독성정보 조사보고서

아세틸 트라이뷰틸 구연산

(Acetyl tributyl citrate)

산업화학연구실

2020. 08

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

요약(Summary)

아세틸 트라이뷰틸 구연산(Acetyl tributyl citrate, ATBC)는 무향 무색의 액체로 물과 유기용매에 녹으며, 가소제로 사용되거나 의약품 부형제, 식품 랩, 화장품 제조 등의 생활화학제품으로 사용된다. 국내에서 연간 1,466톤이 유통되며, 11,945명의 근로자가 3,654톤을 사용하고 있다.

독성동태 실험 결과, 수컷 랫드에 단회 경구 투여 후 48시간에서 투여 용량의 약 99%가 소변, 대변, 호기 등으로 배출되며, 체내에 1% 정도 잔류하는 것으로 나타났다. 급성 독성시험 결과 경구 LD50은 31.4g/kg 이상, 아급성 시험 결과에서 피부 및 복강 투여 후 각각 체중감소 또는 적혈구수 감소 및 헤모글로빈 농도 감소가 보고되었다. 만성 및 발암성 경구 독성 시험 결과 랫드에서 NOEL 및 NOAEL은 수컷 및 암컷에서 100 또는 300mg/kg 및 300 또는 1,000mg/kg로, 위의 동물 시험에서 암을 유발하지 않는 것으로 보고되었다. 또한 독성시험 결과 화학물질의 표적장기로 간으로 나타났다. 복귀돌연변이 시험 및 염색체이상 시험 결과에서는 음성으로 보고되었다.

ATBC는 화학물질의 분류 및 표기에 관한 국제조화시스템(GHS)에 따른 유해성·위해성 분류에서 특정 표적장기 독성 구분 2로 지정되어 있다. 그러나 기존의 흡입독성시험 결과가 없기에, 물질안전보건자료 및 GHS 분류 기준의 근거 자료 제공을 위하여 흡입독성자료를 보완할 필요가 있다. 또한 물리화학적 정보를 고려할 때 흡입독성시험 발생이 가능한 시험물질로 판단된다.

중심단어 : 아세틸 트라이뷰틸 구연산(ATBC), 생활화학제품, 특정 표적장기 독성

차례(Contents)

요약(Summary) ····· **2**

약어(Abbreviations) ····· **5**

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

2.3. 기타 ····· 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/Carcinogenicity) ····· 10

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

3.7. 유전 독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity) ····· 12

3.8. 그 외 독성 정보(Others) ····· 13

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

5. 결론(Conclusion) ····· **16**

참고문헌(References) ····· **17**

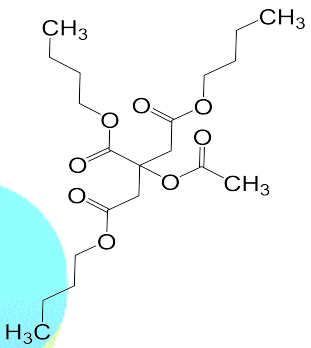
약어(Abbreviations)

ATBC	Acetyl tributyl citrate, 아세틸 트라이뷰틸 구연산
ECHA	European Chemicals Agency, 유럽화학물질청
LD_{50}	Lethal Dose for 50 percent kill, 반수치사량
LC_{50}	Lethal concentraton for 50 percent kill, 반수치사농도
NOEL	No observed effect level, 무작용량
NOAEL	No observed adverse effect level, 무영향용량
GHS	Globally harmonized classification system for chemical substances and mixture, 화학물질분류 및 표지에 관한 세계조화시스템

1. 서론(Introduction)

1.1. 구성(Composition)

아세틸 트라이뷰틸 구연산(ATBC)는 다음과 같은 물리화학적 특성을 가지고 있다.

