpholine moiety)가 포함된다. 대사산물은 글루쿠론산 또는 황산의 결합체(conjugates of glucuronic and/or sulfuric acid)로서 배출되었고(Fitzpatrick D et al., 2004), 체내축적은 되지 않을 것으로 알려져있다(ECHA).

3.2. 급성 독성(Acute Toxicology)

1) Tween 80 0.1 %를 포함한 0.5 % CMC(carboxymethylcellulose) 용액을 부형제로 하여 시험물질을 1000, 2000, 4000 mg/kg 농도로 암수 각각 랫드 5마리에 경구 투여하였다. 일반증상관찰 기간은 14일 또는 모든 증상이 사라질 때 까지, 주중에는 오전 오후 1번씩 주말에는 일 1회 관찰 하였다. 체중은 1, 7, 14, 28 그리고 부검시 측정하였다. 수컷 2000 , 4000 mg/kg에서 각각 1마리, 4마리, 암컷 1000, 2000, 4000 mg/kg에서 각각 2마리, 3마리 5마리가 사망하였고, 일반증상 관찰 시 호흡곤란(Dyspnoea), 안구돌출(Exophthalmus), 헝클어진 피모(Ruffled fur)와 굽어진 자세(Curved body position)가 관찰되었으며, 추가로 진정

(Sedation), 횡와 및 복와자세(lateral and ventral body position), 혈루증(chromodacryorrhea), 설사(Diarrhea), 강직-간대성 경련(Tonic clonic convulsions) 및 양측 뒷다리 마비(Bilateral paresis of the hindlimbs)가 관찰되었다. 또한 피부 홍반의 확장(Extended skin erythema)과 가역성 탈모(Reversible alopecia)가 몇몇 동물에서 관찰되었으며, 6일 이후부터 1000, 2000 mg/kg 그룹의 일부 동물에서는 며칠 동안의 피부홍반(Skin erythema for several days)과 등쪽 또는 복부 지역의 탈모(Alopecia in either the dorsal or ventral body area)가 나타났으며 3주후 털은 다시 자라기 시작했고, 관찰이 끝날 때는 정상범위로 회복되었다. 2000 mg/kg 그룹의 암컷 한 마리에서 양안 혼탁(bilateral ocular opacity)이 관찰되었으며 시험 종료시 까지 회복되지 않았다. 부검 시 4000 mg/kg 군에서 폐의 얼룩(Spotted lung)이 2마리에서 관찰 되었고, LD_{50}은 1985 mg/kg 로 결정되었다(ECHA).

2) Tween 80 0.1 %를 포함한 0.5 % CMC(carboxymethylcellulose) 용액을 부형제로 하여 시험물질을 2000 mg/kg 용량으로 랫드 암·수 각각 5마리에 경피투여 하였다. 일반증상관찰은 14일까지 또는 모든 증상이 사라질 때 까지 주중에는 오전, 오후 주말에는 일 1회 관찰했고 체중측정은 1, 7 그리고 14일 측정하였다. 사망개체는 발생하지 않았으며, 호흡곤란, 안구돌출, 헝클어진 피모 및 굽어진 자세가 관찰되었지만 8일 이내 회복되었다. 따라서 LD_{50} 값은 2000 mg/kg 이상으로 판단되었다(ECHA).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	경구	LD_{50} : 1985 mg/kg	ECHA
Rat	경피	LD_{50} >2000 mg/kg	

3.3. 아급성 독성(Subacute Toxicology)

Tween 80 0.1 %를 포함한 0.5 % CMC 용액을 부형제로 하여 시험물질을 암·수 각각 군별 5마리씩 0, 30, 100, 300 mg/kg 의 용량으로 28일간 매일 경구투

여하였다. 300 mg/kg 용량군에서 수컷 1마리, 암컷 2마리가 사망하였고, 일반증상관찰 결과 설사, 뒷다리 절뚝거림(lameness of hindleg), 운동변화(locomotion altered), 안구 창백 및 불투명(eyes, pale/opaque), 헝클어진 피모), 탈모(hairless), 타액분비(salivation), 쇠약(emaciated)같은 뚜렷한 독성 징후가 관찰되었다. 100, 300 mg/kg 용량군에서 체중감소 및 사료섭취량이 용량 의존적으로 감소하였다. 혈액학적조사를 5주동안 진행한 결과 300 mg/kg 용량군 수컷에서 적혈구(RBC) 수 증가, 헤모글로빈 농도 및 해마토크리트(HCT) 수치가 현저히 증가하였고, 암컷에서는 백혈구(WBC) 수의 증가가 관찰되었다. 탈모(Loss of hair) 가 관찰된 3마리의 동물에서 표피의 극세포증(minimal focal acanthosis of the epidermis)과 모낭의 위축(atrophy of the hair follicles) 및 약간의 국소 염증성 침윤(slight focal inflammatory infiltration)이 피부에서 관찰되었고, 300 mg/kg 용량군 몇몇에서 출혈을 동반한 급성 울혈(acute congestion)이 관찰되었다. 위 결과에 따라 NOAEL은 100 mg/kg 로 판단되었다(ECHA).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	경구	NOAEL : 100 mg/kg	ECHA

