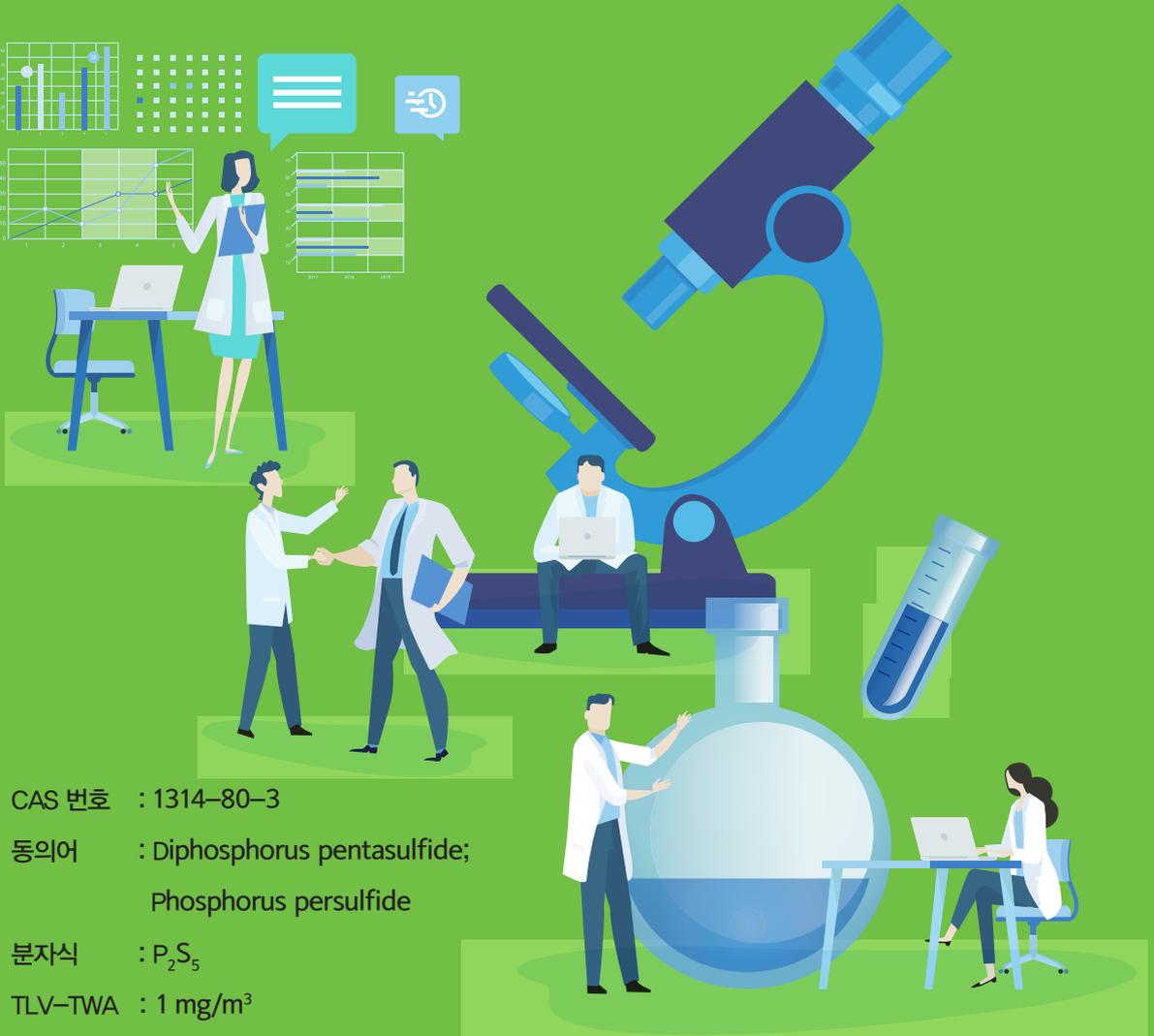


## Wide Information

: 노출평가를 위한 TLV 근거

# PHOSPHORUS PENTASULFIDE (오황화인)



CAS 번호 : 1314-80-3

동의어 : Diphosphorus pentasulfide;  
Phosphorus persulfide

분자식 :  $P_2S_5$

TLV-TWA :  $1 \text{ mg/m}^3$

TLV-STEL :  $3 \text{ mg/m}^3$



## 요약

눈, 피부 및 호흡기 자극의 가능성을 최소화하기 위해 오황화인(Phosphorus pentasulfide)에 대한 직업적 노출기준 TLV-TWA는  $1 \text{ mg/m}^3$  그리고 TLV-STEL은  $3 \text{ mg/m}^3$ 으로 권고하였다. 오황화인에 대한 독성 자료는 거의 없으며 오황화인은 습한 공기에서 인산(Phosphoric acid)과 황화수소(Hydrogen sulfide)로 쉽게 가수 분해된다는 사실에 근거하여 인산에 대한 독성 자료로 TLV를 권고하였다.(현재의 인산에 대한 TLV 문서 참조)

피부 흡수(Skin), 감각제(SEN), 그리고 발암성 표기에 대한 경고주석(notation)을 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다.

## 물리화학적 특성(Chemical and Physical Properties)

오황화인(Phosphorus pentasulfide)은 썩은 계란의 냄새가 나는 연황색 또는 녹황색 결정체이다. 일반적으로  $\text{P}_4\text{S}_{10}$ 으로 존재한다. 황화수소 형성으로 인한 냄새 역치는  $0.0047 \text{ ppm}$ 이다.<sup>1)</sup> 물리화학적 특성은 다음과 같다.<sup>2)</sup>

- 분자량(Molecular weight) : 222.29
- 비중(Specific gravity) : 2.09