구조	
영문 물질명	Acetyl tributyl citrate (동의어) tributyl 2-acetyloxypropane-1,2,3-tricarboxylate
국문 물질명	아세틸 트라이뷰틸 구연산
CAS No	77-90-7
분자식	C20H34O8
분자량	402.479
색깔 및 성상	무색 액상, 무향
끓는점	331 ℃, 976.4 hPa[c]
어는점	-80 ℃
인화점	113 ℃
자연발화온도	537 ℃[b]
증기압	해당자료 없음 추정값 3.0X10-4 mmHg, 25 ℃[a] 0.049 Pa, 25 ℃[b] 55.2 hPa, 55℃ & 17.9 hPa, 20℃[c]
밀도/비중	1.046, 25 ℃
점도	42.7 cP, 25 ℃ 40.4 mm²/s (static), 20℃[b]
옥탄올-물 분배계수	4.3
용해도	5 mg/L, 유기용매에 녹음, 불용성

* EPA OPPTS 830.7100(점도)와 OECD 시험 가이드라인 114(액체점도)에 따라 수행된 연구로 결정

[a] PubChem, [b] ECHA, [c] 제조사 Sigma-aldrich MSDS 발췌

1.2. 사용(Uses)

ATBC는 비닐 수지용 가소제, 유지식품에 닿는 수지성, 고분자 코팅, 종이/판지로 된 식품접촉 표면의 제조, 프탈레이트 대체 가소제, 식품 랩, 비닐 장난감, 의약품 부형제, 질산 셀룰로오스, 셀룰로오스 아세테이트, 폴리비닐 아세테이트의 가소제, 화장품 등의 생활화학제품에 사용된다(식품의약품안전평가원).

유럽 경제 지역(European Economic Area)을 중심으로 연간 10,000 ~ 100,000 톤을 제조 및 수입되고 있으며, 세척제, 페인트, 코팅 및 접착제, 방향제 등에서 주로 사용되고 있다(ECHA). 통계적으로 미국에서 106,672명의 근로자(여성근로자 98,182명)가 ATBC의 생산 또는 사용 작업장에서 흡입 및 피부 접촉을 통한 직업적 노출이 발생 가능성이 있으며, 일반적인 환경에서는 대기 중 흡입, 식품섭취, 소비자제품 등을 통해 노출될 수 있다(NIOSH). 국내의 경우 연간 1,466톤이 유통되었으며, 11,945명의 근로자가 연간 3,654톤을 사용하고 있는 것으로 나타났다(화학물질안전원, 2016).

유통량 [톤/년]	제조량 [톤/년]	수입량 [톤/년]	수출량 [톤/년]	사용량 [톤/년]	근로자 [명]
1,466	138	1,330	2	3,654	11,945

* 화학물질안전원, 2016년 국내 통계조사결과

2. 인체 연구(Human Studies)

2.1. 사례 연구(Case Reports)

해당자료 없음

2.2. 역학 연구(Epidemiologic Studies)

해당자료 없음

2.3. 기타

ATBC의 피부자극 가능성은 당뇨병, 건선 또는 활성 피부병의 병력이 있는 남녀(21-60 세) 59명을 통해 평가되었다. ATBC 0.4mL을 적신 밀폐 패치를 연속 3주 동안 매주 월요일, 수요일, 금요일에 각 피검자의 상박부위에 처리(부착)하였다. 각 패치는 적용 후 24시간 이후에 제거했다. 유도반응은 패치 적용(2-9번 방문) 이전과 10번째 방문 시 점수로 매겨졌다. 2주간의 휴식기 후에 시험 물질을 중복 시험하였다. 중복시험용 패치 하나는 원래 시험 부위에 처리되었고, 다른 하나가 인접 부위에 처리되었다. 중복시험 반응은 처리 후 48시간과 96시간에 점수로 매겨졌다. ATBC는 피부에 자극성이 없었으며 접촉 민감성을 의미하는 반응은 시험기간 동안 관찰되지 않았다(Johnson, 2002).

3. 독성 연구(Toxicological Studies)

3.1. 흡수, 분포, 대사, 배설(ADME)

ATBC의 대사를 수컷 랫드 그룹(동물 수, 체중, 계통은 명시되지 않음)을 사용하여 평가하였다. 14C-표지된 ATBC를 각 동물에 단회 경구 투여했다(용량은 명시되지 않음). 투여 후 48시간에, 투여된 용량의 약 99%가 소변(59-70%), 대변(25-36%), 또는 호기(2%) 중 하나로 배설되었다. 투여량의 0.36-1.26% 만이 조직이나 사체에 남아 있었다(Johnson, 2002).