3.4. 아만성 독성(Subchronic Toxicology)

Tween 80 0.1 %를 포함한 0.5 % CMC 용액을 부형제로 하여 시험물질을 암·수 랫드 각각 군별 5마리씩 0, 10, 25, 75, 220 mg/kg 의 용량으로 90일간 매일 경구 투여하였다. 220 mg/kg 용량군 암·수컷에서 투여 7일차부터 뒷다리 마비가 관찰되었고, 투여 4주차에 다시 걸을 수 있을 정도로 회복되었다. 또한 암컷에서는 탈모가 관찰되었으며, 1개체에서는 설사가 관찰되었다. 추가로 주름진 피모와 탈모가 수컷 1개체에서 3주차와 8주차에 관찰되었다. 고용량군 수컷 1개체에서 삼출물 및 혼탁(exudate and opacity)이 양안에서 관찰되었다. 또한 암컷 고용량군에서도 흐릿하거나 불투명한 안구(dim or opaque eyes)의 증가가 관찰되었고. 10마리 중 9마리의 암컷에서 양안의 동공 빛반사(pupillary light reflex)가 일어나지 않았고, 추후 안구 혼탁(bilateral absence of pupillary light reflex

and later on opacit)이 양안에서 관찰되었다. 위 결과와는 대조적으로 시험종료 시 시행한 신경학적 검사에서 동공빛반사가 3마리 암컷에서 발견되었지만, 그러나 서로 상이한 환경에서 수행되었다. 시각적 배치손실(loss of visual placing), 축동(miosis), 느린 동공 수축(slowed pupillary constriction)을 포함한 신경학적 이상이 220 mg/kg 용량군에서 관찰되었다. 6개체 중 2개에서 관찰된 경미 및 중간정도의 도약장애(impairment of hopping) 및 1개체에서 관찰된 자발적 머리 흔들림(spontaneous head shaking)은 시각장애(visual impairment.)와 무관한 운동조정 혼란(derangement of motor coordination)을 나타낸다. 220 mg/kg 용량군 암컷에서 간의 절대 및 상대 중량 증가 및 신장의 체중 및 뇌무게 대비 증가가 유의하게 변화하였다. 또한 조직병리검사에서 말초신경섬유의 분절성 탈수초화(segmental demyelination of the peripheral nerve fibers)와 안구 백내장(cataract of the eye lens)이 관찰되었다. 마지막으로 비장에서 혈색소 증가가 관찰되었다. 220 mg/kg 고용량군에서 백내장형성(formation of cataract)과 같은 말초신경병증(peripheral neuropathy)이 관찰되었다. 위 결과에 따라서 NOAEL은 75 mg/kg 로 결정되었다(ECHA).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	경구	NOAEL : 75 mg/kg	ECHA

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

해당 물질에 대해 IARC, NTP 및 USEPA에서 발암성 등급이 분류되지 않았다.