- 녹는점(Melting point) :  $286 \text{ }^\circ\text{C} \sim 290 \text{ }^\circ\text{C}$



김치년

연세대학교  
보건대학원 교수

- 끓는점(Boiling point) : 513 °C~515 °C
- 용해도(Solubility) : 이황화탄소 및 알칼리 수산화물 수용액에 용해
- 반응성(Reactivity) : 공기 중에 수분이 있는 상태에서 쉽게 가수 분해되어 황화수소 및 인산을 형성함

### 주요용도(Major Uses)

오황화인(Phosphorus pentasulfide)은 윤활제 첨가제, 살충제, 성냥 및 점화 물질 제조의 중간체이다. 또한 유기화합물에 황을 도입하는 가황제로 사용한다.<sup>2)</sup>

### 동물실험 연구(Animal Studies)

황인(Yellow phosphorus)을 포함한 인화합물에 대한 독성학적 검토가 이루어졌다.<sup>3)</sup> 기니피그의 급성 인 중독은 단핵구증(monocytosis)<sup>4)</sup>과 쿠퍼 세포(Kupffer cell)의 지방 변성을 유발하고<sup>5)</sup>, 개<sup>6-7)</sup>와 흰쥐<sup>8)</sup>에서는 급성 간 괴사를 일으킨다. 흰쥐에서 인은 경구 투여 후 2시간 내지 3시간만에 피크 농도로 간에 축적된다.<sup>9)</sup>

인(Phosphorus)이 피부와 접촉하면 심한 화상을 유발할 수 있으며<sup>10)</sup>, 화상을 입은 토끼는 피부를 통해 급성 심전도 변화를 유발하기에 충분한 양이 흡수될 수 있다.<sup>11)</sup>

### 사람대상의 연구(Human Studies)

인 중독 기록은 오랜 기간 동안 보고되었으며 성냥 섭취 또는 불꽃놀이<sup>12-15)</sup> 그리고 사업장에서의 노출<sup>16-17)</sup>로 가장 흔하게 발생하였다. 사망의 약 50%는 저혈당증, 고혈당증, 간 비대 그리고 섬망이 발생하였다.<sup>18)</sup>

급성 인 중독의 징후는 많은 저자들이 보고하였으며<sup>12-15, 19-24)</sup> 평균 사망 시간은 5~6일이다.<sup>19-20)</sup>