3.2. 급성 독성(Acute Toxicology)

랫드를 이용한 급성 경구시험 결과 LD50이 31.4g/kg으로 나타났고, 복강 경로로 투여한 경우 4g/kg 이상으로 나타났다(식품의약품안전평가원). 그 밖의 시험결과로, Wistar 랫드를 이용한 급성 경구시험(non-GLP)에서 약 10.5~31.5g의 용량으로 단회 투여 후 21일 관찰한 결과 LD50은 31.5g/kg으로 추정되었고, 토끼를 이용한 급성 피부 독성시험에서 4일간 매일 1ml/kg·bw의 농도로 도포 후 36시간 관찰한 결과 LD50은 1g/kg 이상으로 나타났다(ECHA). 또한 마우스를 이용한 복강내 투여의 결과 LD50은 4g/kg(4,000mg/kg) 이상으로 보고되었다. (ChemIDplus)

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	경구	LD50 : 31.4 g/kg	Sheftel et al. (2000)
	복강	LD50 : > 4 g/kg	Lewis et al. (2004)
Cat	경구	LD50 : > 50 g/kg	EPA (2015)
Rat (Wistar)	경구	LD50 : > 31.5 g/kg(추정) (Non-GLP)	ECHA (1959)
Rabbit	피부	LD50 : 1g/kg	ECHA (1975)
Mouse	복강	>4 g/kg(4,000mg/kg)	Meyer et al. (1964)

3.3. 아급성 독성(Subacute Toxicology)

ATBC를 군 당 4마리의 랫드(계통은 알 수 없음, 암수, 21일)에 각각 0, 5 또는 10%의 농도로 6주 동안 식이투여 하였다. 5%를 식이섭취한 후에 성장에 해로운 영향은 나타나지 않았다. 10% 식이섭취 군에서는 설사로 인한 성장 감소가 발생했다(Johnson, 2002).

기니피그의 피부에 희석되지 않은 ATBC를 적용한 결과 병리학적 반응은 유도되지 않았다. 최대 2,500, 500 mg/kg 용량의 1/10과 1/20 그리고 12,500 mg/kg 용량의 1/10과 1/20 부분에서 유의한 영향은 없었다. 그러나, 실험 중 ATBC(250, 500 mg/kg 용량)의 주기적인 적용은 체중감소, 뇌관류압 감소, 간 중량의 증가를 야기했다(Johnson, 2002).

ATBC를 토끼 2마리에 450 mg/kg 용량으로 14 일간 매일 복강 내 주사했고, 다른 토끼 2마리에 900 mg/kg 용량으로 7 일간 매일 복강 내 주사했다. 적혈구 수의 감소(0.5-250만 범위)와 그에 따른 헤모글로빈 농도의 감소가 모든 동물에서 나타났다. 골수 세포 분석을 통해 헤모글로빈 농도의 감소는 재생불량성 빈혈과는 관련이 없음이 확인되었다(Johnson, 2002).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	식이투여	10% 투여군에서 성장감소	Johnson (2002)
Guinea pig	피부	250 mg/kg 이상 용량에서 체중감소 등 유발	
Rabbit	복강	적혈구, 헤모글로빈 감소	

3.4. 아만성 독성(Subchronic Toxicology)

ATBC를 0, 100, 300, 1,000 mg/kg의 농도로 90일 동안 식이투여 하였다. 300, 1,000 mg/kg의 농도에서 간의 크기가 증가되었으나, 간의 손상은 없는 것으로 나타났다. NOAEL은 100 및 300 mg/kg·bw이며 LOAEL은 300 및 1,000 mg/kg·bw로 나타났다.(Johnson, 2002).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat	식이투여	NOAEL : 100, 300 mg/kg·bw LOAEL : 300, 1,000 mg/kg·bw	Johnson (2002)

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

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

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

1) GLP를 적용하여 실시한 만성독성 경구투여 시험에서, ATBC를 군당 20마리의 암수 Wistar 랫드에 0, 100, 300 및 1,000mg/kg의 용량으로 12개월 동안 투여한 결과 NOEL 은 수컷 및 암컷에서 각각 100 및 300mg/kg·bw/day로 나타났고, NOAEL은 수컷 및 암컷에서 각각 300 및 1000mg/kg·bw/day로 나타났다. 표적 장기는 간으로 나타났다(ECHA).