IARC	NTP	USEPA
해당 자료 없음	해당 자료 없음	해당 자료 없음

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

OECD GD 414, 415에 따라 결합 1세대/발생 독성시험(combined 1-Generation/developmental toxicity study)을 수행하였다. (Research Toxicology Centre S. p. A, 2004) 0, 40, 80 그리고 120 mg/kg 농도로 10 ml/kg 용량으로 투여하였다. 각 그룹은 대조군의 경우 암·수 각 24마리씩 투여군은 암컷 48마리 수컷 24마리로 구성되었다. 부친동물은 교미 전 10주간 매일, 모친동물 중 절반은 교미 전 2주 동안 교미 후 19일 까지 나머지 절반은 부검전날(출산 후 21일) 까지 주 7일 매일 투여하였다. 수컷은 투여일로부터 매주 체중측정을 하였으며 암컷은 투여일로부터 교미 전까지 매주, 임신 후 0, 3, 6,9, 12, 15, 18 및 20일 출산 후 1, 7, 14, 그리고 21일 측정하였다. 사료섭취량은 투여일로부터 매주 측정하였으며, 암컷은 추가로 임신 후 0, 3, 6,9, 12, 15, 18 및 20일 출산 후 1, 7, 14, 그리고 21일 측정하였다. 수컷은 부검시 고환 및 부고환의 무게를 측정하였고, 모든 동물의 장기무게는 체중대비를 계산하였다. 발정주기를 확인하기 위해 교미일 2주 전부터 교미가 확인되었거나, 교미기간이 끝날 때 까지 매일아침 질도말 검사를 실시하였다. F1의 크기, 성별비율, 기형 비율, 기형(Malformations, Abnomalities, Variations), 사산, 총 한배손실(total litter loss), 한배무게(litter weight), 이유전 발달(pre-weaning development) 및 죽은 F1에 대해서 내·외부 장기 이상 및 성별 등을 관찰하였습니다. 연구 72일차에 고용량 암컷 1마리 및 산후 0일 중용량 암컷 한 마리를 인도주의적으로 안락사하였다. 임신기간 동안 고용량 암컷에서 탈모 및 부푼 복부(swollen abdomen)가 관찰되었고, 임신 중과 분만 후 중용량 및 고용량 암컷에서 신체표면얼룩(staining on the body surface)이 관찰되었다. 또한 암컷에서 출산의 어려움(difficulty in parturition), 수컷에서 활동 감소(reduced activity)와 창백함(pallor)이 관찰되었다. 체중, 체중증가, 사료섭취량에서 특이사항은 관찰되지 않았다. 교미전간격과 교미지수는 군별 성별에서 차이를 보이지 않았다. 모든 투여군에서 암컷의 출산율이 감소하였고 고용량군에서 확연하게 감소하였다. 유의하진 않지만 일반적인 범위를 벗어나는 불규칙한 주기(irregular cycles)의 증가가 관찰되었다. 착상수가 용량의존적으로 감소하였으나 일반적인 범위 이내였고 통계적 유의성이 나타나지 않았다. 임신기간은 투여군과 대조군 모두 유사하였으며, 21일에서 22일 사이에 출산하였다. 저농도

3, 중농도 3, 고농도 12 개체가 임신되지 않았다. 교미 후 20일째에 살아있는 태아를 가진 암컷은 대조군 12, 저용량, 21, 중용량, 21, 고용량군에서 13개체였다. 이 시험에서 수컷 불임에 대한 영향은 관찰되지 않았으며, 고용량 암컷에서 모든 새끼가 사산 및 출산당일 사망이 관찰되었다. 산후 1일, 4일부터 14일까지의 누적 사망이 중용량군에서 관찰되었다. 새끼무게는 중농도 군에서 4일부터 14일까지 유의미하게 감소하였다. 추가로 수컷의 사망에 따라 중용량군에서 수컷의 비율이 줄어들었다. 부검 시 사망한 새끼의 위장에서 젖이 관찰되지 않은 비율이 용량 의존적으로 증가하였다. 또한 돔형 머리(head with domed shape), 수두증(hydrocephaly), 뇌실팽창(dilatation of the cerebral ventricle)과 작은 대뇌(small cerebrum)가 사망한 중용량군 새끼에서 관찰되었다. 고용량군의 새끼들은 짧은 앞다리 또는 뒷다리(forelimbs or hindlimbs short)와 잘못된회전(malrotated), 돔형머리(head with domed shape), 구개열(cleft palate), 소악증(micrognathia), 척추후만증(kyphosis), 짧거나 굽은 꼬리(tail short or bent), 짧은몸통과 전신부종(short body and anasarca)이 관찰되었다. 굽은꼬리(tail bent) 또한 중용량 군에서 관찰되었고, 이유를 땐 저용량 및 중용량 그룹에서 뇌실 또는 제3뇌실 팽창(lateral ventricles or third ventricle of the brain dilated) 및 비 정상적인크기의 방광(abnormal size of the urinary bladder) 이 관찰되었다. 착상 수, 태아 크기 및 사산 수 등에 따라 NOAEL은 40 mg./kg 로 판단되었다.(ECHA)

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	경구	NOAEL : 40 mg/kg	ECHA

3.7. 유전독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity)

1) Salmonella typhimurium starins TA 1535, TA 1537, TA 98 and TA 100, Escherichia coli strain WP2 uvrA를 이용한 복귀돌연변이 시험에서 33~5000 μg/plate 농도에서 대사활성 조건 및 비활성조건 모두 음성(negative)를 나타내었다.

2) 750, 1000, 3000 mg/kg 의 농도로 차이니즈 햄스터 골수세포를 이용한 소핵시험이 수행되었지만 시험조건 하에서 통계적으로 유의미한 유전자변이는 나타지 않았다.