직업적인 인의 만성 중독 증상은 빈혈, 악액질\*(cachexia), 기관지염 그리고 골격 괴사이다.<sup>16-17)</sup> 급성 중독 후 인은 호기<sup>21)</sup> 그리고 대소변<sup>18, 24-25)</sup>을 통해 체내에서 제거된다. 사망은 위장염, 간 및 신부전으로 발생하며<sup>18, 22)</sup> 경우에 따라서는 급성 심근 경색으로 인해 발생한다.<sup>26-27)</sup>

Smyth<sup>28)</sup>는 오황화인의 흡입 노출에 의한 주요 인체 영향은 호흡기계 자극이며 폐 자극은 공기 중 10 mg/m<sup>3</sup>의 주변 농도에서 발생할 수 있다고 추정하였다.

오황화인은 윤활제 첨가제, 살충제, 성냥 및 점화 물질 제조의 중간체이다. 또한 유기화합물에 황을 도입하는 가황제로 사용한다.



### \*악액질이란?

'종말증'과 동의어. 임과 같은 악성 질환이 진행되었을 때 나타나는 몸이 쇠약해진 증세

출처 : 화학대사전

## TLV 권고

오황화인(Phosphorus pentasulfide)에 대한 TLV를 설정하는데 필요한 정량적 기초자료는 매우 제한적이다. 오황화인은 황화수소 및 인산으로 쉽게 가수분해된다(황화수소 및 인산의 TLV 문서 참조 필요). 이 분해 산물들은 강력한 안구 및 상부 기도 자극제이고, 인산은 피부를 자극한다. 오황화인의 독성에 대한 직접적인 자료가 없어 인산의 TLV를 근거로 TLV-TWA는  $1 \text{ mg/m}^3$ , TLV-STEL은  $3 \text{ mg/m}^3$ 으로 권고하였다. 피부 흡수(Skin), 감작제(SEN) 그리고 발암성을 표기하기에는 근거가 되는 유용한 자료가 충분하지 않다. 🌀

## TLV의 역사적 변화(Historical TLVs)

| 시대         | 구분       | 노출기준               |
|------------|----------|--------------------|
| 1947년      | MAC-TWA  | $1 \text{ mg/m}^3$ |
| 1948년 ~ 현재 | TLV-TWA  | $1 \text{ mg/m}^3$ |
| 1976년 ~ 현재 | TLV-STEL | $3 \text{ mg/m}^3$ |

### 참고 문헌

1. U.S. Department of Transportation, U.S. Coast Guard: Phosphorus Pentasulfide. In: Chemical Hazard Response Information System, Vol. II, COMDTINST M16465.12A. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1985).
2. Merck & Co., Inc.: Phosphorus Pentasulfide. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12.1, S. Budavari, M. O'Neil, A. Smith, et al., Eds. Chapman & Hall, New York (1996).
3. Gosselin, R.E.; Smith, R.P.; Hodge, H.C.: Clinical Toxicology of Commercial Products, 5th ed., Section III, Therapeutics Index, pp. 348-352, Williams & Wilkins, Baltimore (1984).
4. Lawrence, J.S.; Huffman, M.M.: An Increase in the Number of Monocytes in the Blood Following Subcutaneous Administration of Yellow Phosphorus in Oil. Arch. Pathol, 7:813-819 (1929).