2) GLP를 적용하여 실시한 발암성 경구투여 시험에서 ATBC를 군당 50마리의 암수 Wistar 랫드에 0, 100, 300 및 1,000mg/kg의 용량으로 24개월 동안 투여한 결과 표적 장기는 간으로 나타났으나 발암성은 확인되지 않았다(ECHA).

3) ATBC를 1개월 된 랫드 세 그룹(그룹 당 20 마리)에 200, 2,000, 20,000ppm 농도로 각각 2년간 식이(경구) 투여했다. 대조군과 비교하여, 연구기간 5주에서 15주까지 세 그룹 모두에서 성장속도의 일시적인 감소가 나타났다. 그러나 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 실험군 12마리와 대조군 8마리가 사망하였다. 실험군과 대조군의 사망률의 차이도 통계적으로 유의하지 않았다. 폐의 염증성 질환이 가장 빈번하게 관찰되었다. 폐의 병변은 기관지염에서부터 심한 감염성인 화농성, 괴사성 폐렴에 이르기까지 다양했다. 모든 랫드(시험군과 대조군)에서 내장 충혈이 관찰되었다. 실험군과 대조군간의 병리학적 소견은 통계적으로 유의하지 않았다. 내분비기관에는 이상이 없었다(Johnson, 2002).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat (Wistar)	경구	NOEL : 100(M), 300(F) mg/kg·bw/day NOAEL : 300(M), 1,000(F) mg/kg·bw/day 표적기관 : 간 발암성 여부 : 비발암성(GLP)	ECHA (2005)
Rat	경구	성장속도 감소, 폐의 염증성 질환, 내장 출혈 등이 관찰되었으나 통계학적 유의성 없음	Johnson (2002)

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

ATBC을 부모동물 (F0)(25 마리 랫드/성/그룹)에 0, 100, 300, 1,000mg/kg/day의 용량으로 교배 4주전부터 지속적으로 식이투여하였다. F0 수컷은 교배 후 부검되었고, F0 암컷은 임신기(Vaginal plug 확인시점)에서부터 수유기 21일째까지 지속적으로 투여하였으며 새끼들이 젖을 뗀 후 부검하였다. 부모의 수컷과 암컷은 생식독성을 위해 평가되었다. 자손(F1 세대)은 임신기간부터 태어난 후에는 13주 연구의 시작(동물이 약 4주령일 때까지)까지 시험 물질에 노출되었다. 13주 연구기간 동안, F1 동물(20 마리/성/그룹)은 부모동물과 동일한 복용량으로 식이를 통해 노출되었다. 추가로 10마리의 F1 수컷과 10마리의 F1 암컷이 대조군과 고용량군에 13주간의 처리기간 후 4주간의 회복 기간에 배정되었다. 자궁 내 노출단계가 완료되면, 임신을 통해 그리고 출생 시부터 지속적으로, 수정 전부터 ATBC에 노출되어온 랫드를 선택하여(수컷 20마리와 암컷 20마리/농도 그룹당; 대조군과 고용량 회복군을 위하여 수컷 10마리와 암컷 10 마리) 13주 연구를 지속하였다. 13주 연구를 시작할 때 동물의 체중에 유의한 그룹간 차이는 없었다. 이 연구의 13주 독성 단계에서, 수정 전부터 ATBC에 이미 직간접적으로 노출된 1,000mg/kg/day의 고용량 군 랫드에서 독성이 나타났다. 1,000mg/kg/day의 처리는 암수 모두에서 체중증가량의 경미한 감소를 유발했고, 독성에 대한 비특이적 지표로 고려되었다. 간 중량이 증가하였고 암수 모두 1,000mg/kg/day에서 간 비대가 관찰되었다. 처리물질에 대한 대사 효소의 유도로 초래된 간 비대는 생체이물(Xenobiotics)의 고용량 투여 후 흔히 관찰되며 독성학적으로 중요하지 않은 것으로 고려된다. 소변 조성과 혈장 전해질 농도에서 관찰된 변화는 고용량에서 신기능에 대한 영향이 있음을 의미한다. 이런 변화는 실험물질이나 대사물질의 배설에 적응하기 위한 것으로 어떤 독성학적 중요성도 없는 것으로 생각된다. 따