시험법	시험계(종)	시험 결과	참고문헌
복귀돌연변이 시험	Salmonella typhimurium 균주 (TA98, TA100, TA1535, TA1537) Escherichia coli 균주(WP2 uvrA)	33~5000 μg/plate : 음성	ECHA
소핵 시험	차이니즈 햄스터 골수세포 (Chinese hamster bone marrow cell)	750, 1000, 3000 mg/kg : 음성	ECHA

3.8. 그 외 독성 정보(Others)

3.8.1 피부 자극·부식성

뉴질랜드 화이트(NZW) 토끼 12~14 주령 암컷 3 마리를 실험에 이용하였다. 6 ㎠의 넓이에 500 mg/site의 농도로 4시간 동안 첩포하였고, 7일 동안 관찰였고, 판단은 Draize socring system을 이용하였다. 한 마리에서 첩포 후 1시간 후에 약간의 erythema가 나타났지만 24시간 뒤에 완전히 회복되었다. 시험결과 홍반점수(erythema score) 및 부종점수(edema score)는 0, 0 이었다. 따라서 500mg/site, 4시간에서 피부자극성 및 부식성은 없는 것으로 판단된다(ECHA).

3.8.2 안자극

뉴질랜드 화이트(NZW) 토끼 12~14 주령 3 마리를 5일간 순화 후 실험에 이용하였다. 100 mg/eye의 농도로 점적하여 1, 24, 48, 72 시간 후 결과를 관찰하였고, 판단은 Draize socring system을 이용하였다. 시험결과 각막 불투명도 0, 홍채 점수 0, 결막점수 1.33, 화학반응점수 0.33이었다. 위 결과에 따라 시험물질은 안자극성이 없는 것으로 판단되었다(ECHA).

4. 유해성 분류(Hazard Classification)

유해성·위험성 분류	급성 독성(경구) : 구분4 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2
예방조치문구를 포함한 경고표지 항목	- **그림문자** - **유해·위험문구** H302 : 삼키면 유해함 H373 : 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 (...)에 손상을 일으킬 수 있음 H411 : 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함 - **예방조치문구** 예방 P260 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오. P264 : 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오. P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오. P273 : 환경으로 배출하지 마시오. 대응 P301+P312 : 삼켜서 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오. P314 : 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 구하시오. P330 : 입을 씻어내시오. P391 : 누출물을 모으시오. - **저장** 자료없음 - **폐기** P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.
유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성	자료없음
참고문헌	https://msds.kosha.or.kr/kcic/msdsdetail.do

5. 결론(Conclusions)

2-메틸-1-(4-(메틸티오)페닐)-2-(4-몰폴리닐)-1-프로파논은 UV를 조사하면 자유라디칼을 방출하는 특성을 가지고 있다. 이런 특성 때문에 산업에서는 폴리머 중합에 중요한 광개시제로 널리 사용되지만 이러한 특성 때문에 생체 내에 흡수되었을 경우 혈관을 따라 빛이 도달할 수 있는 안구와 같은 장기에서 빛에 의한 반응이 일어나고 이 반응에 의해 생성된 자유 라디칼이 세포를 공격하는 것으로 추측된다.

또한 생식·발생 독성시험 결과 독성이 확인되어 유럽화학물질청 고위험성우려물질 (ECHA SVHC; European Chemicals Agency Substances of Very High Concern)로 등록되어있다.

이러한 유해성에도 불구하고, 입자사이즈가 9.6 ~40.9 ㎛로 OECD 흡입독성시험 기준인 MMAD(Mass median aerodynamic diameter) 급성 4 ㎛, 반복 2 ㎛를 만족할 수 없고 증기압 또한 0.002 Pa로 매우 낮아 흡입독성을 위한 발생이 불가능하며, ECHA 에서도 물질의 낮은 증기압과 흡입 가능한 사이즈의 에어로졸 노출을 고려하였을 때 흡입독성시험이 과학적으로 필요하지 않다고 판단하고 있다. 따라서 동물을 이용한 급성흡입독성시험 연구는 어려울 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 산업안전보건공단, 유해성정보제공(MSDS). Available from: https://msds.kosha.or.kr/kcic/msdsdetail.do

2. Research Toxicology Centre S. p. A. (2004). IRGACURE 907 COMBINED ONE GENERATION AND PRENATAL DEVELOPMENTAL TOXICITY STUDY IN RATS. Testing laboratory: Research Toxicology Centre S. p. A. Report no.: 14860. Owner company: BASF SE. Report date: 2004-09-02.

3. BASF SE, CLH REPORT FOR 2-METHYL-1-(4-METHYLTHIOPHENYL)-2-MORPHOLINOPROPAN-1-ONE (2014) Available from: https://echa.europa.eu/ocuments10162/a05ad2c6-9a9d-3b3c-ec02-c509deaee548

4. Fitzpatrick D, Corish J, Hayes B. Modelling skin permeability in risk assessment--the future. Chemosphere. 2004;55(10):1309-1314.

5. ECHA, 2-methyl-1-(4-methylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-one, Registration Dossier, Available from: https://echa.europa.eu/registration-ossier/-/registered-dossier/11144