5. Lawrence, J.S.; Huffman, M.M.: Fatty Changes in the Kupffer Cells in the Liver of the Guinea Pig in Phosphorus Poisoning. *Arch. Pathol.* 7:809–812 (1929).
6. Burnell, J.M.; Dennis, Jr., M.B.; Clayson, K.J.; et al.: Evaluation in Dogs of Cross-Circulation in the Treatment of Acute Hepatic Necrosis Induced by Yellow Phosphorus. *Gastroenterology* 71:827–831 (1976).
7. Horak, W.; Polterauer, P.; Renner, F.; et al.: Plasma Perfusion über Aktivkohle und Amberlite XAD-7 BEI der Phosphor-Induzierten Lebernekrose des Hundes. *Gastroenterology* 17:90–98 (1979).
8. Pani, P.; Gravela, E.; Mazzarino, C.; et al.: On the Mechanism of Fatty Liver in White Phosphorus Poisoned Rats. *Exp. Mol. Pathol.* 16:201–209 (1972).
9. Ghoshal, A.K.; Porta, E.A.; Hartroft, W.S.: Isotopic Studies on the Absorption and Tissue Distribution of White Phosphorus in Rats. *Exp. Mol. Pathol.* 14:212–219 (1971).
10. Jones, A.T.: Treatment of Phosphorus Burns. *Br. Med. J.* 2:244–245 (1942).
11. Bowen, T.E.; Whelan, Jr., T.J.; Nelson, T.G.: Sudden Death After Phosphorus Burns: Experimental Observations of Hypocalcemia, Hyperphosphatemia and Electrocardiographic Abnormalities Following Production of a Standard White Phosphorus Burn. *Ann. Surg.* 174:779–784 (1971).
12. Stacy, W.C.: Dangers of Phosphorus in Fireworks. *J. Am. Med. Assoc.* 77:1514 (1921).
13. Dwyer, H.L.; Helwig, F.C.: Phosphorus Poisoning in a Child from the Ingestion of Fireworks. *J. Am. Med. Assoc.* 84:1254–1256 (1925).
14. Humphreys, E.M.; Halpert, B.: Acute Phosphorus Poisoning: Report of Case Due to Ingestion of Fireworks. *Am. J. Dis. Child.* 41:354–359 (1931).
15. LaDue, J.S.; Schenken, J.R.; Kuker, L.H.: Phosphorus Poisoning. A Report of 16 Cases with Repeated Liver Biopsies in a Recovered Case. *Am. J. Med. Sci.* 208:223–233 (1944).
16. Ward, E.F.: Phosphorus Necrosis in the Manufacture of Fireworks. *J. Ind. Hyg. Toxicol.* 10:314–330 (1928).
17. Heimann, H.: Chronic Phosphorus Poisoning. *J. Ind. Hyg. Toxicol.* 28:142–150 (1946).
18. Diaz-Rivera, R.S.; Collazo, P.J.; Pons, E.R.; et al.: Acute Phosphorus Poisoning in Man. A Study of 56 Cases. *Medicine* 29:269–298 (1950).
19. Rubitsky, H.J.; Myerson, R.M.: Acute Phosphorus Poisoning. *Arch. Intern. Med.* 83:164–178 (1949).
20. Wechsler, L.; Wechsler, R.L.: Phosphorus Poisoning. The Latent Period and Unusual Gastrointestinal Lesions. *Gastroenterology* 17:279–283 (1951).
21. Fletcher, G.F.; Galambos, J.T.: Phosphorus Poisoning in Humans. *Arch. Intern. Med.* 112:846–852 (1962).
22. Perry, J.W.: Phosphorus Poisoning with Cortical Necrosis of Kidney: Report of 2 Fatal Cases. *Aust. N.Z. J. Med.* 2:94–98 (1953).
23. Hann, R.G.; Veale, R.A.: A Fatal Case of Poisoning by Phosphorus with Unusual Subcutaneous Haemorrhages. *Lancet* 1:163–164 (1910).
24. Cushman, Jr., P.; Alexander, B.H.: Renal Phosphate and Calcium Excretory Defects in a Case of Acute Phosphorus Poisoning. *Nephron* 3:123–128 (1966).
25. Chretien, T.E.: Acute Phosphorus Poisoning. Report of a Case with Recovery. *N. Engl. J. Med.* 232:247–249 (1945).
26. Pietras, R.J.; Stavrakos, C.; Gunner, R.M.; et al.: Phosphorus Poisoning Simulating Acute Myocardial Infarction. *Arch. Intern. Med.* 122:430–434 (1968).
27. Matsumoto, S.; Kohri, Y.; Tanaka, K.; et al.: A Case of Acute Phosphorus Poisoning with Various Electrocardiographic Changes. *Jpn. Circ. J.* 36:963–970 (1972).
28. Smyth, Jr., H.F.: Improved Communication C Hygienic Standards for Daily Inhalation. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 17:129–185 (1956).