라서 모체노출기간(utero exposure phase)을 고려하여, ATBC의 전신독성에 대한 NOAEL은 수컷이 100 mg/kg/day이고 암컷이 300 mg/kg/day인 것으로 생각된다(EPA, 2015).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
Rat (Wistar)	경구	NOAEL : 100(M), 300(F) mg/kg/day (모체노출기간 고려)	EPA (2015)

3.7. 유전독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity)

1) 박테리아를 이용하여 9~495 ug/plate 농도로 실시된(non-GLP) 세균 복귀돌연변이시험 결과에서 음성으로 나타났고, GLP를 적용하여 10마리의 Wistar 랫드에 ATBC를 2000 mg/kg 농도로 경구 단회 투여한 후 24시간과 48시간 후 각각 골수세포를 분석한 염색체이상시험 결과에서 음성으로 판단되었다(ECHA).

2) 살모넬라균(S. typhimurium) 균주: TA98, TA100, TA1535, TA1537, TA1538을 사용한 Ames test에서 ATBC의 돌연변이 유발성을 평가했다. 9, 50, 99, 495 um을 함유하는 ATBC(29.71 mg/mL DMSO) 용액을 대사활성화 없이 모든 균주에서 시험했다. Nitrofluorene이 양성 대조군으로 사용되었다. ATBC는 대사 활성화 여부에 관계없이 시험한 균주에서 돌연변이를 유발하지 않았다(Johnson, 2002).

3) ATBC의 돌연변이 유발성을 L5178Y(TK+/TK-) 마우스 림프종 현탁물/플레이트 분석을 사용하여 평가하였다. DMSO에서, ATBC는 10-230 ug/mL (대사활성화 없음)과 200-480 ug/mL (신진 대사 활성화 있음)의 농도로 검사되었다. 검사물질은 대사활성화 유무에 관계없이 돌연변이 유발성 물질이 아니었다(Johnson, 2002).

시험법	시험계(종)	시험 결과	참고문헌
복귀돌연변이 (TG471)	박테리아	9~495 ug/plate : 음성(Non-GLP)	ECHA (1982)
염색체이상 TG475	Rat(wistar)	2000 mg/kg(경구) : 음성(GLP)	ECHA (2002)
복귀돌연변이	*Salmonella typhimurium* (TA97, TA98, TA100, TA1535, TA1538)	333~10,000 ug/plate : 음성	Johnson (2002)
복귀돌연변이	L5178Y (TK+/TK-)	10~230 ug/plate : 음성	Johnson(2002)

3.8. 그 외 독성 정보(Others)

1) 패치부착 예비 자극 테스트에서 100% ATBC는 패치 제거 24시간 및 48시간 후에 기니피그 4마리 중 1마리에서 미미한 홍반을 유발했다. 저농도 시험에서는 반응이 관찰되지 않았다(Johnson, 2002).

2) 토끼(albino 계통, 수컷 3마리)를 이용한 실험에서, ATBC 0.1mL를 각 동물의 왼쪽 결막낭에 서서히 주입시켰다. 안구에 주입 후 20분 이내에 토끼 3마리 중 2마리에서 중등도 홍반이 발견되었다. 홍반은 ATBC 점안 후 3시간까지 지속되었고 5시간 후에 홍반이 관찰된 동물 중 1마리에서 정상으로 회복되었다. 24시간 후에 한 토끼에서 관찰된 중등도 홍반은 약간 증가했고 반면에 다른 두 토끼에서는 안구 자극성 음성으로 확인되었다. 모든 안구는 ATBC 투여 48 및 72시간 후에는 음성으로 확인되었다(Johnson, 2002).

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
기니피그	피부자극	미미한 홍반 유발하였으나 저농도에서 반응 없음	Johnson (2002)
토끼	안자극	물질 투여 48 및 72시간 후 정상	Johnson (2002)

3) 고양이와 토끼에 ATBC를 정맥 투여한 결과, 용량 의존적으로 혈압이 감소하였다. 과량 투여 시 혈압이 완전히 상실되어 측정이 불가능하게 되었다. 토끼

의 경우에는 혈압에 의한 영향으로 심장 기능이 억제되는 것으로 나타났다 (Johnson, 2002).

4) 또한 ATBC에 노출될 경우 NR1I2 및 CYP3A4의 유전자가 증가되며, 발현 양상이 증가될수록 골육종, 전립선 등 암의 발병에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

질병	유전자	상호작용	참고문헌
골육종(종양)	NR1I2	NR1I2 단백질의 활성을 증가	Takeshita (2011)
전립선 암	CYP3A4	CYP3A4 mRNA 발현 증가	

4. 유해성 분류(Hazard Classification)

유해성·위험성 분류	특정 표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 만성 수생환경 유해성 : 구분2
예방조치문구를 포함한 경고표지 항목	 - 유해·위험문구 H371 : 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 P308+P311 : 노출 또는 노출이 우려되면, 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오. P391 : 누출물을 모으시오. · 저장 P405 : 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오. · 폐기 P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.
유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성	자료없음
참고문헌	공단 MSDS

5. 결론(Conclusion)

아세틸 트라이뷰틸 구연산은 사용처 특성상 경구 및 흡입노출의 가능성이 큰 물질이다. 기존의 보고된 경구 독성시험 결과, 오랜 기간 동안 노출될 경우 독성에 대한 근거가 충분한 물질이지만 알려진 흡입독성시험의 결과가 없다. 따라서 물질안전보건자료의 정보제공 및 GHS 분류기준의 근거 제공을 위하여 흡입독성 자료를 보완할 필요가 있고, 또한 물리화학적 정보를 고려할 때 흡입독성시험 발생이 가능한 시험물질로 판단된다. 따라서 아세틸 트라이뷰틸 구연산은 흡입독성 시험의 수행필요성이 있다고 사료된다.

참고문헌

1. Sheftel, V.O.; Indirect Food Additives and Polymers. Migration and Toxicology. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 2000., p. 193
2. Lewis, R.J. Sr. (ed) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 11th Edition. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2004., p. 3512
3. Meyers, D. B., J. Autian, and W. L. Guess. "Toxicity of plastics used in medical practice II. Toxicity of citric acid esters used as plasticizers." Journal of pharmaceutical sciences 53.7 (1964): 774-777.
4. Johnson, Jr W. "Final report on the safety assessment of acetyl triethyl citrate, acetyl tributyl citrate, acetyl trihexyl citrate, and acetyl trioctyl citrate." International journal of toxicology 21 (2002): 1-17.
5. Takeshita, Akira, et al. "Acetyl tributyl citrate, the most widely used phthalate substitute plasticizer, induces cytochrome p450 3a through steroid and xenobiotic receptor." Toxicological Sciences 123.2 (2011): 460-470.
6. EPA. Office of Pollution Prevention and Toxics; High Production Volume (HPV) Challenge Program's Robust Summaries and Test Plans. Acetyltributyl Citrate. Available from, as of May 28, 2015
7. NIOSH, NOES. National Occupational Exposure Survey conducted from 1981-1983. Estimated numbers of employees potentially exposed to specific agents by 2-digit standard industrial classification (SIC). Available from, as of Jun e 15, 2015: http://www.cdc.gov/noes/
8. 안전보건공단, 화학물질의 유해성정보제공(MSDS). Available from:http://msds.kosha.or.kr/
9. 화학물질안전원, 화학물질종합정보시스템. Available from: https://icis.me.go.kr/main.do;jsessionid=89zi1pvxiRGljfPHOx6stsak.icis_ipotal11

10. 유럽화학물질청(European Chemicals Agency, ECHA). Available from: https://echa.europa.eu/

11. 식품의약품안전평가원(Tox-Info). Available from: :https://www.nifds.go.kr/toxinfo/

12. ChemIDpluse. Available from: https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp

13. Comparative Toxicogenomics Database (CTD). Available from: http://ctdbase.org/detail.go?type=chem&acc=C014953